

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขปฏิบัติ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2550

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปริญญานิพนธ์

ของ

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุฎบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

มิถุนายน 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือเอาใจใส่ และความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโคก ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบูลย์ และ ดร.ราชนันท์ บุญธิมา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเป็น “ครู” ของท่านที่ทุ่มเทเวลาในการให้คำปรึกษา คอยให้กำลังใจ และมีความเมตตาต่อศิษย์ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัย ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้จัดการ/ครูใหญ่ และคณะครู โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ จังหวัดสกลนคร ที่กรุณาให้ใช้สถานที่และให้ความสะดวกในการทดลองใช้หลักสูตรเป็นอย่างดี ตลอดจนขอขอบคุณนักเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลการวิจัยที่ได้เห็นดเห็น้อย และให้ความร่วมมือในการทดลอง จนการวิจัยสำเร็จลุล่วง

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาแก่บูรพคณาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนผู้วิจัยมา

ท้ายสุด ผู้วิจัยขอมอบความสำเร็จและความภาคภูมิใจให้กับพ่อ แม่ พี่ น้อง บุคคลที่ส่งเสริมด้านการศึกษาให้แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ทั้งเป็นผู้เฝ้ารอคอยความสำเร็จ และเป็นกำลังใจสำคัญที่คอยสนับสนุนอยู่เบื้องหลังความสำเร็จ

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
สมมุติฐานของการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหุ่นยนต์	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร	15
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	26
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	30
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
กรอบแนวคิดในการวิจัย	54
3 วิธีดำเนินการวิจัย	58
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน	60
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร	62
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร	72
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร	81
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน	82
ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร	85
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร	101
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร	109

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	112
สรุปผลการวิจัย.....	115
อภิปรายผลการวิจัย.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	130
บรรณานุกรม.....	134
ภาคผนวก.....	143
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	144
ภาคผนวก ข เครื่องมือสำรวจข้อมูลพื้นฐานและประเมินโครงสร้างหลักสูตร.....	148
ภาคผนวก ค เครื่องมือวัดและประเมินผลหลักสูตร.....	159
ภาคผนวก ง ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผล.....	188
ภาคผนวก จ หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.....	194
ภาคผนวก ฉ ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์.....	289
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์.....	301
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	355

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design.....	74
2	ผลการทดสอบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ทั้งแบบแยกส่วนประกอบ และแบบนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์.....	94
3	ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสม ของโครงร่างหลักสูตร.....	96
4	ค่าดัชนีความสอดคล้อง และการแปลความหมายค่าดัชนีความสอดคล้อง ของโครงร่างหลักสูตร.....	99
5	ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสม ในการใช้หลักสูตรจากการศึกษานำร่อง.....	102
6	ค่าสถิติพื้นฐานของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ก่อนและหลังทดลองใช้หลักสูตร.....	103
7	ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลัง การทดลองใช้หลักสูตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Hotelling's T2 ของกลุ่มทดลอง.....	104
8	ผลการวิเคราะห์หาช่วงระยะของความเชื่อมั่นที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ของค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละด้าน ก่อนและหลังทดลองใช้หลักสูตร.....	105
9	ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังการทดลองใช้หลักสูตรแต่ละด้านกับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการทดสอบ ค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One - sample t test)	106
10	ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสม ของการใช้หลักสูตรจากการประเมินของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตร.....	107
11	ผลการเปรียบเทียบผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของ นักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรกับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการทดสอบ ค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One - sample t test).....	108
12	ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ.....	189

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

13	ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหา และค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน.....	191
14	ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติและค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน.....	192
15	ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ.....	193

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงผังการทำงานโดยรวมเบื้องต้นของหุ่นยนต์อัตโนมัติ.....	12
2	กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของทาบ.....	18
3	รูปแบบในการออกแบบหลักสูตรของทาบ.....	19
4	กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส.....	21
5	กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของ สจ๊วต อุทรานันท์.....	22
6	สรุปแนวคิดในการวิจัยการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.....	57
7	ขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3.....	59

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
เชษฐ ศิริสวัสดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2550

เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2550). การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 . ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . คณะกรรมการควบคุม :
รองศาสตราจารย์ ดร.ณสรณ์ ผลโภาค , รองศาสตราจารย์ สมจิต สวธนไพบุลย์ ,
อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา .

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรและศึกษาผลการใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตร การสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร และการประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร

การดำเนินการดังกล่าวทำให้สามารถสร้างหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พร้อมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ และคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ จากนั้นนำโครงร่างหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง พบว่า ทุกองค์ประกอบของหลักสูตรมีความเหมาะสมและความสอดคล้องกัน

ในการนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 ระยะ คือ การศึกษานำร่อง และการทดลองใช้หลักสูตร การศึกษานำร่องด้วยการนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 30 คน เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรในสภาพจริง พบว่า ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรอยู่ในระดับมาก นอกจากนั้นแล้วนักเรียนยังมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้เป็นอย่างมาก หลังจากนั้นนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อำเภอมือเมือง จังหวัดสกลนคร จำนวน 30 คน ใช้ระยะเวลาทดลอง 7 วัน โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียวทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ Hotelling's T^2 การวิเคราะห์ Simultaneous Confidence Interval และ One-sample t-test พบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมและในแต่ละด้านหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังทดลองใช้หลักสูตร ด้านความรู้ความเข้าใจสูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการแก้ปัญหาอยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่ 2.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านทักษะปฏิบัติอยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่ 2.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ด้านเจตคติอยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่ 3.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรอยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่ 3.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

THE DEVELOPMENT OF BUILDING ROBOTS CURRICULUM
TO PROMOTE LEARNING SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE THIRD LEVEL STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
CHADE SIRISAWAT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Doctor of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University

June 2007

Chade Sirisawat. (2007) . *The Development of Building Robots Curriculum to Promote Learning Science and Technology for the Third Level Students*. Dissertation , Ed.D. (Science Education). Bangkok: Graduate School , Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Nason Phonphok , Assoc. Prof. Somchit Sawathanapaibul , Dr. Rachun Boontima .

The study was the Research and Development. The main purpose of this research was to develop and implementation a building robots curriculum to promote learning science and technology for the third level students. The research procedures included 4 steps : study of fundamental data, curriculum construction, curriculum implementation, and curriculum evaluation and revision.

Following these steps, a building robots curriculum to promote learning science and technology for the third level students. Including course outlines, documents, Building robots materials package and user's guide for building robots materials. The curriculum draft was considered in its appropriation and consistency. Finally, the expertise approved the drafting curriculum.

The curriculum was experimented with 30 students as a pilot study, and it was improved to be used in this study with 30 students from the third level student who interested in curriculum of St.Joseph school in Sakonnakhon. The experiment period is 7 days. The one group pretest-posttest design was utilized. The data were analyzed by using the Hotelling's T^2 , Simultaneous Confidence Interval, and One-sample t test. The results was that the experiment group had more scores of science and technology after implementing the curriculum at .01 statistical level. Besides, the mean of the knowledge and understanding was higher than criteria 80% at .05 statistical levels. The Problem Solving was higher than criteria 2.50 at .05 statistical level. the skills was higher than criteria 2.50 at .01 statistical level. And the attitude was higher than criteria 3.50 at .01 statistical level. Moreover, the appropriation of the curriculum was higher than criteria 3.50 at .01 statistical level. The resulted from the experiment thus indicated that this curriculum met the expected efficiency criteria.

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนแล้วแต่เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสิ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 1) สำหรับหุ่นยนต์ก็เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกำลังเป็นที่กล่าวถึงเป็นอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก (ชิต เหล่าวัฒนา. 2542 : 116-118 ; ปรีชา ยุพาพิน ; และวันชัย ชันนาม. 2545 : 78) เนื่องจากหุ่นยนต์มีคุณสมบัติทำงานได้อย่างอัตโนมัติ และมีความแม่นยำสูง จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมและการเกษตร (ชยา ลิ้มจิตติ. 2537 : 70-72 ; อำนวย สิทธิเจริญชัย. 2536 : 71-74) ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต การอำนวยความสะดวกสบาย ความปลอดภัย งานที่ต้องการความแม่นยำ อดทน และรวดเร็ว (ชิต เหล่าวัฒนา. 2542 : 120) ในปัจจุบันหุ่นยนต์ไม่เพียงเข้ามาในแวดวงอุตสาหกรรมและการเกษตรเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นทุกวัน (Dave Johnson. 2002 : 1-2) ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ที่เป็นขวัญใจเด็กๆ อย่างอาซิโม หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง หุ่นยนต์นักกีฬา หุ่นยนต์ควบคุมการจราจร หุ่นยนต์ดับเพลิง หุ่นยนต์กู้ระเบิด หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย หุ่นยนต์ตัดหญ้า หุ่นยนต์เติมน้ำมัน หุ่นยนต์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำรวจอวกาศ (Allison Druin ;& James Hendler. 2000 : 4-6 ; Clive Gifford. 2003. 1-48) และหุ่นยนต์ประเภทอื่นๆ อีกมากมายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ดังนั้นเราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถควบคุมและใช้งานหุ่นยนต์เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กำลังได้รับความสนใจทั้งจากครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก (สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2544 : 53) เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ผู้เรียนรู้ลึกซึ้งขึ้น (Eli Kolberg; & Nahum Orlev. 2001 : 1-2) และยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ รวมถึงกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ทักษะในการลงมือปฏิบัติ กระบวนการกลุ่ม (Kin Lau; Heng Tan; Benjamin Erwin; & Pavel Petrovic. 1999 : 1-6) และความคิดสร้างสรรค์ (Eli Kolberg; & Nahum Orlev. 2001 : 1-2) รวมถึงให้ความ

สนุกสนาน เพลิดเพลินขณะเรียนรู้ (Martin. 1990 : 129-140) โดยทั่วไปสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้การสร้างหุ่นยนต์สำหรับเด็กนั้นจะพัฒนาขึ้นมาแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism Theory) โดยชุดสื่อจะถูกออกแบบให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ง่าย และสะดวกต่อการถ่ายทอดความคิด จินตนาการของตนเองให้เป็นรูปธรรมที่ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ (ปัญญา นาแพงหมื่น. 2542 : 20) ซึ่งประกอบไปด้วย ชิ้นส่วนต่างๆ อย่าง เกียร์ สายพาน มอเตอร์ และเซนเซอร์ชนิดต่างๆ รวมทั้งคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ซึ่งเมื่อนำไปประกอบเข้ากับสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น ก็จะกลายเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถควบคุมการทำงานตามความคิดและจินตนาการของผู้เรียน (สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2544 : 50)

ในต่างประเทศได้มีการศึกษาด้วยการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ไปใช้สอนกับเด็กอายุ 10-13 ปี พบว่า นักเรียนเข้าใจการทำงานของเกียร์ขนาดต่างๆ และผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เข้าใจวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างเซนเซอร์ มอเตอร์ และกล่องใส่คำสั่ง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น คิดเปรียบเทียบว่าหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นเป็นสัตว์เลี้ยงของตนมากกว่าที่จะเป็นหุ่นยนต์ธรรมดา และเล่นกับสัตว์เลี้ยงตัวใหม่ของพวกเขาสนุกสนาน (Martin. 1990 : 129-140) ซึ่งสอดคล้องกับ เรสนิก และออกโก (Resnick & Ocko .1990 : 121-128 ; อ้างอิงจาก สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2544 : 52-53) ที่ชี้ให้เห็นว่า การสร้างหุ่นยนต์เป็นกิจกรรมที่ดีสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ในขณะที่นักเรียนออกแบบสร้างหุ่นยนต์นั้นจะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญบางเรื่องในวิทยาศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว มีกรณีตัวอย่างหนึ่งที่นักเรียนได้สร้างรถด้วยชุดอุปกรณ์การสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาแล้วปล่อยให้วิ่งลงเนินที่สร้างขึ้นไว้ในห้องเรียน แล้วเกิดความคิดขึ้นมาว่าทำไมอย่างไรรถของตนเองจะวิ่งห่างออกไปจากเนินได้ไกลที่สุด หลังจากนั้นนักเรียนก็จะทำการปรับแบบรถใหม่เพื่อให้วิ่งไกลออกไปได้อีก ระหว่างที่นักเรียนทำการแก้ปัญหาผู้สอนก็ชวนให้ช่วยกันดูว่ามีส่วนใดที่มาเสียดสีกัน เช่น เกียร์กับเกียร์ เฟลากับสายพาน เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รถวิ่งลงเนินไม่ได้ไกลตามต้องการ ในไม่ช้านักเรียนก็หันมาถกเถียงกันเรื่องของแรงเสียดทาน (friction) กับผู้สอนและเพื่อนในกลุ่ม มีนักเรียนคนหนึ่งแกะชิ้นส่วนออกจากตัวรถของตนเอง และอธิบายว่าการที่รถมีน้ำหนักมากทำให้ทุกอย่างเกิดเบียดกันจนแน่น และเกิดแรงเสียดทานมากด้วย ซึ่งเป็นคำอธิบายที่ถูกต้องด้วย ต่อมาเมื่อเขาหันไปสร้างหุ่นยนต์ชนิดอื่นๆ แล้วก็ยังนำเอาเรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในการอธิบายและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสิ่งอื่นๆ ที่เขาสร้างขึ้นใหม่อีกด้วย แม้ว่าเรื่องแรงเสียดทานจะมีใช่เป็นของใหม่สำหรับนักเรียนก็ตาม แต่กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ก็เป็นเงื่อนไขที่ทำให้นักเรียนคิดถึงเรื่องนี้ในขณะที่ลงมือทำงานที่มีความหมายสำหรับตนเอง หรือกล่าวได้ว่าเรื่องแรงเสียดทานมีความเกี่ยวข้องกับงานที่กำลังทำอยู่ จึงมีความสนใจที่จะทำความเข้าใจชัดเจนและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ นอกเหนือไปจากงานที่กำลังทำอยู่ได้ นอกจากนั้นแล้ว สุชิน เพ็ชรรักษ์ (2542 ; อ้างอิงจาก ปัญญา นาแพงหมื่น. 2542 : 20) ยังสรุปว่า กิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์เป็นกิจกรรมที่ทุกคนทั่วโลกยอมรับและนำมาใช้เพื่อสร้างเสริมและพัฒนาแนวความคิดได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ นิภา แก้วศรีงาม

(2547 : 76) ที่ระบุว่าการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวทำให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา รู้จักการแสวงหาความรู้ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ ทำให้ผู้เรียนมีพลังในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ที่ดีส่งผลให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ “คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น”

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และแผนการศึกษาแห่งชาติ (พุทธศักราช 2545-2559) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ว่า สามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบ คำนึงถึงความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ควบคู่ไปกับการมีทักษะในการปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ดังในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 23 ที่ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษา ทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย ต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่องจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 11) และในมาตรา 24 ที่ระบุไว้ว่า ข้อ 1 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ข้อ 2 ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และข้อ 3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 12) และมาตรา 66 ที่ระบุไว้ว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีการศึกษาในโอกาสแรกทำได้ เพื่อให้มีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 31) รวมถึงที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ข้อ 3 ว่า มีความรู้อันเป็นสากล ทำทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีคิด วิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์ และข้อ 4 ว่า มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต (กรมวิชาการ. 2545 : 4) และที่ระบุไว้ในแผนการศึกษาแห่งชาติ (พุทธศักราช 2545-2559) ว่า การศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องเป็นหลักสูตรสำคัญในการศึกษาภาคบังคับ การศึกษาขั้นพื้นฐาน การศึกษาระดับต่ำกว่าอุดมศึกษาและระดับอุดมศึกษาต้องมีการผลิตครู คณาจารย์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เพียงพอ จะต้องพัฒนาความรู้ ความสามารถ ทักษะด้านภาษาต่างประเทศ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ความรู้

และการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นการส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างจริงจัง รวมทั้งต้องมีการผลิตกำลังคนและผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในเวทีโลก และการพัฒนาเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศให้มีความเข้มแข็ง และยั่งยืนตลอดไป” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 28-29)

นอกจากนั้นแล้วยังสอดคล้องกับวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างตื่นตัวทันต่อการเปลี่ยนแปลงกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 2-3) ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบุลย์ (2542 : 306-323) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจ จะส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้และได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น มีทักษะ เจตคติ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนมีนิสัยในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนแล้วมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนนำไปแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิต ได้ฝึกการทำงานร่วมกัน รู้จักปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นได้ รู้จักการเสียสละ ตรงต่อเวลา รับผิดชอบตนเอง ตลอดจนรู้จักการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี และการได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งทำให้เกิดความชื่นชมยินดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับในประเทศไทยได้มีการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ มาใช้ในหน่วยการทดลองของโครงการประกาศาณัติ (Lighthouse Project) ของมูลนิธิศึกษาพัฒนา ที่ได้พยายามนำแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism Theory) เข้ามาเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการศึกษา โดยเห็นว่ากิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมที่แสดงความรู้ให้เห็นเป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ (ปัญญา นาแพงหมื่น. 2542 : 21) ปรากฏว่ากลุ่มผู้เรียนซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษามหาวิทยาลัย และครู ให้ความสนใจเป็นอย่างดี เพราะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จากการสัมผัสสื่อที่ใช้ช่วยคิดด้วยมือของตนเอง และสามารถออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลายตามความต้องการ (สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2544 : 53-54) อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นั้นมีราคาค่อนข้างสูง รวมถึงหลักสูตรที่ใช้ยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าวโดยเฉพาะ ดังนั้นการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้กับนักเรียนจึงยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้มีเพียงนักเรียนบางส่วนหรือส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้มีโอกาสเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นี้

จากสภาพการดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่มีราคาถูก เพื่อเป็นทางเลือกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายในการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะในการปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงสามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ได้อย่างคล่องแคล่ว และเพื่อสนองต่อความต้องการของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 และวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยทำการศึกษาผลการใช้หลักสูตรดังนี้
 - 2.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ
 - 2.1.2 ผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหา
 - 2.1.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ
 - 2.1.4 ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ
 - 2.2 ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในรูปแบบของการฝึกอบรม รูปแบบรายวิชา หรือรูปแบบของกิจกรรมชุมนุม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ การแก้ปัญหา ทักษะปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกิจกรรมการเรียนรู้การสร้างหุ่นยนต์ที่เต็มไปด้วยความสนุกสนานท้าทาย
2. ได้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถนำไปใช้ประกอบในการจัดกิจกรรมตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพและราคาถูก

3. ช่วยกระตุ้นให้ครูผู้สอน ผู้บริหาร และหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการศึกษา ได้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์และใช้กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน และเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายเพื่อนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

4. เป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะประยุกต์ใช้กิจกรรมประกอบหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจเทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์

5. ได้แนวทางในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ที่มิงงานวิจัยรองรับ

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ในครั้งนี้มีขอบเขตการดำเนินการดังนี้

1. การพัฒนาหลักสูตรครั้งนี้ได้แนวคิดจากกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler) ทาบา (Taba) เชเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส (Saylor Alexander & Lewis) สัตอุทรานันท์ โดยกำหนดเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน 2) การสร้างหลักสูตร 3) การทดลองใช้หลักสูตร และ 4) การประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

2. หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เป็นหลักสูตรที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการด้วยแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism Theory) ทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ในขอบเขตของกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งมีเนื้อหาประกอบไปด้วย ความหมายของหุ่นยนต์ ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ หลักการทำงานของหุ่นยนต์ ประโยชน์และความหลากหลายของหุ่นยนต์ สมongและแหล่งพลังงานของหุ่นยนต์ กลไกการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระบบสัมผัสของหุ่นยนต์ รวมถึงคำสั้งภาษาโลโก้ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

3. ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์เป็นชุดสื่อที่มุ่งสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีขอบเขตการทำงานของหุ่นยนต์ภายใต้ชุดคำสั่งของภาษาโลโก้ และอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ซึ่งประกอบไปด้วย

3.1 ส่วนควบคุม ที่สามารถควบคุมการทำงานด้วยภาษาโลโก้ (Logo Language) มีช่องขั้วมอเตอร์กระแส 4 ช่อง มีช่องรับสัญญาณจากตัวตรวจจับ 8 ช่อง มีลำโพงขับเสียง 1 ลำโพง ทำงานที่ไฟเลี้ยง 6 โวล

3.2 ส่วนตรวจจับ ที่สามารถรับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ส่วนควบคุม ประกอบไปด้วย ตัวตรวจจับการสัมผัส ตัวตรวจจับแสง ตัวตรวจจับการสะท้อนแสง และตัวตรวจจับอุณหภูมิ

3.3 ส่วนขับเคลื่อน ที่สามารถทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระบนพื้นเรียบ โดยการใช้ ล้อ มอเตอร์ และชุดเฟือง จำนวน 2 ชุด

3.4 ส่วนโครงสร้าง ที่สามารถทำโครงสร้างของหุ่นยนต์รูปแบบต่างๆ ได้อย่างอิสระภายในขอบเขตของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ 3 ชนิด มาประกอบเข้าด้วยกันคือ แผ่นฐานพลาสติก ชั้นต่อพลาสติกอิสระ น็อตและสกรู

4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้น เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ จังหวัดสกลนคร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาหลักสูตร หมายถึง กระบวนการในการจัดทำวลประสบการณ์ เพื่อนำไปพัฒนากลุ่มเป้าหมายให้เกิดคุณลักษณะที่คาดหวัง สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กระบวนการพัฒนาหลักสูตร 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร และการประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

2. หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 หมายถึง มวลประสบการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเป็นการส่งเสริมหรือเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการออกแบบหุ่นยนต์ให้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย คำแนะนำการใช้หลักสูตร สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร คำอธิบายสาระหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ อัตราเวลาเรียน และการวัดผลและประเมินผล

3. หุ่นยนต์ หมายถึง สิ่งประดิษฐ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism Theory) เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ประกอบไปด้วย ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับหรือเซนเซอร์ กลไกการเคลื่อนไหว แหล่งจ่ายไฟฟ้า และชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานตามความคิดของตนเอง โดยมีคุณสมบัติสามารถควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้

4. การสร้างหุ่นยนต์ หมายถึง การนำชิ้นส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาประกอบเป็นหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ โดยอาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโลโก้เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามความคิดของผู้เรียนโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหา หรือเผชิญกับสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดได้

5. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ความเข้าใจ เจตคติ การแก้ปัญหา และทักษะปฏิบัติของผู้เรียน ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำไปใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการและเทคนิคในการสร้างหุ่นยนต์ ประโยชน์และการประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2 ผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกถึงความรู้ ความคิด และวิธีการหรือกระบวนการที่นักเรียนใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พบ ประกอบไปด้วยขั้นตอน 4 ขั้น คือ (1) ขั้นการเสนอปัญหา (2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (3) ขั้นการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา (4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถที่แสดงออกในขณะ ปฏิบัติการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์หรือชิ้นงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบไปด้วย การวางแผน การปฏิบัติ (เทคนิคในการปฏิบัติ ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ ความสะอาดและ ความเป็นระเบียบ) คุณภาพของผลงาน และการนำเสนอผลงาน ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบ ประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.4 ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ หมายถึง ลักษณะนิสัย หรือความรู้สึกในจิตใจที่มีต่อ กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบไปด้วยความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น รอบคอบ อดทน การร่วมกันทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การเลือกใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ ความพอใจในประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสามารถวัดได้โดยแบบวัดผลการเรียนรู้ ด้านเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการ เรียนรู้ตามหลักสูตรทั้งในด้านจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม สื่อการเรียนการสอน การวัดผล ประเมินผล และบรรยากาศในการเรียนรู้ รวมทั้งปัญหาและข้อเสนอแนะที่มีต่อหลักสูตร ซึ่ง สามารถวัดได้โดยแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการ ทดลองใช้หลักสูตร

2. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้าน ความรู้ความเข้าใจสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80)

3. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก)
4. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านทักษะปฏิบัติ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก)
5. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านเจตคติ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก)
6. ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำราและงานวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์และทำให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยแยกหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหุ่นยนต์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการพัฒนาหลักสูตร
 - 2.1 ความหมายของหลักสูตร
 - 2.2 องค์ประกอบของหลักสูตร
 - 2.3 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร
 - 2.4 แนวคิดและรูปแบบการประเมินหลักสูตร
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 การพัฒนาหุ่นยนต์
 - 5.2 การใช้หุ่นยนต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 5.3 การพัฒนาหลักสูตร
 - 5.4 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหุ่นยนต์

1.1 ความหมายของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ มาจากคำว่า ROBOT ศัพท์คำนี้ปรากฏขึ้นครั้งแรกที่ประเทศเชโกสโลวะเกีย ในปี ค.ศ.1920 จากการแสดงละครเวทีล้อเลียนที่ชื่อ Rossum's Universal Robots โดยคาเรล คาเปก (Karel Capek) ในละครแสดงให้เห็นว่า robot คือ การแสดงล้อเลียนหรือเลียนแบบให้คล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตร วิไล; และกฤษดา ใจเย็น. 2546 : 23) แต่ในปัจจุบันความหมายของคำว่าหุ่นยนต์ไม่ได้อยู่ในวงจำกัดเฉพาะการเคลื่อนไหวที่คล้ายมนุษย์เท่านั้นแต่ยังรวมไปถึงการทำงานอย่างอัตโนมัติอีกด้วย ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของคำว่าหุ่นยนต์ ไว้ว่า เป็นเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อัตโนมัติที่สามารถทำงานหรือปฏิบัติตามจุดมุ่งหมายได้เอง (คัทสึฮิโตะ คิอิตะ. 2548 : 2) สอดคล้อง

กับ เดฟ จอห์นสัน (Dave Johnson. 2002 : 1-2) ที่ให้ความหมายของหุ่นยนต์ไว้ว่า เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถตัดสินใจ ควบคุมตัวมันเอง และทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่เรากำหนดขึ้น นอกจากนั้น วิชาญ คำแสน (2545 : 1) ยังกล่าวถึงความหมายของหุ่นยนต์ในปัจจุบันว่า เป็นเครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatics Machine) หรือกึ่งอัตโนมัติ (Semi automatics Machine) และสามารถโปรแกรมให้ทำงานได้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

จากความหมายของคำว่าหุ่นยนต์ดังกล่าวข้างต้น จึงพอสรุปได้ว่า หุ่นยนต์ หมายถึง เป็นเครื่องจักรกลที่มีคล้ายสิ่งมีชีวิต สามารถทำงานด้วยตนเองได้อย่างอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติ ภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่มนุษย์เป็นผู้กำหนดขึ้น

1.2 ประเภทของหุ่นยนต์

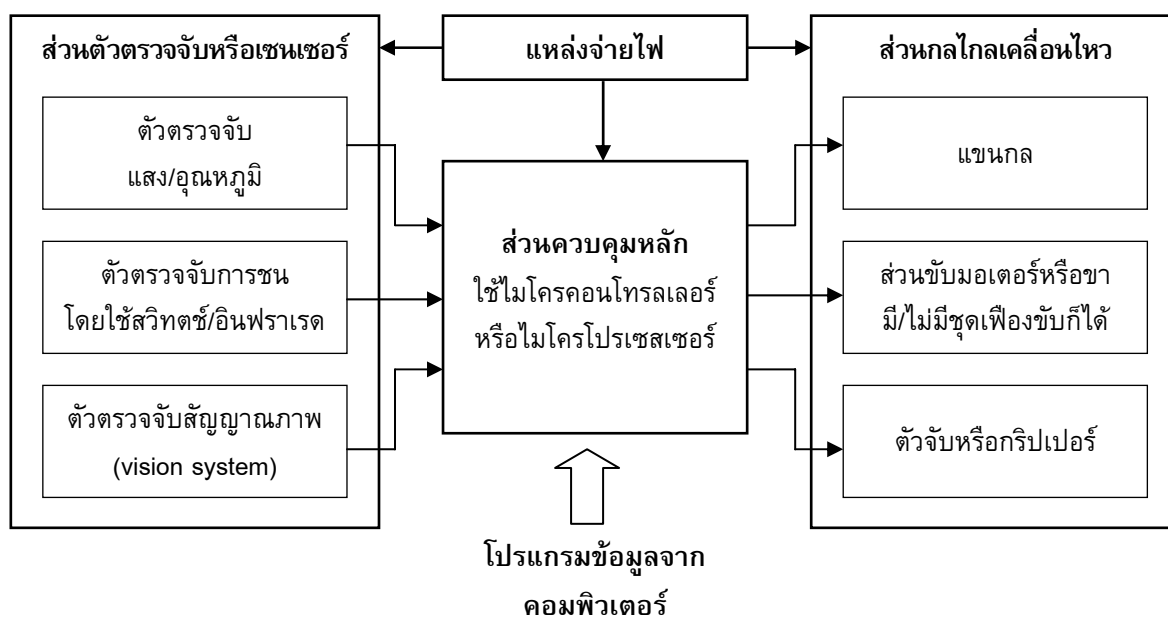
ถึงแม้ว่าหุ่นยนต์นั้นจะถูกพัฒนาไปในหลายๆ รูปแบบ แต่ก็สามารถแบ่งประเภทของหุ่นยนต์ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ (วิชาญ คำแสน. 2545 : 1)

1.2.1 หุ่นยนต์ชนิดที่ติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตัวเอง หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นแขนกล สามารถเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อ ภายในตัวเองเท่านั้น ส่วนมากมักถูกนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น

1.2.2 หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) หุ่นยนต์ประเภทนี้จะสามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตัวเอง บ้างก็เคลื่อนที่โดยการไถล้อ หรือบางแบบก็เคลื่อนที่โดยการไถขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ ส่วนใหญ่ยังเป็นงานวิจัยที่อยู่ในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่นหุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร ขององค์การนาซ่า

1.3 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์

ในหุ่นยนต์อัตโนมัติโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนดังนี้ (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. 2546 : 23) ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับหรือเซนเซอร์ กลไกเคลื่อนไหว และแหล่งจ่ายไฟ ซึ่ง สามารถสรุปเป็นภาพการทำงานโดยรวมได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงผังการทำงานโดยรวมเบื้องต้นของหุ่นยนต์อัตโนมัติ (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. 2546 : 23)

1.3.1 ส่วนควบคุม หรือสมองของหุ่นยนต์

ส่วนควบคุมหรือสมองของหุ่นยนต์นั้น เป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์ต่างจากเครื่องจักรธรรมดาทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น ASIMO ถ้าไม่มีสมองไว้สั่งการ ก็อาจจะเดินตรงไปชนผนังได้ สมองจะใช้ในการประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ เช่น ตัวตรวจจับการชน หลังจากนั้นวงจรพื้นฐานภายในหรือ โปรแกรมประยุกต์ที่ถูกฝังอยู่ที่สมองก็จะคำนวณและวิเคราะห์ว่าจะให้หุ่นยนต์ทำอะไรต่อไป ดังนั้นหากปราศจากสมองแล้วหุ่นยนต์ก็ไม่ต่างอะไรกับของเล่นที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เท่านั้น (Gordon McComb. 2001 : 295 ; Dave Johnson. 2002 : 9-10)

โดยทั่วไปสมองของหุ่นยนต์สามารถสร้างขึ้นด้วยการประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานอย่างเช่น ทรานซิสเตอร์ ตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ เป็นวงจรอย่างง่าย (Gordon McComb. 2001 : 295-296) แต่ข้อเสียที่สำคัญของการสร้างสมองหุ่นยนต์ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก็คือ การเชื่อมต่อวงจรอย่างถาวรซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมความสามารถของหุ่นยนต์ จะต้องตัดต่อสายหรือแม้กระทั่งต้องสร้างวงจรใหม่เลยทีเดียว ดังนั้นปัจจุบันในการสร้างสมองของหุ่นยนต์จึงนิยมใช้ระบบคอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ (คิโยฮิโร โนริอากิ. 2546 : 136) เนื่องจากเมื่อใดที่ต้องการเปลี่ยนการทำงานของหุ่นยนต์ เราก็สามารถเชื่อมต่อวงจรสมองที่ประกอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ใหม่ได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมที่อยู่ภายในเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหุ่นยนต์ประกอบไปด้วยตัวตรวจจับแสง 2 ตัว และมอเตอร์ 2 ตัว เราแค่เปลี่ยนบางส่วนของโปรแกรม ก็สามารถทำให้หุ่นยนต์เดินเข้าไปหาแหล่งกำเนิดแสง หรือ

เดินหนีจากแหล่งกำเนิดแสงได้ตามต้องการ โดยไม่ต้องยุ่งยากกับวงจรควบคุมของหุ่นยนต์แม้แต่ชนิดเดียว (Gordon McComb. 2001 : 297)

1.3.2 ส่วนตรวจจับหรือเซนเซอร์

เซนเซอร์ (sensor) หรือตัวตรวจจับของหุ่นยนต์นั้น เปรียบเทียบได้กับประสาทสัมผัสของมนุษย์ เซนเซอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรายงานให้ส่วนควบคุมทราบว่าสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เช่น เซนเซอร์ตรวจการชน จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดขวางทางที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปหรือไม่ ซึ่งข้อมูลนี้จะใช้ประกอบในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ว่าจะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางนี้อย่างไร (Gordon McComb. 2001 : 469-471 ; Dave Johnson. 2002 : 9-10 ; คีโออีโร โนริอากิ. 2546 : 144)

เซนเซอร์ที่ใช้กับหุ่นยนต์มีมากมายหลายแบบ เช่น เซนเซอร์ตรวจจับการชน ตรวจจับปริมาณแสง ตรวจจับอุณหภูมิ ตรวจจับควัน ตรวจจับระยะทาง ตรวจจับความเร็ว และอื่นๆ ซึ่งเราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ของเราได้ทั้งสิ้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการสร้างหุ่นยนต์นั้น (Gordon McComb. 2001 : 469-600) เนื่องจากเซนเซอร์จะมีหน้าที่ตรวจจับสัญญาณหรือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณทางวิทยาศาสตร์ แล้วรายงานหรือแจ้งให้ส่วนควบคุมรับทราบ (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพริจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. 2546 : 9-11)

1.3.3 กลไกเคลื่อนไหว

กลไกเคลื่อนไหวนับได้ว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้เช่นกันสำหรับหุ่นยนต์ เพราะหุ่นยนต์ต้องมีการเคลื่อนไหว จะเคลื่อนไหวยางส่วน หรือทั้งหมดก็ได้ ในกลไกเคลื่อนไหวจะมีส่วนประกอบย่อยที่สำคัญ 2 ส่วนคือ แหล่งกำเนิดการเคลื่อนไหว และกลไกของการขับเคลื่อน

1. แหล่งกำเนิดการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ที่รู้จักกันดีคือ มอเตอร์ (motor)

มอเตอร์ที่นิยมใช้งานได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง, เซอร์โวมอเตอร์ และสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ซึ่งมอเตอร์แต่ละแบบต่างก็ต้องการวงจรขับเฉพาะเป็นของตัวเอง ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในการทำงานก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของมอเตอร์ ซึ่งจะส่งผลต่อแหล่งจ่ายไฟของหุ่นยนต์ด้วย เพราะในหุ่นยนต์บางตัวต้องใช้แหล่งไฟแยกเฉพาะสำหรับส่วนขับเคลื่อนนี้ เนื่องจากใช้แรงดันที่สูงกว่าแรงดันไฟเลี้ยงของส่วนควบคุม และยังใช้เพื่อช่วยลดผลของสัญญาณรบกวนและเพิ่มประสิทธิภาพด้วย โดยส่วนใหญ่วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้าตรงจะออกแบบให้ใช้สายสัญญาณ 2 เส้นคือ สายควบคุมทิศทางหมุนของมอเตอร์ (direction) และสายสัญญาณกำหนดความเร็ว (pulse) แต่สำหรับการขับเซอร์โวมอเตอร์ขนาดเล็กอย่าง RC เซอร์โวมอเตอร์จะใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียว หรือในการขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์อย่างง่ายต้องใช้สายสัญญาณถึง 4 เส้น อย่างไรก็ตามในการออกแบบส่วนขับเคลื่อนควรใช้สายสัญญาณ 2 เส้น เพื่อความสะดวกในการควบคุมและสามารถทำความเข้าใจและตรวจสอบการทำงานได้ง่าย

2. กลไกของการขับเคลื่อน ในการสร้างส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์นั้น เราสามารถนำมอเตอร์มาขับเคลื่อนหุ่นยนต์ได้โดยตรง หากมอเตอร์ตัวนั้นมีกำหนดและแรงบิดหรือ

ทอร์ก (torque) ที่มากพอ เช่น เซอร์โวมอเตอร์หรือสเต็ปเปอร์มอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ไฟตรงแบบธรรมดา มักมีความเร็วรอบสูงมากๆ แต่แรงบิดน้อย ทำให้การควบคุมยากและเมื่อนำไปใช้ขับเคลื่อนจะทำได้ไม่ดี เนื่องจากแรงบิดน้อย จึงไม่สามารถเอาชนะความฝืดของพื้นผิวที่หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปได้ หุ่นยนต์จึงไม่เคลื่อนที่หรือถ้าเคลื่อนที่ได้ก็ไม่ได้ ไม่สามารถไต่เนินลาดเอียงได้ ส่วนประกอบที่สองที่เป็นกลไก (mechanics) จึงมีส่วนสำคัญมากในการแก้ปัญหา

1.3.4 แหล่งจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟ ถือว่าเป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์มีชีวิต (Gordon McComb. 2001 : 99) เนื่องจากหากไม่มีแหล่งจ่ายไฟ ทุกส่วนที่กล่าวมาก่อนหน้านี้จะไม่มีทางทำงานได้ สำหรับหุ่นยนต์ส่วนใหญ่จะใช้แรงดันไฟตรงเป็นไฟเลี้ยง ระดับของแรงดันจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของส่วนควบคุม ชนิดและขนาดของมอเตอร์เป็นหลัก แหล่งจ่ายไฟในหุ่นยนต์ส่วนมากมักเป็นแบตเตอรี่ (battery) แบตเตอรี่ที่ใช้มีทั้งแบบประจุแรงดันใหม่ได้และไม่ได้ ซึ่งราคาของมันก็จะแตกต่างกันไป รวมไปถึงชนิดของวัตถุดิบที่นำมาผลิตแบตเตอรี่ ก็จะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้า หากเป็นแบตเตอรี่ธรรมดาจะมีผลโดยตรงต่อความสามารถในการจ่ายไฟฟ้า หากเป็นแบตเตอรี่ธรรมดาขนาด AA จะจ่ายแรงดันได้ 1.5 V กระแสไฟฟ้าประมาณ 400-800 mA แต่ถ้าเป็นแบตเตอรี่ที่ประจุใหม่ได้จะมีแรงดัน 1.2 V กระแสไฟฟ้าประมาณ 500-1500 mA

1.4 ภาษาโลโก้

ภาษาโลโก้ (Logo) เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นโดยศาสตราจารย์ ซีมัวร์ แพเพอร์ท (Seymour Papert) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology : MIT) (ไพฑูริ ลิขิตสุนทร. 2542 : 18) เพื่อให้เด็กใช้ในการฝึกหัดเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการเคลื่อนไหวของ "เต่า" และการสร้างรูปภาพต่างๆ บนจอคอมพิวเตอร์ (สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2544 : 46-48) มีลักษณะเด่นที่มีโครงสร้างทางภาษาที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย ตรงไปตรงมา เรียนรู้ได้ง่าย เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้การเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎดา ใจเย็น. 2546 : 190-191) ต่อมาได้มีการพัฒนาภาษาโลโก้ เพื่อให้เป็นภาษาที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ เพราะกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นั้นเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทาย และน่าสนใจมากกว่าที่จะเพียงควบคุมเต่าบนจอ (Eli Kolberg; & Nahum Orlev. 2001 : 1-2) แล้วเรียกภาษาดังกล่าวว่า "คลิกเกต โลโก้" (Cricket Logo)

ส่วนโปรแกรมที่เราจะใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรมที่ชื่อว่า แจคเคิล (Jackal) ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบเปิดเผยรหัส (open source) สามารถนำมาใช้ได้ฟรี

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ครั้งนี้เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับความหมาย ประเภท ส่วนประกอบ หลักการทำงาน การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยภาษาโลโก้ และเนื้อหาส่วนเพิ่มเติมต่างๆ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำไปประยุกต์เพื่ออธิบายการทำงานของหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและพัฒนาหลักสูตร

2.1 ความหมายของหลักสูตร

หลักสูตรมาจากคำในภาษาอังกฤษว่า CURRICULUM ซึ่งมาจากคำในภาษาละตินว่า CORRERE แปลว่า “ทางวิ่ง” หรือ “ลู่วิ่งเข้าสู่เส้นชัย” (ธารง บัวศรี. 2532 : 2) และในการให้ความหมายของคำว่า หลักสูตร ยังได้มีผู้ให้ความหมายไว้ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

หลักสูตร หมายถึงประสบการณ์ทั้งหมดของผู้เรียน ซึ่งอยู่ภายใต้การอำนวยการหรือการจัดการของโรงเรียนเพื่อเป็นการเพิ่มความรู้ประสบการณ์อย่างมีระบบแก่ผู้เรียน ให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข (Krug.1957 : 3 ; Good. 1973 : 7 ; Oliva. 1982 ,: 10 ; รัชชัย ชัยจิรฉายากุล. 2529 : 10)

หลักสูตร หมายถึงโครงการแผนการเรียน หรือเป็นรายการที่ทางโรงเรียนกำหนดให้กับเด็ก เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการทางการศึกษาที่กำหนด (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2525 : 1-2 ; สุมิตร คุณานุกร. 2523: 3 ; Taba. 1962 : 10)

จากความหมายและจำกัดความต่างๆ ของหลักสูตรดังกล่าวข้างต้นพอที่จะสรุปเป็นความหมายของคำว่า “หลักสูตร” ดังนี้ หลักสูตร หมายถึงแผนซึ่งได้ออกแบบจัดทำขึ้นเพื่อแสดงถึงจุดหมาย การจัดเนื้อหาสาระ กิจกรรมและมวลประสบการณ์ ในแต่ละโปรแกรมการศึกษาที่ทางโรงเรียนได้จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านต่างๆ ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

2.2 องค์ประกอบของหลักสูตร

หลักสูตรจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ที่สัมพันธ์กัน ซึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของหลักสูตรจะมี 4 ประการดังนี้ คือ (Taba. 1962 : 10 ; Kerr. 1989 : 16-17)

2.2.1 จุดมุ่งหมาย (Aims and specific objectives)

2.2.2 เนื้อหาวิชา (Content)

2.2.3 กิจกรรมและรูปแบบการเรียนการสอน (Learning and teaching implies)

2.2.4 รายการประเมินผล (Evaluation Program)

ส่วนประกอบทั้ง 4 ส่วนนี้ เปรียบเสมือนแกนหลักที่จำเป็นในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทุกประเภทและทุกรูปแบบ แต่ในการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่ควรมีส่วนประกอบอย่างอื่นให้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมานั้นเป็นเหตุเป็นผล มองเห็นความสำคัญของหลักสูตรอย่างเด่นชัดและชี้แนะแนวทางการใช้หลักสูตร ส่วนประกอบเหล่านี้ได้แก่ (พอเพ็ญ ไกรนรา. 2545 : 69)

1. เหตุผลและความจำเป็นของหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยภูมิหลังและความเป็นมาของหลักสูตรเพื่อชี้แจงให้รู้สภาพความเป็นมาตลอดจนหลักการและเหตุผลของการจัดทำหลักสูตร
2. การเสนอแนะแนวทางในการจัดการเรียนการสอน จะช่วยให้การใช้หลักสูตรประสบผลสำเร็จมากขึ้น
3. การเสนอแนะการใช้สื่อการเรียนการสอนตลอดจนแหล่งทรัพยากร
4. การเสนอแนะเกี่ยวกับการช่วยเหลือ และส่งเสริมผู้เรียน

2.3 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรเป็นการทำหลักสูตรที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น หรือเป็นการจัดทำหลักสูตรขึ้นมาใหม่โดยไม่มีหลักสูตรเดิมเป็นพื้นฐานอยู่เลย รวมไปถึงการผลิตเอกสารและสื่อต่างๆ สำหรับผู้เรียนด้วย (สังัด อุทรานันท์. 2528 : 30 ; Saylor; & Alexander. 1974 : 7) ในการพัฒนาหลักสูตรนั้นได้มีนักพัฒนาหลักสูตรได้เสนอแนวคิดและรูปแบบไว้หลายแนวคิด แต่สำหรับแนวคิดและรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตรที่ผู้วิจัยใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรมีดังนี้

2.3.1 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์

แนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรตามรูปแบบของไทเลอร์ (Tyler. 1949 : 1-125) นั้นจะยึดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาเป็นหลัก ซึ่งเป็นหลักการที่สามารถนำมาใช้ได้กับการพัฒนาหลักสูตรทุกระดับ ซึ่งไทเลอร์ได้เสนอหลักการและเหตุผลในการสร้างหลักสูตรที่เรียกว่า “เหตุผลของไทเลอร์” (Tyler's rationale) ไว้ดังนี้

- 1) มีจุดมุ่งหมายทางการศึกษาอะไรบ้าง ที่โรงเรียนจะต้องจัดให้กับนักเรียน
 - 2) มีประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้าง ที่โรงเรียนควรจัดขึ้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
 - 3) จะจัดประสบการณ์ทางการศึกษาอะไรบ้าง ให้มีประสิทธิภาพ
 - 4) จะพิจารณาได้อย่างไรว่า วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้บรรลุผลแล้ว
- จากแนวคิดดังกล่าวอาจพอสรุปเป็นกระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเริ่มด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายชั่วคราว โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาสังคม แนวคิดของนักวิชาการศึกษาตัวผู้เรียน ปรัชญาของสังคม ปรัชญาการศึกษา และทฤษฎีการเรียนรู้จุดมุ่งหมายที่ได้ในขั้นนี้บางครั้งมีมากเกินไปที่จะจัดเข้า

ไว้ในหลักสูตรได้ทั้งหมดจึงควรมีการเลือกจุดมุ่งหมายข้อที่สำคัญ และสามารถปฏิบัติได้จริงโดยพิจารณาจากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้และหลักปรัชญา

2) การเลือกประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดเนื้อหาวิชา หรือ ประสบการณ์ที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายแน่นอนที่ตั้งไว้

3) การประเมินผลเป็นวิธีการที่จะทำการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์เพียงใด หลังจากที่ได้รับประสบการณ์ตามหลักสูตรแล้ว

2.3.2 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของทาบา

ทาบา (Taba. 1962 : 345-425) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการหลักสูตร โดยเอาวิธีการที่เรียกกันว่าวิธีระดับล่างเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร กล่าวคือ หลักสูตรควรจะออกแบบและกำหนดจากผู้สอนมากกว่าที่จะกำหนดจากเจ้าหน้าที่ระดับสูง ทาบาได้กำหนดกระบวนการในการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

1. วินิจฉัยความต้องการของผู้เรียน และสังคมเนื่องจากหลักสูตรที่สร้างขึ้นมาสำหรับผู้เรียนดังนั้นจึงต้องรู้ว่าผู้เรียนมีความต้องการอะไรสังคมต้องการอะไร

2. กำหนดวัตถุประสงค์โดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ความต้องการ เพื่อให้วัตถุประสงค์สอดคล้องกับสังคมและผู้เรียน

3. เลือกเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การเลือกเนื้อหาวิชาขึ้นอยู่กับเกณฑ์หลายประการ เช่น ความสำคัญของตัวเนื้อหาเอง ความสามารถของผู้เรียน ลำดับขั้นการเรียนรู้ ระดับพัฒนาการ เป็นต้น

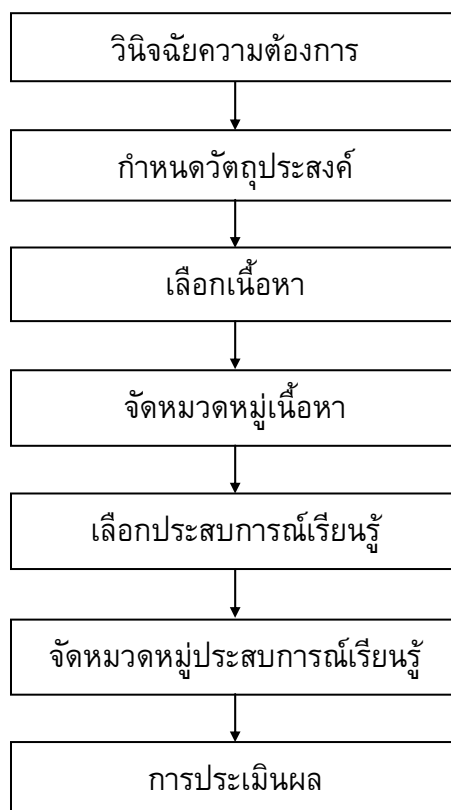
4. จัดเนื้อหาวิชาให้เป็นหมวดหมู่ เรียงตามลำดับความยากง่าย ความต่อเนื่องของเนื้อหาวิชา เพื่อสะดวกในการเรียนรู้

5. เลือกประสบการณ์เรียนรู้ ซึ่งจะนำมาเสริมเนื้อหาวิชา และกระบวนการเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยให้สอดคล้องกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

6. จัดลำดับขั้นของประสบการณ์การเรียนรู้ แก้ไขปรับปรุงประสบการณ์ต่างๆ ที่จะนำมาเสริมการเรียนรู้ โดยพิจารณาว่าประสบการณ์ใดจะให้กับผู้เรียนก่อนหรือหลัง

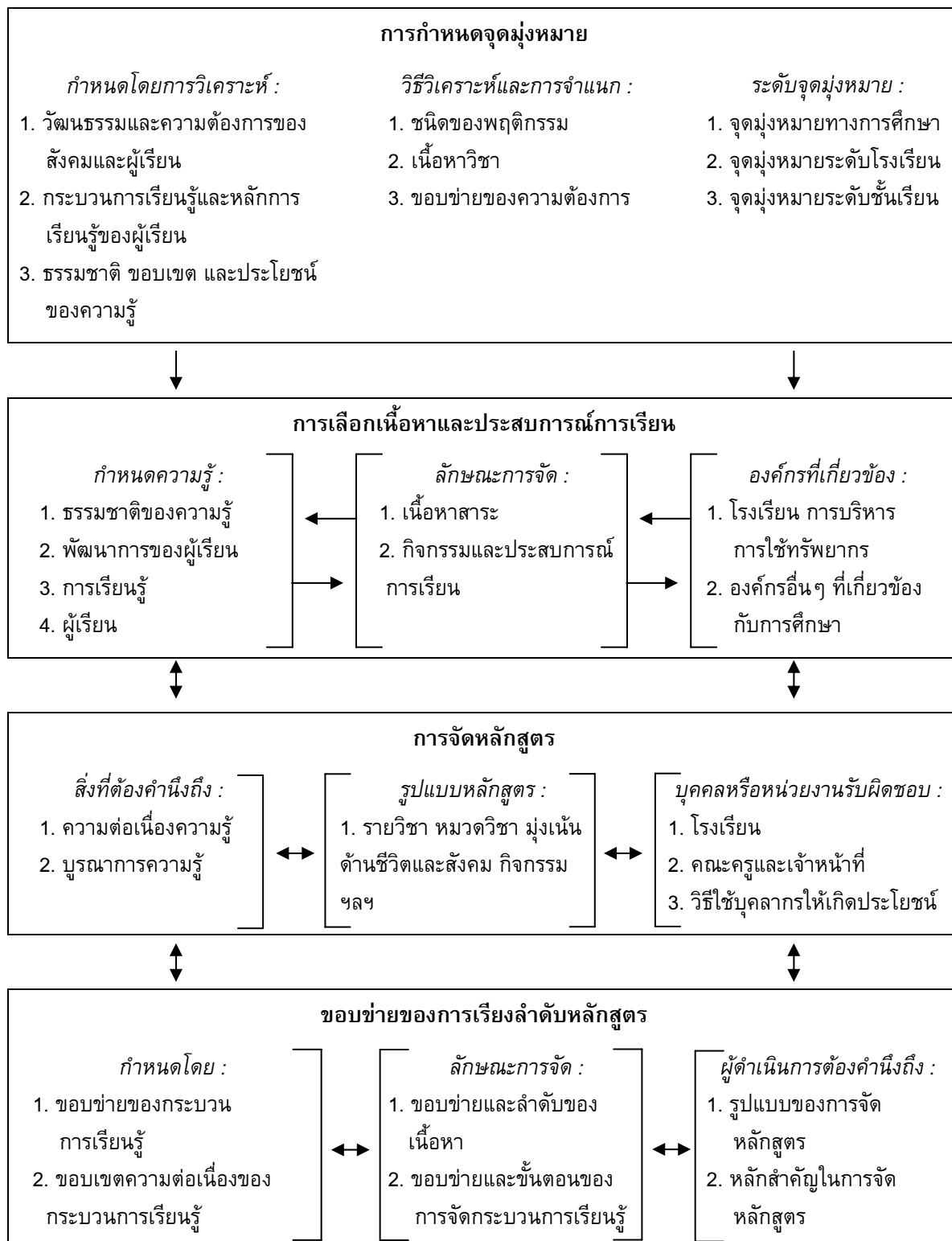
7. ประเมินผล เนื้อหาวิชาหรือประสบการณ์ว่าได้ทำให้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งจุดมุ่งหมายไว้หรือไม่และพิจารณาจะใช้วิธีการประเมินผลอย่างไร มีอะไรบ้างที่จะนำมาช่วยในการประเมิน

จากขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของ ทาบา สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 2 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของทาบ (Taba. 1962 : 12)

นอกจากนั้นแล้ว ทาบาได้เสนอรูปแบบในการออกแบบหลักสูตรและการสอน
ดังภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบในการออกแบบหลักสูตรของทาบา (Tabá. 1962 : 438)

2.3.3 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส

เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส (Saylor Alexander and Lewis. 1981 : 30)

ร่วมกันศึกษากระบวนการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาหลักสูตร ดังนี้

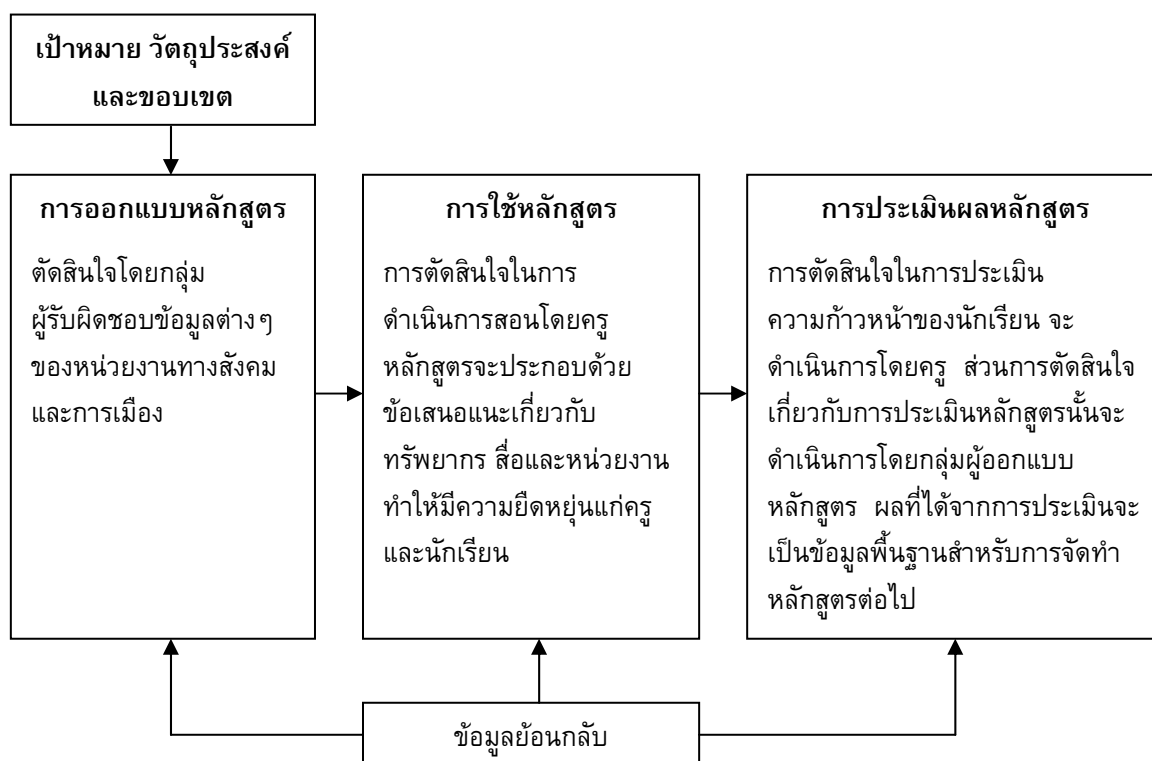
1. ขั้นการกำหนดเป้าหมายหรือการกำหนดสิ่งที่ต้องการกว้างๆ และจุดประสงค์ ซึ่งแคบเข้าแต่ชัดเจนขึ้นครอบคลุมประเด็นหลักพื้นฐานของความมุ่งหวัง 4 ประการ คือ พัฒนาการส่วนบุคคล สมรรถภาพทางสังคม ทักษะการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง หลังจากนั้นจึงนำเข้าสู่

2. ขั้นการออกแบบหลักสูตร โดยอาศัยหลักวิชาการต่างๆ ภายใต้ความรับผิดชอบของนักพัฒนาหลักสูตร พร้อมทั้งการพิจารณาปัจจัยแวดล้อมทางด้านการเมือง สังคม สิ่งแวดล้อม ประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้ได้รูปแบบหลักสูตรที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพ

3. ขั้นการนำหลักสูตรไปใช้เป็นการดำเนินการสอนหรือใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลักสูตรจะกำหนดแนวทางให้ผู้สอนมีความเข้าใจ แต่ให้เป็นอิสระ มีความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอนได้

4. ขั้นการประเมินหลักสูตร เป็นขั้นตอนที่เป็นความรับผิดชอบของผู้บริหาร โรงเรียน ผู้สอนและนักพัฒนาหลักสูตร ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ การประเมินการจัดการของสถานศึกษาซึ่งรวมถึงประสิทธิภาพการสอนและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย รวมทั้งการประเมินผลสำเร็จของการนำหลักสูตรไปใช้ว่ามีประสิทธิภาพและผลสำเร็จมากน้อยเพียง

จากขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตร ของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส
(Saylor Alexander and Lewis. 1981 : 27)

2.3.4 แนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรของ สจ๊วต อุทรานันท์

สจ๊วต อุทรานันท์ (2530 : 192-200) ได้เสนอกระบวนการพัฒนาหลักสูตร โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตร ข้อมูลพื้นฐานของหลักสูตรจะได้จากข้อมูลภายนอก คือ ทางด้านสังคม วัฒนธรรม การเมือง เทคโนโลยี และยังมีข้อมูลพื้นฐานทางด้านเกี่ยวกับตัวผู้เรียน ธรรมชาติของเนื้อหาวิชา ปรัชญาการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว เพื่อทราบสภาพปัญหาและความต้องการของสังคมและผู้เรียนในการนำหลักสูตรไปใช้ในการเรียนการสอน
2. การกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ในขั้นนี้เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาและสนองความต้องการของผู้ใช้หลักสูตรคือ ครู โดยนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานมาใช้ในการกำหนด
3. การคัดเลือกการจัดเนื้อหาสาระและประสบการณ์ผู้เรียน การจัดเนื้อหาจะต้องเหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน เป็นสื่อกลางที่จะนำผู้เรียนไปสู่จุดหมายที่กำหนด

4. การกำหนดมาตรฐานการวัดและประเมินผล เป็นขั้นตอนในการกำหนดว่า ควรจะวัดอะไรบ้าง เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยมีการนำหลักสูตรไปศึกษานำร่อง แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาประเมินเพื่อปรับเกณฑ์การประเมินผลก่อนนำไปใช้จริง

5. การนำหลักสูตรไปใช้ เป็นขั้นตอนการนำหลักสูตรไปใช้จริงในโรงเรียนให้ครบกระบวนการของการใช้หลักสูตร โดยครูและผู้บริหารโรงเรียนนำหลักสูตรไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีวัสดุ หลักสูตร สื่อการเรียนการสอนครบตามเกณฑ์ของหลักสูตร

6. การประเมินผลหลักสูตร เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตร เพื่อดูผลผลิตที่ได้นั้นตรงตามเจตนาของหลักสูตรและความมุ่งหวังของสังคมและผู้เรียน

จากขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรของ สจ๊วต อุทรานันท์ สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 กระบวนการพัฒนาหลักสูตรของ สจ๊วต อุทรานันท์

จากการศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและรูปแบบการพัฒนาหลักสูตร ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
2. การสร้างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร
4. การประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

2.4 แนวคิดและรูปแบบในการประเมินหลักสูตร

การประเมินหลักสูตรเป็นภารกิจที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการพัฒนาหลักสูตรทั้งนี้ เพราะเป็นภารกิจที่จะนำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับหลักสูตรในแง่มุมต่างๆ กล่าวคือ การประเมินหลักสูตร จะให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักพัฒนาหลักสูตรและผู้ที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตร ตั้งแต่การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน การพัฒนาโครงสร้างหลักสูตร การนำหลักสูตรไปใช้ และผลจากการใช้หลักสูตรว่าเป็นอย่างไรซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปสู่การพิจารณาตัดสินใจในแง่ความเหมาะสม ในแง่คุณค่า และผลที่เกิดขึ้นจากหลักสูตร ตลอดจนการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรให้ดียิ่งขึ้นด้วย (ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล. 2529 : 211 ; ชำรงค์ บัวศรี. 2532 : 296) และได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดและรูปแบบการประเมินหลักสูตร ดังนี้

2.4.1 รูปแบบการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์

ไทเลอร์ (Tyler's model of evaluation) เป็นผู้วางรากฐานการประเมินหลักสูตร นับตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 เป็นผู้ริเริ่มให้คำนิยามของการศึกษาว่า “การศึกษา คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม” ดังนั้นการประเมินหลักสูตรคือ การเปรียบเทียบว่าพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ (Worthen and Sanders.1973 : 211) นอกจากนี้ยังมีความเห็นว่ากระบวนการจัดการศึกษานั้นประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่างคือ จุดมุ่งหมายของการศึกษา ประสพการณ์เรียนรู้ และการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ ทั้งสามส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กัน ตามความคิดนี้ พื้นฐานของการจัดหลักสูตรก็คือ ผู้จัดทำหลักสูตรจะต้องสามารถวางจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนหรือมีพฤติกรรมเป็นอย่างไร และพยายามจัดประสพการณ์การสอนเพื่อช่วยผู้เรียนให้เปลี่ยนพฤติกรรมไปตามที่ต้องการ บทบาทของการประเมินหลักสูตรจึงอยู่ที่ การดูผลผลิตของหลักสูตรว่าตรงตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ แนวคิดของไทเลอร์ จึงยึดความสำเร็จของจุดมุ่งหมายเป็นหลัก (goal attainment model)

จุดมุ่งหมายของการประเมินหลักสูตรของไทเลอร์ ถือว่าการประเมินหลักสูตรเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน และเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาหลักสูตรจึงได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนและการประเมิน ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายอย่างกว้างๆ โดยการวิเคราะห์ทรัพยากรของจุดมุ่งหมาย (goal source) คือ นักเรียน สังคม และเนื้อหาสาระและขอบเขตของจุดมุ่งหมาย (goal-seleans) คือจิตวิทยาการเรียนรู้และปรัชญาการศึกษา
2. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมอย่างชัดเจนเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะเป็นพฤติกรรมที่ต้องการวัดในภายหลัง
3. กำหนดเนื้อหาหรือประสพการณ์ทางการศึกษาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
4. เลือกวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสมที่จะทำให้เนื้อหาหรือประสพการณ์ที่วางไว้ประสบความสำเร็จ

5. ประเมินโดยการตัดสินด้วยการวัดผลทางการศึกษา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

6. ถ้าไม่บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ก็จะต้องมีการตัดสินใจที่จะยกเลิกหรือปรับปรุงหลักสูตรนั้น แต่ถ้าบรรลุจุดมุ่งหมายก็อาจจะใช้ผลสะท้อนกลับ (feedback) ของหลักสูตรนั้นเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการกำหนดจุดมุ่งหมาย หรือใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาคุณค่าของหลักสูตร

จากที่กล่าวมาข้างต้น การประเมินตามขั้นตอนของไทเลอร์ จึงเป็นกระบวนการเวียนกลับ (recurring process) นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงข้อแก้ไขหรือปรับปรุงจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่ประเมินนั้นก็ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงวิธีการในการประเมินด้วย (Worthen ; & Sanders. 1973 : 156) การประเมินแบบนี้จึงเป็นการประเมินสรุป (summative evaluation) มากกว่าการประเมินความก้าวหน้า (formative evaluation)

2.4.2 รูปแบบการประเมินผลของเซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และลีวิส

เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และลีวิส (Saylor; Alexander; & Lewis. 1988 : 389) ได้เสนอขั้นตอนการประเมินหลักสูตรไว้ 5 ประการดังนี้

1. การประเมินจุดมุ่งหมายในระดับต่างๆ ได้แก่ จุดมุ่งหมายทั่วไปของหลักสูตร จุดมุ่งหมายเฉพาะวิชา และจุดประสงค์ในการเรียนรู้ เพื่อดูว่าจุดมุ่งหมายเหล่านี้เหมาะสมสอดคล้องกับผู้เรียนและสภาพแวดล้อมหรือไม่เพียงใด ภาษาที่ใช้ยุ่งยากแก่การสอนสื่อสารซึ่งกันและกันหรือไม่ การกำหนดจุดมุ่งหมายไว้สูงเกินไปและยากแก่การปฏิบัติหรือไม่

2. การประเมินโครงการการศึกษาของโรงเรียนทั้งระบบ การประเมินผลโครงการต่างๆ ที่จะช่วยให้ทราบว่าการใช้หลักสูตร บรรลุความมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เช่น การเตรียมความพร้อมของโรงเรียนเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรใหม่ การดำเนินงานของกลุ่มโรงเรียน การจัดเตรียมงบประมาณ การฝึกอบรมครู การแนะแนว ห้องสมุด โรงฝึกงาน การดำเนินงานของโครงการต่างๆ ได้กระทำไปมากน้อยเพียงใด และโครงการที่ได้กระทำไปมีประสิทธิภาพหรือไม่

3. การประเมินการเลือกเนื้อหาสาระของวิชา การเลือกและจัดประสบการณ์การเรียน สื่อการเรียน ได้จัดและดำเนินงานไปเหมาะสมมากน้อยเพียงใด และการจัดประสบการณ์ได้สัดส่วนกันครบทุกด้านและมีความเหมาะสมหรือไม่

4. การประเมินการสอน การประเมินผลระดับนี้ เพื่อดูว่าการสอนของครูดำเนินไปโดยยึดถือหลักสูตรเป็นหรือไม่ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ก็คือความสามารถในการสอนของครู ที่จะบ่งชี้ว่ากระบวนการเรียนการสอนได้ดำเนินไปสู่ความมุ่งหมายของหลักสูตร

5. การประเมินโครงการใช้ของหลักสูตร ถึงแม้ว่าการประเมินผลของแต่ละโครงการได้วางแผนและขั้นตอนของการประเมินเพื่อสรุปผลของหลักสูตรผิดพลาดไปได้ ฉะนั้นจึงต้องมีการประเมินผลโครงการเพื่อตรวจสอบอีกชั้นหนึ่ง

2.4.3 แนวคิดในการประเมินหลักสูตรของ สจต อุทรานันท์

สจต อุทรานันท์ (2528. : 277-278) ได้เสนอแนวคิดว่าการประเมินหลักสูตรเป็นที่ยอมรับกันว่า ควรทำให้ครอบคลุมระบบหลักสูตรทั้งหมด และควรประเมินให้ต่อเนื่องกัน ซึ่งการประเมินหลักสูตรควรประเมินสิ่งต่อไปนี้

1. ประเมินเอกสารหลักสูตร เป็นการตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรว่ามีความเหมาะสมดีและถูกต้องกับหลักการพัฒนาสูตรเพียงใดหากมีสิ่งใดบกพร่องก็จะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขก่อนจะได้นำไปประกาศใช้ในโอกาสต่อไป
2. การประเมินการใช้หลักสูตร เป็นการตรวจสอบว่าหลักสูตรสามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์จริงเพียงใด มีส่วนไหนที่เป็นอุปสรรคต่อการใช้หลักสูตร โดยมากหากพบข้อบกพร่องในระหว่างการใช้หลักสูตร ก็มักจะได้รับการแก้ไขทันที เพื่อให้การใช้หลักสูตรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การประเมินผลสัมฤทธิ์ของหลักสูตร โดยทั่วไปจะดำเนินการภายหลังจากได้มีผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรไปแล้ว ซึ่งการประเมินหลักสูตรในลักษณะนี้ มักจะทำการติดตามผลความก้าวหน้าของผู้สำเร็จการศึกษาว่าสามารถประสบผลสำเร็จ ในการทำงานเพียงใด
- 4) การประเมินผลระบบหลักสูตร เป็นการประเมินในลักษณะที่มีความสมบูรณ์ และซับซ้อนมากกล่าวคือการประเมินระบบหลักสูตร จะมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรด้วย เช่น ทรัพยากรที่ต้องใช้ ความสัมพันธ์ระหว่างระบบหลักสูตรกับการบริหาร ระบบการจัดการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล เป็นต้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางและรูปแบบในการประเมินหลักสูตรดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการประเมินหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ดังนี้คือ

1. การประเมินก่อนนำหลักสูตรไปใช้ เป็นการประเมินที่อยู่ในลักษณะการยึดจุดมุ่งหมายเป็นหลัก โดยการประเมินดังกล่าวจะเป็นการประเมินโครงสร้างหลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านเนื้อหา และด้านวัดผลประเมินผล ดำเนินการประเมินในแง่ความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของหลักสูตร และพิจารณาความสอดคล้องกับสมรรถภาพของผู้เรียน สำหรับในส่วนของการเรียน อันประกอบด้วยจุดมุ่งหมายเฉพาะเนื้อหา กิจกรรมการเรียนสื่อ และวิธีการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ จะพิจารณาในแง่ความสอดคล้องและความเหมาะสมภายใน รวมทั้งพิจารณาความสอดคล้องกับสมรรถภาพที่ต้องการของหลักสูตร
2. การประเมินหลังนำหลักสูตรไปใช้ การประเมินในขั้นตอนนี้จะประเมิน 2 ส่วนคือ
 - 1) ประเมินกระบวนการ (process) เป็นการประเมินเพื่อต้องการที่จะทราบว่า กิจกรรมต่างๆ ที่ออกแบบไว้ในหลักสูตรได้นำมาใช้หรือไม่ มีความเหมาะสมกับผู้เรียนเพียงใด และมีปัญหาอุปสรรคอะไรบ้าง

2) ประเมินผลผลิต (outcome) เป็นการประเมินว่าผู้ที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตรได้บรรลุสมรรถภาพต่างๆ ที่หลักสูตรต้องการหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ทั้งนี้โดยพิจารณาจากผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน

3. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (constructionism) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (piaget) เช่นเดียวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (constructivism) ผู้พัฒนาทฤษฎีนี้คือ ศาสตราจารย์ ซีมัวร์ แพเพอร์ท (Seymour papert) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts institute of technology) แพเพอร์ทได้มีโอกาสร่วมงานกับเพียเจต์ และได้พัฒนาทฤษฎีนี้ขึ้นมาใช้ในวงการการศึกษา (ทศนา แคมมณี. 2545 : 96-98)

3.1 ความหมายของทฤษฎี Constructionism

ซีมัวร์ แพเพอร์ท (Seymour papert) ได้ให้ความหมายของ Constructionism ไว้สั้นๆ ว่า หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ปัญญาคิดและสั่งการให้มีการลงมือปฏิบัติ เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (นิภา แก้วศรีงาม. 2547 : 74) หรือเรียนรู้โดยการปฏิบัติ (doing) หรือสร้าง (making) สิ่งต่างๆ ขึ้นมา (สุชิน เพ็ชรภักษ์. 2544 : 17) แม้ทฤษฎี Constructionism จะยึดหลักที่ว่า ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง มิใช่ได้มาจากครู เหมือนกับทฤษฎีอื่นๆ ในกลุ่ม Constructivism แต่ก็มีข้อเสนอเพิ่มเติมอีกว่าในการสร้างความรู้นั้นผู้เรียนจะต้องลงมือสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา เช่น ก่อกองทรายเป็นรูปทรงต่างๆ ประดิษฐ์เครื่องยนต์กลไกต่างๆ เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ ต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์ LEGO-Logo เป็นรูปทรงต่างๆ และควบคุมการเคลื่อนไหวด้วยคำสั่งจากคอมพิวเตอร์หรือการเขียนหนังสือขึ้นมาสักเล่มหนึ่ง เป็นต้น การสร้างสิ่งที่จับต้องได้ ทำให้ผู้อื่นมองเห็นได้ จะมีผลทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างจริงจัง และประจักษ์ชัดว่าตนเอง “รู้” เพียงพอแล้วหรือยัง รวมทั้งสามารถใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเป็นเป้าหมายสำหรับการสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ ต่อไปไม่มีที่สิ้นสุด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการต่อวงจรของความรู้ที่อยู่ภายในตนเองเข้ากับสิ่งที่จับต้องสัมผัสได้ภายนอก ให้เอื้อประโยชน์ต่อกันอยู่ตลอดเวลา (สุชิน เพ็ชรภักษ์. 2544 : 16-17)

3.2 แนวคิดของทฤษฎี Constructionism

แนวคิดความคิดของทฤษฎีนี้คือ (สำนักงานโครงการพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 1-2 ; อ้างอิงจาก ทศนา แคมมณี. 2545 : 96) การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในใจตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมี

โอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเอง ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลก ก็หมายถึงการสร้างความรู้ขึ้นในตนเองนั่นเอง ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นในตนเองนี้ จะมีความหมายต่อผู้เรียน จะอยู่คงทน ผู้เรียนจะไม่ลืมง่าย และจะสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจ ความคิดของตนเองได้ดี นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีการสิ้นสุด

3.3 การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism

3.3.1 หลักการจัดการเรียนรู้

ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1) คิดและสร้างสรรค์ผลงานจากความคิดของตนเอง เช่น การคิด แล้วเขียนออกมาเป็นหนังสือ ก่อทลายเป็นรูปทรงต่างๆ ตามความคิด หรือประกอบชิ้นส่วน LEGO เป็นรูปรถ แล้วเขียนโปรแกรมให้รถเล่นได้ ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นว่าความคิดของตนเองและคนอื่นมองเห็นได้ การลงมือปฏิบัติทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิด มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างจริงจัง

2) ระหว่างการทำงาน อาจจะต้องปรับความคิด และวิธีการทำงานไปเป็นระยะๆ ทำให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ว่า ตนเองนั้นรู้หรือยัง ไม่รู้ รู้พอหรือยัง ซึ่งในจุดนี้จะทำให้การสร้างแรงจูงใจหรือการเสริมแรงจากภายนอกเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นสำหรับผู้เรียนตามแนวทางของ Constructionism

3) ผู้เรียนจะต้องใช้สิ่งที่สร้างขึ้นมาเป็นเป้าหมาย โดยการลองเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น และลงมือทำใหม่ และดูว่าผลจากการกระทำตามความคิดใหม่จะเหมือนเดิมหรือเป็นของใหม่ ถ้าเป็นของใหม่ความคิดจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นวงจร เป็นวัฏจักรหมุนเวียนเปลี่ยนไป ระหว่างความคิดกับการแสดงออก เป็นวัฏจักรที่สนับสนุนการพัฒนาซึ่งกันและกัน ซึ่งคล้ายคลึงกับความสัมพันธ์ของนามและรูปตามแนวคิดทางพุทธศาสนา

การที่ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จะก่อให้เกิดผลดังนี้

1) เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมทางความคิด เปลี่ยนจากการตัดสินใจว่าสิ่งใดผิดสิ่งใดถูก มาเป็นการให้การยอมรับต่อผลการกระทำที่ยังไม่ถูกต้องด้วย ในส่วนที่ยังผิดพลาดหรือยังไม่เป็นที่พอใจจะถูกใช้เป็นโอกาสหรือบันไดในการสร้างความเข้าใจในสิ่งที่กำลังทำให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

2) เข้าถึงปรัชญาชีวิตของบุคคล เมื่อผู้เรียนเป็นฝ่ายริเริ่มทำโครงการ จะทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ มุ่งมั่นทำงานหลักให้บรรลุผล จะเลิกล้มความตั้งใจเมื่อได้พยายามอย่างถึงที่สุดแล้วเท่านั้น ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่า นี่คือนคุณค่าที่ลงลึกถึงปรัชญาชีวิตของแต่ละคน

ถ้าปฏิบัติเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ไปถึงความลึกในปรัชญาชีวิตของแต่ละคน เมื่อจะทำอะไร ต้องไปให้ลึก ไปอย่างต่อเนื่องให้รู้มากขึ้นตลอดเวลา

3.3.2 ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูด อธิบาย กระบวนการคิด กระบวนการลงมือทำ กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองอยู่เสมอ จะทำให้ได้ผล 2 ประการ คือ ทำให้รู้ว่าการเรียนรู้คืออะไร นอกจากจะได้เนื้อหาแล้วยังได้วิธีการ การฝึกปฏิบัติเช่นนี้จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้เชี่ยวชาญการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ที่ประสบอยู่ได้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญสำหรับยุคสมัยที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

การเรียนรู้ตามแนวทางของ Constructionism จึงต้องมีการคิด ทำ และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ไม่ใช่อยู่กับตนเอง หรือกับคอมพิวเตอร์เท่านั้น

3.3.3 กระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวทาง Constructionism มีหลักสำคัญ 3 ประการ คือ

1) เชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียน เช่น เราสามารถเดินเป็นวงกลมสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยมได้ แต่เราสามารถสั่งให้คอมพิวเตอร์ให้วาดรูปดังกล่าวได้หรือไม่ ถ้ายังทำไม่ได้ให้เริ่มต้นที่การเดินของตัวเองก่อน ขณะที่เดินให้สังเกตตัวเองไปด้วย แล้วนำเอากระบวนการคิดจากการเดินให้สังเกตตัวเองไปได้ แล้วนำเอากระบวนการคิดจากการเดินไปเป็น Logic ของการเขียนคำสั่งให้สิ่งที่อยู่ในคอมพิวเตอร์เดินได้อย่างที่เราคิด หรือเราสร้างความรู้ขึ้นหนึ่งแล้ว ให้ลองทำต่อไปความรู้ที่ทำอยู่แล้ว จะเป็นฐานของการคิดใหม่ ทำใหม่ รู้ใหม่นวนเวียนไปเช่นนี้

2) ให้ออกาสผู้เรียนเป็นผู้ริเริ่มทำโครงการ/โครงการตามความสนใจ การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองได้ต้องได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปจากครูที่ได้รับการฝึกฝนให้มีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และที่สำคัญเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ นำเสนอผลงานและวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ของตนเองได้

การให้ออกาสผู้เรียนทำโครงการตามความสนใจ เป็นเรื่องที่ทำได้ยากสำหรับผู้สอนที่อยู่ในกรอบการสอนอย่างเข้มข้น

3) 给เวลา จะต้องให้เวลาสำหรับการทำโครงการอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องกังวลว่าต้องเสร็จให้ทันตามเวลาที่กำหนด หรือต้องแข่งขันกับผู้อื่น สำหรับโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบปกติ การให้เวลาแก่ผู้เรียนในการทำโครงการอย่างต่อเนื่องเป็นเรื่องยาก

3.4 เทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้

เทคโนโลยีหรือเครื่องมือที่ ซิมัวร์ แพเพอร์ท และคณะ ใช้ฐานความคิดซึ่งมาจากเทคโนโลยีในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้หลายอย่าง ดังนี้

1. โปรแกรม Logo มีการปรับเปลี่ยนมาหลายเวอร์ชัน ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ MicroWorlds Logo ใน MicroWorlds มีเต้าเป็นสัญลักษณ์ของสิ่งที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดของตนเองออกมาเป็นรูปธรรมโดยใช้เต้า

2. LEGO-Logo พัฒนาจากของเล่น ซึ่งเด็กส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการเล่นมาแล้วคือ LEGO โดยเพิ่มเติมอุปกรณ์บางอย่างเข้าไป เช่น มอเตอร์ สายพาน ล้อ เพื่อนำมาประกอบเป็นเครื่องยนต์กลไกหรือหุ่น ตามความคิดของผู้เรียน การจับต้อง LEGO ได้เป็นการสัมผัสคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็น Concept วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ โดยใช้มือสัมผัส สัมผัสที่มือ แล้วเกิดความคิดที่หัว

3. กล้องดิจิทัล (Photo/Camera Journalism) ใช้ถ่ายรูปที่แสดงถึงความคิด ความรู้สึกของตนเองออกมา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ร่วมกัน

4. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Magazine/Newspaper) มีการรวมกลุ่มกันออกไปค้นคว้าหาความจริง สร้างผลงาน และเผยแพร่ผ่านทาง Internet

5. พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-Commerce) นำเอาภูมิปัญญาหรือผลผลิตของชุมชนนำเสนอผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ชุมชนมองเห็นว่าสิ่งที่เรารู้กับสิ่งที่ทำอยู่มีประโยชน์และเกื้อกูลซึ่งกันและกัน มิใช่เป็นการเรียนรู้โดยไม่มีประโยชน์ต่อการทำมาหากิน

3.5 บทบาทของผู้สอนต่อการส่งเสริมการเรียนรู้

ครูตามแนวคิดของทฤษฎีนี้ต้องเป็นบุคลากรวิชาชีพ ได้รับการฝึกฝนเล่าเรียนมาเป็นเวลาพอสมควร หน้าที่หลักคือ จัดกระบวนการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้สะดวก หรือเป็น facilitator ที่สำคัญคือ ครูต้องฝึกตัวเองอยู่เสมอ มีความรู้สึกไวต่อความคิดของผู้เรียน เปิดโอกาสให้เด็กได้คิดด้วยตนเอง มีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งเป็นผลจากการฝึกตัวเอง มีความเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเป็นอย่างดีจะต้องจัดการอย่างไรกับตัวเอง ผู้เรียน เพื่อนครู และระบบบริหาร และจะต้องวิเคราะห์ผู้เรียนแต่ละรายได้อย่างถูกต้อง และให้คำแนะนำได้อย่างเหมาะสม

ครูตามกรอบทฤษฎีนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นครูในอุดมคติเพราะต้องเป็นผู้รู้จริงในกระบวนการเรียนรู้และทำงานหนัก การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน มิใช่เพื่อเป็นเครื่องทุ่นแรงให้แก่ครู แต่ครูจะต้องทำงานหนักยิ่งขึ้น มีความเข้าใจในเด็กแต่ละคนมากยิ่งขึ้น ช่วยเหลือเด็กได้พอเหมาะพอดีไม่มากหรือน้อยเกินไป

3.6 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมต่อการส่งเสริมการเรียนรู้

แม้ว่าผู้เรียนจะมีวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการสร้างความรู้ได้ดีแล้วก็ตาม แต่ก็อาจไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ที่ดี สิ่งที่เป็นปัจจัยสำคัญมากอีกประการหนึ่งก็คือ บรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ดี ซึ่งควรมีส่วนประกอบ 3 ประการ คือ

1. เป็นบรรยากาศที่มีทางเลือกหลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความชอบและความสนใจไม่เหมือนกัน การมีทางเลือกที่

หลากหลายหรือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำในสิ่งที่สนใจจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิดการทำและการเรียนรู้ต่อไป

2. เป็นสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกันอันจะเป็นประโยชน์ต่อการสร้างความรู้ เช่น มีกลุ่มคนที่มีวัย ความถนัด ความสามารถ และประสบการณ์แตกต่างกัน ซึ่งจะเอื้อให้มีการช่วยเหลือกันและกัน การสร้างสรรค์ผลงานและความรู้ รวมทั้งการพัฒนาทักษะทางสังคมด้วย

3. เป็นบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร เป็นกันเอง บรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย สบายใจ จะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข

3.7 การวัดประเมินผล

ในด้านการวัดประเมินผล สุชิน เพ็ชรรักษ์ (2544 : 16-17) ได้เสนอแนวทางการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ตามรูปแบบ Constructionism เท่าที่พบจากการศึกษางานวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของตนเองจากสมุดบันทึก ถ้าไม่มีการบันทึกจะทำให้ตรวจสอบตัวเองได้ยาก ทำให้คนอื่นเข้าใจตัวเราเองได้ยาก และการประเมินผลอย่างถูกต้องเชื่อมั่นก็เป็นไปได้ยาก

2. ประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน การสังเกตการปฏิบัติงาน ใช้แบบทดสอบติดตามผลหลังเรียน หรือกำหนดมาตรฐานในการวัดและประเมินผลร่วมกันระหว่างครูกับผู้เรียน ซึ่งเป็นการประเมินผลอย่างหลากหลายและลึก ไม่ได้ใช้แบบทดสอบอย่างเดียว

นอกจากนี้แล้ว ทิศนา ขัมมณี (2545 : 96-98) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลตามแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของทฤษฎี Constructionism ไว้ว่า ในด้านการวัดประเมินผลการเรียนรู้นั้นจำเป็นต้องมีการประเมินทั้งทางด้านผลงาน (product) และกระบวนการ (process) ซึ่งสามารถใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น ประเมินตนเอง การประเมินโดยครูและเพื่อน การสังเกต การประเมินโดยใช้แฟ้มผลงาน เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสังเคราะห์ออกมาเป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 3C ซึ่งมีขั้นตอน คือ ขั้นการเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection) ขั้นการนำความรู้ไปสร้างชิ้นงาน (Construction) และขั้นการสื่อสารหรือนำเสนอผลงาน (Communication)

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 1-19) กล่าวถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า เป็นไปเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครอบคลุมทั้งความรู้ ความคิด กระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ การใช้เทคโนโลยี รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนด้านจิตวิทยาศาสตร์ และโอกาสของการเรียนรู้ โดยได้กำหนดการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้เป็น 3 ด้าน คือ

ด้านความรู้ความคิด ด้านกระบวนการเรียนรู้ และด้านเจตคติ ซึ่งสอดคล้องกับ เบญจามิน เอสบลูม ซึ่งได้เสนอว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนควรครอบคลุม 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย และด้านจิตพิสัย นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของคลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer) ที่แบ่งไว้เป็น 6 ข้อ คือ ความรู้และความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ เจตคติและความสนใจ และการมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542 : 99-110) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยกันทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิด ด้านกระบวนการเรียนรู้ (การแก้ปัญหา) ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ซึ่งในแต่ละด้านมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ

4.1.1 ความหมายของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความคิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 11) ได้ให้ความหมายของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจไว้ว่า เป็นความรู้รอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือแนวคิดหลัก สอดคล้องกับทบทวนมหาวิทยาลัย (2525 : 182-185) ที่ได้ระบุว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถในการจดจำ อธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิดกระบวนการ หลักการและทฤษฎีต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมหลายประการ เช่น ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและหมวดหมู่ ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ความรู้เกี่ยวกับหลักการและแนวคิดสรุป

4.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 11) ได้แบ่งระดับของพฤติกรรมแสดงออกของผู้เรียนด้านความรู้ความคิดออกเป็น 6 ระดับดังนี้

1. ความรู้ความจำ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการรู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสนเทศ
2. ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
3. การนำไปใช้ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
4. วิเคราะห์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ ให้เข้าใจได้ง่าย

5. สังเคราะห์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการรวบรวมความรู้ข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

6. ประเมินค่า เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการตัดสินใจเลือก

ธงชัย ชิวปรีชา, ณรงค์ศิลป์ รูปพนม, และปรีชาญ เดชศรี (2526. : 238-255) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หรือด้านพุทธิพิสัยสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยไว้ว่า ได้มาจากแนวความคิดของคลอปเฟอร์ (Klopper) ซึ่งได้จำแนกไว้ดังนี้

1. ความรู้ความจำ

- 1) ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 2) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
- 3) ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
- 4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 5) ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม
- 6) ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภทและเกณฑ์
- 7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์
- 8) ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์
- 9) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวความคิดที่สำคัญ

2. ความเข้าใจ

- 1) ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่
- 2) ความสามารถในการแปลความรู้ จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์

หนึ่ง

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- 1) การสังเกตและการวัด
- 2) การมองเห็นปัญหาและการมองเห็นวิธีการแก้ปัญหา
- 3) การแปลความหมายของข้อมูล
- 4) การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี
- 5) การใช้เครื่องมือและการดำเนินการทดลอง

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

- 1) การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- 2) การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน
- 3) การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

5. ธรรมชาติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.1.3 การวัดประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 3-16) ได้กำหนดการวัดผลและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer. 1971) ได้จำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้ความคิดเป็น 4 ลำดับ คือ ความรู้ความจำ , ความเข้าใจ,ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนคติ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญๆ ทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่าน สัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้ ดังนั้นการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนระลึกถึงเรื่องราวหรือความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว โดยทั่วไปการวัดผลครั้งหนึ่งถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ ไม่เกินร้อยละยี่สิบ ของข้อสอบทั้งหมด

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ ผู้เรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออก โดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จบใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสิน เลือกลง แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิและแผนภาพได้ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าใจแบ่งได้ 3 ระดับคือ

- 1) ความสามารถอธิบายความรู้ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2) ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือ

สถานการณ์ใหม่

3) ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ สัญลักษณ์ของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่างๆ ด้วยคำพูดของตนเองหรือให้ระบุข้อเท็จจริง มโนคติ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพหรือแผนภาพ

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยดังนี้

1) การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้ โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือเครื่องใช้

2) การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็น ปัญหาการตั้งสมมติฐาน การเลือกทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบการทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3) การตีความหมายข้อมูลและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำกับ ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการสังเกตต่างๆ การตีความและการขยายความจากข้อมูล การประเมินสมมติฐานภายใต้ ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผล ตามความสัมพันธ์ที่พบ

4) การสร้าง การทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย การ ตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความ สัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม การระบุปรากฏการณ์และ หลักการต่างๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง การสร้างสมมติฐานใหญ่ๆ จากแบบจำลอง การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบจำลอง การปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มเติมแบบจำลอง

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ต่างๆ

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยก สถานการณ์ใหม่ๆ หรือปัญหาใหม่มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความเข้าใจใน แนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ รวมทั้งต้องใช้ความสามารถระดับสูง ซึ่ง ประกอบด้วยการวิเคราะห์สังเคราะห์และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหานั้น

การประเมินผลการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ด้วย ข้อสอบแบบเลือกตอบ ไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ ครูควรประเมินจาก การปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการแก้ปัญหา

จากความรู้เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่ง โดยทั่วไปในการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความคิดจะใช้ในการทดสอบเลือกตอบ ซึ่งจะวัด ได้เฉพาะพฤติกรรมความรู้ ความเข้าใจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

2546 : 11) ดังนั้นผู้วิจัยจะทำการประเมินความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาสาระตามหลักสูตรการ สร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ของ นักเรียน 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ โดยการแปล

ความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

4.2 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหา

กระบวนการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมากและเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน บุคคลที่ประสบกับปัญหาต่างๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้นสำเร็จลุล่วงได้ย่อมประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังอาจนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ (ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2541 : 24) นอกจากนี้ นักการศึกษายังพบว่ากิจกรรมการฝึกความพร้อมเรื่องการแก้ไขปัญหามีส่วนช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะ และถ่วงโยงความแตกต่างระหว่างทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้ดีขึ้น การฝึกทักษะแก้ปัญหาให้นักเรียน จึงเกี่ยวข้องกับการตั้งสมมุติฐาน การหาความจริงการทดลอง การสืบเสาะ การตัดสินใจและการทำลายความผั่งแนบางประการที่เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการแก้ปัญหา เช่น ความแตกต่างระหว่างเพศ การไม่นำเอาภาคทฤษฎีมาเกี่ยวกับภาคปฏิบัติ เป็นต้น (อุษณีย์ โพธิสุข. 2545 : 64) ดังนั้นจึงได้มีการฝึกกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving) ที่กลายเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียน

4.2.1 ความหมายของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา หรือกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving) มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้หลายท่านซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

การแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาเลือกขั้นตอนหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ หรือเหตุการณ์หนึ่งๆ เพื่อการบรรลุผลตามที่ต้องการ (Beyer. 1985 : 137-156 ; Smith. 1992 : 19 ; อ้างอิงจาก อุษณีย์ โพธิสุข. 2545 : 68)

การแก้ปัญหา หมายถึง เป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบพฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งจากทางตรง (มีผู้อบรมสั่งสอน) และทางอ้อม (เรียนรู้ด้วยตนเอง) มโนคติ กฎเกณฑ์ ข้อสรุป การพิจารณา การสังเกต และการใช้กลยุทธ์ทางปัญญาที่จะวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความรู้ความเข้าใจต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ มีเหตุผลและจินตนาการ เพื่อหาแนวปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการและการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ (อุษณีย์ โพธิสุข. 2545 : 65 ; ยุพาพันธ์ มินวงษ์. 2541 : 26 ; รุ่งชีวา สุขดี. 2531 : 35)

จากความหมายของการแก้ปัญหาที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หรือกระบวนการแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ประสบการณ์เดิม วุฒิภาวะ แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ดังนั้นผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหาจึงหมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้ความคิด ทักษะ เจตคติ และวิธีการหรือกระบวนการที่บุคคลใช้แก้ปัญหาที่พบในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการของการแก้ปัญหา

ในกระบวนการแก้ปัญหานั้นเพื่อให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างเป็นระบบระเบียบ จำเป็นจะต้องดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนในการกระบวนการแก้ปัญหาดังนี้

เวียร์ (Weir. 1974 : 18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ลำดับ คือ

1. ขั้นการเสนอปัญหา
2. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
4. ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์

กิลฟอร์ด (GuildFord. 1971 : 130 อ้างอิงจาก อุษณี โพธิสุข. 2545 : 69) และ นักจิตวิทยาหลายท่าน เห็นว่า กระบวนการในการแก้ปัญหาคควรประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นในการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร
2. ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่า ผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้อก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานั้นใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีการที่ถูกต้อไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

4.2.3 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องให้ผู้เรียนฝึกฝนอยู่เสมอ และในการส่งเสริมความสามารถในการปัญหานั้น ธอร์นไคค์ (1950 : 192 - 216 ; อ้างอิงจาก อุษณี โพธิสุข. 2545 : 69) กล่าวโดยรวมไว้ว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จจากสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่า ต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป ในการแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ก็ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักการสังเกตพิจารณาคัดเลือกแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น ไม่สามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้เด็กรู้จักการสังเกต และคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากผลการวิจัยของ ราซิค

(Rachic. 1966 : 131; อ้างอิงจาก อุษณีย์ โพธิสุข. 2545 : 69) พบว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงสามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ มังกร ทองสุชาติ (2522 : 5-10) ได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistence Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีที่ใช้กันมานาน การทำงานช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และให้เรามีหนทางคิดมากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครู อาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมบางอย่าง หรือการแสดงสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นั้นอาจหาแนวทางต่างๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยการทดลองค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการ ฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตัวเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็น สัญชาตญาณของตนเอง มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรณีที่ ชวาป (Schwab) ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์

4. ให้อ่านการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นขั้นๆ คือ การกำหนดปัญหารวบรวมข้อเท็จจริง ตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน และประเมินผล วิธีการคิดแก้ปัญหาแบบนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนี้ ครูควรแนะนำหาหนทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

1) ฝึกให้อ่านวิเคราะห์ – สังเคราะห์ (Analysis-Synthesis)

2) ฝึกให้อ่านออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วให้ให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงออกทางความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องนักก็ได้

อุษณีย์ โพธิสุข (2545 : 72) ได้กล่าวถึงแนวทางในการฝึกทักษะกระบวนการแก้ปัญหาไว้อย่างน่าสนใจดังนี้

1. การแก้ปัญหา ต้องเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย การกระทำที่ขาดจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหามีวิธีการในการแก้หลายอย่าง ผู้แก้จะต้องเลือกวิธีการที่มีความเหมาะสมกับความต้องการและความสามารถของตน

3. วิธีการแก้ปัญหาแต่ละอย่างจะมีความเหมาะสมกับปัญหาแต่ละอย่างไม่เหมือนกัน

4. การแก้ปัญหาจะต้องอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริง คือ ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งนั้นจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจก่อนแก้ไขก่อนจึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้

5. การแก้ปัญหาเป็นการสร้างสรรค์ คือเมื่อแก้ปัญหานั้นได้สำเร็จจะต้องได้ความรู้ใหม่เกิดขึ้น และผู้แก้ต้องมีสติปัญญาองงามขึ้นด้วย

6. ปัญหาที่นำมาแก้ต้องไม่ป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ เพราะกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นประจำนั้นไม่ถือว่าเป็นปัญหา

7. กระบวนการที่ทำไปโดยไม่มีแบบแผนไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

8. กิจกรรมที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาเดิมไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

9. กิจกรรมที่ทำไปเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาไม่ถือว่าเป็นกระบวนการแก้ปัญหา

10. การแก้ปัญหาย่อมประกอบด้วยการวิพากษ์วิจารณ์ วิเคราะห์ สังเคราะห์

4.2.4 แนวทางการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการ

แก้ปัญหา

ในการประเมินการคิดแก้ปัญหานั้น เบเยอร์ (Beyer. 1985 : 270-276) ให้ความเห็นว่าควรประเมินทั้งด้วยแบบทดสอบ และการสังเกตพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ อุษณีย์ โพธิสุข. (2545 : 45) ที่กล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาควรประเมินทั้งการแสดงออก การอภิปรายปัญหา การตอบคำถาม การทำแบบทดสอบ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน ครูควรให้นักเรียนมีส่วนในการประเมินตัวเอง รวมทั้งขั้นตอนในการเรียนรู้ทั้งหมดด้วย นี่คือนแนวทางในการประเมินจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของนักเรียน

สำหรับการใช้แบบทดสอบนั้น คูคลิมอลซ์ (Quclimalz. 1985 : 29-35 ; อ้างอิงจาก จิต นวลแก้ว. 2541 : 75) ได้เสนอแนะเครื่องมือในการประเมินผลการคิดแก้ปัญหาก็ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ถามเกี่ยวกับปัญหาสำคัญหรือที่เกิดบ่อย
2. วัดทักษะการแก้ปัญหาโดยส่วนรวม
3. มีทางเลือกในการตีความ หรือตัดสินใจ
4. เป็นคำถามปลายเปิดสำหรับการอธิบาย
5. วัดการเชื่อมโยงความคิดหรือการสรุป
6. วัดทักษะการคิดขั้นสูง เช่น บอกกระบวนการในการแก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการวัดผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหา ครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหของเวียร์ 4 ขั้น คือ (1) ขั้นการเสนอปัญหา (2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา (3) ขั้นการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา (4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งจะประเมินจากการปฏิบัติจริง โดยใช้แบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหา ที่มีการให้คะแนนแบบรูปรีด 4 ระดับ

4.3 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัตินี้มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นทักษะพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการแสวงหาความรู้ต่อไปได้เป็นอย่างดี จึงจำเป็นต้องพัฒนาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เพราะจะเป็นส่วนสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (เพชรรัตดา เทพพิทักษ์. 2545 : 39)

4.3.1 ความหมายของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัติ เป็นความสามารถทางการปฏิบัติที่มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของความสามารถทางการปฏิบัติไว้มากมายอย่าง สுவัมภ์ นิยมคำ (2531 : 299-300) กล่าวว่า ความสามารถทางการปฏิบัติเป็นทักษะในการใช้วาระเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ เข้าไปปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ความสามารถด้านนี้พูดง่าย ๆ คือ ความสามารถทางกาย เช่น ทักษะในการเขียน (เขียนเร็ว เขียนคล่องแคล่ว และเขียนถูกต้อง) ทักษะการพิมพ์ดีด (พิมพ์เร็ว พิมพ์คล่อง และพิมพ์ถูกต้อง) ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือ ทักษะในการใช้เครื่องมือ ทักษะในการทำการทดลอง เป็นต้น นอกจากนั้น วัฒนาพร ระบุบุทกซ์ (2542 : 55) ก็ได้กล่าวถึงทักษะปฏิบัติในความหมายที่สอดคล้องกันว่า เป็นสมรรถภาพที่มุ่งเน้นไปที่การกระทำ การปฏิบัติงานหรือภารกิจหน้าที่ด้วยการใช้สติปัญญา ความรอบรู้ ความเฉลียวฉลาด ความสุขุมรอบคอบ ตามขีดความสามารถและศักยภาพแต่ละบุคคลที่มีอยู่ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ การบังคับควบคุมให้เป็นไปตามที่ต้องการ การจัดการ การบริหารงาน ในรูปของผลงานและผลผลิต ซึ่งความสามารถของผู้เรียนทั้งหมดต้องอยู่ภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสภาพจริงมากที่สุด

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 82) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง พฤติกรรมเกี่ยวกับกลไกและการปฏิบัติซึ่งมุ่งเน้นผลที่ความคล่องแคล่วและชำนาญ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติ หมายถึง พฤติกรรมเชิงความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกได้โดยตรงจากการปฏิบัติ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของกระบวนการวางแผน การดำเนินการ หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ สำเร็จลุล่วงด้วยดีตามเวลาที่กำหนด รวมถึงคุณภาพของผลงาน และการนำเสนอผลงาน ในขณะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.3.2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 12) ได้กล่าวถึง ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านกระบวนการเรียนรู้ว่า ความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ประกอบไปด้วย ทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาวน์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ สำหรับทักษะปฏิบัตินั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกถึงพัฒนาการด้านนี้ไว้ 6 ชั้น ดังนี้

1. การรับรู้ ใช้ประสาทสัมผัสเพื่อรับรู้เรื่องราวต่างๆ
2. เตรียมความพร้อม มีความพร้อมที่จะลงมือปฏิบัติ มีการวางแผนการปฏิบัติ
3. การตอบสนอง ลงมือปฏิบัติตามคำแนะนำหรือตามแผนที่วางไว้
4. การฝึกฝน ฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มความชำนาญ
5. ปฏิบัติจนทำได้ ฝึกจนทำได้เองโดยอัตโนมัติ
6. การเชื่อมโยงทักษะ ประยุกต์หรือใช้ทักษะที่ฝึกฝนไว้ให้สัมพันธ์กับทักษะ

อื่นๆ หรือใช้ร่วมกับทักษะอื่นๆ

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 87-88) ได้กล่าวถึงทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนไว้ว่า ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็น เป้าหมายหลักของการวัดผลมักเป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการทำการทดลอง ซึ่งพฤติกรรมที่เกี่ยวกับการทำการทดลองนี้ กำหนดกรอบพฤติกรรมที่ต่อเนื่องกันไว้ 3 ด้าน คือ การวางแผน การปฏิบัติการทดลอง และการจัดทำรายงานการทดลอง โดยกรอบพฤติกรรมในด้านทักษะการทดลอง ตามขอบเขตดังกล่าวมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองประกอบด้วยพฤติกรรมหรือ ตัวชี้วัดที่ต้องพิจารณา ดังนี้

- 1) มีการปรึกษาหารือ (กับผู้เกี่ยวข้อง) เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอนการทดลอง
- 2) มีการวางแผนการทดลองได้อย่างเหมาะสม
- 3) มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับผู้ร่วมการทดลองอย่างเหมาะสม และชัดเจน
- 4) มีความสามารถในการปรับปรุงแนวทางการทำการทดลองอย่างเหมาะสม แก้ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

2. การปฏิบัติการทดลอง มีขอบเขตครอบคลุมพฤติกรรมหลัก 3 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการทดลอง ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง และด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ แต่ละด้านมีรายการพฤติกรรมย่อยดังนี้

- 1) ด้านเทคนิคการทดลอง พฤติกรรมย่อยในด้านนี้ประกอบด้วย
 - ดำเนินการทดลองอย่างถูกต้อง เป็นขั้นตอนไม่สับสน
 - ใช้อุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
 - อ่านค่าและตรวจสอบได้ถูกต้อง
 - ใช้เทคนิคย่อยในการทดลองได้ถูกต้อง
 - ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและปลอดภัย
- 2) ด้านความคล่องแคล่วในการทดลอง พฤติกรรมย่อยในด้านนี้ประกอบด้วย
 - ปฏิบัติการทดลองอย่างคล่องแคล่วและถูกต้องสมบูรณ์

- มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติ
 - ทำการทดลองได้ทันเวลาที่กำหนด
- 3) ด้านความสะอาดและความเป็นระเบียบ พุทธิกรรมย่อยในด้านนี้

ประกอบด้วย

- จัดพื้นที่สำหรับการทดลองเรียบร้อยเหมาะสมและเพียงพอ
 - จัดวางอุปกรณ์เครื่องใช้ให้ได้สะดวกขณะทดลอง
 - เก็บเครื่องชั่งและตะเกียงแอลกอฮอล์ได้ถูกวิธี
 - ทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ได้อย่างสะดวกและเรียบร้อย
3. การจัดทำรายงาน พิจารณาความถูกต้อง สมบูรณ์ของเนื้อหาสาระตามหัวข้อ

ต่อไปนี้

- 1) ชื่อการทดลอง
- 2) สมมติฐาน
- 3) ตัวแปรที่ศึกษา
- 4) อุปกรณ์ / สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
- 5) วิธีทดลอง
- 6) การบันทึกผลการทดลอง
- 7) การจัดกระทำกับข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล
- 8) การอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
- 9) ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ
- 10) เอกสารอ้างอิง

สรุปได้ว่าโครงสร้างของพุทธิกรรมการทำการทดลอง คือ พุทธิกรรมที่แสดงออกในขณะทำการทดลองซึ่งประกอบด้วยพุทธิกรรม 3 ด้าน ได้แก่ การวางแผนการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง การจัดทำรายงานการทดลอง

4.3.3 แนวการวัดประเมินผลทักษะปฏิบัติ

การวัดทักษะการปฏิบัติเป็นการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ด้วยการสาธิตทดลอง เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดทักษะการปฏิบัติ 2 อย่าง ได้แก่

1. ข้อทดสอบให้ปฏิบัติการ โดยครูให้นักเรียนทำการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง เช่น ให้ทำการทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ให้สาธิตการติดตั้งเครื่องมือให้ดู เป็นต้น
2. แบบสังเกตพุทธิกรรมขณะปฏิบัติการ จะช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนได้มีทักษะการปฏิบัติมากน้อยเพียงไร ซึ่งจะรู้อย่างรวดเร็วได้จากการสังเกตการปฏิบัติของนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพุทธิกรรมเป็นเครื่องมือตามลักษณะของการปฏิบัติการ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 311-315) ได้กล่าวถึงวิธีการประเมินพฤติกรรมด้านการปฏิบัติไว้ดังนี้

1. การสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการ ควรสังเกตพฤติกรรมต่างๆ คือ
 - 1) ทักษะการปฏิบัติ เป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านเทคนิคการทดลอง การดำเนินการทดลอง ความคล่องแคล่ว และความมีระเบียบในการทดลอง
 - 2) สังเกตผลการทดลอง เป็นการสังเกตวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ และผลการทดลอง
 - 3) การแก้ปัญหา เป็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในภาคปฏิบัติ การแก้ไขปรับปรุงวิธีการหรือปัญหาต่างๆ ที่พบได้อย่างเหมาะสม
2. การตรวจจากรายงานผลการปฏิบัติ โดยตรวจจากรายงานผลปฏิบัติการ เช่น การสังเกตและใช้บันทึก การจัดกระทำและนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล และการสรุปความถูกต้องของผลการทดลอง เป็นต้น
3. การสอบภาคปฏิบัติ ในการสอบภาคปฏิบัติ ครูอาจเลือกกิจกรรมและการทดลองที่นักเรียนเคยทำการทดลองแล้วในชั้นเรียนหรืออาจกำหนดการทดลองใหม่ ซึ่งนักเรียนไม่เคยทำการทดลองมาก่อนเพื่อเน้นการแก้ปัญหา สังเกตว่านักเรียนจะสามารถออกแบบการทดลองดำเนินการทดลอง และได้ผลการทดลองถูกต้องเพียงใด

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542 : 89-91) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติไว้ว่า การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติที่นิยมใช้มีอยู่ 3 วิธี ดังนี้

1. การสังเกตและการบันทึก เป็นการติดตามดูการกระทำอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ได้ข้อมูลการกระทำต่างๆ การสังเกตที่ดีจะต้องมีการวางแผน มีวัตถุประสงค์ และมีการบันทึกผลการสังเกตไว้เป็นหลักฐาน และในการบันทึกผลการสังเกต อาจกระทำได้หลายวิธี ในกรณีกรอนลันด์ (Gronlund) ได้แนะนำไว้ 3 วิธี ดังนี้
 - 1) การบันทึกผล (Anecdotal records) การบันทึกย่อเป็นการบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่ผู้สอนเห็นว่ามีความสำคัญควรแก่การบันทึก ไม่มีการกำหนดแบบฟอร์มตายตัว ผู้บันทึกสามารถคิดแบบฟอร์มขึ้นใช้เองได้ตามความเหมาะสม
 - 2) การจัดอันดับคุณภาพ (Rating Scales) การจัดอันดับคุณภาพเป็นการบันทึกข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นพฤติกรรมและส่วนที่เป็นมาตราบอกระดับของการกระทำ (Scale) การบันทึกแบบนี้อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดอันดับแบบตัวเลข แบบกราฟ และแบบบรรยาย เป็นต้น
 - 3) แบบตรวจสอบ (Checklist) แบบตรวจสอบเป็นแบบบันทึกการสังเกตที่ประกอบด้วยส่วนของรายการของพฤติกรรมและส่วนที่ให้ผู้สังเกตบันทึกผล แบบบันทึกในลักษณะดังกล่าวเหมาะสำหรับการพิจารณาว่าการกระทำหรือพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนเกิดขึ้นตาม

รายการที่กำหนดไว้หรือไม่ แต่ไม่ได้บอกถึงคุณภาพหรือความถี่ของพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนเกิดขึ้น

2. รายงานการทดลอง เป็นเอกสารที่ผู้เรียนเรียบเรียงขึ้นโดยประมวลข้อมูลจากการทำการทดลองและจากเอกสารอ้างอิงที่ใช้ค้นคว้า ในการเขียนรายงานการทดลองนิยมเขียนโดยกล่าวถึงข้อมูลที่จำเป็นตามหัวข้อที่กำหนดซึ่งผู้เรียนอาจทำรายงานการทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ทั้งนี้ตามที่ผู้สอนกำหนด โดยทั่วไปสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษานิยมให้จัดทำรายงานเป็นกลุ่ม ส่วนในระดับอุดมศึกษานิยมให้จัดทำรายงานเป็นรายบุคคล เนื่องจากโดยธรรมชาติของการรายงานการทดลอง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องกระทำควบคู่ไปกับการปฏิบัติการทดลอง และผู้เรียนจะเสนอรายงานต่อผู้สอนในลักษณะทยอยส่งตามลำดับของบทปฏิบัติการนั้น เป็นการเอื้ออำนวยให้ผู้สอนได้ประโยชน์จากการตรวจรายงานเพื่อการประเมินผลแบบปรับปรุง (Formative evaluation) ได้อย่างเต็มที่

3. การทดสอบ เป็นเป็นวิธีการอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้วัดผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ การทดสอบมีอยู่หลายแบบแต่ที่นิยมใช้ในการวัดทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) และการทดสอบข้อเขียน (Paper-pencil test) การทดสอบทั้ง 2 แบบนี้ มีรายละเอียดที่ควรทราบในการนำมาใช้วัดผลการเรียนด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) การทดสอบภาคปฏิบัติ เป็นการทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กระทำจริง เพื่อให้ผู้สอนพิจารณาความสามารถในเรื่องต่างๆ ที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้ แต่เนื่องจากการทดสอบภาคปฏิบัติเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลามาก ดังนั้นจึงนิยมกระทำกับพฤติกรรมที่สำคัญจริงๆ โดยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาขึ้นแล้วให้ผู้เรียนปฏิบัติหรือแก้ปัญหา

อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบภาคปฏิบัติหากเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับความรอบคอบเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากกรณีต่างๆ เช่น อุบัติเหตุจากไฟไหม้ อุบัติเหตุจากสารเคมี อุบัติเหตุจากการระเบิด อุบัติเหตุจากการถูกของมีคมบาด และอุบัติเหตุจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ก็ควรนำมาใช้เป็นประเด็นในการทดสอบภาคปฏิบัติด้วย

2) การทดสอบข้อเขียน สำหรับพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติมีลักษณะเช่นเดียวกับการทดสอบพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย กล่าวคือ ผู้สร้างแบบทดสอบอาจเลือกใช้รูปแบบใดๆ ก็ได้ตามความเหมาะสม เช่น อาจใช้การทดสอบแบบความเรียง (อัตนัย) โดยให้ผู้เรียนเขียนอธิบายขั้นตอนในการทดลองหรือขั้นตอนในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ รวมทั้งข้อควรระวังในกรณีต่างๆ เป็นต้น หรืออาจใช้การทดสอบแบบปรนัยชนิดต่างๆ ก็ได้ ทั้งนี้มีข้อสังเกตที่สำคัญว่า การทดสอบข้อเขียนเหมาะสำหรับใช้กับผู้เข้าสอบจำนวนมากที่เข้าสอบในคราวเดียวกัน แต่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถวัดพฤติกรรมเชิง “การกระทำ” ที่แท้จริงได้

โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชชัย (2523. : 106-109) ได้เสนอแนะแนวทางในการวัดผลด้านการปฏิบัติไว้ว่า มีสิ่งที่จะต้องวัด 2 ประการ คือ

1. ความสามารถในการปฏิบัติงานกับการวัดพฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้วิธีการสังเกตและมีเครื่องมือในการสังเกตคือแบบสำรวจรายการ (check list) หรือมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) จะช่วยให้การสังเกตสะดวกและมีความเที่ยง

2. ความสามารถและทักษะเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน คือ วิธีการปฏิบัติงาน (procedure) ซึ่งได้แก่วิธีการ ทักษะและเทคนิคในการใช้เครื่องมือทดลองและวัดผลงาน โดยการนำผลงานที่ได้มาตรวจให้คะแนน

สรุปได้ว่า การประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติ สามารถประเมินได้โดยการสังเกตและการบันทึก รายงานผลการทดลอง การทดสอบ

จากความรู้เกี่ยวกับผลการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะปฏิบัติดังกล่าว จะเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการวางแผนการเรียนการสอนและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เรียนตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติของผู้เรียนด้วยการประเมินจากการปฏิบัติจริง โดยใช้แบบประเมินผลการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติ ที่มีการให้คะแนนแบบรูปรีด 4 ระดับ ครอบคลุมการประเมินทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านการวางแผน ด้านการปฏิบัติ ด้านผลงาน และด้านการนำเสนอผลงาน

4.4 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ

4.4.1 ความหมายของผลการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 14) ได้ให้ความหมายของเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ว่า เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกทางจิตใจ ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับ ภาพ เลหาไพบุลย์ (2542 : 12) ที่กล่าวว่า เจตคติ เป็นนิสัย หรือความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนั้นแล้วยังมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

บุปผชาติ เรืองสุวรรณ (2530 : 10) ได้กล่าวว่า เจตคติวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึก และความเชื่อมั่นของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ทั้งด้านดีและไม่ดี เกี่ยวกับคุณประโยชน์ ความสำคัญของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ นวลจิต โชตินันท์ (2524 : 9) ที่กล่าวว่า เจตคติวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกต่อวิทยาศาสตร์ทางด้านต่างๆ ซึ่งจะแสดงออกมา 2 ทาง คือ เจตคติวิทยาศาสตร์เชิงนิรนาม และเจตคติวิทยาศาสตร์เชิงนิเสธ

จากความหมายของเจตคติในการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า เจตคติ เป็นลักษณะนิสัย หรือความรู้สึกในจิตใจทั้งด้านบวกและด้านลบที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 14)

ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไว้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของผู้เรียน ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกที่มีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ความพอใจ ศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

4.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 14) ได้กล่าวถึงพัฒนาการด้านเจตคติของผู้เรียนอย่างเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การรับรู้ สนใจและรับรู้ข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าด้วยความตั้งใจ
2. ตอบสนอง ตอบสนองต่อข้อสนเทศหรือสิ่งเร้าอย่างกระตือรือร้น
3. เห็นคุณค่า แสดงความรู้สึกชื่นชอบ และมีความเชื่อเกี่ยวกับคุณค่าของเรื่องที่เรียนรู้
4. จัดระบบ จัดลำดับ เปรียบเทียบ และบูรณาการเจตคติกับคุณค่าเพื่อนำไปใช้หรือปฏิบัติได้
5. สร้างคุณลักษณะ เลือกปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติในสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงได้กำหนดคุณลักษณะที่พึงจิตวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. เจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่คาดหวังจะได้รับการพัฒนาในตัวผู้เรียนโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คุณลักษณะของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วย

- 1) ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น
- 2) ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ
- 3) ความซื่อสัตย์
- 4) ความประหยัด
- 5) ความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น
- 6) ความมีเหตุมีผล
- 7) การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

2. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นความรู้สึกที่ผู้เรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย คุณลักษณะของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย

- 1) พพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
- 2) ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์

- 3) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) ตระหนักในคุณและโทษของการใช้เทคโนโลยี
- 5) เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
- 6) เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
- 7) ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- 8) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
- 9) ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดี

และผลเสีย

4.4.3 แนวการวัดประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 3-16) ได้กล่าวถึง การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ ว่าคุณลักษณะด้านเจตคติต่างๆ สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้บ่งเพื่อการ ประเมินผลเจตคติของผู้เรียนจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมของ ผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ บันทึกพฤติกรรมการแสดงออกของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและ นำไปใช้เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ผลการประเมินของผู้สอนและผู้เรียนมา พิจารณาถึงความสอดคล้อง ความสมเหตุสมผลก่อนจะนำผลที่ได้ไปใช้ลงสรุปเป็นข้อมูลการพัฒนา ด้านเจตคติ

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 17) ได้กล่าวถึง การประเมินผลด้านความรู้สึก หรือ เจตคติ ว่า การประเมินผลด้านความรู้สึกมีความสำคัญแต่กระทำได้ยาก ดังนั้นวิธีประเมินผลด้าน ความรู้สึกจึงจำเป็นต้องใช้การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงออกมาหลายๆ ครั้งประกอบกับวิธี อื่นๆ

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2542 : 59-60) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของ เจตคติไว้ว่า ปัจจุบันแบ่งแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบเจตคติได้เป็น 3 กลุ่มได้ดังนี้

1. เจตคติมีองค์ประกอบเดียว ตามความคิดหรือแนวความเชื่อนี้พิจารณาได้จาก นิยามเจตคตินั้นเอง กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตคติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ
2. เจตคติมีสององค์ประกอบ ตามความคิดนี้มองเจตคติประกอบด้วยองค์ประกอบ ด้านสติปัญญา (Cognitive) และด้านความรู้สึก (Affective)
3. เจตคติมีสามองค์ประกอบ ตามความคิดนี้เชื่อว่าเจตคติมี 3 องค์ประกอบ หรือ 3 ส่วน (Three components) ได้แก่ ด้านสติปัญญา (Cognitive component) ด้านความรู้สึก (Affective component) และด้านพฤติกรรม (Behavioral component)

นอกจากนั้นแล้วยังได้อธิบายวิธีการวัดเจตคติไว้ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2542 : 60-62)

1. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สุด การสัมภาษณ์ จะต้องเตรียมข้อรายการที่จะซักถามไว้อย่างดี ข้อรายการนั้นต้องเขียนเน้นความรู้สึกที่สามารถวัด

เจตคติได้ตรงเป้าหมาย ผู้สัมภาษณ์จะได้ทราบความรู้สึกหรือความคิดของผู้ตอบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่ข้อเสีย คือ ผู้สัมภาษณ์ต้องสร้างบรรยากาศในการสัมภาษณ์ให้เป็นกันเอง ให้ผู้ตอบรู้สึกสบายใจ ไม่เคร่งเครียดและแน่ใจว่าคำตอบของเขาเป็นความลับ

2. การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่นโดยการเฝ้ามอง และจดบันทึกพฤติกรรมของบุคคลอย่างมีแบบแผน เพื่อจะได้ทราบว่าบุคคลที่เราสังเกตมีทัศนคติ ความเชื่อ อุปนิสัยอย่างไร ข้อมูลที่ได้รับจากการสังเกตจะถูกต้องใกล้เคียงกับความจริงหรือไม่เป็นที่เชื่อถือได้เพียงใดนั้น มีข้อควรคำนึงหลายประการ กล่าวคือ ควรมีการศึกษาหลายๆ ครั้ง ทั้งนี้เพราะเจตคติของบุคคลมาจากหลายสาเหตุ นอกจากนี้ผู้ถูกสังเกตเองจะต้องทำตัวเป็นกลางไม่มีความลำเอียง และการสังเกตควรสังเกตหลายช่วงเวลา ไม่ใช่สังเกตเฉพาะเวลาใดเวลาหนึ่ง

3. การรายงานตนเอง (Self-Report) วิธีนี้ต้องการให้ผู้ถูกวัดแสดงความรู้สึกของตนออกมาอย่างตรงไปตรงมา แบบทดสอบหรือมาตรวัดเป็นแบบมาตรฐาน มีแนวของ เทอร์สตัน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเคิร์ต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood) นอกจากนี้ที่กล่าวมาแล้วก็มีแบบให้ผู้สอบรายงานตนเองและแบบอื่นๆ อีกมากมาย แล้วแต่จุดมุ่งหมายของการสร้างและการวัด

4. การวัดทางสรีระภาพ (Physiological measurement) การวัดทางนี้อาศัยเครื่องมือไฟฟ้าเหมือนกัลวานอมิเตอร์ แต่สร้างเฉพาะเพื่อจะวัดความรู้สึกอันจะทำให้พลังไฟฟ้าในร่างกายเปลี่ยนแปลง เช่น ถ้าดีใจเข็มจะชี้อย่างหนึ่ง เสียใจเข็มจะชี้อย่างหนึ่ง ใช้หลักการเดียวกันกับเครื่องจับเท็จเครื่องมือแบบนี้ยังพัฒนาไม่ดีพอจึงไม่นิยมใช้

พิมพา สุวรรณฤทธิ์ (2542 : 74-75) ได้กล่าวถึง เครื่องมือหรือวิธีการที่ใช้ในการวัดผลด้านเจตคติ คือ การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึก ใช้วิธีเปรียบเทียบคู่ และการใช้แบบวัดที่กำหนดสถานการณ์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542 : 74-75) ได้กล่าวถึง การวัดพฤติกรรมด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าอาจทำได้ 2 วิธี คือ ใช้การสังเกตความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และใช้แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจต่อวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ ครอบคลุมทั้งคุณลักษณะด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้วยแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 การพัฒนาหุ่นยนต์

วิทยา ศุภวารานกุล, อเนก กอธนสาร (2543 :บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหุ่นยนต์ขนาดเล็กซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่สามารถประกอบกันได้อย่างอิสระ สำหรับการสร้างหุ่นยนต์ที่มีความซับซ้อนไม่มาก โมดูลภายในชุดหุ่นยนต์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โมดูลควบคุมหลัก โมดูลอินพุต/เอาต์พุต ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต มีทั้งหมด 5 โมดูล ได้แก่ โมดูลขับเคลื่อนสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ทั้งแบบที่ใช้สเตปมอเตอร์ และเซอร์โวมอเตอร์, โมดูลตรวจจับด้วยอินฟราเรด สำหรับตรวจจับพื้นผิวที่มีระยะห่างไม่มาก, โมดูลตรวจจับด้วยอัลตราโซนิก สำหรับตรวจจับพื้นผิวในระยะห่าง และโมดูลติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งจะรับข้อมูลจากผู้ใช้ผ่านทางคีย์แพด 12 คีย์ และแสดงผลผ่านทางจอ LCD โดยโมดูลทั้งหมดสามารถเชื่อมต่อเข้ากับบัสของระบบ ซึ่งใช้การรับ/ส่งข้อมูลหรือคำสั่งผ่านบัส I²C เพื่อประกอบเป็นหุ่นยนต์ที่ต้องการได้ หลังจากการทดสอบโดยการให้หุ่นยนต์หลบสิ่งกีดขวาง พบว่า หุ่นยนต์สามารถวิ่งตามรูปแบบที่ผู้ใช้โปรแกรมเข้าไป หากพบสิ่งกีดขวางก็สามารถหลบหลีกแล้วเดินตามรูปแบบที่โปรแกรมต่อไปได้ นอกจากนั้นยังได้ทดสอบด้วยการให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นสีดำบนพื้นสีขาว พบว่า หุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นที่กำหนดไว้ได้เป็นอย่างดี หุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นนี้อาจนำไปประยุกต์เป็นหุ่นยนต์ดูดฝุ่นในบ้านโดยการสร้างโมดูลดูดฝุ่นมาประกอบเข้าไป

Sipitakiat, A., Blikstein, P., Cavallo, D. (2002 : 1-15). ได้ทำการสร้างโกโกบอร์ด (Gogo Board) ขึ้นเพื่อสนองต่อปัญหาการขาดแคลนเทคโนโลยีที่ใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้โรงเรียน เนื่องจากสื่อประเภทนี้มีราคาแพง รวมถึงความไม่เชื่อถือว่าเทคโนโลยีจะเข้าไปมีส่วนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โกโกบอร์ดมีลักษณะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนควบคุมหลัก นักเรียนสามารถควบคุมโกโกบอร์ดผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ทำโครงงานได้อย่างอิสระ หลังจากการนำไปใช้กับโรงเรียนในประเทศบราซิลแล้ว พบว่า ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหุ่นยนต์ สรุปได้ว่า หุ่นยนต์ขนาดเล็กส่วนมากจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม นอกจากนั้นแล้วยังประกอบไปด้วยโมดูลต่างๆ มากมาย ทั้งส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ส่วนติดต่อกับมอเตอร์แบบต่างๆ ส่วนติดต่อกับเซนเซอร์แบบเตอร์แบบต่างๆ รวมถึงโครงสร้างของหุ่นยนต์ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกัน ส่วนภาษาที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์นั้นมีมากมายแต่ภาษาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับนักเรียนอย่างทีโกโกบอร์ดใช้ซึ่งเป็นภาษา Logo ซึ่งเป็นภาษาที่น่าสนใจมาก

5.2 การใช้หุ่นยนต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

คิน เลอ , เฮง คาท ทาน , เบนจามิน ออวิน และ พาเวล เพทโทรวิก (Kin Lau; Heng Tan; Benjamin Erwin; & Pavel Petrovic. 1999 : 1-6) ได้ทำการศึกษาเรื่องการสร้างให้เกิดการเรียนรู้ในโรงเรียนด้วยชุดกิจกรรมหุ่นยนต์ของเลโก้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของการใช้ชุดกิจกรรมหุ่นยนต์ของเลโก้ในโรงเรียน ด้วยความมุ่งหวังที่ว่าชุดกิจกรรมนี้จะทำให้เกิดการพัฒนาทักษะและความรู้ความสามารถทางวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ กระบวนการคิด ความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้วิธีการสำรวจความสนใจของครูและนักเรียนในการเลือกของการเรียนรู้ แล้วทดลองให้ใช้ชุดกิจกรรม สุดท้ายทำการสำรวจความคิดเห็นอีกครั้ง พบว่า ครูและนักเรียนให้ความสนใจการสอนเทคโนโลยีในโรงเรียนรูปแบบนี้เป็นอย่างดี และยังเห็นว่าหุ่นยนต์เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญของปัจจุบันและในอนาคต ส่วนในการใช้ชุดกิจกรรมนี้ ปรากฏว่า ครูและนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก ส่วนความคิดเห็นจากการตอบแบบสอบถามหลังจากทดลองใช้ชุดกิจกรรมนี้แล้ว ปรากฏว่า ครูและนักเรียนพอใจ และเห็นว่าชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ในโรงเรียน

อีริ โคลเบิร์ก และ นาฮาม ออเลว (Eli Kolberg; & Nahum Orlev. 2001 : 1-2) ได้ศึกษา เรื่อง การใช้กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรการใช้กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และทดลองใช้ พบว่า หลักสูตรสามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นนักเรียนผู้เข้าร่วมกิจกรรมให้ตื่นเต้น นักเรียนสามารถสร้างโครงการที่มีความซับซ้อนและต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ได้ ในส่วนของครูผู้สอนควรเป็นครูที่มีความรู้ทางด้านเทคนิคการสร้างหุ่นยนต์ที่ดีที่สุด

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้หุ่นยนต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมเกี่ยวกับหุ่นยนต์ในโรงเรียนนั้นเป็นกิจกรรมที่ครูและนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้น กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติ การทำงานเป็นกลุ่ม และเป็นการพัฒนาทักษะและความรู้ความสามารถทางวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์

5.3 การพัฒนาหลักสูตร

เฉลิมพล คงจันทร์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาช่างยนต์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ขั้นตอนดังนี้ 1. การหาสมรรถภาพของนักศึกษาช่างยนต์ในอนาคตโดยใช้เทคนิคเดลฟาย 2. การพัฒนานวัตกรรมซึ่งเป็นหลักสูตรวิชาเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้า 3. การทดลองใช้หลักสูตรโดยใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียววัดผลสองครั้ง แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาช่างยนต์ ในกรมอาชีวศึกษา และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 17 คน ผลปรากฏว่า หลักสูตรมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อจริยา วัชรวิวัฒน์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางการวิจัย สำหรับนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตร 2. การสร้างหลักสูตร 3. การทดลองใช้หลักสูตร 4. การประเมินและปรับปรุงหลักสูตร แล้วนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลปรากฏว่า หลักสูตรมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วิเชียร อินทรสมพันธ์ (2546) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการบูรณาการจริยธรรมในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับครูมัธยมศึกษา มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนดังนี้ 1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2. การสร้างหลักสูตร 3. การทดลองใช้หลักสูตร และ 4. การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร ผลปรากฏว่าหลักสูตรมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรได้ว่า 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตร 2) การสร้างหลักสูตร 3) การทดลองใช้หลักสูตร และ 4) การประเมินและปรับปรุงหลักสูตร

5.4 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ

บุษยาณี ปุชิตากร (2533 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดราชาธิวาส กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2533 จำนวน 100 คน กลุ่มทดลอง 50 คน ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง กลุ่มควบคุม 50 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัชร เลี่ยนบรรจง (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร จำนวน 348 คน พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดวิส (Davis. 1979 : 4146-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะที่ใช้การชี้แนะแนวทาง (guided – inquiry discovery approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา (expository – text approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะค้นพบที่ใช้การชี้แนะแนวทางกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอก ความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5.5 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหา

สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง (2540 : 102 – 103) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ในภาพรวมไม่แตกต่างกัน ส่วนในรายสมรรถภาพย่อยในสถานการณ์ที่ 2 และ 3 แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่ใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์

รัตนะ บัวรา (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางเขน เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดำเนิน ยาห้วม (2537 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท กับนักเรียนมัธยมปีที่ 1 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนทั้งของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนกับหลังเรียนทั้งของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

5.6 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติ

สมปัญญา ศรีภคานนท์ (2535) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม กรุงเทพมหานคร จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรีสุพรรณ เดชอุดม (2528 : 60) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมวิทย์วิทยา จังหวัดกำแพงเพชร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 262 คน และผู้วิจัยซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ สังเกต และบันทึกทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ ขณะนักเรียนปฏิบัติการทดลอง รวม 7 ทักษะ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีทักษะภาคปฏิบัติวิทยาศาสตร์จำนวนร้อยละ 47.48 โดยจำนวนนักเรียนที่มีทักษะภาคปฏิบัติวิทยาศาสตร์ถูกต้องในแต่ละห้องเรียนดังนี้ ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ร้อยละ 46.42 มัธยมศึกษา 1/2 ร้อยละ 44.28 มัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ร้อยละ 41.42 มัธยมศึกษาปีที่ 1/4 ร้อยละ 55.0 มัธยมศึกษาปีที่ 1/5 ร้อยละ 42.14 มัธยมศึกษาปีที่ 1/6 ร้อยละ 50.71 มัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ร้อยละ 52.14

2. นักเรียนมีทักษะภาคปฏิบัติวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่คาดหวัง ได้แก่ ทักษะการใช้เครื่องชั่ง ทักษะการใช้ตะเกียง ทักษะการใช้ช้อนตักสาร ทักษะการใช้หลอดจีดยา ทักษะการใช้หลอดหยด และทักษะการคนสาร ส่วนทักษะการจับเวลานั้นนักเรียนมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่าที่คาดหวัง คืออยู่ในระดับเกณฑ์พอใจ

3. การสอนแบบสาธิตทักษะการใช้อุปกรณ์ก่อนการทดลองทุกครั้งกับการสอนแบบทดลอง จะทำให้ผลของคะแนนทักษะภาคปฏิบัติวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

ประพฤติ ศीलพิพัฒน์ (2540) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ สมุทรปราการ จำนวน 48 คน ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการประดิษฐ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์กับครูเป็นผู้สอนสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ และด้านความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ด้านความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.7 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ

วิลาวัณย์ แก้วภูมิแห่ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโพร์แม็ทซิสเต็มที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนบ้านหนองทัพไทย สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 11 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทาง

วิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยพบว่า

1. หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญฤดี แซ่ล้อ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนชิปปา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดตะคร้ำเอน สังกัดสำนักงานการ ประถมศึกษาจังหวัดกาญจนบุรี ปีการศึกษา 2544 พบว่า

1. หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนชิปปา สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. หลังการทดลอง ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนชิปปา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพปัญหาโดยการทบทวนเอกสารและงานวิจัย พบว่า เทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบควบคุมอัตโนมัติเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เป็นผลมาจากความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเป็นที่กำลังถึงเป็นอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มี ความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากหุ่นยนต์มี คุณสมบัติทำงานได้อย่างอัตโนมัติ และมีความแม่นยำสูง จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม และการเกษตร ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต การอำนวยความสะดวกสบาย ความปลอดภัย งานที่ต้องการความแม่นยำ อดทน และรวดเร็ว ในปัจจุบันหุ่นยนต์ไม่เพียงเข้า มาในแวดวงอุตสาหกรรมและการเกษตรเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มากขึ้นทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ที่เป็นขวัญใจเด็กๆ อย่างอาซิโม หุ่นยนต์สี่ตัวเล็ก หุ่นยนต์นักกีฬา หุ่นยนต์ควบคุมการจราจร หุ่นยนต์ดับเพลิง หุ่นยนต์กู้ระเบิด หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย หุ่นยนต์ตัดหญ้า หุ่นยนต์เติมน้ำมัน หุ่นยนต์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำรวจอวกาศ และหุ่นยนต์ประเภทอื่นๆ อีกมากมายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก ให้แก่มนุษย์ ดังนั้นเราจึงควรให้เยาวชนของชาติเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถ

ควบคุมและใช้งานหุ่นยนต์ที่จะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเขาในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนในปัจจุบันนั้น กำลังได้รับความสนใจจากนักเรียนและครูผู้สอนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้น และยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ รวมถึงกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ทักษะในการลงมือปฏิบัติ กระบวนการกลุ่ม และความคิดสร้างสรรค์ รวมถึงให้ความสนุกสนาน เพลิดเพลินขณะเรียนรู้ โดยการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 และแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559) ที่ระบุในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีว่า สามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบ โดยเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ควบคู่ไปกับการมีทักษะและเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต้องคำนึงถึงความสนใจและความถนัดของของผู้เรียน เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างตื่นเต้นท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นั้นมีราคาค่อนข้างสูง รวมถึงหลักสูตรที่ใช้ยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าวโดยเฉพาะ ทำให้การนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้กับนักเรียนจึงยังไม่เป็นที่แพร่หลาย จึงมีเพียงนักเรียนบางส่วนหรือส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้มีโอกาสเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นี้

สำหรับแนวการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น นอกจากจะศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยแล้ว ยังต้องทำการสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับแนวทางการจัดหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความต้องการหลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรนั้น จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของ ไทเลอร์ (Tyler) ทาบา (Taba) เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส (Saylor Alexander & Lewis) สจ๊วต อุทรานันท์ สามารถสรุปเป็นรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรในครั้งนี้ 4 ขั้นตอนคือ การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร

การทดลองใช้หลักสูตร และการประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรนั้นจะทำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner-Centered) เน้นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by Doing) เน้นการเรียนรู้ด้วยวิธีการแก้ปัญหา (Problem Solving) และการประเมินผลตามสภาพจริง สำหรับการพัฒนาสื่อการสร้างหุ่นยนต์นั้นพัฒนาโดยยึดแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เช่นเดียวกับการจัดการเรียนรู้ เน้นการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ง่ายและมีราคาถูก สามารถสร้างได้โดยไม่ต้องมีความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์มากนัก มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน รวมถึงการใช้โปรแกรมภาษาโลโก้ในการควบคุมหุ่นยนต์ด้วย

การประเมินหลักสูตรและปรับปรุงหลักสูตร เป็นการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร หลังจากการนำหลักสูตรไปทดลองใช้ เพื่อรวบรวมข้อมูลและข้อเสนอแนะต่างๆ การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตรนี้พิจารณาจากเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของหลักสูตร ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งข้อคิดเห็นจากผู้เรียนในการทดลองใช้หลักสูตร แล้วทำการปรับปรุงในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่ เพื่อให้ได้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

แนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 สรุปแนวคิดในการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผู้พัฒนาหลักสูตรได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ส่วนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์

ส่วนที่ 2 การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ส่วนที่ 3 การศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

ส่วนที่ 1 การสร้างโครงร่างหลักสูตร

ส่วนที่ 2 การสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

ส่วนที่ 3 การตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร

ส่วนที่ 4 การปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

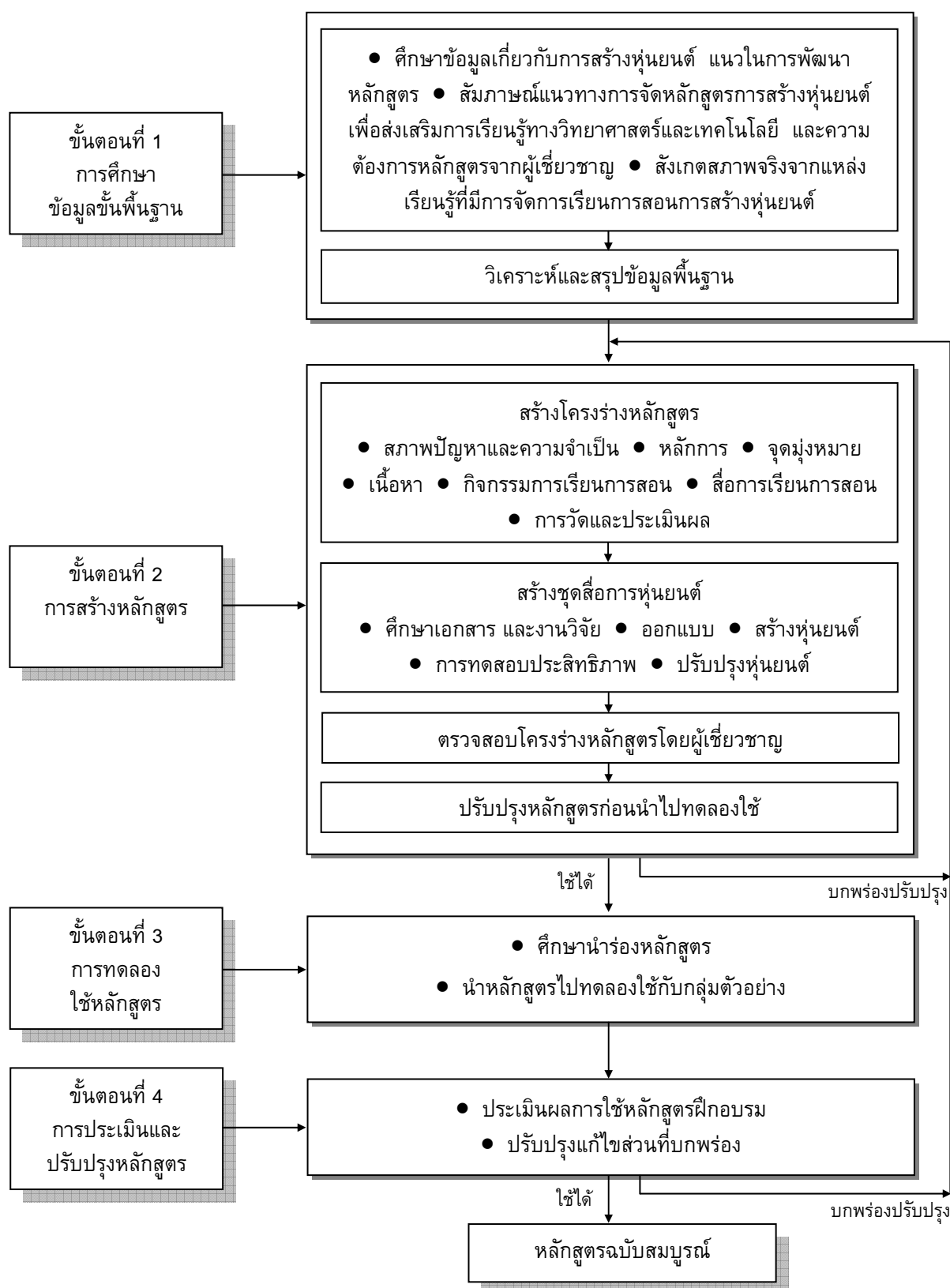
ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

ส่วนที่ 1 การศึกษานำร่อง (Pilot Study)

ส่วนที่ 2 การทดลองใช้หลักสูตร

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรตามขั้นตอนข้างต้น สามารถเขียนแผนผังแสดงการดำเนินงานได้ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อให้ได้สภาพปัญหาและความต้องการหลักสูตรของผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงความสนใจและความต้องการหลักสูตรของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตร ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตร สภาพปัญหาและความจำเป็น จุดมุ่งหมายทางการศึกษา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ รูปแบบการจัดกิจกรรม และประโยชน์ที่จะได้รับจากการเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ด้วยการศึกษาระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรและการจัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงตำรา งานวิจัย และการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการออกแบบหุ่นยนต์ขนาดเล็ก สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตร

ส่วนที่ 2 การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1. วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนการสร้างหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ส่วนกลุ่มตัวอย่างเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนการสร้างหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 5 คน ที่ยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาและความต้องการหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ และแนวการจัดกิจกรรม ที่คิดว่า จำเป็นที่จะต้องจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

3.3 สร้างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาและความต้องการหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์ปลายเปิดเพื่อศึกษาสภาพจริงที่เกิดขึ้น โดยจะครอบคลุมด้านต่างๆ คือ ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรม ด้านสื่อประกอบการอบรม ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านอื่นๆ

3.4 นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาและความต้องการหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้ประธานและกรรมการที่ควบคุมปริญญาบัตรเพื่อตรวจสอบสำนวนของ ข้อคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์และตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาสร้างข้อสรุปด้านแนวการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ด้านความต้องการด้านเนื้อหา ด้านความต้องการด้านกิจกรรมหรือรูปแบบการจัดกิจกรรม ด้านความต้องการด้านสื่อและอุปกรณ์ ด้านการวัดผลประเมินผล เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

ส่วนที่ 3 การศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1. วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพจริงจากแหล่งการเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ในด้านต่างๆ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากการสังเกตแหล่งเรียนรู้ ได้แก่ โรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และสถานที่จัดการแข่งขันการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ โรงเรียนที่มีการ

จัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และสถานที่จัดการแข่งขันการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ยินดีให้ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตการจัดกิจกรรม จำนวน 3 กลุ่ม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นนี้ เป็นแบบบันทึกการสังเกตสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้

3.2 นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในส่วนที่ 3 มาใช้เป็นแนวในการกำหนดหัวข้อในการสังเกต

3.3 สร้างแบบบันทึกการสังเกต ที่มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด โดยได้กำหนดหัวข้อที่ใช้ในการสังเกตครอบคลุมด้านต่างๆ คือ ด้านเนื้อหาสาระ ด้านรูปแบบของกิจกรรม ด้านพฤติกรรมของครู ด้านสื่อการเรียนการสอน ด้านวัดผลและประเมินผล และด้านอื่นๆ

3.4 นำแบบบันทึกการสังเกตที่สร้างขึ้น ให้ประธานและกรรมการที่ควบคุมปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบสำนวนของข้อความที่ใช้เป็นหัวข้อในการสังเกตและตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาให้ชัดเจน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยตนเอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากแบบบันทึกการสังเกตมาสร้างข้อสรุป ด้านเนื้อหา ด้านรูปแบบของกิจกรรม ด้านพฤติกรรมของครู ด้านสื่อการเรียนการสอน ด้านการวัดผลและประเมินผล และด้านอื่นๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้มากำหนดแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร และกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตร คือ สภาพปัญหาและความจำเป็นในการสร้างหลักสูตร หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ รูปแบบการ สื่อประกอบ และการประเมินผลหลักสูตร โดยมีการดำเนินการแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ การสร้างโครงร่างหลักสูตร การสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ การตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร และการปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

ส่วนที่ 1 การสร้างโครงร่างหลักสูตร

ส่วนนี้เป็นการกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตร โดยโครงร่างหลักสูตรมีองค์ประกอบดังนี้

1. สภาพปัญหาและความจำเป็นในการสร้างหลักสูตร กำหนดขึ้นโดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวการจัดหลักสูตร การสร้างหุ่นยนต์ แนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ของผู้เชี่ยวชาญ และผลจากการศึกษาสภาพจริงจาก แหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน และเป็นแนวทางในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. หลักการของหลักสูตร กำหนดให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความจำเป็น โดยนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ได้รับการเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้แล้วจะสามารถแก้ไขปัญหาและ สนองความจำเป็นที่มีอยู่ได้ โดยจัดลำดับความสำคัญของจุดมุ่งหมาย สภาพปัญหาและความ จำเป็นนั้นๆ

3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กำหนดให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและหลักการของ หลักสูตร โดยคาดหวังว่า เมื่อดำเนินการตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแล้วจะบรรลุตามเป้าหมาย ของหลักสูตร

4. เนื้อหาสาระของหลักสูตร กำหนดให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดย คาดหวังว่า เมื่อจัดการเรียนการสอนตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในคำอธิบายรายวิชา แล้วจะบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

5. แนวการจัดการเรียนรู้ กำหนดให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาสาระของ หลักสูตร และยึดหลักการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Construc-tionism) โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบของการจัดการเรียนรู้เป็น 3 ชั้น คือ ชั้นการ เชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection) ชั้นการสร้างชิ้นงาน (Construction) และ ชั้นการสื่อสาร หรือนำเสนอผลงาน (Conversation)

6. สื่อประกอบการเรียนรู้ กำหนดขึ้นให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน และกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาเลือกสื่อที่จะมีผลทำให้กระบวนการเรียนรู้บรรลุผลตาม จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เช่น ใบความรู้ ใบงาน และอุปกรณ์ชุดการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ (รายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์อธิบายไว้ใน ส่วนที่ 2 หน้า 63)

7. การประเมินผลหลักสูตร กำหนดให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร กิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้หลักสูตรตรวจสอบว่าการใช้หลักสูตรบรรลุตาม จุดมุ่งหมายหรือไม่ โดยใช้การวัดผลประเมินผลตามสภาพจริงควบคู่ไปกับการใช้แบบทดสอบ ซึ่ง จะประเมินในด้านต่างๆ ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง

วิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างชิ้นงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความเหมาะสมของหลักสูตร

ส่วนที่ 2 การสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้มากำหนดวัตถุประสงค์และแนวทางในการพัฒนาหุ่นยนต์ที่จะใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมตามหลักสูตร โดยการดำเนินการแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ วัตถุประสงค์ในการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ การออกแบบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ การสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ การทดสอบและการปรับปรุงชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ มีรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ที่ใช้ประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 เพื่อสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่ประกอบไปด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน และส่วนโครงสร้าง โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ส่วนควบคุม

- 1) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประมวลผลหลัก
- 2) ใช้สัญญาณนาฬิกาความถี่ 20 MHz ในการกำหนดจังหวะ

การทำงาน

- 3) ควบคุมการทำงานด้วยภาษาโลโก้ (Logo Language)
- 4) รับ-ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับหุ่นยนต์ทางพอร์ตอนุกรม

(Serial Port)

- 5) มีช่องขั้วมอเตอร์กระแสตรง 6 V หรือหลอดไฟอย่างน้อย 4 ช่อง
- 6) มีช่องรับสัญญาณจากตัวตรวจจับอย่างน้อย 8 ช่อง
- 7) มีลำโพงขับเสียงอย่างน้อยหนึ่งความถี่เสียง 1 ลำโพง
- 8) ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ (ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน)

1.1.2 ส่วนตรวจจับ

- 1) ตัวตรวจจับการสัมผัส (Touch Sensor) ที่สามารถส่งสัญญาณเป็น 1 เมื่อสัมผัสกับวัตถุ และส่งสัญญาณเป็น 0 เมื่อไม่สัมผัสกับวัตถุ
- 2) ตัวตรวจจับแสง (Light Sensor) สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของความสว่างแสงได้ในช่วง 0 – 400 ลักซ์ (lux)
- 3) ตัวตรวจจับการสะท้อนแสงอินฟราเรด (Infrared Reflex Sensor) ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสีดำและสีขาวได้ดี เมื่อตัวตรวจจับอยู่ห่างจากวัตถุ 1 - 3 เซนติเมตร

4) ตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ในช่วง 0 – 100 องศาเซลเซียส

1.1.3 ส่วนขับเคลื่อน หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระบนพื้นเรียบ โดยการใช้ ล้อ มอเตอร์ และชุดเฟือง จำนวน 2 ชุด ทำหน้าที่หลักในการขับเคลื่อนและควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

1.1.4 โครงสร้างของหุ่นยนต์ สามารถสร้างโครงสร้างของหุ่นยนต์ได้อย่างอิสระ หลายรูปแบบ ที่เกิดจากการนำอุปกรณ์ที่นำมาใช้ 3 ชนิด มาประกอบเข้าด้วยกันคือ แผ่นฐานพลาสติก ชั้นต่อพลาสติกอิสระ น็อต และสกรู

1.2 เพื่อทดสอบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ทั้งในการทดสอบแบบแยกส่วน และการทดสอบการนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์

2. การออกแบบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติเพื่อการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติขนาดเล็ก ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหุ่นยนต์ หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อการเรียนรู้

2.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์

2.3 กำหนดส่วนประกอบหลักที่ต้องสร้างขึ้นใหม่ และส่วนประกอบที่สามารถหาอุปกรณ์ทดแทนได้ในท้องตลาด

2.4 สรรววัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาด โดยเน้นที่อุปกรณ์ที่เป็นพื้นฐานและสามารถหาซื้อได้ง่าย

2.5 ทำการออกแบบส่วนควบคุมหรือบอร์ดควบคุมหลักของหุ่นยนต์ โดยบอร์ดควบคุมนี้ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากโกโก บอร์ด (Gogo Board) ของ Sipitakiat A; Blikstein P; and Cavallo D. (2002 : 1-15) ในการพัฒนาบอร์ดควบคุมครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อหาอุปกรณ์ทดแทนอุปกรณ์บางอย่างที่ไม่มีจำหน่ายภายในประเทศ และทำการออกแบบลายวงจรใหม่ให้เป็นแบบหน้าเดียวโดยแต่เดิมจะเป็นแบบสองหน้า ซึ่งการพัฒนาในครั้งนี้จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทำ PCB มากกว่าครึ่ง

2.6 ทำการเขียนแบบส่วนควบคุมหลักโดยใช้โปรแกรม Protel 99

2.7 ทำการออกแบบส่วนตรวจจับหรือเซนเซอร์ ในการออกแบบเซนเซอร์นั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเซนเซอร์ 3 ประเภท ดังนี้

2.7.1 เซนเซอร์สัมผัส ออกแบบโดยใช้ไมโครสวิตช์ โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อมีการสัมผัสหรือการชนสวิตช์จะทำงานและส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมให้ทราบ

2.7.2 เซนเซอร์แสง ออกแบบโดยใช้ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง หรือ LDR โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อแสงมาตกกระทบที่ LDR มากจะทำให้ LDR มีความต้านทานน้อย

แต่ถ้ามีแสงมีตกกระทบที่ LDR น้อยจะทำให้ LDR มีความต้านทานมาก ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะทำให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ส่งไปยังส่วนควบคุมเปลี่ยนแปลงไปด้วย เป็นผลให้ส่วนควบคุมทราบถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

2.7.3 เซนเซอร์การสะท้อน ออกแบบโดยใช้เซนเซอร์สะท้อนแสงสำเร็จรูปซึ่งภายในประกอบไปด้วยหลอดกำเนิดแสงอินฟราเรด และโฟโตทรานซิสเตอร์ วางเรียงกัน โดยหลักการทำงาน คือ เมื่อแสงอินฟราเรดจากหลอดกำเนิดถูกส่งออกไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เหมือน LDR แต่มีความไวกว่า ส่งผลทำให้ส่วนควบคุมทราบถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

2.8 ทำการเขียนแบบเซนเซอร์ทั้ง 3 แบบ ด้วยโปรแกรม Protel 99

2.9 ทำการออกแบบส่วนขับเคลื่อน ในการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้

ชุดเฟืองคู่และล้อของ ทามิยา (Tamiya)

2.10 ทำการออกแบบโครงสร้าง ในการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์นั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยใช้ส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนของแผ่นฐาน ชั้นส่วนต่อเติม และ น็อต-สกรู มาประกอบเป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์ด้วยนำแผ่นฐาน และชั้นส่วนต่อเติม มาต่อเข้าด้วยกันโดยจะมีน็อต-สกรู เป็นตัวยึด

2.10.1 ส่วนของแผ่นฐาน ออกแบบโดยใช้แผ่นพลาสติกขนาด 6 x 12 เซนติเมตร มาเจาะรูวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยแต่ละรูห่างกัน 1 เซนติเมตร จนทั่วแผ่นพลาสติก เพื่อความสะดวกในการนำส่วนประกอบของหุ่นยนต์มาประกอบเข้าด้วยกัน

2.10.2 ชั้นส่วนต่อเติม ออกแบบโดยใช้ชั้นต่อพลาสติกที่มีขนาด 1 x 3 เซนติเมตร ปลายสองข้างมีรูวงกลมขนาด 3 มิลลิเมตร ลักษณะของชั้นพลาสติกจะทำมุมต่างกัน 3 มุม คือ 45, 135 และ 180 องศา รวมถึงมีสีสันทันต่างๆ จึงเหมาะต่อการนำไปสร้างสรรค์เป็นรูปแบบต่างๆ ได้ง่าย

2.10.3 น็อต-สกรู ออกแบบโดยใช้น็อตและสกรู ขนาด 3 มิลลิเมตร ที่มีความยาว 6 , 10 , 15 และ 25 มิลลิเมตร

2.11 ทำการออกแบบส่วนจ่ายพลังงาน ในการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้เลือกใช้ ถ่านไฟฉายขนาด AA จำนวน 4 ก้อน เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งาน

3. วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

3.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

3.1.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877-20	จำนวน 1 ตัว
3.1.2 ไอซีทีทีแอล SN74HC04N	จำนวน 1 ตัว
3.1.3 ไอซีขับมอเตอร์ H-Bridge Driver L293D	จำนวน 2 ตัว
3.1.4 ไอซีหน่วยความจำ EEPROM 24LC256-I/P	จำนวน 1 ตัว
3.1.5 เรกูเลเตอร์ LM7805CT	จำนวน 1 ตัว
3.1.6 คอนเน็คเตอร์ แบบ DB9	จำนวน 1 ตัว

3.1.7	แจ็คไฟฟ้า ขนาด 2.1 มม.	จำนวน 1 ตัว
3.1.8	เฮดเดอร์ตัวเมีย ขนาด 1X4 ขา	จำนวน 9 ตัว
3.1.9	เฮดเดอร์ตัวเมีย ขนาด 2X2 ขา	จำนวน 2 ตัว
3.1.10	เฮดเดอร์ตัวผู้ ขนาด 40 ขา	จำนวน 1 ตัว
3.1.11	ตัวเก็บประจุแบบอิเล็กโทรไลต์ 100 uF 25 V	จำนวน 1 ตัว
3.1.12	ตัวเก็บประจุแบบเซรามิกส์ 0.1 uF 50 VDC	จำนวน 5 ตัว
3.1.13	สวิตช์กดติดปล่อยดับ ขนาด 7.3 mm	จำนวน 1 ตัว
3.1.14	สวิตช์เลื่อน 0.5 A 50 VDC	จำนวน 1 ตัว
3.1.15	ไดโอดเปล่งแสงสีแดง ขนาด 3.3 mm	จำนวน 2 หลอด
3.1.16	ไดโอดเปล่งแสงสีเขียว ขนาด 3.3 mm	จำนวน 2 หลอด
3.1.17	ตัวต้านทานแบบต่อเนื่อง 9 ขา 33 Kohm	จำนวน 1 ตัว
3.1.18	ตัวต้านทาน ขนาด 1/4 w 1 Kohm 5 %	จำนวน 4 ตัว
3.1.19	ตัวต้านทาน ขนาด 1/4 w 3.3 Kohm 5 %	จำนวน 5 ตัว
3.1.20	ลำโพง PIEZO	จำนวน 1 ตัว
3.1.21	Crystal 20 MHz HC-49/S	จำนวน 1 ตัว
3.1.22	ไดโอด 400 V 1 A 1N4004	จำนวน 1 ตัว
3.1.23	ลังถ่านขนาด AA 4 ก้อน	จำนวน 1 อัน
3.1.24	ไมโครสวิตช์	จำนวน 2 ตัว
3.1.25	ตัวต้านทานแปรค่าตามแสง LDR	จำนวน 2 ตัว
3.1.26	เซนเซอร์สะท้อนแสง	จำนวน 2 ตัว
3.2	วัสดุอุปกรณ์ทั่วไป	
3.2.1	แผ่นพลาสติก ขนาด 6 x 12 cm	จำนวน 1 แผ่น
3.2.2	ตะกั่วสำหรับบัดกรี	จำนวน 1 ม้วน
3.2.3	ยางสนทำความสะอาดหัวแร่	จำนวน 1 ตลับ
3.2.4	สายไฟ เบอร์ 26 แบบ 3 เส้น 15 cm	จำนวน 6 เส้น
3.2.5	ล้ออิสระขนาดเล็ก	จำนวน 1 ล้อ
3.2.6	ชุดเฟืองคู่ ของทามิยา	จำนวน 1 ชุด
3.2.7	ล้อออฟโรส ของทามิยา	จำนวน 1 ชุด
3.2.8	เสารองพลาสติก ขนาด 15 mm	จำนวน 5 ตัว
3.2.9	เสารองพลาสติก ขนาด 5 mm	จำนวน 5 ตัว
3.2.10	เสารองเหล็ก ขนาด 20 mm	จำนวน 4 ตัว
3.2.11	สกรู 3 x 6mm	จำนวน 5 ตัว
3.2.12	สกรู 3 x 10mm	จำนวน 30 ตัว
3.2.13	สกรู 3 x 15mm	จำนวน 5 ตัว

3.2.14	สกรู 3 x25mm	จำนวน 4 ตัว
3.2.15	น็อต 3 mm	จำนวน 45 ตัว
3.2.16	สายอนุกรม	จำนวน 1 เส้น
3.2.17	ถ่านขนาด AA	จำนวน 4 ก้อน
3.2.18	ท่อหัดสีดำ 2 mm	จำนวน 1 เส้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้

3.3.1	หัวแร้ง ขนาด 40 วัตต์	จำนวน 1 อัน
3.3.2	สว่านแท่นเจาะ	จำนวน 1 อัน
3.3.3	บรรทัดเหล็ก 1 ฟุต	จำนวน 1 อัน
3.3.4	ไขควง	จำนวน 1 อัน
3.3.5	คีมปากจิ้งจกขนาดเล็ก	จำนวน 1 อัน
3.3.6	คีมปอกสายไฟ	จำนวน 1 อัน
3.3.7	เลื่อยฉลุขนาดเล็ก	จำนวน 1 อัน
3.3.8	เครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC	จำนวน 1 เครื่อง

3.4 โปรแกรมที่ใช้

3.4.1	โปรแกรม EPICWin 2.45 Beta
3.4.1	BootLoader 1.0
3.4.2	ตัวแปลภาษาโลโก้ (Logo Interpreter) Firmware GOGO2.3 MS2
3.4.3	โปรแกรม FirmwareDownloader 0.92
3.4.4	โปรแกรม Jackal 0.91

4 การสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

4.1 หาวัสดุอุปกรณ์ตามรายการที่ได้ออกแบบไว้ให้ครบ

4.2 นำแบบของบอร์ดควบคุม และแบบของเซนเซอร์ทั้ง 3 แบบ ที่เขียนขึ้นด้วยโปรแกรม Protel 99 ส่งให้ร้านเพื่อทำแผ่น PCB ใช้เวลาประมาณ 4 วัน

4.3 การสร้างบอร์ดควบคุม ในการสร้างบอร์ดควบคุมหลักมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 นำไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877-20 ไปโปรแกรม Bootloader ที่พัฒนาขึ้นโดย Sipitakiat A; Blikstein P; and Cavallo D. (2002 : 1-15) ด้วยโปรแกรม EPICWin Version 2.45 beta ซึ่งเป็นโปรแกรมบันทึกข้อมูลลงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัท MicroEngineering Labs, Inc. โดยเครื่องโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

4.3.2 นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประกอบลงในแผ่น PCB ของบอร์ดควบคุมตามแบบที่ได้กำหนดไว้ แล้วทำการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ยึดติดกับแผ่น PCB อย่างมั่นคง

4.3.3 เมื่อประกอบบอร์ดควบคุมเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำยาทำความสะอาด PCB ทำความสะอาด แล้วใช้คีมตัดขนาดเล็กตัดขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่เกินจาก PCB ออกมามากเพื่อความเรียบร้อย แล้วนำล้างถ่าน AA 4 ก้อน มาติดเข้ากับบอร์ดควบคุมด้วย เทปกาวสองหน้า

4.3.4 ดาวโหลดตัวแปลภาษาโลโก้ (Logo Interpreter) หรือ Firmware GOGO2.3 MS2 ด้วยโปรแกรม FirmwareDownloader 0.92 เมื่อเสร็จสิ้นการดาวน์โหลดแล้วก็จะได้บอร์ดควบคุมที่สมบูรณ์ ทั้งนี้ Firmware GOGO2.3 MS2 และโปรแกรม FirmwareDownloader 0.92 ถูกพัฒนาขึ้นโดย Sipitakiat A; Blikstein P; and Cavallo D. (2002 : 1-15)

4.4 การสร้างเซนเซอร์ทั้ง 3 แบบ มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประกอบลงในแผ่น PCB ของเซนเซอร์ทั้ง 3 แบบ ตามแบบที่ได้กำหนดไว้ แล้วทำการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ยึดกับกับแผ่น PCB อย่างมั่นคง

4.4.2 นำ PCB ของเซนเซอร์ มาบัดกรีเข้ากับปลายข้างหนึ่งของสายไฟแบบ 3 เส้น และอีกด้านหนึ่งบัดกรีเข้ากับเฮดเดอร์ตัวผู้ แบบ 4 ขา

4.4.3 เมื่อประกอบเซนเซอร์เสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำยาทำความสะอาด PCB ทำความสะอาด แล้วใช้คีมตัดขนาดเล็กตัดขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่เกินจาก PCB ออกมามากเพื่อความเรียบร้อย

4.5 การสร้างโครงสร้างของหุ่นยนต์ มีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 สร้างแผ่นฐานของหุ่นยนต์ โดยการนำแผ่นพลาสติกขนาด 6 x 16 เซนติเมตร มาเจาะรูกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยแต่ละรูห่างกัน 1 เซนติเมตร จนทั่วแผ่นพลาสติก ตามแบบที่กำหนดไว้ด้วยสว่านแท่น

4.5.2 ชิ้นส่วนต่อเติม และน็อต-สกรู สามารถซื้อไปทั่วไป

4.6 การสร้างส่วนขับเคลื่อน โดยการนำชุดเฟืองคู่ของทามิยามาประกอบเป็นชุดเฟืองคู่ที่สมบูรณ์

4.7 เมื่อสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์เสร็จแล้วก็จะได้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่พร้อมทดสอบ

5. การทดสอบและการปรับปรุงชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ตามวัตถุประสงค์ในการสร้าง โดยจะทำการทดสอบทั้งแบบแยกส่วนและแบบนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์ พร้อมทั้งทำการปรับปรุงในส่วนที่ยังทดสอบไม่ผ่านเพื่อให้ได้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ส่วนที่ 3 การตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร

ส่วนนี้เป็นการนำโครงร่างหลักสูตรที่ได้พัฒนามาตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการประเมิน เป็นการนำโครงร่างหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมิน ซึ่งเป็นการประเมิน 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 การประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร เป็นการประเมินว่า ส่วนประกอบต่างๆ ของหลักสูตรที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในสภาพการณ์ที่เป็นจริงเพียงใด ส่วนประกอบที่จะทำการประเมินคือ สภาพปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร รูปแบบการเรียนการสอน สื่อ ประกอบการเรียนการสอน และการประเมินผลหลักสูตร

1.2 การประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร เป็นการประเมินว่า ส่วนประกอบต่างๆ ของหลักสูตรที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกันเพียงใด ส่วนประกอบที่จะทำการประเมินคือสภาพปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหา สาระของหลักสูตร รูปแบบการเรียนการสอน สื่อประกอบการเรียนการสอน และการประเมินผล หลักสูตร

2. ผู้ประเมินโครงร่างหลักสูตร

ผู้ที่ทำหน้าที่ประเมินโครงร่างหลักสูตรในครั้งนี้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการ พัฒนาหลักสูตร ด้านการสอนการสร้างหุ่นยนต์ ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และด้านวัดผลประเมินผล ทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน เป็นแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร มีลักษณะเป็นแบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด ส่วนของการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ คือ สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่ สอดคล้อง และส่วนของข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โดยส่วนประกอบที่จะทำการประเมินคือ สภาพ ปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาสาระของหลักสูตร รูปแบบการเรียนการสอน สื่อประกอบการเรียนการสอน และการประเมินผลหลักสูตร

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบประเมินโครงร่างหลักสูตรที่ได้พร้อมกับโครงร่างหลักสูตร ไปให้ ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง โดยผู้วิจัยดำเนินการ ประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญด้วยตนเอง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร ข้อมูลความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลความสอดคล้องของโครงร่างของหลักสูตร ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ในรูปของดัชนีความสอดคล้อง ส่วนข้อเสนอแนะจะนำเสนอเป็นรายชื่อ

5.1 การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 117) จะถือว่าหลักสูตรมีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

5.2 การประเมินความสอดคล้อง โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน นำมาแปลงเป็นคะแนนได้ดังนี้

สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น 1

ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of consistency) ใช้สูตร (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2527 : 95)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 117)

ส่วนที่ 4 ปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

การปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้จะพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการประเมิน
โครงสร้างหลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญนำมาเป็นหลักเกณฑ์ในการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตร ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมและค่าดัชนีความสอดคล้อง ถ้าหากมีค่าเท่ากับ
หรือมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะถือว่าใช้ได้ ผู้วิจัยกำหนดลงในหลักสูตร แต่หากพบว่าข้อใดมีค่า
ความเหมาะสม และค่าดัชนีความสอดคล้อง ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจะนำข้อเสนอของ
ผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงหลักสูตรต่อไป
2. ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนอกเหนือจากข้อคำถาม เมื่อผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3
ท่านขึ้นไป มีความเห็นสอดคล้องกัน ผู้วิจัยพิจารณาเพิ่มเติมไว้ในหลักสูตร โดยคำนึงถึงพื้นฐาน
ของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

การดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นการนำหลักสูตรที่ได้รับการประเมินและปรับปรุงโครงสร้าง
หลักสูตรแล้วนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ด้วยการนำไปปฏิบัติจริงกับกลุ่ม
ตัวอย่าง แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษานำร่อง และการทดลองใช้หลักสูตร
ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 การศึกษานำร่อง มีรายละเอียดการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของการนำหลักสูตรไปทดลองศึกษานำร่อง เพื่อตรวจสอบความ
เป็นไปได้ในการใช้หลักสูตรในสถานการณ์จริงก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนปัญหาและ
อุปสรรคระหว่างการใช้หลักสูตร รวมถึงเพื่อประโยชน์ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบต่างๆ ที่
ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อหาศึกษาผลการทดลองใช้หลักสูตร
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานำร่อง เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจจะ
เรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive
Sampling)
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองใช้หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ แบบวัดผลการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหา แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ด้านทักษะปฏิบัติ แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ และแบบประเมิน

ความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร (รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือการวิจัยอธิบายไว้ใน ส่วนที่ 2 หน้า 74-80)

4. การดำเนินการทดลอง

4.1 เก็บข้อมูลก่อนทดลองใช้หลักสูตร โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนเรียน

4.2 ดำเนินการสอนโดยใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง

4.3 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดเวลา ทำการเก็บข้อมูลหลังทดลองโดยการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียน และแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

4.4 ตรวจสอบผลการทดสอบก่อนและหลังเรียน และผลจากแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

5. การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาจากแบบประเมินหลักสูตรระหว่างการทดลองใช้ของนักเรียน ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จ SPSS for windows เพื่อหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปแปลความหมายและเทียบกับเกณฑ์ คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ถือว่ามีความเหมาะสมมาก

6. การปรับปรุงหลักสูตร นำข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตร มาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรในส่วนที่ยังบกพร่อง

ส่วนที่ 2 การทดลองใช้หลักสูตร

เป็นการดำเนินการทดลองใช้หลักสูตร การดำเนินการจะเป็นการนำหลักสูตรที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายในการกำหนดหลักสูตรไปใช้จริง โดยการใช้กระบวนการวิจัยเชิงทดลอง และนำข้อมูลจากการทดลองใช้หลักสูตรดังกล่าวไปใช้ในการประเมินผลหลักสูตรด้วย การดำเนินการใช้ขั้นตอนนี้มีดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการทดลองใช้หลักสูตร

1.1 เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านกระบวนการเรียนรู้ ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ที่นักเรียนได้รับการพัฒนาจากการเรียนตามหลักสูตรนี้

1.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้เรียนตามหลักสูตรเกี่ยวกับความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

1.3 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและอุปสรรคในการทดลองใช้หลักสูตร ทั้งหลักสูตรการใช้หลักสูตร และสภาพปัญหาอื่นๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการนำหลักสูตรไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยการทดลองใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design (Cambel & Stanley. 1963 : 13-14) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	แทน	การสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม
E	แทน	กลุ่มทดลอง
O ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
O ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน	การเรียนการสอนโดยใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 1-3 (ช่วงชั้นที่ 3) โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อำเภอมือเมือง จังหวัดสกลนคร ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน ระหว่างวันที่ 8 - 14 พฤษภาคม 2549

4. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4.1 หลักสูตรและเอกสารประกอบหลักสูตร

4.1.1 หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.1.2 คู่มือครู และคู่มือผู้เรียน

4.1.3 ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ และสื่อประกอบการเรียนอื่นๆ

4.2 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบไปด้วย แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหา แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ และแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ ดังนี้

4.2.1 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ

- 1) ศึกษาเอกสารงานวิจัย และจุดประสงค์ของหลักสูตรแล้วนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นแบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ โดยครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ และด้านความเข้าใจ
- 2) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก
- 3) ประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ โดยนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ รวมถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน แล้วหาค่าความเหมาะสม และค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 4) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจไปทดสอบกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เคยเรียนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์มาในการศึกษานำร่อง จำนวน 30 คน แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อ คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือ เว้นไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ได้ 0 คะแนน
- 5) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของจุงเตห์ฟาน (Fan. 1952 : 6-32) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) ระหว่าง .20-.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (Ferguson. 1976 : 428) โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.33 - 0.67 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 1.00
- 6) นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้แล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) เท่ากับ 0.923

4.2.2 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหา

- 1) ศึกษาเอกสารงานวิจัย และจุดประสงค์ของหลักสูตรแล้วนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นแบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหา โดยครอบคลุมวิธีการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของเวียร์ (Weir. 1974 : 18) คือ ขั้นการเสนอปัญหา ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์
- 2) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน โดยแต่ละสถานการณ์มีคำถาม

แบบปลายเปิดให้ตอบเหมือนกัน 4 คำถาม ตามวิธีการแก้ปัญหาของเวียร์ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคส์ 4 ระดับ

3) ประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหา โดยนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของสถานการณ์ ข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ รวมถึงความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน แล้วหาค่าความเหมาะสม และค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.50 และค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เคยเรียนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ในการศึกษานำร่อง จำนวน 30 คน แล้วทำการแบ่งกลุ่มที่ได้คะแนนสูงออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ

5) หาค่าความยากเป็นรายสถานการณ์ ตามวิธีของ ดี อา วิทนี และดี แอล ซาเบอร์ (D.R Whitney & D.L Sabers) (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 199-201) เพื่อคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากระหว่าง 0.2-0.8 ไว้ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{\min})}{N_T(X_{\max} - X_{\min})}$$

P แทน ค่าความยาก

S_H แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

N_T แทน จำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อนั้นๆ)

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อนั้นๆ)

6) หาอำนาจจำแนกของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านการคิดแก้ปัญหาเป็นรายสถานการณ์ โดยใช้วิธีทดสอบค่าที (t-test) เพื่อคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (นัยสำคัญที่ระดับ .05) โดยใช้สูตร (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 187)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

t แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

$\bar{X}_H$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มสูง

S_L^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

7) คัดเลือกข้อสอบไว้จำนวน 4 ข้อ โดยมีค่าความยากระหว่าง 0.49 – 0.57 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.49 – 0.61 แล้วนำคะแนนของข้อสอบทั้ง 4 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability of Test) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt) ตามสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 133) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ เท่ากับ 0.878

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_B}$$

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

MS_B แทน คะแนนความแปรปรวนของผู้ตอบ

MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

8) นำคะแนนของแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ 4 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Reliability of Raters) ตามวิธีของ ราชนีย์ บุญธิมา (2543 : 37-40) ได้ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน เท่ากับ 0.989

$$R = \frac{n\bar{r}}{1 + (n-1)\bar{r}}$$

R แทน ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน

n แทน จำนวนผู้ให้คะแนน

$\bar{r}$ แทน ค่าสหสัมพันธ์เฉลี่ยระหว่างผู้ให้คะแนนทั้งหมด

4.2.3 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัย และจุดประสงค์ของหลักสูตรแล้วนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ ที่ครอบคลุมทักษะปฏิบัติ 3 ด้าน ดังนี้คือ การวางแผนการปฏิบัติ การปฏิบัติ (เทคนิคในการปฏิบัติ ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ ความสะอาดและความเป็นระเบียบ) และการนำเสนอผลงาน

2) สร้างแบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติเป็นแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการทำงาน และผลงานหรือชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละพฤติกรรมแบบรูปรีคส์ 4 ระดับ โดยสามารถอธิบายคุณภาพของรูปรีคส์แต่ละระดับพอสรุปได้ดังนี้ (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2545 : 137-152)

คะแนน 4 หมายถึง สามารถปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน
แต่ละพฤติกรรมได้อย่างครบถ้วน

คะแนน 3 หมายถึง สามารถปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน
แต่ละพฤติกรรมได้เป็นส่วนมาก

คะแนน 2 หมายถึง สามารถปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน
แต่ละพฤติกรรมได้เป็นส่วนน้อย

คะแนน 1 หมายถึง ไม่สามารถปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ใน
แต่ละพฤติกรรมได้เลย

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิด
ของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533 : 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.00 หมายถึง มีทักษะปฏิบัติระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีทักษะปฏิบัติระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีทักษะปฏิบัติระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีทักษะปฏิบัติระดับน้อยที่สุด

3) ประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบวัดผลการ
เรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ โดยนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3
ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของข้อคำถามและ
ภาษาที่ใช้ รวมถึงความสอดคล้องกับทักษะที่ต้องการประเมิน แล้วหาค่าความเหมาะสม และค่า
ดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.50 และค่าดัชนีความสอดคล้อง
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ
ผู้เชี่ยวชาญ

4) หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ โดย
นำแบบวัดผลไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เคยเรียนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ใน
การศึกษานำร่อง จำนวน 30 คน ทำการแบ่งกลุ่มที่ได้คะแนนสูงออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง
และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยการ
วิเคราะห์ค่าจำแนก t-test พบว่า ประเด็นประเมินในแบบวัดผลมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 4.581 –
11.397

5) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติมาหาค่าความเชื่อมั่นของ
แบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟา (α Coefficient)
ของครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543 : 125-126) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผล
การเรียนรู้ เท่ากับ 0.972

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

6) นำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติมาหาค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Reliability of Raters) ตามวิธีของ ราชนีย์ บุญธิมา (2543 : 37-40) ได้ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน เท่ากับ 0.968

4.2.4 แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ

1) ศึกษาเอกสารงานวิจัย และจุดประสงค์ของหลักสูตรแล้วนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างเป็นแบบประเมินผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ ที่ครอบคลุมคุณลักษณะ 2 ด้าน คือ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) สร้างแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

3) ประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ โดยนำแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของข้อความคำถามและภาษาที่ใช้ รวมถึงความสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน แล้วหาค่าความเหมาะสม และค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.50 และค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4) หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ โดยนำแบบวัดผลไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เคยเรียนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ในการศึกษานำร่อง จำนวน 30 คน ทำการแบ่งกลุ่มที่ได้คะแนนสูงออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ แล้วหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อโดยการวิเคราะห์ค่าจำแนก t-test คัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (นัยสำคัญที่ระดับ .05) พบว่า ประเด็นการประเมินในแบบวัดผลมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2.160 – 4.277

5) นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) เท่ากับ 0.7390

4.3 แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร เป็นแบบประเมินสำหรับผู้เข้าร่วมกิจกรรมตามหลักสูตรประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร ที่ครอบคลุมองค์ประกอบของการใช้หลักสูตร และปัญหาอุปสรรคในการใช้หลักสูตร โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร โดยนำแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของข้อความถามและภาษาที่ใช้ รวมถึงความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการประเมิน แล้วหาค่าความเหมาะสม และค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าความเหมาะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 3.50 และค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จะถือว่าใช้ได้ ถ้าไม่ผ่านก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 ทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย เพื่อขอความช่วยเหลือและความสะดวกในการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนที่มีนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง

5.2 ติดต่อผู้จัดการ/ครูใหญ่โรงเรียน หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ เพื่อขออนุญาตจัดกิจกรรมตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

5.3 ประชุมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรให้แก่ครูผู้ช่วยสอนจำนวน 2 คน

5.4 เก็บข้อมูลก่อนทดลองใช้หลักสูตร โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนเรียน

5.5 ดำเนินการสอนโดยใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง

5.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดเวลา ทำการเก็บข้อมูลหลังทดลองโดยการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียน และแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

5.7 ตรวจสอบผลการทดสอบก่อนและหลังเรียน และผลจากแบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้หลักสูตรมาวิเคราะห์ ดังนี้

6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Hotelling's T^2 และการหาช่วงความเชื่อมั่น (Simultaneous Confidence Intervals) ตามวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni) (ผจงจิต อินสุวรรณ. 2545 : 94-103)

6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการคิดแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ กับ เกณฑ์ที่กำหนด โดยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-sample t test)

6.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการประเมินความเหมาะสมในการใช้ หลักสูตรของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-sample t test)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร

การดำเนินการในขั้นตอนการประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตรหลังจากนำหลักสูตรไปทดลองใช้ มีวิธีการดังนี้

1. การประเมินผลหลักสูตร ในการประเมินผลหลักสูตรผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ประสิทธิภาพของหลักสูตรดังนี้

1.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ สูงกว่าร้อยละ 80 ด้านการแก้ปัญหา อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) ด้านทักษะปฏิบัติ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) และด้านเจตคติ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50)

1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียน อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50)

2. การปรับปรุงหลักสูตร หลังจากนำหลักสูตรไปทดลองใช้และได้ทำการประเมิน ประสิทธิภาพของหลักสูตรแล้ว ผู้วิจัยนำผลที่ได้ดังกล่าวมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขรายละเอียด ต่างๆ ของหลักสูตร ให้ได้หลักสูตรที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนการสร้าง ทุนยนต์กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยนำเสนอตามขั้นตอนของการพัฒนาหลักสูตรทั้ง 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน
2. การสร้างหลักสูตร
3. การทดลองใช้หลักสูตร
4. การประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

ผลการดำเนินการศึกษาในขั้นตอนนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ 2. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 3. ผลการศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1.1 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ การศึกษาแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตร พบว่า ปัจจุบันหุ่นยนต์ได้เข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งในงานอุตสาหกรรมและการเกษตร รวมถึงยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเพิ่มขึ้นทุกวัน ดังนั้นเราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถควบคุมและประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์นั้นนอกจากจะได้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการแก้ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และการมีเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากกิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทดลอง ปฏิบัติ และสร้างงานตามแนวคิดของผู้เรียนเอง ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ซึ่งสอดคล้องกับที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 23 มาตรา 24 และมาตรา 66 ซึ่งสามารถสรุปเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ว่า “การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็น ทำเป็น

แก้ปัญหาเป็น และสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต” สำหรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรโดยทั่วไปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตร การสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร การปรับปรุงและการประเมินหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตรประกอบไปด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อประกอบการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลหลักสูตร

1.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตร การสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3

1.2.1 กิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมที่สังคมกำลังต้องการเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบที่น่าสนใจและท้าทาย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับชีวิต เกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะในการใช้เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของสังคมที่ต้องการนักเรียนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะ “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” นอกจากนั้นแล้วการที่ให้นักเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์และสื่อดิจิทัลนั้นยังเป็นการเตรียมนักเรียนสำหรับโลกยุคใหม่ที่เป็นโลกแห่งดิจิทัลที่นักเรียนจะต้องดำรงชีวิตอยู่ในอนาคตอีกด้วย

1.2.2 เนื้อหาที่ใช้ในกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ควรเริ่มจากการทำความเข้าใจกับหุ่นยนต์ ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ เช่น เซอร์ มอเตอร์ กลไกการเคลื่อนที่ต่างๆ และคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ จากนั้นควรกำหนดภาระงาน สถานการณ์ หรือปัญหา ซึ่งควรมีความท้าทาย ครอบคลุมเนื้อหา และเอื้อต่อการใช้ความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการใช้กระบวนการกลุ่ม ทั้งนี้ควรกำหนดให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.2.3 รูปแบบของกิจกรรมที่ใช้ในกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ควรมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ สำรวจ ทำความคุ้นเคย ฝึกหัด และทดลองกับประสบการณ์ใหม่ๆ ด้วยการปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเอง จากนั้นควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับมาใช้ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด ความรู้ความเข้าใจ และทักษะด้านต่างๆ ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหานั้น

จากนั้นควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดหรืออธิบายถึงกระบวนการคิด กระบวนการทำงาน และ ผลงานของตนเอง ปัญหาและอุปสรรคที่พบ ขณะเดียวกันก็เป็นโอกาสให้ผู้เรียนคนอื่นได้แสดง ความคิดเห็นและช่วยกันให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน

1.2.4 สื่อที่ใช้ประกอบกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ควรเป็นเครื่องมือที่ใช้ สำหรับแสดงความคิดของผู้เรียน สามารถสร้างหรือออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลาย ตามความต้องการ ง่ายต่อการใช้งาน และการบำรุงรักษา นอกจากนั้นอุปกรณ์และ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เช่น LEGO-Logo

1.2.5 การวัดผลและประเมินผลในกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ควรมีการ วัดผลและประเมินผลครอบคลุมทุกด้านทั้งด้านความรู้ ด้านกระบวนการ ด้านทักษะ และด้าน เจตคติ นอกจากนั้นการวัดและประเมินผลควรมีลักษณะที่หลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง การประเมินจากผลงาน การสอบข้อเขียน การสังเกตการปฏิบัติงาน และการใช้แบบทดสอบทาง จิตวิทยา

1.2.6 ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ส่วนใหญ่จะเป็น เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่มีความต่อเนื่อง จึงมีผลต่อความต่อเนื่องในการสร้างงานของผู้เรียน รวมถึงอุปกรณ์หรือสื่อที่ใช้เรียนรู้ในกิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์มีราคาสูง

1.3 ผลการศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้าง หุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1.3.1 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ส่วนมากจะมุ่งเน้นให้ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการสร้างและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของ หุ่นยนต์ มีทักษะในการสร้างหุ่นยนต์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำงานเป็นกลุ่ม

1.3.2 เนื้อหาสาระของกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ส่วนมากจะ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ องค์ประกอบของหุ่นยนต์ การ แนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม โปรแกรมสำหรับเขียนคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์ รูปแบบการเขียน คำสั่งควบคุมหุ่นยนต์ และกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ

1.3.3 รูปแบบของกิจกรรมและวิธีสอนของครู ส่วนมากจะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด โดยรวมแล้วจะเริ่มตั้งแต่การ ให้ความรู้พื้นฐานหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและข้อตกลงในการทำกิจกรรม ต่อจากนั้น เป็นการให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติ สร้างงาน สร้างหุ่นยนต์ เล่นเกม หรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้ ฝึกการแก้ปัญหา จากนั้นเป็นการให้ผู้เรียนได้พูดถึงผลงานของตนเอง ข้อดี-ข้อควรปรับปรุง รวมถึงความมุ่งมั่นในการสร้างงานต่อไป สำหรับบรรยากาศในการเรียนรู้จะมีความเป็นกันเอง

1.3.4 ความสนใจและความต้องการเรียนรู้ตามกิจกรรมของนักเรียน ส่วนมากแล้วนักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิดจะมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีความสนใจในการเรียนรู้ ในการคิด ในการสร้างและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ของตนเองตลอดเวลา รวมถึงมีความสนใจที่จะแสวงหาความรู้เมื่อเกิดปัญหาทั้งจากการอธิบายของครู จากเอกสาร และจากการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับนักเรียนคนอื่นๆ และเมื่อสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมและความต้องการเรียนรู้ในกิจกรรม นักเรียนส่วนมากให้ความเห็นว่าชอบ และต้องการที่จะเรียนรู้กิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เรียนแล้วสนุก ไม่รู้สึกเบื่อ ได้ความรู้ และได้สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และน่าสนใจ พร้อมทั้งมีเกมที่ทำทายและผจญภัยให้แข่งกันอย่างสนุกสนานอีกด้วย

1.3.5 สื่อการเรียนการสอน ส่วนมากจะใช้ชุดสื่อ เลโก มายสตรอม (Lego MindStorms) ของบริษัท เลโก (LEGO) โดยชุดสื่อดังกล่าวก็จะรวมเอกสารประกอบการเรียนรู้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ ไว้ในชุดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

1.3.6 การวัดผลและประเมินผล ส่วนมากจะประเมินจากพฤติกรรม การทำกิจกรรมในชั้นเรียน ผลงาน การนำเสนอผลงาน หรือถ้าต้องการประเมินความรู้ก็จะใช้วิธีทดสอบด้วยแบบทดสอบ หรือการพูดคุย

1.3.7 สถานที่ในการจัดกิจกรรม ส่วนมากจะจัดกิจกรรมในห้องที่จัดไว้โดยเฉพาะ หรือในห้องที่ใช้จัดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมาก โดยภายในห้องจะแบ่งส่วนหนึ่งไว้เป็นสนามสำหรับทดสอบหุ่นยนต์ หรือแข่งขันหุ่นยนต์

1.3.8 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรม ส่วนมากจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับสื่อ และอุปกรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอต่อการใช้ในการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากสื่อและอุปกรณ์ในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์มีราคาค่อนข้างสูง นอกจากนั้นในบางโรงเรียนที่จัดกิจกรรมนี้โดยใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน จะพบปัญหาความไม่ต่อเนื่องในการเรียนรู้และการสร้างงาน เนื่องจากโดยปกติห้องคอมพิวเตอร์จะมีตารางการใช้ห้องที่แออัดอยู่แล้ว การแทรกกิจกรรมที่ต้องการความต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องลำบากสำหรับทั้งผู้เรียนและผู้สอน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

ผู้วิจัยนำข้อมูลพื้นฐานที่เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาพิจารณากำหนดแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร และกำหนดองค์ประกอบของหลักสูตร คือ สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร แล้วนำร่างที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาหลักสูตร ด้านการสอนหุ่นยนต์ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการสอนเทคโนโลยี และด้านวัดผลและประเมินผล ตรวจสอบความ

เหมาะสมของหลักสูตร และความสอดคล้องของแต่ละองค์ประกอบของหลักสูตร จากนั้นจึงปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสม ซึ่งผลการสร้างหลักสูตรแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ผลการสร้างโครงสร้างหลักสูตร ผลการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ผลการตรวจสอบโครงสร้างหลักสูตร และผลการปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

2.1 ผลการสร้างโครงสร้างหลักสูตร โครงสร้างหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 สภาพปัญหาและความจำเป็น

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนแล้วแต่เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสิ้น สำหรับหุ่นยนต์ก็เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกำลังเป็นที่กล่าวถึงเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากหุ่นยนต์มีคุณสมบัติทำงานได้อย่างอัตโนมัติและมีความแม่นยำสูง จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมและการเกษตร ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต การอำนวยความสะดวกสบาย ความปลอดภัย งานที่ต้องการความแม่นยำ อดทน และรวดเร็ว ในปัจจุบันหุ่นยนต์ไม่เพียงเข้ามาในแวดวงอุตสาหกรรมและการเกษตรเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ที่เป็นขวัญใจเด็กๆ อย่างอาซิโม หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง หุ่นยนต์นักกีฬา หุ่นยนต์ควบคุมการจราจร หุ่นยนต์ดับเพลิง หุ่นยนต์กู้ระเบิด หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย หุ่นยนต์ตัดหญ้า หุ่นยนต์เติมน้ำมัน หุ่นยนต์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำรวจอวกาศ และหุ่นยนต์ประเภทอื่นๆ อีกมากมายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ดังนั้นเราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถควบคุมและใช้งานหุ่นยนต์เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กำลังได้รับความสนใจทั้งจากครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้น และยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ทักษะในการลงมือปฏิบัติ กระบวนการกลุ่ม ความคิดสร้างสรรค์ และให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินขณะเรียนรู้ ในต่างประเทศได้มีการศึกษาด้วยการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ไปใช้สอนกับเด็กอายุ 10-13 ปี พบว่า นักเรียนเข้าใจการทำงานของเกียร์ขนาดต่างๆ และผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เข้าใจวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างเซนเซอร์ มอเตอร์ และกล่องใส่คำสั่ง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น คิดเปรียบเทียบว่าหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นเป็นสัตว์เลี้ยงของตนมากกว่า

ที่จะเป็นหุ่นยนต์ธรรมดา และเล่นกับสัตว์เลี้ยงตัวใหม่ของพวกเขาอย่างสนุกสนาน นอกจากกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์จะเป็นกิจกรรมที่ดีสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนแล้ว ในขณะที่นักเรียนออกแบบสร้างหุ่นยนต์นั้นยังจะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญบางเรื่องในวิชา

วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว มีกรณีตัวอย่างหนึ่งที่นักเรียนได้สร้างรถด้วยชุดอุปกรณ์การสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาแล้วปล่อยให้วิ่งลงเนินที่สร้างขึ้นไว้ในห้องเรียน แล้วเกิดความคิดขึ้นมาว่าทำอย่างไรรถของตนเองจะวิ่งห่างออกไปจากเนินได้ไกลที่สุด หลังจากนั้นนักเรียนก็จะทำการปรับแบบรถใหม่เพื่อให้วิ่งไกลออกไปได้อีก ระหว่างที่นักเรียนทำการแก้ปัญหา ผู้สอนก็ชวนให้ช่วยกันดูว่ามีส่วนใดที่มาเสียดสีกัน เช่น เกียร์กับเกียร์ เฟลากับสายพาน เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รถวิ่งลงเนินไม่ได้ไกลตามต้องการ ในไม่ช้านักเรียนก็หันมาถกเถียงกันเรื่องของแรงเสียดทาน กับผู้สอนและเพื่อนในกลุ่ม มีนักเรียนคนหนึ่งแกะชิ้นส่วนออกจากตัวรถของตนเอง และอธิบายว่าการที่รถมีน้ำหนักมากทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก ซึ่งเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง ต่อมาเมื่อเขาหันไปสร้างหุ่นยนต์ชนิดอื่นๆ แล้ว ก็ยังนำเอาเรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในการอธิบายและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสิ่งอื่นๆ ที่เขาส่งสร้างขึ้นมามีอีกด้วย แม้ว่าเรื่องแรงเสียดทานจะมีใช่เป็นของใหม่สำหรับนักเรียนก็ตาม แต่กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ก็เป็นเงื่อนไขที่ทำให้นักเรียนคิดถึงเรื่องนี้ในขณะที่ลงมือทำงานที่มีความหมายสำหรับตนเอง หรือกล่าวได้ว่าเรื่องแรงเสียดทานมีความเกี่ยวข้องกับงานที่กำลังทำอยู่ จึงมีความสนใจที่จะทำความเข้าใจให้ชัดเจนและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นต่อไป

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์

สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และแผนการศึกษาแห่งชาติ (พุทธศักราช 2545-2559) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ว่า สามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบคำนึงถึงความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ กระบวนการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการมีทักษะในการปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต นอกจากนั้นแล้วยังสอดคล้องกับวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเต็มตัวทำหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

สำหรับในประเทศไทยได้มีการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ มาใช้ในหน่วยการทดลองของโครงการประกาศาณัติ (Lighthouse Project) ของมูลนิธิศึกษาพัฒนา ที่ได้พยายามนำแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism Theory)

เข้ามาเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการศึกษา โดยเห็นว่ากิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมที่ แสดงความรู้ให้เห็นเป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ ปรากฏว่า กลุ่มผู้เรียนซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษามหาวิทยาลัย และครู ให้ความสนใจเป็นอย่างดี เพราะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จากการ สัมผัสสื่อที่ใช้ช่วยคิดด้วยมือของตนเอง และสามารถออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลาย ตามความต้องการ อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นั้นมีราคา ค่อนข้างสูง รวมถึงหลักสูตรที่ใช้ยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าวโดยเฉพาะ ดังนั้นการ นำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้กับนักเรียนจึงยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้มีเพียงนักเรียนบางส่วน หรือส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้มีโอกาสเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นี้

จากสภาพการดังกล่าวหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ จึงควรถูกพัฒนาขึ้นเพื่อ เป็นทางเลือกในการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายในการเสริมสร้าง ความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะในการ ปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงสามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการ เรียนรู้ได้อย่างคล่องแคล่วและเพื่อสนองต่อความต้องการของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และวิสัยทัศน์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.2 หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมาเป็นการเฉพาะ โดยมีหลักการของหลักสูตร ดังต่อไปนี้

- 1) เป็นหลักสูตรที่เน้นส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผ่าน การเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- 2) เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 3) เป็นหลักสูตรเน้นกิจกรรมการปฏิบัติการด้วยกระบวนการกลุ่ม โดยผู้เรียน สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน

2.1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีจุดมุ่งหมายดังนี้

- 1) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์
- 2) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการสร้างหุ่นยนต์
- 3) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้มีเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.4 เนื้อหาของหลักสูตร

เนื้อหาที่จำเป็นของหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 แบ่งออกเป็น 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : โลกของหุ่นยนต์

- ความหมายและประโยชน์ของหุ่นยนต์
- ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์
- ส่วนประกอบและการทำงานของหุ่นยนต์
- ความหลากหลายและแนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : สมอและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

- สมอของหุ่นยนต์
- โกลโก บอร์ด และส่วนประกอบของโกลโก บอร์ด
- แหล่งพลังงานของโกลโก บอร์ด
- รู้จักกับภาษาโลโก้ และโปรแกรมแจคเคิล
- มอเตอร์ เฟือง และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- แนวคิดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- คำสั่งภาษาโลโก้กับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : เซนเซอร์สัมผัสกับการรับรู้สัมผัสของหุ่นยนต์

- ความหมายและความสำคัญของระบบสัมผัสหรือเซนเซอร์ของหุ่นยนต์
- เซนเซอร์สัมผัส หลักการทำงาน และประโยชน์ของเซนเซอร์สัมผัส
- หลักการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์สัมผัสเป็นส่วนประกอบ
- คำสั่งภาษาโลโก้กับเซนเซอร์สัมผัส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เซนเซอร์แสงกับการรับรู้แสงของหุ่นยนต์

- เซนเซอร์แสง หลักการทำงาน และประโยชน์ของเซนเซอร์แสง
- หลักการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์แสงเป็นส่วนประกอบ
- การใช้โปรแกรมโกลโก มอร์นิเตอร์ ในการตรวจสอบค่าของเซนเซอร์แสง และ

การหาค่าตัดสินใจต่าง

- คำสั่งภาษาโลโก้กับเซนเซอร์แสง

2.1.5 แนวการจัดการเรียนรู้

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้ ประสบความสำเร็จตาม จุดมุ่งหมาย จึงกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1) ชั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection) เป็นขั้นรับความรู้ สืบค้น ทำ ความคุ้นเคย ผูกมัด และทดลองกับประสบการณ์ใหม่ๆ ที่ผู้เรียนได้พบซึ่งจะส่งผลให้เกิดแรง บันดาลใจในการที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นมากขึ้น โดยในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับหรือดูดซึม

ประสบการณ์ใหม่ (assimilation) พร้อมทั้งปรับประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ที่ดูดซึมเข้าไปใหม่ (accommodation) ผ่านการลงมือปฏิบัติตลอดเวลา

2) **ขั้นสร้างชิ้นงาน (Construction)** เป็นขั้นนำความรู้หรือประสบการณ์มาใช้ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหา ระหว่างการทำงานอาจจะต้องปรับความคิด และวิธีการทำงานไปเป็นระยะๆ ทำให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ว่า ตนเองนั้นรู้หรือยังไม่รู้ รู้พอหรือยัง โดยผู้เรียนจะต้องปรับเพื่อสร้างให้เกิดความสมดุลในองค์ความรู้ที่ใช้ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยวิธีการของตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดการรับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และการปรับความแตกต่างระหว่างการสร้างงานหรือแก้ปัญหาย่อยตลอดเวลา

3) **ขั้นสื่อสาร / นำเสนอ (Communication)** เป็นขั้นการนำเสนอ พูด และอธิบายถึงผลงาน กระบวนการคิด กระบวนการลงมือทำงาน กระบวนการแก้ปัญหา และความภาคภูมิใจของผู้เรียนที่มีต่อผลงานที่สร้างขึ้นนั้น เป็นการทำให้ผู้เรียนได้ประจักษ์แก่ตัวผู้เรียนเองว่า ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะใดเพิ่มขึ้นบ้าง และมีกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหายังไง นอกจากนี้ยังเป็นการสะท้อนให้ผู้สอนเห็นถึงองค์ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นด้วยตนเอง ผ่านทางผลงาน สิ่งประดิษฐ์ และการนำเสนอของผู้เรียน

2.1.6 ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้

ระยะเวลาดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 42 ชั่วโมง

2.1.7 กิจกรรมการเรียนรู้

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 7 วัน วันละ 6 ชั่วโมง รวม 42 ชั่วโมง ดังมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 1

09.00 – 09.30	พิธีเปิดการจัดกิจกรรม
09.30 – 09.45	แจ้งกำหนดการของกิจกรรมการเรียนรู้
10.00 – 11.00	ทดสอบก่อนเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจ
11.00 – 11.40	ทดสอบก่อนเรียน ด้านการแก้ปัญหา
11.40 – 12.00	ทดสอบก่อนเรียน ด้านเจตคติ
13.00 – 16.00	ทดสอบก่อนเรียน ด้านทักษะปฏิบัติ กลุ่มที่ 1 , 2 และ 3 (การทดสอบด้านทักษะปฏิบัตินั้นจะดำเนินการโดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน แล้วทำการทดสอบทีละกลุ่มใช้เวลาประมาณกลุ่มละ 1 ชั่วโมง)

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 2

09.00 – 12.00	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
13.00 – 16.00	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 3

- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 4

- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 5

- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 6

- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)
13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 7

- 09.00 – 10.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจ
10.00 – 10.40 ทดสอบหลังเรียน ด้านการแก้ปัญหา
10.40 – 11.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านเจตคติ
11.00 – 12.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านทักษะปฏิบัติการกลุ่มที่ 1
13.00 – 15.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านทักษะปฏิบัติการกลุ่มที่ 2 และ 3
15.00 – 15.20 ประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร
15.30 – 16.00 พิธีปิดและมอบประกาศนียบัตร

2.1.8 ผู้เรียนตามหลักสูตร

ผู้เรียนตามหลักสูตรนี้ คือ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจที่จะเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์

2.1.9 สื่อประกอบการเรียนรู้

- 1) คู่มือการจัดการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับครูผู้สอน)
- 2) เอกสารประกอบการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับผู้เรียน)
- 3) คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (ROBO-KIDS) “สื่อที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้ คิดเอง สร้างเอง”
- 4) ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (ROBO-KIDS) “สื่อที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้ คิดเอง สร้างเอง”
- 5) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
- 6) สนาบแข่งขันแบบต่างๆ

2.1.10 การประเมินผลหลักสูตร

1) การประเมินผลหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
อาศัยหลักการประเมินทั้งกระบวนการ และผลผลิตของหลักสูตร ซึ่งจะประเมินในด้านต่างๆ ดังนี้

(1) ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน
ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ด้านดังนี้

- ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ

- ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
- ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
- ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ

(2) ประเมินจากความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร

2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล

- (1) แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
- (2) แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
- (3) แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
- (4) แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ
- (5) แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร

3) เกณฑ์การประเมินผล

(1) ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียนตามหลักสูตรทั้งโดยรวมและในแต่ละด้านสูงกว่าก่อนเรียนตามหลักสูตร

(2) ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนตามหลักสูตร ด้านความรู้ความเข้าใจสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) ด้านการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) ด้านทักษะปฏิบัติสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) และด้านเจตคติที่ดีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50)

(3) ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50)

2.2 ผลการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

2.2.1 ผลการสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ โดยชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบไปด้วย 4 ส่วนดังนี้

1) ส่วนควบคุม ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสมองกลที่จะควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดของคุณสมบัติดังต่อไปนี้

(1) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877-20 ทำงานที่สัญญาณนาฬิกาความถี่ 20 MHz เป็นส่วนประมวลผลหลัก

(2) สามารถควบคุมการทำงานด้วยภาษาโลโก้ (Logo Language)

(3) รับ-ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับหุ่นยนต์ทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port)

(4) มีช่องขั้วมอเตอร์กระแสตรง 6 V หรือหลอดไฟอย่างน้อย 4 ช่อง

(5) มีช่องรับสัญญาณจากตัวตรวจจับอย่างน้อย 8 ช่อง

(6) มีลำโพงขับเสียงอย่างน้อยหนึ่งความถี่เสียง 1 ลำโพง

(7) ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ (ถ่านไฟฉาย 4 ก้อน)

2) ส่วนตรวจจับ เป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถรับรู้ข้อมูลจากสภาพแวดล้อมประกอบไปด้วย ตัวตรวจจับการสัมผัส ตัวตรวจจับการสะท้อนแสงอินฟราเรด และตัวตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ตัวตรวจจับการสัมผัส (Touch Sensor) สามารถส่งสัญญาณเป็นจริงหรือ 1 เมื่อสัมผัสกับวัตถุ และส่งสัญญาณเป็นเท็จ หรือ 0 เมื่อไม่สัมผัสกับวัตถุ

(2) ตัวตรวจจับการสะท้อนแสงอินฟราเรด (Infrared Reflex Sensor) สามารถตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสีดำและสีขาวได้ดี เมื่อตัวตรวจจับอยู่ห่างจากวัตถุ 1 - 3 เซนติเมตร

(3) ตัวตรวจจับอุณหภูมิ (Temperature Sensor) สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ในช่วง 0 – 100 องศาเซลเซียส

3) ส่วนขับเคลื่อน ประกอบไปด้วย ล้อ มอเตอร์ และชุดเฟือง จำนวน 2 ชุด สามารถทำให้หุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระบนพื้นเรียบ

4) ส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์ ประกอบไปด้วย แผ่นฐานพลาสติก ขึ้นต่อพลาสติกอิสระ น็อต และสกรู สามารถทำหน้าที่เป็นที่ติดตั้งและเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่บนชิ้นงานเดียวกัน นอกจากนั้นส่วนนี้ยังทำให้สามารถสร้างหุ่นยนต์ได้ในหลากหลายรูปแบบ

2.2.2 ผลการทดสอบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ทั้งการทดสอบแบบแยกส่วนและการทดสอบโดยการนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลการทดสอบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ทั้งแบบแยกส่วนประกอบ และแบบนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ
การทดสอบแบบแยกส่วนประกอบ	
1. ส่วนควบคุม	
1.1 การใช้งานกับถ่านแบบ AA 4 ก้อน (ไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์)	ผ่าน
1.2 การเชื่อมต่อ รับ-ส่งสัญญาณ ระหว่างบอร์ดควบคุมกับคอมพิวเตอร์	ผ่าน
1.3 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้ควบคุมและกำหนดเงื่อนไขต่างๆ กับ การกำเนิดเสียงด้วยลำโพงแบบความถี่เดียว	ผ่าน
1.4 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ กระแสตรงทั้ง 4 ช่อง	ผ่าน
1.5 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้เพื่อรับข้อมูลทั้งแบบดิจิทัลและ อะนาลอกจากช่องรับสัญญาณทั้ง 8 ช่อง	ผ่าน
2. ส่วนตรวจจับ	
2.1 ตัวตรวจจับการสัมผัสสามารถส่งสัญญาณเป็น 1 หรือจริง เมื่อถูกกด และส่งสัญญาณเป็น 0 หรือเท็จ เมื่อไม่ถูกกด	ผ่าน
2.2 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้รับข้อมูลจากตัวตรวจจับการสัมผัส โดยจะมีค่าเป็น 1 หรือจริง เมื่อถูกกด และมีค่าเป็น 0 หรือ เท็จ เมื่อไม่ถูกกด	ผ่าน
2.3 ตัวตรวจจับการสะท้อนแสงอินฟราเรดสามารถตรวจสอบความ แตกต่างระหว่างสีดำและสีขาวได้ดี เมื่อตัวตรวจจับอยู่ห่างจาก วัตถุ 1 - 3 เซนติเมตร	ผ่าน
2.4 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้รับข้อมูลจากตัวตรวจจับการสะท้อนแสง อินฟราเรดเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสีดำและสีขาว เมื่อตัวตรวจจับอยู่ห่างจากวัตถุ 1 - 3 เซนติเมตร	ผ่าน
2.5 ตัวตรวจจับอุณหภูมิสามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของ อุณหภูมิได้ในช่วง 0 - 100 องศาเซลเซียส	ผ่าน
2.6 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้รับข้อมูลจากตัวตรวจจับอุณหภูมิเพื่อ ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้ในช่วง 0 - 100 องศา เซลเซียส	ผ่าน

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็นการทดสอบ	ผลการทดสอบ
3. ส่วนขับเคลื่อน	
3.1 การใช้มอเตอร์ ชุดเฟือง และล้อ จำนวน 2 ชุด เพื่อทำหน้าที่เป็นส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ สามารถทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่บนพื้นเรียบในลักษณะต่างๆ ได้อย่างอิสระ	ผ่าน
3.2 การใช้คำสั่งภาษาโลโก้ควบคุมให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ บนพื้นเรียบผ่านทางชุดมอเตอร์ทั้ง 2 ชุด	ผ่าน
4. โครงสร้างของหุ่นยนต์	
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์สามารถทำหน้าที่เป็นที่ติดตั้งของอุปกรณ์อุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่บนชิ้นงานเดียวกัน	ผ่าน
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์สามารถนำมาสร้างหุ่นยนต์ได้อย่างอิสระและหลากหลายเพียงพอต่อการนำไปใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร	ผ่าน
4.3 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์ง่ายต่อการเรียนรู้ มีความแข็งแรง และวัสดุที่ใช้มีความปลอดภัย	ผ่าน
การทดสอบแบบนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์	
5. นำอุปกรณ์มาสร้างเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ในรูปแบบอิสระบนพื้นราบ โดยการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้เพื่อควบคุมการทำงานของส่วนขับเคลื่อน	ผ่าน
6. นำอุปกรณ์มาสร้างเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ โดยการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้เพื่อเชื่อมโยงการทำงานระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ	ผ่าน
7. นำอุปกรณ์มาสร้างเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถเดินตามเส้นได้ โดยการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้เพื่อเชื่อมโยงการทำงานระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ	ผ่าน
8. นำอุปกรณ์มาสร้างเป็นหุ่นยนต์ที่สามารถรู้จักร้อน-เย็นได้ โดยการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้เพื่อเชื่อมโยงการทำงานระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ	ผ่าน
9. นำอุปกรณ์มาสร้างเป็นหุ่นยนต์ที่มีความสามารถหลากหลายได้ โดยการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้เพื่อเชื่อมโยงการทำงานระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ	ผ่าน

จากตาราง 2 ผลการทดสอบชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ทั้งการทดสอบแบบแยกส่วนและการทดสอบโดยการนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์พบว่า ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น “ผ่าน” ทุกประเด็นของการทดสอบ

2.3 ผลการตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร

ผลการตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ผลการประเมินดังนี้

2.3.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร ได้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสม ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	สภาพปัญหาและความจำเป็นมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพสังคมปัจจุบัน	4.80	0.45	มากที่สุด
2	สภาพปัญหาและความจำเป็นมีเหตุผลควรพัฒนาหลักสูตร	4.80	0.45	มากที่สุด
3	หลักการของหลักสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	4.80	0.45	มากที่สุด
4	หลักการของหลักสูตรเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติจริง	4.60	0.89	มากที่สุด
5	หลักการของหลักสูตรมีแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานรองรับ	4.80	0.45	มากที่สุด
6	เป้าหมายของหลักสูตรมีความเป็นไปได้	4.40	0.89	มาก
7	เป้าหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
8	เป้าหมายของหลักสูตรมีประโยชน์สำหรับผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
9	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความชัดเจนและเป็นไปได้	4.60	0.55	มากที่สุด
10	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
11	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับการสร้างเสริมคุณลักษณะที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
12	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
13	เนื้อหาของหลักสูตรครอบคลุมความรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับ	4.60	0.89	มากที่สุด
14	เนื้อหาของหลักสูตรมีการจัดเรียงลำดับที่เหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
15	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับการนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง	4.40	0.89	มาก
16	การกำหนดหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.60	0.89	มากที่สุด
17	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โลกของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม	4.40	0.89	มาก
18	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สมอและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
19	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์สัมผัสกับการรับรู้สัมผัสของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
20	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์แสงกับการรับรู้แสงของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
21	ระยะเวลาที่ในการเรียนตามหลักสูตรมีความเหมาะสม	4.60	0.89	มากที่สุด
22	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
23	กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
24	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายของสูตร	4.60	0.55	มากที่สุด
25	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้	4.40	0.89	มาก

ตาราง 3 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
26	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
27	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาของหลักสูตร	4.80	0.45	มากที่สุด
28	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเสริมสร้างความรู้ให้แก่ผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
29	การประเมินผลหลักสูตรครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน	4.60	0.55	มากที่สุด
30	การประเมินผลหลักสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง	4.60	0.89	มากที่สุด
31	การประเมินผลหลักสูตรมีความเหมาะสมในการตรวจสอบการบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	4.60	0.55	มากที่สุด
32	รูปแบบหลักสูตรมีความเหมาะสม	4.60	0.89	มากที่สุด

จากตาราง 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบของโครงร่างหลักสูตรพบว่า มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.40 – 4.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.45 – 0.89 แสดงว่าทุกองค์ประกอบของโครงร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.3.2 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และการแปลความหมายค่าดัชนีความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ดังในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง และการแปลความหมายค่าดัชนีความสอดคล้องของโครงร่าง
หลักสูตร

ข้อ	ประเด็นประเมิน	IOC	ความหมาย
1	สภาพปัญหาและความจำเป็น กับหลักการของหลักสูตร	0.80	สอดคล้อง
2	สภาพปัญหาและความจำเป็น กับเป้าหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
3	สภาพปัญหาและความจำเป็น กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
4	หลักการของหลักสูตร กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	0.80	สอดคล้อง
5	หลักการของหลักสูตร กับกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร	0.60	สอดคล้อง
6	หลักการของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร	0.60	สอดคล้อง
7	เป้าหมาย กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
8	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กับเนื้อหาของหลักสูตร	0.80	สอดคล้อง
9	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กับกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร	0.80	สอดคล้อง
10	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
11	เนื้อหาของหลักสูตร กับกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร	0.80	สอดคล้อง
12	เนื้อหาของหลักสูตร กับสื่อประกอบของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
13	เนื้อหาของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร	0.80	สอดคล้อง
14	กิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร กับสื่อประกอบหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
15	กิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 4 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่าโครงร่างหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น

2.3.3 ผลการให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการปรับปรุงโครงร่างหลักสูตร ดังนี้

1) สภาพปัญหาและความจำเป็นของหลักสูตร ควรปรับปรุงให้สภาพปัญหาและความจำเป็นมีความสอดคล้องกันมากขึ้น สำหรับการเชื่อมโยงระหว่างหุ่นยนต์ในสังคมกับหุ่นยนต์ในการเรียนการสอนยังไม่ได้เท่าที่ควร

2) หลักการของหลักสูตร ควรเพิ่มในส่วนของแนวคิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ที่เน้นเรื่องการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเองจากการสร้าง

สื่อต่างๆ ทั้งส่วนที่เป็นกายภาพหรือตัวหุ่นยนต์ และดิจิทัลหรือการเขียนคำสั่ง นอกจากจะได้ความรู้แล้ว ผู้เรียนยังจะได้ความอดทนในการแก้ปัญหาในกระบวนการลองผิด-ลองถูกของตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้มแข็งในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ผู้วิจัยใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรนี้

3) แนวการจัดการเรียนรู้ ควรปรับปรุงในส่วนของการให้ผู้เรียนนำเสนอผลงาน และช่วยกันให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน จะช่วยสื่อให้ทุกคนรู้ว่าไม่จำเป็นต้องสร้างงานเหมือนกัน ยิ่งแตกต่างกันยิ่งสนุกและน่าสนใจมาก แต่อาจผสมผสานแนวคิดของคนอื่นๆ เข้ากับของตนเองได้ด้วยการทำให้การเรียนรู้มีชีวิตชีวามากขึ้น

4) ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ ควรปรับปรุงเวลาในการเรียนเพราะอาจน้อยเกินไปสำหรับผู้ที่ไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน สำหรับหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อาจใช้เวลามากไป

5) ผู้เรียนตามหลักสูตร ควรกำหนดจำนวนผู้เรียนตามหลักสูตรให้ชัดเจน

6) สื่อประกอบการเรียนรู้ ควรเพิ่มเติมภาพประกอบสื่อให้มากขึ้น เช่น การประกอบอุปกรณ์ การใช้โปรแกรม และสนามแข่งแบบต่างๆ

7) การประเมินผลหลักสูตร ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบวัดผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ ให้เหมาะสมกับการวัดเจตคติ

2.4 ผลการปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงโครงร่างหลักสูตรตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้ดังนี้

2.4.1 สภาพปัญหาและความจำเป็นของการพัฒนาหลักสูตร ได้ปรับปรุงสภาพปัญหาและความจำเป็นให้สอดคล้องกัน ได้ปรับปรุงความเชื่อมโยงของสำคัญของหุ่นยนต์ ความสำคัญของการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ ประโยชน์ที่จะได้จากการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ และสภาพปัญหาการขาดแคลนหลักสูตรและสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ในปัจจุบัน ให้เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกันมากขึ้น และปรับปรุงด้านภาษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.4.2 หลักการของหลักสูตร ได้ปรับปรุงโดยการเพิ่มแนวคิดของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) ซึ่งเป็นทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรนี้ และได้ปรับปรุงด้านภาษาให้มีความกระชับและชัดเจนขึ้น

2.4.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ได้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้กระชับและชัดเจนขึ้น สามารถสื่อความหมายได้ตรงกันในลักษณะจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่สามารถประเมินผลได้อย่างชัดเจน

2.4.4 ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ ได้ปรับขยายระยะเวลาให้เหมาะสมโดยการจัดทำตารางแสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.4.5 แนวการจัดการเรียนรู้ ได้ปรับปรุงขึ้นสื่อสาร / นำเสนอ ให้เน้นบรรยากาศของนำเสนอกระบวนการคิดและผลงานที่เป็นไปเพื่อแลกเปลี่ยนความคิด ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำซึ่งกันและกันในสภาพที่เป็นมิตรและอบอุ่น

2.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ ได้ปรับปรุงภาษาและเขียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.4.7 ผู้เรียนตามหลักสูตร ได้ปรับปรุงโดยการเพิ่มเติมในส่วนของจำนวนของผู้เรียนตามหลักสูตรให้ชัดเจนขึ้น

2.4.8 สื่อประกอบการเรียนรู้ ได้ปรับปรุงภาษาและภาพที่ใช้ในการเอกสารประกอบการเรียนรู้ตามหลักสูตรให้เหมาะสมและชัดเจนยิ่งขึ้น และได้พัฒนาคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ซึ่งเป็นภาพสีทั้งหมดเพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

2.4.9 การประเมินผลหลักสูตร ได้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบวัดผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ให้เหมาะสมและชัดเจนยิ่งขึ้น

2.4.10 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ได้ปรับปรุงเนื้อหาให้มีความกระชับและชัดเจนขึ้น และได้ปรับปรุงแบบฝึกหัดในแต่ละหัวข้อให้ง่ายต่อการเกิดความคิดรวบยอดของผู้เรียน

2.4.11 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 - 4 ได้เพิ่มตัวอย่างการใช้คำสั่งภาษาคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความชำนาญในการใช้คำสั่งดังกล่าวให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. การศึกษานำร่อง (Pilot Study) และ 2. การนำหลักสูตรไปทดลองใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการศึกษานำร่อง

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของหลักสูตรในสถานการณ์จริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อำเภอมือ จังหวัดสกลนคร จำนวน 30 คน เมื่อวันที่ 6-12 มีนาคม 2549 รวม 7 วัน ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรแล้ว ให้นักเรียนประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร ผลการประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตรจากการศึกษานำร่อง แสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร
จากการศึกษานำร่อง

รายการประเมิน	ความคิดเห็น (N = 30)		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา หลักเกณฑ์ และการฝึกปฏิบัติเพียงใด	3.80	0.71	มาก
2. นักเรียนคิดว่าระยะเวลาของการเรียนมีความเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเพียงใด	3.50	0.82	มาก
3. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมเพียงใด	4.20	0.66	มาก
4. นักเรียนคิดว่ามีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นเพียงใด	4.13	0.90	มาก
5. นักเรียนคิดว่าเอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเพียงใด	4.07	0.69	มาก
6. นักเรียนคิดว่าสื่อประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเพียงใด	4.50	0.51	มากที่สุด
7. นักเรียนคิดว่าสามารถนำความรู้จากการเรียนและการฝึกปฏิบัติไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตเพียงใด	4.20	0.81	มาก
รวม	4.06	0.73	มาก

จากตาราง 5 แสดงว่า ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจะพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความเหมาะสมของสื่อประกอบการเรียน ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.51) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดแต่ก็อยู่ในระดับมาก คือ ความเหมาะสมของระยะเวลาการเรียนกับงานที่ได้รับมอบหมาย ($\bar{X} = 3.50$, S.D. = 0.82) นอกจากนี้มีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากนักเรียนว่า ยังมีปัญหาในการประกอบชุดเฟืองเนื่องจากภาพประกอบไม่ค่อยชัดเจน ยังไม่ค่อยเข้าใจการใช้คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานหุ่นยนต์มากนัก ควรเพิ่มตัวอย่างในการฝึกปฏิบัติมากขึ้นเพื่อความเข้าใจ และควรมีระยะเวลาในการเรียนรู้ และการฝึกปฏิบัติมากกว่านี้ ผู้วิจัยนำผลการประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตรจากการศึกษานำร่องในข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยและข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากนักเรียนมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนที่จะนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2 ผลการนำหลักสูตรไปทดลองใช้

ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 1-3 (ช่วงชั้นที่ 3) โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน ระหว่างวันที่ 8 - 14 พฤษภาคม 2549 ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาลำดับขั้นตอนของการทดลอง คือ ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังทดลองใช้หลักสูตรในแต่ละด้านกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลการประเมินการใช้หลักสูตรของนักเรียน และสรุปผลการทดลองใช้หลักสูตร

3.2.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร

1) ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร ดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน ก่อนและหลังทดลองใช้หลักสูตร

ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	คะแนนเต็ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	40	11.30	4.13	33.33	4.28
2. ด้านการแก้ปัญหา	4	2.12	0.56	2.78	0.66
3. ด้านทักษะปฏิบัติ	4	2.03	0.33	3.20	0.63
4. ด้านเจตคติ	5	3.81	0.36	4.31	0.26

จากตาราง 6 เป็นการแสดงค่าสถิติพื้นฐานของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรของกลุ่มทดลอง ในภาพรวมทั้งหมดก่อนนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบในขั้นต่อไป

2) ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร ซึ่งประกอบไปด้วยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ มีรายละเอียดของการทดสอบสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานข้อ 1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองใช้หลักสูตร

สมมติฐานข้อนี้เป็น การทดสอบว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองใช้หลักสูตร ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Hotelling's T^2 ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ Hotelling's T^2 ของกลุ่มทดลอง

วิธีทดสอบ	T^2	Prob
โฮเทลลิงส์ (Hotelling's T^2)	1,366.199**	0.000

จากตาราง 7 พบว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นจึงต้องทำการวิเคราะห์ต่อไปอีกว่า ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ มีด้านใดที่ส่งผลต่อการทำให้ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตรของกลุ่มทดลองแตกต่างกัน โดยวิธีการหาช่วงระยะของความเชื่อมั่นที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน (Simultaneous Confidence Intervals) ของค่าเฉลี่ยแต่ละด้านตามวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni) ด้วยความเชื่อมั่น 95% ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์หาช่วงระยะของความเชื่อมั่นที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกันของค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละด้านก่อนและหลังทดลองใช้หลักสูตร

ผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	$\bar{d}$	$SD_{\bar{d}}$	Simultaneous Confidence Intervals ($H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$)	Prob
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	22.03	14.45	$20.61 \leq \mu_{11} - \mu_{21} \leq 23.45$	0.000
2. ด้านการแก้ปัญหา	0.66	0.17	$0.505 \leq \mu_{12} - \mu_{22} \leq 0.81$	0.000
3. ด้านทักษะปฏิบัติ	1.17	0.12	$1.04 \leq \mu_{13} - \mu_{23} \leq 1.30$	0.000
4. ด้านเจตคติ	0.50	0.13	$0.367 \leq \mu_{14} - \mu_{24} \leq 0.633$	0.000

จากตาราง 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ในช่วงความเชื่อมั่นที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน (Simultaneous Confidence Intervals) มีค่ามากกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ในแต่ละด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังทดลองใช้หลักสูตรในแต่ละด้านกับเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีรายละเอียดของการทดสอบสมมติฐานข้อ 2, 3, 4, และ 5 ดังนี้

สมมติฐานข้อ 2 ผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านความรู้ความเข้าใจสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80)

สมมติฐานข้อ 3 ผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านการแก้ปัญหามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก หรือ 2.50)

สมมติฐานข้อ 4 ผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านทักษะปฏิบัติ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก หรือ 2.50)

สมมติฐานข้อ 5 ผลการเรียนรู่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรด้านเจตคติ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับมาก หรือ 3.50)

สมมติฐานข้อ 2, 3, 4, และ 5 เป็นการทดสอบว่านักเรียนที่เรียนรู้ตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งประกอบด้วย ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ หลังการทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One - sample t test) ดังตารางที่ 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังการทดลองใช้หลักสูตรแต่ละด้านกับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One - sample t test)

ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ที่กำหนด	หลังทดลอง		df	t	Prob
			$\bar{X}$	SD			
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	40	32(80%)	33.33	4.28	29	1.707**	0.049
2. ด้านการแก้ปัญหา	4	2.50	2.78	0.66	29	2.341**	0.013
3. ด้านทักษะปฏิบัติ	4	2.50	3.20	0.63	29	6.071**	0.000
4. ด้านเจตคติ	5	3.50	4.31	0.26	29	16.818**	0.000

จากตาราง 9 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังการทดลองใช้หลักสูตรแต่ละด้านทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตร และการทดสอบสมมติฐาน สามารถแสดงได้ดังตาราง 10 และตาราง 11 ตามลำดับ

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร
จากการประเมินของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตร

รายการประเมิน	ความคิดเห็น (N = 30)		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา หลักเกณฑ์ และการฝึกปฏิบัติเพียงใด	3.93	0.64	มาก
2. นักเรียนคิดว่าระยะเวลาของการเรียนมีความเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเพียงใด	3.90	0.71	มาก
3. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมเพียงใด	4.53	0.57	มากที่สุด
4. นักเรียนคิดว่ามีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นเพียงใด	4.07	0.78	มาก
5. นักเรียนคิดว่าเอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเพียงใด	4.63	0.49	มากที่สุด
6. นักเรียนคิดว่าสื่อประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเพียงใด	4.33	0.71	มาก
7. นักเรียนคิดว่าสามารถนำความรู้จากการเรียนและการฝึกปฏิบัติไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตเพียงใด	4.47	0.73	มาก
รวม	4.27	0.65	มาก

จากตาราง 10 แสดงว่า ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.65) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจะพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียน ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.49) ข้อที่มีค่าเฉลี่ยรองลงไป คือ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.57) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดแต่ก็อยู่ในระดับมาก คือ ความเหมาะสมของระยะเวลาการเรียนกับงานที่ได้รับมอบหมาย ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.71) นอกจากนั้นยังขอคิดเห็นเพิ่มเติมจากนักเรียนว่า ควรเพิ่มเกมในกิจกรรมการเรียนรู้ และควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติ ผู้วิจัยนำผลการประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตรในข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยและขอคิดเห็นเพิ่มเติมจากนักเรียนมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จัดกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

สมมติฐานข้อ 6 ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนอยู่ในระดับมาก (3.50) ขึ้นไป

สมมติฐานข้อนี้เป็นการทดสอบว่าผลการเปรียบเทียบผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่ากับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One - sample t test) ดังตารางที่ 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรกับเกณฑ์ที่กำหนดด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (One - sample t test)

ความคิดเห็นของนักเรียน	คะแนนเต็ม	เกณฑ์ที่กำหนด	หลังทดลอง		df	t	Prob
			$\bar{X}$	SD			
ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร	5	3.50	4.27	0.65	29	12.957**	0.000

จากตาราง 11 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.3 สรุปผลการทดลองใช้หลักสูตร

จากผลการทดลองใช้หลักสูตรข้างต้น สามารถสรุปผลการทดลองใช้หลักสูตร โดยพิจารณาตามเกณฑ์การพิจารณาประสิทธิภาพของหลักสูตรได้ดังนี้

3.3.1 การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังทดลองใช้หลักสูตร พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมและในแต่ละด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตร และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

3.3.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจเท่ากับ 33.33 หรือร้อยละ 80.1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

3.3.3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.78 อยู่ในระดับดี สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3

3.3.4 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติ เท่ากับ 3.20 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4

3.3.5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติ เท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 5

3.3.6 ค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนเท่ากับ 4.27 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 6

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร

หลังจากนำหลักสูตรไปทดลองใช้แล้ว ผู้วิจัยทำการประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร ดังต่อไปนี้

4.1 การประเมินผลหลักสูตร

4.1.1 จุดประสงค์ในการประเมิน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรจากการนำหลักสูตรไปทดลองใช้

4.1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

1) เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของหลักสูตร

- คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองใช้หลักสูตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ หลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหาหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- 2) ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินโครงสร้างหลักสูตร
- 3) ข้อคิดเห็นของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตรที่มีต่อความเหมาะสมในการใช้

หลักสูตร

4.1.3 ผลการประเมินหลักสูตร เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานและการทดสอบ

นัยสำคัญทางสถิติจากตารางข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตรของนักเรียน อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้ปรับปรุงสภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร โดยให้ปรับปรุงด้านภาษาโดยเขียนให้แต่ละส่วนมีความสอดคล้องกัน กระชับ และให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อคิดเห็นของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตร จากการสอบถามพบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริง มีประโยชน์ เป็นกิจกรรมที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสนุกสนาน ความท้าทาย และรูปแบบของกิจกรรมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน แต่ควรเพิ่มเกมในกิจกรรมการเรียนรู้ และควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนรู้ และการฝึกปฏิบัติ

ผลการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่า หลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นครั้งนี้ มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้ กระบวนการคิด ทักษะปฏิบัติ และเจตคติที่ดี ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.2 ผลการปรับปรุงหลักสูตร

หลังจากรวบรวมข้อมูลจากการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินโครงสร้างหลักสูตร และข้อคิดเห็นของนักเรียน ผู้วิจัยได้ปรับปรุงหลักสูตรในประเด็นต่อไปนี้

4.2.1 สภาพปัญหาและความจำเป็นของหลักสูตร เขียนสภาพปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันมากขึ้น

4.2.2 หลักการของหลักสูตร เขียนหลักการของหลักสูตรโดยใช้ข้อความที่ชัดเจนและกระชับขึ้น ในส่วนที่ระบุกระบวนการเรียนรู้ปรับให้มีเอกลักษณ์ที่แสดงออกถึงแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

4.2.3 แนวการจัดการเรียนรู้ เขียนแนวการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอน เพื่อความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้มากขึ้น

4.2.4 ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงปริมาณเนื้อหา กิจกรรม และเวลา เพื่อให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องซึ่งกันและกัน

4.2.5 ผู้เรียนตามหลักสูตร กำหนดคุณลักษณะผู้เรียนตามหลักสูตร และจำนวน ผู้เรียนที่เหมาะสม

4.2.6 สื่อประกอบการเรียนรู้ เพิ่มเติมภาพประกอบและรายละเอียดอื่นๆ ในเอกสาร ประกอบการเรียนรู้เพื่อให้มีความน่าสนใจและสมบูรณ์มากขึ้น

4.2.7 การประเมินผลหลักสูตร ใช้ภาษาในหลักสูตรและแบบวัดผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ชัดเจน สามารถสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้น

หลังการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำเป็นหลักสูตรฉบับ สมบูรณ์ (ดังแสดงในภาคผนวก จ) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ต่อไป

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีการดำเนินการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรสรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. เพื่อศึกษาผลการใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยทำการศึกษาผลการใช้หลักสูตรดังนี้
 - 2.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 - 2.1.1 ผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ
 - 2.1.2 ผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหา
 - 2.1.3 ผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ
 - 2.1.4 ผลการเรียนรู้ด้านเจตคติ
 - 2.2 ความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีวิธีดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในการวางแผนการสร้างหลักสูตร แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ เริ่มจากทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตร สภาพปัญหาและความจำเป็น จุดมุ่งหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ รูปแบบการจัดกิจกรรม และประโยชน์ที่จะได้รับจากการเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ด้วยการศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรและการจัดกิจกรรมทาง

วิทยาศาสตร์ รวมถึงตำรา งานวิจัย และการจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการออกแบบ หุ่นยนต์ขนาดเล็ก สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตร

2. การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้าง หุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ใช้วิธีการ สัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ โดยเริ่มจากการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในส่วนของ 1 นำมาสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิด เพื่อใช้ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน การสร้างหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับแนวความคิดในการพัฒนา หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วง ชั้นที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญพร้อมทั้ง ดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาสร้าง ข้อสรุปและนำเสนอประเด็นสำคัญเป็นรายชื่อ

3. การศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ใช้วิธีการศึกษาและสังเกตจากแหล่งเรียนรู้จริง โดยเริ่มจากนำข้อมูล จากการศึกษานำข้อมูล และ 2 มากำหนดประเด็นที่ใช้ในการศึกษาสังเกต แล้วนำมาสร้างเป็น แบบบันทึกการสังเกตสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนที่มีการ จัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 หรือสถานที่จัดการ แข่งขันการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 4 แห่ง การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการประสานงานและเก็บข้อมูลโดยการสังเกตและบันทึกด้วยตนเอง การวิเคราะห์ ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์โดยการนำข้อมูลจากการแบบบันทึกการสังเกตมาสร้างข้อสรุปและ นำเสนอประเด็นสำคัญเป็นรายชื่อ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างหลักสูตร

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ เป็นการนำข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรจาก ขั้นตอนที่ 1 มาเขียนเป็นโครงร่างหลักสูตร ออกแบบและสร้างชุดสื่อ ตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร และปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้

1. การสร้างโครงร่างของหลักสูตร ประกอบด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็นใน การพัฒนาหลักสูตร หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนว การจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อ ประกอบการเรียนรู้ การประเมินผลหลักสูตร และแผนการจัดการเรียนรู้

2. การสร้างชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ชุดสื่อที่ออกแบบและสร้างขึ้นประกอบไปด้วย ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน และส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์ หลังจากสร้างเสร็จ ได้ทำการทดสอบทั้งแบบแยกส่วน และแบบนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์ จากนั้นทำการเขียนเอกสาร คู่มือประกอบการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

3. การตรวจสอบโครงร่างหลักสูตร เป็นการนำแบบประเมินโครงร่างหลักสูตรและโครงร่างหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาความเหมาะสมในรูปของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

4. ปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้ เป็นการพิจารณาค่าความเหมาะสมและค่าดัชนีความสอดคล้องว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ หากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็จะนำข้อเสนอของผู้เชี่ยวชาญมาทำการปรับปรุงหลักสูตรต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองใช้หลักสูตร

เป็นการนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ 1. การศึกษานำร่อง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้หลักสูตรในสถานการณ์จริง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ จังหวัดสกลนคร ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน และ 2. การนำหลักสูตรไปทดลองใช้ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ จังหวัดสกลนคร ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน รูปแบบการทดลองใช้แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. หลักสูตร สื่อการเรียนรู้ และเอกสารประกอบหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย
 - 2.1 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
 - 2.2 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
 - 2.3 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
 - 2.4 แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ
3. แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร

การดำเนินการทดลอง เริ่มจากการทดสอบก่อนใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นดำเนินการทดลองใช้หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ระยะเวลา 1 สัปดาห์ และภายหลังเสร็จสิ้นการทดลองใช้หลักสูตรทำการทดสอบกับกลุ่มเดิมอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อนและหลังทดลอง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ Hotelling's T^2 และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนในแต่ละด้านโดยใช้เทคนิค Simultaneous Confidence Intervals เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนในแต่ละด้านกับเกณฑ์ที่กำหนด ด้วยการทดสอบค่า t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว และประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร ด้วยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร

การประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร พิจารณาจากค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังทดลองใช้หลักสูตรมากกว่าคะแนนก่อนทดลองใช้หลักสูตร การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละด้านสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ส่วนการปรับปรุงหลักสูตรพิจารณาจาก เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของหลักสูตร ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินโครงสร้างหลักสูตร และข้อคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้หลักสูตร

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ การศึกษาแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตร จากเอกสารและงานวิจัยพบว่า ปัจจุบันหุ่นยนต์ได้เข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งในงานอุตสาหกรรมและการเกษตร รวมถึงยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเพิ่มขึ้นทุกวัน ดังนั้นเราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถควบคุมและประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์นั้น นอกจากจะได้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการแก้ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และการมีเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากกิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทดลอง ปฏิบัติ และสร้างงานตามแนวคิดของผู้เรียนเอง ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ซึ่งสอดคล้องกับที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 23 มาตรา 24 และมาตรา 66 ซึ่งสามารถสรุปเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ว่า “การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต” สำหรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรโดยทั่วไปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตร การสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร การปรับปรุงและการประเมินหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตรประกอบไปด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อประกอบการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลหลักสูตร

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พบว่า หลักสูตรกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์นั้นเป็นกิจกรรมที่สังคมกำลังต้องการเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบที่น่าสนใจและท้าทาย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับชีวิต เกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะในใช้เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของสังคมที่ต้องการนักเรียนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะ “คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น” นอกจากนั้นแล้วการที่ให้นักเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์และสื่อดิจิทัลนั้นยังเป็นการเตรียมนักเรียนสำหรับโลกยุคใหม่ที่เป็นโลกแห่งดิจิทัลที่นักเรียนจะต้องดำรงชีวิตอยู่ในอนาคตอีกด้วย เนื้อหาที่ใช้ควรประกอบไปด้วยการทำความรู้จักกับหุ่นยนต์ ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ เช่น เซอร์ มอเตอร์ กลไกการเคลื่อนที่ต่างๆ และคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ รูปแบบของกิจกรรมที่ใช้ควรมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ สรรวจ ทำความคุ้นเคย และทดลองกับประสบการณ์ใหม่ๆ ด้วยการปฏิบัติ สร้างงาน และแก้ปัญหาที่พบด้วยตัวของผู้เรียนเอง จากนั้นควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดหรืออธิบายถึงกระบวนการคิด กระบวนการทำงาน และผลงานของตนเอง ซึ่งจะเป็นโอกาสอันดีที่จะให้ผู้เรียนคนอื่นได้แสดงความคิดเห็นและช่วยกันให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน สื่อที่ใช้ควรมีคุณลักษณะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับแสดงความคิดของผู้เรียน สามารถสร้างหรือออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลายตามความต้องการง่ายต่อการใช้งาน และการบำรุงรักษา นอกจากนี้อุปกรณ์และภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน การวัดผลและประเมินผลควรมีความหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการประเมินตนเอง การประเมินจากผลงาน การใช้แบบทดสอบ แบบรายงานตนเอง การสังเกตการปฏิบัติงาน นอกจากนั้นแล้วการวัดผลและประเมินผลควรมีความครอบคลุมทุกด้านทั้งด้านความรู้ ด้านกระบวนการ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ ส่วนปัญหาที่พบในกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ส่วนใหญ่จะเป็นเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่มีความต่อเนื่อง จึงมีผลต่อความต่อเนื่องในการสร้างงานของผู้เรียน รวมถึงอุปกรณ์หรือสื่อที่ใช้การเรียนรู้ในกิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์มีราคาสูง

ผลการศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พบว่า ด้านวัตถุประสงค์ส่วนมากจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการสร้างและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ มีทักษะในการสร้างหุ่นยนต์ มีความสามารถในการแก้ปัญหา และการทำงานเป็นกลุ่ม ด้านเนื้อหาสาระส่วนมากจะประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ หุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ องค์ประกอบของหุ่นยนต์ การแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม โปรแกรมสำหรับเขียนคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์ รูปแบบการเขียนคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์ และกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ ด้านรูปแบบของกิจกรรมและ

วิธีสอนของครู ส่วนมากจะเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นกันเอง โดยรวมแล้วจะเริ่มตั้งแต่การให้ความรู้พื้นฐานหรือทำความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและข้อตกลงในการทำกิจกรรม ต่อจากนั้นเป็นการให้ผู้เรียนทดลองปฏิบัติ สร้างงาน สร้างหุ่นยนต์ เล่นเกม หรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา จากนั้นเป็นการให้ผู้เรียนได้พูดถึงผลงานของตนเอง ข้อดี-ข้อควรปรับปรุง สำหรับบรรยากาศในการเรียนรู้จะมีความเป็นกันเอง ด้านความสนใจและความต้องการเรียนรู้ตามกิจกรรมของนักเรียน นักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิดจะมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีความสนใจในการเรียนรู้ ในการคิด ในการสร้างและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ของตนเองตลอดเวลา รวมถึงมีความสนใจที่จะแสวงหาความรู้เมื่อเกิดปัญหาทั้งจากการอธิบายของครู จากเอกสาร และจากการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับนักเรียนคนอื่นๆ และเมื่อสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมและความต้องการเรียนรู้ในกิจกรรม นักเรียนส่วนมากให้ความเห็นว่าชอบและต้องการที่จะเรียนรู้กิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เรียนแล้วสนุก ไม่รู้สึกเบื่อ ได้ความรู้ และได้สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และน่าสนใจ ด้านสื่อการเรียนการสอนส่วนมากจะใช้ชุดสื่อ เลโก มายสตรอม (Lego MindStorms) ของบริษัท เลโก (LEGO) โดยชุดสื่อดังกล่าวจะประกอบไปด้วย เอกสารประกอบการเรียนรู้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ ด้านการวัดผลและประเมินผลส่วนมากจะประเมินจากพฤติกรรมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ผลงานการนำเสนอผลงาน หรือถ้าต้องการประเมินความรู้ก็จะใช้วิธีทดสอบด้วยแบบทดสอบ หรือการพูดคุย ด้านสถานที่ในการจัดกิจกรรมส่วนมากจะจัดกิจกรรมในห้องที่จัดไว้โดยเฉพาะ หรือในห้องที่ใช้จัดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ โดยภายในห้องจะแบ่งส่วนหนึ่งไว้เป็นสนามสำหรับทดสอบหุ่นยนต์ หรือแข่งขันหุ่นยนต์ และด้านปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมส่วนมากจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับสื่อและอุปกรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอที่จะใช้ในการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากสื่อและอุปกรณ์ในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์มีราคาค่อนข้างสูง นอกจากนั้นในบางโรงเรียนที่จัดกิจกรรมนี้โดยใช้ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน จะพบปัญหาความไม่ต่อเนื่องในการเรียนรู้และการสร้างงาน เนื่องจากโดยปกติห้องคอมพิวเตอร์จะมีตารางการใช้ห้องที่แออัดอยู่แล้ว การแทรกกิจกรรมที่ต้องมีความต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องลำบากสำหรับทั้งผู้เรียนและผู้สอน

2. ผลการสร้างโครงร่างหลักสูตร

การพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ มีทักษะที่สำคัญในการสร้างหุ่นยนต์ พัฒนาระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และมีเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตร หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของ

หลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งเอกสารและสื่อประกอบหลักสูตร ได้แก่ เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ (สำหรับครู) เอกสารประกอบการเรียนรู้ (สำหรับนักเรียน) ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ และคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

สำหรับชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นประกอบด้วย ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน และส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์ ภายหลังจากสร้างเสร็จแล้ว ได้ทำการทดสอบทั้งแบบแยกส่วนและแบบนำไปสร้างเป็นหุ่นยนต์พบว่า ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นผ่านทุกประเด็นการทดสอบ

ผลการตรวจสอบโครงร่างหลักสูตรจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร และความสอดคล้องของหลักสูตร พบว่า โครงร่างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น

ผลการปรับปรุงโครงร่างหลักสูตรก่อนนำไปใช้ ได้ปรับปรุงสภาพปัญหาและความจำเป็นให้มีความเชื่อมโยง สอดคล้อง เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน และปรับปรุงด้านภาษา เพิ่มแนวคิดของการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานในหลักการของหลักสูตรและปรับปรุงภาษาให้มีความกระชับและชัดเจนขึ้น ปรับปรุงภาษาในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรให้สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ปรับระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมขึ้น ปรับแนวการจัดการเรียนรู้ให้เน้นบรรยากาศของการนำเสนอกระบวนการคิดและผลงานที่เป็นไปเพื่อแลกเปลี่ยนความคิด ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำซึ่งกันและกันในสภาพที่เป็นมิตรและอบอุ่น เพิ่มเติมคุณลักษณะและจำนวนผู้เรียนตามหลักสูตร ปรับปรุงภาษาและภาพที่ใช้ในเอกสารประกอบการเรียนรู้ตามหลักสูตรให้เหมาะสมและชัดเจนยิ่งขึ้น และได้พัฒนาคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ให้เป็นภาพสีทั้งหมดเพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ให้เหมาะสมและชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนั้นแล้วยังได้ปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ให้มีเนื้อหาที่กระชับและชัดเจนขึ้น และปรับปรุงแบบฝึกหัดในแต่ละหัวข้อให้ง่ายต่อการเกิดความคิดรวบยอดของผู้เรียน ปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 โดยการเพิ่มตัวอย่างการใช้คำสั่งภาษาคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความชำนาญในการใช้คำสั่งดังกล่าวที่ดียิ่งขึ้น

3. ผลการนำหลักสูตรไปทดลองใช้

ผลการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้ผลดังนี้

3.1 ผลการศึกษานำร่อง เมื่อนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ไปทดลองใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของหลักสูตร ภายหลังจากเสร็จสิ้นการจัด

กิจกรรมแล้วให้นักเรียนประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร พบว่า ภาพรวมของหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3.2 ผลการทดลองใช้หลักสูตร เมื่อนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อำเภอมือเมือง จังหวัดสกลนคร ได้ผลดังนี้

3.2.1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระหว่างก่อนและหลังทดลองใช้หลักสูตรพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมและในแต่ละด้านหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2.2 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจหลังทดลองใช้หลักสูตรของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจเท่ากับ 33.33 คะแนนหรือร้อยละ 80.1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหาหลังทดลองใช้หลักสูตรของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.78 อยู่ในระดับดี สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2.4 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติหลังทดลองใช้หลักสูตรของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติเท่ากับ 3.20 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2.5 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติหลังทดลองใช้หลักสูตรของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2.6 ค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนเท่ากับ 4.27 อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 3.50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร

4.1 ผลการประเมินหลักสูตร เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพหลักสูตร สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ย

คะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ร้อยละ 80 (32 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหาหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับมาก (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านทักษะปฏิบัติหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับมาก (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับมาก (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตร มีค่าเท่ากับ 4.27 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับมาก (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้ปรับปรุงสภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร โดยให้ปรับปรุงด้านภาษาโดยเขียนให้แต่ละส่วนมีความสอดคล้องกัน กระชับ และให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อคิดเห็นของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ตามหลักสูตร พบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริง มีประโยชน์ เป็นกิจกรรมที่ให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความสนุกสนาน ความท้าทาย และรูปแบบของกิจกรรมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน แต่ควรเพิ่มเกมในกิจกรรมการเรียนรู้ และควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติ

4.2 การปรับปรุงหลักสูตร

หลังจากรวบรวมข้อมูลจากการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินโครงสร้างหลักสูตร และข้อคิดเห็นของนักเรียน ผู้วิจัยได้ปรับปรุงหลักสูตรดังต่อไปนี้ เขียนสภาพปัญหาและความจำเป็นในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันมากขึ้น เขียนหลักการของหลักสูตรโดยใช้ข้อความที่ชัดเจน และกระชับขึ้น ในส่วนที่ระบุกระบวนการเรียนรู้ปรับให้มีเอกลักษณ์ที่แสดงออกถึงแนวคิดตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ปรับปรุงแนวการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอน เพื่อความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนรู้มากขึ้น ปรับปรุงความกระชับของเนื้อหา กิจกรรม และเวลา เพื่อให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องซึ่งกันและกัน กำหนดคุณลักษณะผู้เรียนตามหลักสูตร และจำนวนผู้เรียนที่เหมาะสม เพิ่มเติมภาพประกอบและรายละเอียดอื่นๆ ในเอกสารประกอบการเรียนรู้เพื่อให้มีความน่าสนใจและสมบูรณ์มากขึ้น และปรับปรุงการใช้ภาษาในหลักสูตรและแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ชัดเจน สามารถสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การศึกษาในขั้นตอนนี้ มีจุดประสงค์ที่สำคัญเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการสร้างหลักสูตรให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความจำเป็นที่แท้จริง ได้แก่ สภาพปัญหาและการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของประเทศ ทฤษฎีการเรียนรู้ จิตวิทยาการเรียนรู้ ความต้องการหลักสูตร และประโยชน์ที่จะได้รับการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ รวมไปถึงกระบวนการที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร และองค์ประกอบของหลักสูตร ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาหลักสูตรของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523 : 12-124) และ บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 21-46) ที่ว่า ในการพัฒนาหลักสูตรนั้นควรทำการศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม ด้านปรัชญาการศึกษา ด้านจิตวิทยา และกระบวนการเรียนรู้ ด้านทรัพยากร วิทยาการ และเทคโนโลยี สำหรับวิธีที่ใช้ในการศึกษานั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการพัฒนาหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตร จุดมุ่งหมายทางการศึกษา รูปแบบของกิจกรรม รวมถึงประโยชน์ที่จะได้รับการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างหุ่นยนต์ ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ และศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งวิธีการเก็บข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายและครบถ้วนตามแนวคิดของ ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์ (2539 : 44-45) และ สุนีย์ ภูพันธ์ (2546 : 315) ที่ได้รับรู้ไว้ว่า การศึกษาและหาข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งต่างๆ นั้น สามารถทำได้หลากหลายวิธีโดยอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายๆ วิธีประกอบกันก็ได้ เช่น การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต และการศึกษาจากรายงานการวิจัยหรือเอกสารต่างๆ รวมถึงสอดคล้องกับวิธีการเก็บข้อมูลพื้นฐานของ เฉลิมพล คงจันทร์ (2541) ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพื้นฐานเพื่อการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับนักศึกษาช่างยนต์ และ อัจริยา วัชรวิวัฒน์ (2544) ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลพื้นฐานเพื่อพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางการวิจัย สำหรับนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานอย่างครบถ้วนและเป็นประโยชน์ในการกำหนดโครงสร้างหลักสูตรเป็นอย่างมาก

ผลจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์และการจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์จากเอกสารและงานวิจัย โดยสรุปพบว่า ปัจจุบันหุ่นยนต์ได้เข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งในทางอุตสาหกรรมและการเกษตร รวมถึงยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเราเพิ่มขึ้นทุกวัน ดังนั้นเราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถควบคุมและประยุกต์ใช้งานหุ่นยนต์เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์นั้นนอกจากจะได้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีแบบบูรณาการแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการแก้ปัญหา การทำงานเป็นกลุ่ม และการมีเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื่องจากกิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทดลอง ปฏิบัติ และสร้างงานตามแนวคิดของผู้เรียนเอง ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ซึ่งสอดคล้องกับที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 23 มาตรา 24 และมาตรา 66 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 11-12, 31) ในจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 (กรมวิชาการ. 2545 : 4) และในแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2559) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 28-29) ซึ่งสามารถสรุปเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ว่า "การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต" สำหรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรโดยทั่วไปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาค้นคว้าและสำรวจข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาหลักสูตร การสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร การปรับปรุงและการประเมินหลักสูตร องค์ประกอบของหลักสูตรประกอบไปด้วย สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนตามหลักสูตร สื่อประกอบการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลหลักสูตร

หลังจากได้ข้อมูลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยครบถ้วนแล้ว ผู้วิจัยยังได้ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และการศึกษาดูงานจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ หรือสถานที่ที่มีการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาหลักสูตรที่สามารถนำไปใช้ได้จริงและเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย และสภาพปัญหาในการจัดกิจกรรม ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสังเกตจากแหล่งเรียนรู้ โดยทั้งสองวิธีได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกันและน่าสนใจดังนี้ กิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์นั้นเป็นกิจกรรมที่สังคมกำลังต้องการเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบที่น่าสนใจและท้าทาย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับชีวิต เกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะในการใช้เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของสังคมที่ต้องการนักเรียนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงการเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะ "คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น" นอกจากนั้นแล้วการที่ให้นักเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์และสื่อดิจิทัลนั้นยังเป็นการเตรียมนักเรียนสำหรับโลกยุคใหม่ที่เป็นโลกแห่งดิจิทัลที่นักเรียนจะต้องดำรงชีวิตอยู่ในอนาคตอีกด้วย เนื้อหาที่ใช้ควรประกอบไปด้วยการทำความรู้จักกับหุ่นยนต์ ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ เช่น เซอร์ มอเตอร์ กลไกการเคลื่อนที่ต่างๆ

คำสั่งที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ การสร้างหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ และเนื้อหาในส่วนของ การกำหนดภาระงาน สถานการณ์ หรือปัญหา ที่เอื้อต่อการใช้ความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม และทักษะด้านต่างๆ รูปแบบของกิจกรรมที่ใช้ควรมีลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับรู้ สำรวจ สร้างความคุ้นเคย ฝึกหัด และทดลองสร้างชิ้นงานจากประสบการณ์ใหม่ที่เต็มไปด้วยความท้าทายตามความคิดและด้วยการปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเอง ภายในบรรยากาศที่เป็นกันเองผู้เรียนควรได้พูดถึงกระบวนการคิด กระบวนการทำงาน และผลงานของตนเอง รวมถึง การแสดงความคิดเห็นและให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน สื่อที่ใช้สร้างหุ่นยนต์ควรเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับแสดงความคิดของผู้เรียน สามารถสร้างหรือออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลายง่ายต่อการใช้งาน และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน โดยโรงเรียนส่วนมากจะใช้ชุดสื่อ เลโก มายสเตอร์ม (Lego MindStorms) ของบริษัท เลโก (LEGO) โดยชุดสื่อดังกล่าวจะประกอบไปด้วย เอกสารประกอบการเรียนรู้ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ รวมไว้ในชุดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การวัดผลและประเมินผลควรมีการวัดผลและประเมินผลครอบคลุมทุกด้านทั้งด้านความรู้ ด้านกระบวนการ ด้านทักษะ และด้านเจตคติ นอกจากนั้นการวัดและประเมินผลควรมีลักษณะที่หลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง การประเมินจากผลงาน การสอบข้อเขียน การสังเกตการปฏิบัติงาน และการใช้แบบทดสอบทางจิตวิทยา ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ ส่วนใหญ่จะเป็นเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ไม่มีความต่อเนื่อง จึงมีผลต่อความต่อเนื่องในการสร้างงานของผู้เรียน รวมถึงอุปกรณ์หรือสื่อที่ใช้เรียนรู้ในกิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์มีราคาสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนโยบายของผู้บริหารและข้อจำกัดในด้านงบประมาณ สำหรับความสนใจและความต้องการเรียนรู้ตามกิจกรรมของนักเรียนนั้น สามารถสรุปได้ว่านักเรียนที่ได้ทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิดจะมีพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม มีความสนใจในการเรียนรู้ ในการคิด ในการสร้างและปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ของตนเองตลอดเวลา รวมถึงมีความสนใจที่จะแสวงหาความรู้เมื่อเกิดปัญหาทั้งจากการอธิบายของครู จากเอกสาร และจากการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับนักเรียนคนอื่นๆ และเมื่อสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมและความต้องการเรียนรู้ในกิจกรรม นักเรียนส่วนมากให้ความเห็นว่าชอบและต้องการที่จะเรียนรู้กิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เรียนแล้วสนุก ไม่รู้สึกเบื่อ ได้ความรู้ และได้สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และน่าสนใจ พร้อมทั้งมีเกมที่ทำทายและผจญภัยให้แข่งกันอย่างสนุกสนานอีกด้วย โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ประกอบในการกำหนดโครงสร้างของหลักสูตรต่อไป

2. การสร้างหลักสูตร

การสร้างหลักสูตรครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเอาผลสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 มากำหนดเป็นโครงสร้างหลักสูตร โดยมีองค์ประกอบของหลักสูตรคือ สภาพปัญหาและความจำเป็น หลักการของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการพัฒนาหลักสูตรในขั้นตอนการร่างหลักสูตรของ เกศริน มนูญประเสริฐ (2544 : 95-99) ที่ประกอบด้วย ปัญหาและความสำคัญ หลักการเป้าหมาย จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลา สื่อการเรียนรู้ และการประเมินผล และเป็นไปตามองค์ประกอบที่สำคัญของหลักสูตรตามแนวคิดของ ชำรง บัวศรี (2532 : 8) ที่ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ของการเรียนการสอน เนื้อหาสาระและประสบการณ์ ยุทธศาสตร์การเรียนการสอน วัสดุอุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน และการประเมินผล

ในการกำหนดโครงสร้างของหลักสูตร ได้รวบรวมข้อมูลที่รวบรวมและวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 ทำให้ได้หลักสูตรที่มีองค์ประกอบสอดคล้องกับสภาพปัญหาและความจำเป็นในสภาพสังคมปัจจุบันมากที่สุด โดยเฉพาะการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแผนการศึกษาแห่งชาติ (พุทธศักราช 2545 - 2559) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 2-3) ในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรนั้นได้กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่มุ่งให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยให้เกิดทั้งความรู้ความเข้าใจ กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะปฏิบัติ และเจตคติ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการกำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 7, 10-16) ที่ประกอบไปด้วย ความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ (กระบวนการเรียนรู้ และทักษะปฏิบัติ) และเจตคติ การกำหนดเนื้อหาได้กำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในภาพรวมก่อน แล้วจึงเรียนรู้ในส่วนของรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง โดยได้กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ตามลำดับความสำคัญและความยากง่ายของเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับการจัดลำดับเนื้อหาตามเทคนิค Advance Organizers ของออสเชล (Ausubel) ที่บอกไว้ว่า “ผู้เรียนจะเข้าใจบทเรียนที่สอนและมีการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้นอยู่ที่การจัดเรียงข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้ผู้เรียนรู้ ออกเป็นหมวดหมู่ หรือให้หลักการกว้างๆ ก่อนที่นักเรียนจะเรียนความรู้ใหม่ หรือแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวข้อสำคัญๆ หากมีความคิดรวบยอดใหม่ที่สำคัญเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่ก็ควรอธิบาย ให้ผู้เรียนทราบก่อนที่จะสอนหน่วยเรียนใหม่” (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541 : 216-219) ส่วนกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism)

ของศาสตราจารย์ ซีมัวร์ แพเพอร์ท (Seymour papert) โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นรูปแบบของกิจกรรมอันประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ ขั้นสร้างชิ้นงาน และขั้นสื่อสาร/นำเสนอ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการปฏิบัติและสร้างชิ้นงานตามความคิดของผู้เรียนเอง ภายในบรรยากาศของการเรียนรู้ที่ปลอดภัย เป็นมิตร ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันด้วยการทำงานกลุ่ม และการให้คำแนะนำซึ่งกันและกัน (สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2546) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของปรัชญาการศึกษากลุ่มพัฒนาการ กลุ่มอัตถิภาวนิยม และกลุ่มมนุษยนิยม (Mcnerigny & Herbert. 1998 : 136-146) สำหรับการวัดและประเมินผลของหลักสูตรมีรูปแบบที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบด้วยข้อสอบ การสังเกตพฤติกรรม การประเมินผลงาน และการรายงานตนเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและความเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัดและประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการวัดและประเมินผล

สำหรับสื่อที่ใช้ประกอบกิจกรรมในหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้อาศัยข้อมูลจากการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน และส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์ มีคุณสมบัติสามารถควบคุมด้วยการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับเด็ก อุปกรณ์ต่างๆ มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง สามารถรองรับต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี จึงทำให้ชุดสื่อที่สร้างขึ้นมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับสภาพปัญหา ความต้องการของผู้เรียนผู้สอน รวมถึงสอดคล้องกับการเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและถ่ายทอดความคิดของผู้เรียนตามแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (สุชิน เพ็ชรรักษ์. 2548 : 22-27, 46-67) นอกจากนั้นแล้วยังมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับชุดสื่อ เลโก มายสตรอม ของบริษัท เลโก ซึ่งประกอบไปด้วยกล่องควบคุม (RCX) เซนเซอร์ มอเตอร์ ชุดเฟือง และชิ้นส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ โดยชุดสื่อดังกล่าวเป็นชุดสื่อที่ได้รับการยอมรับและใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์สำหรับเด็กอย่างแพร่หลาย แต่ชุดสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีราคาถูก ง่ายต่อการสร้าง และสามารถหาวัสดุอุปกรณ์ได้ภายในประเทศ

ในการตรวจสอบโครงสร้างหลักสูตร ผู้วิจัยได้นำโครงสร้างหลักสูตรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้อง ผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละองค์ประกอบของโครงสร้างหลักสูตรพบว่า มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.40 – 4.80 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าตั้งแต่ 0.45 – 0.89 แสดงว่าทุกองค์ประกอบของโครงสร้างหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ส่วนผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรพบว่า มีค่าระหว่าง 0.60 – 1.00 แสดงว่าโครงสร้างหลักสูตรมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่ผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตรด้วยการบูรณาการกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของไทเลอร์ (Tyler. 1949 : 1-125) ทาบา (Taba. 1962 : 345-425) เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส (Saylor Alexander and Lewis. 1981 : 30) และสังกัด อุทรานันท์ (2530 : 192-200) โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ศึกษาเอกสารและงานวิจัย วิเคราะห์สภาพปัญหาและความจำเป็น จุดมุ่งหมายทางการศึกษา ศึกษาแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของผู้เชี่ยวชาญ และการศึกษาดูงานจากแหล่งเรียนรู้ หลายๆ ด้านมาประกอบใน

การพิจารณาเพื่อสร้างโครงสร้างหลักสูตรที่มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงนำโครงสร้างไปปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้

3. การทดลองใช้หลักสูตร

เพื่อให้แน่ใจว่าหลักสูตรที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์จริงได้หรือไม่ ผู้วิจัยจึงทำการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร และเพื่อทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือไม่ รวมทั้งการรวบรวมสภาพปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองใช้หลักสูตร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือการทดลองใช้หลักสูตรโดยศึกษานำร่อง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้หลักสูตรในสถานการณ์จริง โดยใช้จำนวนของกลุ่มตัวอย่างและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมเท่ากับการทดลองใช้หลักสูตรจริง ผู้วิจัยได้คัดเลือกนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ในโรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ จังหวัดสกลนคร ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน โดยใช้ช่วงเวลาหลังปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 เป็นเวลา 7 วัน หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตร ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรจากศึกษานำร่องโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจะพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความเหมาะสมของสื่อประกอบการเรียน ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.51) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดแต่ก็อยู่ในระดับมาก คือ ความเหมาะสมของระยะเวลาการเรียนกับงานที่ได้รับมอบหมาย ($\bar{X} = 3.50$, S.D. = 0.82) นอกจากนี้มีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมจากนักเรียนว่า ยังมีปัญหาในการประกอบชุดเฟืองเนื่องจากภาพประกอบไม่ค่อยชัดเจน ยังไม่ค่อยเข้าใจการใช้คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์มากนัก ควรเพิ่มตัวอย่างในการฝึกปฏิบัติมากขึ้นเพื่อความเข้าใจ และควรมีระยะเวลาในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติมากกว่านี้ ซึ่งผลการประเมินการใช้หลักสูตรด้วยศึกษานำร่องนี้ ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงให้การทดลองใช้หลักสูตรในครั้งต่อไปมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำหลักสูตรไปทดลองศึกษานำร่องกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และได้ปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรในส่วนที่บกพร่องแล้วจึงนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ผู้วิจัยได้คัดเลือกนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ในโรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ จังหวัดสกลนคร ที่มีความสนใจเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน ทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลองใช้หลักสูตร โดยใช้ช่วงเวลาก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 เป็นระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 7 วัน โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรและมีครูผู้ช่วยอีก 2 คน ผลการทดลองใช้หลักสูตรที่ควรนำมาอภิปราย มีดังนี้

3.1 ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยรวมของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเมื่อพิจารณาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรายด้าน จะพบว่า หลังการทดลองใช้หลักสูตรนักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ สูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองใช้หลักสูตรในแต่ละด้านกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจเท่ากับ 33.33 คะแนนหรือร้อยละ 80.1 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (32 คะแนนหรือร้อยละ 80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาเท่ากับ 2.78 อยู่ในระดับดี สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติเท่ากับ 3.20 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านเจตคติเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า หลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากผลการทดลองใช้หลักสูตรตามข้อ 3.1 และ 3.2 แสดงว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจ กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะปฏิบัติ และเจตคติ จึงทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้นและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบของหลักสูตรที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ได้แก่ หลักการ จุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลา สื่อ และการวัดผลประเมินผล นอกจากนี้ยังมาจากการที่เนื้อหาของหลักสูตรเป็นเนื้อหาใหม่และมีความน่าสนใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความสนใจและมาสมัครที่จะเรียนรู้ตามหลักสูตรด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการได้ร่วมกันคิดร่วมกันปฏิบัติโดยการสร้างชิ้นงานที่มาจากความคิดของนักเรียนเอง บรรยากาศในการเรียนที่มีความเป็นกันเองทำให้เกิดสังคมของการเรียนรู้ การเอาใจใส่ของครูและผู้ช่วยครู การได้เรียนรู้ ทำกิจกรรมที่ทำท้าย และสร้างงานที่ต่อเนื่องเป็นเวลาตลอด 1 สัปดาห์ การได้เรียนรู้จากสื่อที่ได้รับการออกแบบและสร้างให้มีความสอดคล้องกับแนวคิดและกิจกรรมของหลักสูตร รวมถึงการมีจำนวนสื่อที่เพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนของผู้เรียน จึงส่งผลให้นักเรียนได้รับการเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฟรด มาติน (Fred Martin. 1990 : 129-140) ที่ได้ทำการศึกษาด้วยการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ไปใช้สอนกับเด็ก พบว่า นักเรียนเข้าใจการทำงานของเกียร์ขนาดต่างๆ และผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เข้าใจหลักการและวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างเซนเซอร์ มอเตอร์ และกล่องใส่คำสั่ง เกิดทักษะในการทำงาน มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น

และแนวคิดของ เรสนิค และออกโก (Resnick & Ocko .1990 : 121-128 ; อ้างอิงจาก สุชิน เพ็ชร รัช. 2544 : 52-53) ที่ชี้ให้เห็นว่า การสร้างหุ่นยนต์เป็นกิจกรรมที่ดีสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียน ในขณะที่นักเรียนออกแบบสร้างหุ่นยนต์นั้นจะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญบางเรื่องในวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็วแม้ว่าจะเป็นเรื่องใหม่ก็ตาม การเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์จะให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ และทักษะในการทำงาน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ สุชิน เพ็ชรรัช (2542 ; อ้างอิงจาก ปัญญา นาแพงหมื่น. 2542 : 20) ที่ระบุว่ากิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์เป็นกิจกรรมที่ใช้เพื่อสร้างเสริมและพัฒนาความคิดได้เป็นอย่างดี และ นิภา แก้วศรีงาม (2547 : 76) ที่ระบุว่า การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมดังกล่าวทำให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหา รู้จักการแสวงหาความรู้ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ ทำให้ผู้เรียนมีพลังในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ที่ดีส่งผลให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ “คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น” นอกจากนี้แล้วสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 2-3) ยังชี้ให้เห็นอีกว่า การที่ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างตื่นตัวทำหยาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้อีกต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบูลย์ (2542 : 306-323) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจ จะส่งผลให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความรู้และได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น

3.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรจากความคิดเห็นของ

นักเรียน พบว่า โดยภาพรวมของหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.65) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจะพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียน ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.49) แสดงว่า นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียนและสามารถนำความรู้มาใช้ในการปฏิบัติและสร้างงานได้ อาจเนื่องมาจาก ความยากของเนื้อหา การลำดับเนื้อหาและกิจกรรมในเอกสาร รูปแบบและภาพประกอบเอกสาร มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับความสามารถและช่วงอายุของนักเรียน ข้อที่มีค่าเฉลี่ยรองลงไป คือ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.57) แสดงว่า นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข สนุกสนาน และชอบลักษณะของกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ที่ได้ใช้กระบวนการคิด การได้ปฏิบัติการ การได้สร้างชิ้นงานจากความคิดของตนเอง ได้แก้ปัญหาที่ทำหยาบ การได้ทำงานเป็นกลุ่ม รวมถึงการได้พูดถึงผลงานของตนเองและการได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในห้องเรียน ได้อย่างอิสระ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการเชาว์ปัญญาของปีอาเจต์ (Piaget) ที่ระบุว่าเด็กในวัยนี้ (12-15 ปี) สามารถคิดอย่างเป็นเหตุผลและคิดในสิ่งที่ซับซ้อนอย่างเป็นนามธรรมได้มากขึ้น สามารถคิดนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สนใจที่จะตั้งสมมติฐานสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง

และมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541 : 57) เมื่อเด็กพัฒนาได้อย่างเต็มที่แล้ว จะสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ แก้ปัญหาได้อย่างดี จนพร้อมที่จะเป็นผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 218) ดังนั้นเด็กในวัยนี้จึงชอบกิจกรรมที่ทำให้คิดและแก้ปัญหาโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541 : 86-90) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดแต่ก็อยู่ในระดับมาก คือ ความเหมาะสมของระยะเวลาการเรียนกับงานที่ได้รับมอบหมาย ($\bar{X} = 3.90$, $S.D. = 0.71$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสนุกสนาน และความท้าทายของกิจกรรม การได้ชุกอยู่กับการทำงาน และครุ่นคิดอยู่กับการแก้ปัญหา จนทำให้เวลาที่กำหนดให้หมดไปอย่างรวดเร็ว รวมถึงทักษะในการเรียนรู้และการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคนซึ่งอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นผู้นำหลักสูตรไปใช้จึงควรมีความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนพิจารณา และใช้ดุลยพินิจในการให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำและกำหนดระยะเวลาในการเรียนรู้และการทำงาน ให้เหมาะสมกับกลุ่มนักเรียนและงานที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สุชิน เพ็ชรรักษ์ (2544 : 8-9) เกี่ยวกับลักษณะของครูตามแนวทฤษฎี Constructionism ที่ว่า ครูจะต้องพัฒนาตนเองจนเกิดความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้เป็นอย่างดี รู้และมองไวต่อความคิดและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน และให้คำแนะนำได้อย่างเหมาะสม ยอมรับในความคิดแปลกใหม่ของผู้เรียนและร่วมสำรวจ ทดลองกับผู้เรียนอย่างจริงจัง ช่วยทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ร่วมกันอย่างเป็นมิตร ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความสุข ได้ประสบความสำเร็จในการสร้างผลงาน และรู้สึกภูมิใจในผลงานของตนเอง เนื่องจากการได้ประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 2-3)

นอกจากนี้ยังมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมของนักเรียนว่า หลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นหลักสูตรที่มีประโยชน์ ให้ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่น่าสนใจ ให้ความสนุกสนาน ความท้าทาย นอกจากนั้นรูปแบบของกิจกรรมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน และสามารถความรู้นำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันได้

4. การประเมินผลและปรับปรุงหลักสูตร

การดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลหลังจากการนำหลักสูตรไปทดลองใช้ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงองค์ประกอบแต่ละส่วนของหลักสูตรในส่วนที่ยังบกพร่องอยู่ โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบโครงสร้างหลักสูตร และข้อเสนอแนะของนักเรียน พบว่า เมื่อทดลองใช้หลักสูตรแล้วนักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีบรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเป็นอย่างดี อาจเป็นเพราะการใช้กระบวนการพัฒนาหลักสูตรที่มาจากพื้นฐานจากแนวคิดในการพัฒนาหลักสูตรของ ไทเลอร์ (Tyler. 1949 : 1-125) ทาบา (Taba. 1962 : 345-425) เซเลอร์ อเล็กซานเดอร์ และเลวิส

(Saylor Alexander and Lewis. 1981 : 30) อันประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาค้นคว้า และสำรวจข้อมูลพื้นฐาน การสร้างหลักสูตร การทดลองใช้หลักสูตร และการประเมินผลและการปรับปรุงหลักสูตร ซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรของ อติศักดิ์ สิงห์สีโว (2549) ที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ วรพล ชาวสุณย์ (2549) ที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาวิชา ไฟฟ้าเพื่อการเกษตร ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 วิเชียร อินทรสมพันธ์ (2546) ที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพการบูรณาการจริยธรรมในหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นพื้นฐานสำหรับครูมัธยมศึกษา และ พูนสุข อุดม (2546) ที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร วิทยาศาสตร์แบบพหุวิทยาการร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์และภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย จังหวัดตรัง ซึ่งก็สามารถใช้กระบวนการดังกล่าวในการพัฒนา หลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน และหลังการทดลองใช้หลักสูตรผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุง แก้ไขหลักสูตรทางด้านภาษาและความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ และระยะเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วจัดทำเป็นหลักสูตรฉบับสมบูรณ์ ซึ่งสามารถนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 23 มาตรา 24 (1) (2) (3) และมาตรา 66 ที่กำหนดให้การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผู้ที่ดี คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น สามารถใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต ด้วย ลักษณะของหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ทดลอง ปฏิบัติ และสร้างงานตามแนวคิด ของนักเรียน ในบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นกันเอง รวมถึงเนื้อหาของหลักสูตรที่เป็นเนื้อหาใหม่ และเป็นเรื่องที่น่าสนใจ หลังจากการทดลองใช้หลักสูตรจึงพบว่า หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ สามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับนักเรียนทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติได้เป็นอย่างดี ดังนั้นหลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนา ขึ้นนี้จึงเป็นทางใหม่ในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยผ่าน กิจกรรมการเรียนรู้การสร้างหุ่นยนต์ที่เต็มไปด้วยความสนุกสนานท้าทาย หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับ การจัดการศึกษา สถานศึกษาชั้นพื้นฐาน จึงควรศึกษาและพิจารณานำหลักสูตรไปใช้ในการเสริม

การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ดีของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ต่อไป เพื่อประโยชน์ในการนำหลักสูตรไปใช้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการกำหนดแนวโยบายดังนี้

1.1 ควรกำหนดหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ให้เป็นสาระเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของหลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้ได้ทั้งในแบบค่ายกิจกรรมในช่วงปิดภาคเรียน หรือจัดการเรียนรู้ในเวลาเรียนปกติโดยอาจใช้เวลา 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เพื่อเป็นทางเลือกในการเรียนรู้ตามหลักสูตรดังกล่าวสำหรับนักเรียน

1.2 ควรให้มีการเผยแพร่หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์โดยการจัดการฝึกอบรมครู / อาจารย์ ที่มีความสนใจที่จะนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา แนวการจัดการเรียนรู้ บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ วิธีการใช้สื่อและเครื่องมือต่างๆ รวมถึงการวัดผลและประเมินผลของหลักสูตร เพื่อจะได้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง และดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

1.3 ควรจัดให้มีห้องสำหรับจัดกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ หรืออาจจัดกิจกรรมในห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนแต่ควรจัดให้มีพื้นที่ว่างให้นักเรียนใช้สำหรับสร้างหุ่นยนต์ รวมถึงควรจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อสื่อและอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ประกอบในการจัดกิจกรรมตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้สื่อในการสร้างและถ่ายทอดความคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

1.4 ควรมีการจัดการการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับโรงเรียน ระดับกลุ่มโรงเรียน และในระดับจังหวัด เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีความภาคภูมิใจในตนเองและผลงานของตนเอง และยังเป็นการสร้างแรงบันดาลใจให้แก่เรียนคนอื่นๆ ที่ได้เข้าร่วมการแข่งขันอีกด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการนำหลักสูตรไปใช้

2.1 จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรที่ใช้ได้ผลกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ประกอบกับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ และงานวิจัยที่ได้ศึกษา หลักสูตรนี้จึงสามารถปรับไปใช้ได้ผลกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 และนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา รวมถึงจัดกิจกรรมในรูปแบบผสมระดับชั้นซึ่งจะทำให้พบความหลากหลายและความแตกต่างในแนวคิดและการเรียนรู้ยิ่งขึ้น แต่ควรได้รับการปรับปรุงทางเนื้อหาที่สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานของแต่ละระดับชั้น และช่วงอายุของผู้เรียน

2.2 ก่อนนำหลักสูตรนี้ไปใช้ควรศึกษาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ วิธีการใช้เครื่องมือต่างๆ แนวการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการวัดผลและประเมินผล เพื่อจะได้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและสามารถดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2.3 ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้ในช่วงของการปิดภาคเรียน เนื่องจากเป็นหลักสูตรที่เน้นการใช้กระบวนการคิดและการลงมือปฏิบัติ จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การว่างจากภาระในการเรียนวิชาอื่นๆ จะทำให้ผู้เรียนได้ขลุกอยู่กับการครุ่นคิดและทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องจะทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

2.4 ในการจัดกิจกรรมตามหลักสูตรนี้ควรยืดหยุ่นเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมตามลักษณะของกลุ่มผู้เรียนที่อาจมีความรู้พื้นฐานและทักษะทางเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้และรู้สึกภาคภูมิใจในการทำงานและผลงานของตนเอง

2.5 ก่อนจบกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ควรมีการอภิปรายถึงการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดในการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์กับตนเองและชุมชนของตนเองต่อไป

3. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับขยายหลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้ผสมผสานกับท้องถิ่นและนำความรู้ที่ได้ไปขยายผลเป็นโครงการที่ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือปรับขยายเข้าสู่กิจกรรมการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ การออกแบบการทดลอง วัด เก็บข้อมูล ซึ่งจะนำไปสู่การนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปเป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

3.2 ควรมีการวิจัยเพื่อติดตามผลหลังการใช้หลักสูตรทั้งด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะปฏิบัติ และด้านเจตคติ ที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี และวิชาอื่นๆ ต่อไป

3.3 ควรมีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนในชั้นที่สูงขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจในการสร้างหุ่นยนต์เป็นพิเศษและต้องการที่จะเรียนรู้อย่างลึกซึ้งต่อไป

3.4 ควรมีการวิจัยโดยการนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ได้จุดร่วมของหลักสูตรซึ่งจะนำไปสู่การได้หลักสูตรที่สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น

3.5 ควรมีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมสำหรับครู / อาจารย์ ผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วงชั้นที่ 3 และ 4 เพื่อให้สามารถนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน นอกจากนั้นแล้วยังเป็นการเผยแพร่หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ให้เป็นที่แพร่หลายมากขึ้น

3.6 ควรทำการศึกษาโดยนำหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์มาจัดกิจกรรมในรูปแบบของรายวิชาเพื่อให้ได้หลักสูตรที่เหมาะสมกับการนำไปเป็นสาระเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยควรทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้คงลักษณะของการจัดกิจกรรมที่มีความต่อเนื่อง และในช่วงเวลาระหว่างสัปดาห์นั้นจะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้ย่อยประสบการณ์ที่ได้รับ รวมถึงได้มีช่วงเวลาคิดและจินตนาการที่จะนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและชุมชนต่อไป

3.7 ควรทำวิจัยเพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เกิดจากกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์โดยเฉพาะ โดยควรมีการเพิ่มเติมการวัดผลตามสภาพจริงจากกิจกรรมปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ของนักเรียน หรือการใช้แบบทดสอบปลายเปิดที่ใช้สาระของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างหุ่นยนต์ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากในระหว่างที่นักเรียนทำการสร้างหุ่นยนต์หรือภาระงานที่ได้รับมอบหมายนั้น ผู้วิจัยสังเกตถึงการแสดงออกของนักเรียนในการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์อย่างเด่นชัด

3.8 ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้เหมาะสมต่อการใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ของนักเรียนและเหมาะต่อการนำไปเป็นสื่อการเรียนการสอนในบริบทของประเทศไทยมากขึ้น เช่น พัฒนาส่วนควบคุมให้สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ สะดวกขึ้น พัฒนาเซนเซอร์ให้มีความหลากหลาย พัฒนาในส่วนโครงสร้างและส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ให้มีความง่ายต่อการสร้างหุ่นยนต์มีความแข็งแรงมากขึ้น ด้วยวัสดุทดแทนที่มีอยู่ในท้องถิ่นหาง่าย และราคาถูก

3.9 ควรนำรูปแบบและวิธีการของหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น ไปใช้ในการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรอื่นๆ หรือใช้กับการพัฒนาหลักสูตรเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับอื่นๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ :
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- เกสริน มนูญผล. (2544). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูเพื่อเสริมสมรรถภาพด้านการจัดทำ
หนังสือเสริมประสบการณ์ ที่สอดคล้องกับท้องถิ่น*. ปรินูญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต
(วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โกวิท ประวาทพฤกษ์, และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2523). *การประเมินผลในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ :
วัฒนาพานิช.
- คัทสึโตะ คิอิตะ. (2548). *เปิดโลกหุ่นยนต์สำหรับนักประดิษฐ์รุ่นใหม่*. แปลโดย อรรถนพ เรืองวิเศษ ;
และกฤษฎา วิศวธีรานนท์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- คิโยฮิโร โนริอากิ. (2546). *มาสร้างหุ่นยนต์กันเถอะ*. แปลโดย เอกชัย แทนยี่นนามวงศ์. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- จิต นวนแก้ว. (2541). *การพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินูญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ใจทิพย์ เชื้อรัตนพงษ์. (2539). *การพัฒนาหลักสูตร : หลักการและแนวปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ :
อัสสัมชัญ.
- เฉลิมพล คงจันทร์. (2541). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าสำหรับนักศึกษา
ช่วงยนต์*. ปรินูญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชยา ลิ้มจิตติ. (2537, ตุลาคม-พฤศจิกายน). *การใช้หุ่นยนต์ในการผลิตของอุตสาหกรรมไทย*,
สสท.ฉบับเทคโนโลยี. 21(117) : 70-72.
- ชิต เหล่าวัฒนา. (2542, สิงหาคม). *เทคโนโลยีหุ่นยนต์จากปัจจุบันสู่นอนาคต*, สารคดี. 15(174) :
116-120.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ.

- ดำเนิน ยาท่วม. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนแบบแก้ปัญหาที่ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก้กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 2 และ 3. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ทีศนา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย ชิวปรีชา, ณรงค์ศิลป์ รูปพนม, และปรีชาญ เดชศรี. (2526). การวัดผลและการประเมินผล การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15 (หน้า 238-255). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธวัชชัย ชัยจิรฉายากุล. (2529). การพัฒนาหลักสูตร จากแนวคิดสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรบัณฑิต.
- ธำรง บัวศรี. (2532). ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- ธำรง บัวศรี. (2532). ทฤษฎีหลักสูตร : การออกแบบและพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- นวลจิต โชตินันท์ (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างการอ่านวารสารวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิภา แก้วศรีงาม. (2547, เมษายน). ปัญญาที่เกิดจากการสร้างสมด้วยตนเอง. วารสารวงการครู, 1(4) : 74-76.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุญฤดี แซ่ล้อ. (2545). การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบ การการเรียนสอนชิปามีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขา การมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บุปผาชาติ เรืองสุวรรณ. (2530) การศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2529. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- บุษยาณี ปุชิตาการ. (2533). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกหัดการตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประพฤติ ศीलพิพัฒน์. (2540). การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.
- ปรีชา ยุพาพิน และ วันชัย ชันนาม. (2545, กุมภาพันธ์-มีนาคม). วิถีทางใหม่ของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ , ส่งเสริมเทคโนโลยี. 28(161) : 76-78.
- ปัญญา นาแพงหมื่น. (2542, สิงหาคม) LEGO-Logo เทคโนโลยีการถ่ายทอดจินตนาการบนพื้นฐานทฤษฎี Constructionism. สารสาสน์ฉบับราชภัฏ. 9(8) : 16-23
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. (2545). การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร. กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.
- ไพฑูริ ลิทธิสุนทร. (2542, พฤษภาคม). Constructionism ความรู้เป็นสิ่งที่สร้างได้, สารานุกรม. 2(20) : 17-20.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พอเพ็ญ ไกรนรา. (2545). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะความสัมพันธ์ระหว่างพยาบาลกับผู้ใช้บริการ สำหรับนักศึกษาพยาบาล. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิมพ์ สุวรรณฤทธิ์. (2542). การสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียน. กาญจนบุรี : ภาควิชาทดสอบและวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี.
- พูนสุข อุดม. (2546). การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบพหุวิทยาการร่วมกับวิชาคณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ตรัง. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- เพชรรัตดา เทพพิทักษ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง เทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการคิดทำ
โครงการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มังกร ทองสุตติ. (2522). การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยุพาพันธ์ มินวงษ์. (2541). การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์ และการได้รับประโยชน์
จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนด้านตัวบุคคล และข้อมูลข่าวสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 โรงเรียนโคกกระทายวิทยาลัย จังหวัดละบุรี. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัตนะ บัวรา. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถ
ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดย
ใช้ชุดการสอนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ราชันย์ บุญธิมา. (2543, กันยายน-ธันวาคม). ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน. การวัดผล
การศึกษา, 22(65), 37-40.
- รุ่งชีวา สุขดี. (2531). การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2531). หลักการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ :
ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- _____. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและการวิจัยทาง
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- _____. (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2542). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. (2546). Robo-BOX
สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้. กรุงเทพฯ :
อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- วรพล ชาสุนย์. (2549). การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาวิชาไฟฟ้าเพื่อการเกษตร ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนปทุมศึกษาวิทยาลัย. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วัชร เลียงบรรจง. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ละความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้
ชุดฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ :
ต่ออ้อ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2523). พัฒนาหลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
_____. (2525). พัฒนาหลักสูตรและการสอน-มิติใหม่ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ :
โอเดียนสโตร์.
- วิชาญ คำแสน. (2545). หุ่นยนต์คืออะไร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- วิเชียร อินทรสมพันธ์. (2546). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพ
การบูรณาการจริยธรรม ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับครูมัธยมศึกษา.
ปรินิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ (วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยา ศุภวารานกุล และเอนก กอธนสาร. (2543). ชุดพัฒนาหุ่นยนต์ขนาดเล็ก. ปรินิพนธ์
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ถ่ายเอกสาร.
- วิลาวุธ แก้วภูมิแห่. (2543). การศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบโปรแกรมที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ศรีสุวรรณ เดชอุดม. (2528). ทักษะภาคปฏิบัติวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนวัชรวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สงัด อุทรานันท์. (2528). พื้นฐานและการพัฒนาหลักสูตร (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ :
เซ็นเตอร์พับลิเคชั่น.
- _____. (2530). ทฤษฎีหลักสูตร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2532). พื้นฐานการพัฒนาหลักสูตร. กรุงเทพฯ : มิตรสยาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). แนวคิดในการจัดการเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน. ใน เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเพื่อเตรียมวิทยากร
แกนนำ (หน้า 1-2). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
_____. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมปัญญา ศรีภณานนท์. (2535). การศึกษาความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์และความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดกิจกรรมสร้าง
สิ่งประดิษฐ์กับชุดกิจกรรมซ่อมแปลงสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์
การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม. (2545). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง.
เชียงใหม่ : ดวงกลมสมัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559).
กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2527). ทฤษฎีการวัดและการประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุชิน เพ็ชรภักษ์. (2544). รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา
ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุนีย์ ภูพันธ์. (2546). แนวคิดพื้นฐานการสร้างและการพัฒนาหลักสูตร ยุคปฏิรูปการศึกษาไทย.
กรุงเทพฯ : เชียงใหญ่โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง. (2540). ผลของการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์การศึกษาความคิดระดับสูงทางวิทยาศาสตร์
และการได้รับ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6.. ปรินิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุมิตร คุณานุกร. (2523). หลักสูตรและการสอน. กรุงเทพฯ : ชวนการพิมพ์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1. กรุงเทพฯ :
เจเนอรัลบุ๊คเซนเตอร์.
- อดิศักดิ์ สิงห์สีโว. (2549). การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาเรื่องปริมาณสัมพันธ์ที่เน้นการพัฒนา
ความสามารถ ในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ. ปรินิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อจริยา วัชรวิวัฒน์. (2544). การพัฒนาหลักสูตรเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางการวิจัย สำหรับ
นักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์. ปรินิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและพัฒนา
หลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อำนาจ สิทธิเจริญชัย. (2536, มกราคม-กุมภาพันธ์). หุ่นยนต์การเกษตรในประเทศไทยปัจจุบัน ,
คอมพิวเตอร์. 20(99) : 71-74.

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ. (2545). รายงานการวิจัยรูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับ
ผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
_____. (2545). สร้างสรรค์นักคิด คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
ด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

Allison, Druin, & James, Hendler. (2000). *Robots for Kids Exploring New Technologies*.
San Diego : Academic Press.

Beyer, B.K. (1985, April). Critical Thinking : What Is It?, *Social Education*. 49(4) : 270-276.

Cambel, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Design for Research*. Chicago : Rand McNally College Publishing.

Clive Gifford. (2003). *Kingfisher Young Knowledge Robots*. London : Kingfisher
Publication.

Dave Johnson. (2002). *Robot Invasion 7 Cool and Easy Robot Projects*. California :
McGraw-Hill.

Davis, J. O. (1979). *The Effects of Three Approaches to Science Instruction on the Science
Achievement, Understanding, and Attitudes of Selected Fifth and Sixth Grade
Students*. *Dissertation Abstract International*, 39(1) : 211-A.

Eli Kolberg; and Nahum Orlev. (2001). *Robotics Learning as a Tool for Integrating
Science Technology Curriculum in k-12 Schools*. Proc. IEEE Frontiers in
Education conf., Puerto Rico.

Fan, C. T. (1952). *Item analysis table*. New Jersey : Education Testing Service.

Ferguson, G. A. (1976). *Statistical Analysis in Psychology & Education*. New York : 260
McGraw-Hill Book.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education* (3 rd ed). New York : McGraw Hill Book.

Gordon McComb. (2001). *Robot Builder's Bonanza*. (2 nd ed). New Jersey : McGraw-Hill.

Kerr, J. F. (1989). *Changing the curriculum*. London : University of London Press.

Kin, W. Lau; Heng, Kiat Tan; Benjamin, T. Erwin; & Pavel, Petrovic. (1999). *Creative
learning in school with LEGO Programmable Robotics Products*. Proc. IEEE
Frontiers in Education conf., Puerto Rico.

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. in *Handbook on formative
and summative evaluation of student learning*. New York : McGraw-Hill Book .

- Krug, E. A. (1957) .*Curriculum Planning*. New York : Harperand Row.
- Martin, F. (1990, April). "Children's Explorations of Cybernetics Using Programmable Turtles" in Constructionist Learning, paper presented at the meeting of Educational Research Association (AERA), Media Lab, MIT. pp.129-140.
- McNergney, Robert F. and Herbert, Joanne M. (1998). *Foundation of Education. The Challenge of Professional Practice*. Boston : Allyn and Bacon.
- Oliva, P. F. (1982). *Developing the Curriculum*. Boston : Brown and Company.
- Saylor, G., & Alexander, W. M. (1974). *Planning curriculum for schools* (3 rd ed). New York : Holt Rinehart and Winston.
- Saylor, G., Alexander, W. M., & Levis, R. B. (1981). *Curriculum Planing for the Better Teaching and Learning*. New York : Holt Rinehart and Winston.
- Saylor, G., Alexander, W. M., & Levis, R. B. (1988). *Curriculum planing for the better teaching and learning*. New York : Holt Rinehart and Winston.
- Sipitakiat, A., Blikstein, P., Cavallo, D. (2002). *The GoGo Board: Moving towards highly available computational tools in learning environments. Interactive Computer Aided Learning International Workshop*. Carinthia Technology Institute, Villach, Austria.
- Taba, H. (1962). *Curriculum development : Theory and practice*. New York : Brace and World.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculumand instruction*. Chicago : The University of Chicago Press.
- Weir, John Joseph. (1974, April). Problem Sovling is Everybody's Problem, *The Science Teacher*. 4 ; 16-18.
- Worthen, B. R., & Sanders, J. R. (1973). *Education evalution : Theory and practice*. Belmont , California : Warth Publishing Company.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. รายชื่อสถานที่ที่ใช้ในการศึกษาสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
3. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินโครงร่างหลักสูตรและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์

เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1. ดร. สุชิน เพ็ชรรักษ์	โครงการประภาคารปัญญา (Light House) ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคเหนือ
2. อ. อานันท์ สิริพิทักษ์เกียรติ	คณะวิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. อ. อุปการ จีระพันธุ์	โครงการเทคโนโลยี (Technology Project) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. อ. เอกชัยณรงค์ บุญประเทือง	โรงเรียนพระยามนธาตุราชศรีพิจิตร
5. อ. สิทธิชัย มานะจิตต์	โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์

รายชื่อสถานที่ที่ใช้ศึกษาสภาพจริง

ในการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1. โรงเรียนพระยามนถำราชศรีพิจิตร แขวงบางบอน เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร
2. โรงเรียนกิงเพชร แขวงเพชรบุรี เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
3. โรงเรียนเซนต์โยเซฟคอนเวนต์ สีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร
4. สหภาพการแข่งขันเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมหุ่นยนต์ การประกวดโครงงานคอมพิวเตอร์ และการประกวดซอฟต์แวร์ ครั้งที่ 4 พ.ศ.2548

จัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ระหว่างวันที่ 1 - 4 สิงหาคม 2548 ณ ศูนย์กลางการเรียนรู้ ICT แห่งชาติ ชั้น 6

ห้างสรรพสินค้าเซ็นทรัลเวิลด์ พลาซ่า

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

1. ด้านการพัฒนาหลักสูตร

ดร. จันทรพร พรหมมาศ

อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ด้านการสอนหุ่นยนต์

ดร. สุชิน เพ็ชรรักษ์

ผู้อำนวยการโครงการประกาการปัญญา (Light House)
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคเหนือ

3. ด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา

ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. ด้านการสอนเทคโนโลยี

อ. อุภากร จีระพันธุ์

หัวหน้าโครงการเทคโนโลยี (Technology Project)
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ด้านวัดผลและประเมินผล

อ. ไพศาล ศรีสำราญ

ประธานศูนย์วิจัยและประเมินผลการศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 1

ภาคผนวก ข

- แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับแนวการพัฒนาและความต้องการหลักสูตร
- แบบบันทึกการสังเกตสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
- แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง : ผู้สัมภาษณ์ใช้ข้อคำถามต่อไปนี้ในการสัมภาษณ์ แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ความต้องการหลักสูตร/กิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ของสังคมและประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับทั้งในปัจจุบันและในอนาคตมีอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

2. เนื้อหาที่จะใช้ในการสร้างหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ควรประกอบไปด้วยอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

3. รูปแบบของกิจกรรมในหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ควรมีรูปแบบเป็นอย่างไร?

.....

.....

.....

4. สื่อที่ใช้ประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ประกอบไปด้วยอะไรบ้าง และมีลักษณะอย่างไร?

.....

.....

.....

5. การวัดผลประเมินผลในหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ควรประเมินผลในด้านใดบ้าง และมีลักษณะอย่างไร?

.....

.....

.....

6. ปัญหาและอุปสรรคในการนำกิจกรรมการสร้างหรือออกแบบหุ่นยนต์ไปใช้กับนักเรียนในโรงเรียนมีอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

แบบบันทึกการสังเกตสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้
ที่มีการจัดการเรียนการสอนการสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง : ผู้สังเกตใช้ประเด็นต่อไปนี้ประกอบการสังเกตสภาพจริงจากแหล่งเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนหรือจัดการแข่งขันการสร้างหุ่นยนต์ แล้วบันทึกข้อมูลตามสภาพความเป็นจริงอย่างละเอียด

1. ด้านวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

.....

2. ด้านเนื้อหาสาระ

.....

.....

.....

.....

3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้และวิธีการสอนของครู

.....

.....

.....

.....

4. ด้านความสนใจและความต้องการเรียนรู้ตามกิจกรรมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

5. ด้านสื่อการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

6. ด้านการวัดและประเมินผล

.....

.....

.....

.....

.....

7. ด้านสถานที่ในการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

8. ด้านปัญหาและอุปสรรคที่พบในการจัดกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร ใช้สำหรับประเมินโครงร่างหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โดยมีจุดประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ ได้กรุณาพิจารณาความเหมาะสม และความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรว่ามีความเหมาะสมและสอดคล้องกันเพียงใด โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร เป็นการพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ของโครงร่างหลักสูตรว่ามีความเหมาะสมเพียงใด คือ สภาพปัญหาและความจำเป็นหลักการของหลักสูตร เป้าหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร

ตอนที่ 2 ประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร เป็นการพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ของโครงร่างหลักสูตรว่ามีความสอดคล้องกันเพียงใด คือ สภาพปัญหาและความจำเป็นหลักการของหลักสูตร เป้าหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร แนวการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ และการประเมินผลหลักสูตร

ตอนที่ 3 ประเมินความคิดเห็นเพิ่มเติม มีจุดประสงค์ให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขโครงร่างของหลักสูตรให้ดีขึ้นก่อนที่จะนำไปทดลองใช้

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร

คำชี้แจง : ให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรในประเด็นต่อไปนี้ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินให้ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1	สภาพปัญหาและความจำเป็นมีความสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพสังคมปัจจุบัน					
2	สภาพปัญหาและความจำเป็นมีเหตุผลควรพัฒนาหลักสูตร					
3	หลักการของหลักสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง					
4	หลักการของหลักสูตรเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติจริง					
5	หลักการของหลักสูตรมีแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานรองรับ					
6	เป้าหมายของหลักสูตรมีความเป็นไปได้					
7	เป้าหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
8	เป้าหมายของหลักสูตรมีประโยชน์สำหรับผู้เรียน					
9	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมีความชัดเจนและเป็นไปได้					
10	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
11	จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเหมาะสมกับการสร้างเสริมคุณลักษณะที่คาดหวังให้เกิดกับผู้เรียน					
12	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
13	เนื้อหาของหลักสูตรครอบคลุมความรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับ					
14	เนื้อหาของหลักสูตรมีการจัดเรียงลำดับที่เหมาะสม					

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
15	เนื้อหาของหลักสูตรเหมาะสมกับการนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง					
16	การกำหนดหน่วยการเรียนรู้มีความเหมาะสม					
17	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โลกของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม					
18	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สมอและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม					
19	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์สัมผัสกับการรับรู้สัมผัสของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม					
20	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์แสงกับการรับรู้แสงของหุ่นยนต์ มีความเหมาะสม					
21	ระยะเวลาที่ในการเรียนตามหลักสูตรมีความเหมาะสม					
22	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
23	กิจกรรมการเรียนรู้มีลำดับขั้นตอนเหมาะสม					
24	กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมที่จะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายของสูตร					
25	กิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นไปได้					
26	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
27	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาของหลักสูตร					
28	สื่อการเรียนรู้เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเสริมสร้างความรู้ให้แก่ผู้เรียน					
29	การประเมินผลหลักสูตรครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมิน					
30	การประเมินผลหลักสูตรมีความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง					
31	การประเมินผลหลักสูตรมีความเหมาะสมในการตรวจสอบการบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร					
32	รูปแบบหลักสูตรมีความเหมาะสม					

ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตร

คำชี้แจง : ให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่างๆ ของหลักสูตรมีความสอดคล้องกันเพียงใด
แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องการประเมินให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	ประเด็นประเมิน	ระดับความสอดคล้อง		
		สอดคล้อง (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่สอดคล้อง (-1)
1	สภาพปัญหาและความจำเป็น กับหลักการของหลักสูตร			
2	สภาพปัญหาและความจำเป็น กับเป้าหมายของหลักสูตร			
3	สภาพปัญหาและความจำเป็น กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
4	หลักการของหลักสูตร กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
5	หลักการของหลักสูตร กับกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร			
6	หลักการของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร			
7	เป้าหมาย กับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
8	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กับเนื้อหาของหลักสูตร			
9	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กับกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร			
10	จุดมุ่งหมายของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร			
11	เนื้อหาของหลักสูตร กับกิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร			
12	เนื้อหาของหลักสูตร กับสื่อประกอบของหลักสูตร			
13	เนื้อหาของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตร			
14	กิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร กับสื่อประกอบหลักสูตร			
15	กิจกรรมการเรียนรู้ของหลักสูตร กับการประเมินผลหลักสูตรหลักสูตร			

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงร่างหลักสูตร

คำชี้แจง : ขอให้ท่านได้โปรดแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขโครงร่างหลักสูตรให้ดีขึ้นก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป

1. สภาพปัญหาและความจำเป็น

.....

.....

.....

.....

2. หลักการของหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

3. เป้าหมายของหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

5. เนื้อหาของหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

6. แนวการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

7. ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

8. กิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

9. ผู้เรียนตามหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

10. สื่อประกอบการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

11. การประเมินผลหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ภาคผนวก ค

- แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
- แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
- แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
- แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ
- แบบประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตร

แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อๆ ละ 1 คะแนน
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทั้ง 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที
3. ในการทำแบบทดสอบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ให้ตรงกับหัวข้อคำตอบท้ายแบบทดสอบนี้
4. หากผู้เรียนต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบในข้อหนึ่งให้ขีดเครื่องหมาย ✖ ลงในช่องที่ไม่ต้องการออก แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ต้องการใหม่

ตัวอย่าง ในครั้งแรกทำเครื่องหมาย X ในข้อ ก. แต่ต้องการเปลี่ยนแปลงเป็นข้อ ง.

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
0	✖			X	

5. ให้ตอบแบบทดสอบลงในกระดาษคำตอบที่จัดให้เท่านั้น
6. ห้ามขีดเขียนข้อความหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบนี้

1. หุ่นยนต์ (Robot) หมายถึงเครื่องจักรกลแบบใด?
 - ก. เครื่องจักรกลที่มีมอเตอร์ และชุดเฟืองเป็นส่วนประกอบ
 - ข. เครื่องจักรกลที่มีมนุษย์เป็นผู้ควบคุมการทำงาน
 - ค. เครื่องจักรกลที่สามารถทำงานด้วยตัวเองอย่างอัตโนมัติ
 - ง. เครื่องจักรกลที่สามารถควบคุมได้ในระยะไกล
 - จ. เครื่องจักรกลที่สามารถเคลื่อนที่ได้คล้ายมนุษย์
2. ส่วนประกอบใดที่ทำให้หุ่นยนต์ **แตกต่าง** จากเครื่องจักรกลทั่วไป?
 - ก. ส่วนควบคุม หรือสมองของหุ่นยนต์
 - ข. ส่วนขับเคลื่อน
 - ค. ส่วนตรวจจับ หรือเซนเซอร์
 - ง. แหล่งจ่ายพลังงาน หรือแบตเตอรี่
 - จ. เฟืองและมอเตอร์
3. คำว่า **หุ่นยนต์** หรือ **Robots** ปรากฏขึ้นครั้งแรกในประเทศใด?
 - ก. อังกฤษ
 - ข. สหรัฐอเมริกา
 - ค. ฝรั่งเศส
 - ง. อิตาลี
 - จ. เชกโกสโลวะเกีย
4. ข้อใด **ไม่ใช่** ประโยชน์ของหุ่นยนต์?
 - ก. เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์
 - ข. เพื่อควบคุมการทำงานของมนุษย์
 - ค. เพื่อความบันเทิง
 - ง. เพื่อเสี่ยงอันตรายแทนมนุษย์
 - จ. เพื่อทำงานแทนมนุษย์
5. หุ่นยนต์ในข้อใดถูกสร้างขึ้นมาเพื่อความบันเทิง?
 - ก. ไอโบ
 - ข. โรโบมอเตอร์
 - ค. อันดรูส
 - ง. มาร์ช พาทฟายเดอร์
 - จ. หุ่นยนต์สำรวจท้องทะเล
6. ข้อใดแสดงลำดับการทำงานของหุ่นยนต์ได้อย่างถูกต้อง?
 - ก. ส่วนตรวจจับ ส่วนควบคุม ส่วนขับเคลื่อน
 - ข. ส่วนขับเคลื่อน ส่วนตรวจจับ ส่วนควบคุม

- ค. ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน
 - ง. ส่วนควบคุม ส่วนขับเคลื่อน ส่วนตรวจจับ
 - จ. ส่วนขับเคลื่อน ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ
7. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง?
- ก. ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนการเสนอปัญหา ขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์ และขั้นตอนการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
 - ข. ขั้นตอนการเสนอปัญหา ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์ และขั้นตอนการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
 - ค. ขั้นตอนการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา ขั้นตอนการเสนอปัญหา ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา และขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์
 - ง. ขั้นตอนการเสนอปัญหา ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์
 - จ. ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนการเสนอปัญหา ขั้นตอนการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา และขั้นตอนการตรวจสอบผลลัพธ์
8. โโกโก บอร์ด ทำหน้าเป็นส่วนประกอบใดของหุ่นยนต์?
- ก. ส่วนขับเคลื่อน
 - ข. เซนเซอร์
 - ค. ส่วนจ่ายพลังงาน
 - ง. ส่วนกำหนดเสียง
 - จ. ส่วนควบคุม
9. ถ้าเรานำถ่านไฟฉายขนาด AA 1.5v 3 ก้อนมาต่อกับแบบอนุกรม ข้อใดกล่าวถูกต้อง?
- ก. เป็นการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า แรงดันรวมเท่ากับ 3 V
 - ข. เป็นการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า แรงดันรวมเท่ากับ 4.5 V
 - ค. เป็นการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า แรงดันรวมเท่ากับ 6 V
 - ง. เป็นการลดแรงดันไฟฟ้า แรงดันรวมเท่ากับ $1/3$ V
 - จ. เป็นการลดแรงดันไฟฟ้า แรงดันรวมเท่ากับ $1/4.5$ V
10. เราสามารถให้พลังงานกับโกโก บอร์ด ได้ในรูปแบบใดบ้าง?
- ก. ใส่ถ่าน AA 4 ก้อน 6 V และแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจากภายนอก 7.5 – 12 V
 - ข. ใส่ถ่าน AA 4 ก้อน 6 V และแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับจากภายนอก 7.5 – 12 V
 - ค. ใส่ถ่าน 9 V 1 ก้อน และแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจากภายนอก 7.5 – 12 V
 - ง. ใส่ถ่าน 9 V 1 ก้อน และแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับจากภายนอก 7.5 – 12 V
 - จ. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจากภายนอก 7.5 – 12. V

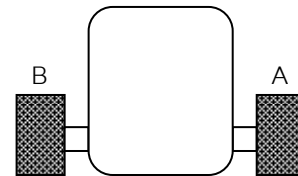
11. เมื่อเราต้องการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ เพื่อดาวน์โหลดไปยังโกโก บอร์ด จะเขียนโปรแกรมในส่วนใดของโปรแกรมแจคเคิล (Jackal)?
 - ก. ช่องศูนย์คำสั่ง
 - ข. ช่องเลือกโปรแกรม
 - ค. ช่องสร้างโปรแกรม
 - ง. ช่องดาวน์โหลดโปรแกรม
 - จ. ช่องแสดงผล
12. เราจะสามารถเชื่อมต่อโกโก บอร์ด กับคอมพิวเตอร์เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรมด้วยวิธีการใด?
 - ก. ผ่านทางพอร์ท USB
 - ข. ผ่านทางพอร์ทอนุกรม
 - ค. ผ่านทางพอร์ท Printer
 - ง. ผ่านทางแสงอินฟราเรด
 - จ. ผ่านทางสายโทรศัพท์
13. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับลำดับของการเขียนโปรแกรมในโปรแกรมแจคเคิล?
 - ก. สร้างโปรแกรม เลือกโปรแกรม และดาวน์โหลดโปรแกรม
 - ข. สร้างโปรแกรม ศูนย์กลางคำสั่ง และดาวน์โหลดโปรแกรม
 - ค. สร้างโปรแกรม แสดงผล และดาวน์โหลดโปรแกรม
 - ง. เลือกโปรแกรม สร้างโปรแกรม และดาวน์โหลดโปรแกรม
 - จ. ศูนย์กลางคำสั่ง เลือกโปรแกรม และดาวน์โหลดโปรแกรม
14. ชุดคำสั่งภาษาโลโก้ต่อไปนี้หมายความว่าอย่างไร?


```
ledon wait 10 ledoff
```

 - ก. สั่งให้มอเตอร์ทำงาน 10 วินาที
 - ข. สั่งให้มอเตอร์ทำงาน 1 วินาที
 - ค. สั่งให้เกิดเสียง “บี๊บ” 2 ครั้ง
 - ง. สั่งให้ไฟสำหรับผู้ใส่วาง 10 วินาที
 - จ. สั่งให้ไฟสำหรับผู้ใส่วาง 1 วินาที
15. คำสั่ง wait 10 หมายความว่าอย่างไร?
 - ก. รอคำสั่งถัดไป
 - ข. รอคำสั่งถัดไป 1 วินาที
 - ค. รอคำสั่งถัดไป 10 วินาที
 - ง. ทำตามคำสั่งนั้น 1 ครั้ง
 - จ. ทำตามคำสั่งนั้น 10 ครั้ง

16. ส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ ประกอบไปด้วยส่วนใดบ้าง?
- ชุดเฟือง และถ่านไฟฉาย
 - เฟืองรับ และเฟืองส่ง
 - มอเตอร์และข้อต่อต่างๆ
 - มอเตอร์ เฟือง และล้อ
 - ล้อ และชุดเฟือง
17. ชุดเฟือง (Gear Box) A มีอัตราทดเท่ากับ 1 : 16 ผลที่จะเกิดขึ้นกับเฟืองรับข้อใดถูกต้อง?
- มีแรงบิดเพิ่มขึ้น 8 เท่า
 - มีแรงบิดลดลง 16 เท่า
 - หมุนเร็วขึ้น 8 เท่า
 - หมุนช้าลง 16 เท่า
 - หมุนช้าลง 32 เท่า
18. เวลาเราขี่จักรยานเลี้ยวเข้าขึ้นภูเขาที่มีความชัน นักเรียนมักลดเกียร์ลงเพราะเหตุใด?
- ทำให้มีความเร็วลดลง
 - ทำให้มีความเร็วเพิ่มขึ้น
 - ทำให้มีแรงบิดลดลง
 - ทำให้มีแรงบิดเพิ่มขึ้น
 - ทำให้มีทั้งแรงบิดและความเร็วเพิ่มขึ้น
19. ถ้าต้องการให้วิ่งเร็วที่สุดควรปรับชุดเฟืองให้มีอัตราทดเท่าใด?
- 1 : 8
 - 1 : 16
 - 1 : 32
 - 1 : 64
 - 1 : 128
20. ข้อใดกล่าว **ผิด** เกี่ยวกับผลกระทบของน้ำหนักที่มีต่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์?
- ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ช้าลง
 - ทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นมากขึ้น
 - ทำให้เคลื่อนที่ขึ้นทางลาดชันได้ดี
 - ทำให้กลไกการเคลื่อนที่ทำงานหนักขึ้น
 - ทำให้สูญเสียพลังงานมากขึ้น
21. การเลี้ยวแบบสองล้อกับการเลี้ยวแบบล้อเดียวต่างกันอย่างไร?
- เลี้ยวแบบสองล้อทำให้เกิดจุดหมุนหลายจุดกว่าการเลี้ยวแบบล้อเดียว
 - มุมในการเลี้ยวแบบสองล้อน้อยกว่าการเลี้ยวแบบล้อเดียว
 - มุมในการเลี้ยวแบบสองล้อมากกว่าการเลี้ยวแบบล้อเดียว

- ง. เลี้ยวแบบสองล้อใช้เวลามากกว่าการเลี้ยวแบบล้อเดียว
 จ. ไม่มีความแตกต่างกัน
22. การเคลื่อนของล้อจะเป็นอย่างไรถ้าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปทางซ้าย ?
 ก. ล้อซ้ายหมุนซ้ายๆ และล้อขวาหยุดหมุน
 ข. ล้อซ้ายหมุนเร็วกว่าล้อขวา
 ค. ทั้งล้อซ้ายและล้อขวาหมุนไปพร้อมๆ กัน
 ง. ล้อซ้ายหยุดหมุนแต่ล้อขวาหมุนไปด้านหลัง
 จ. ล้อซ้ายหยุดหมุนแต่ล้อขวาหมุนไปด้านหน้า
23. ข้อใดเป็นคำสั่งภาษาโลโกที่จะทำให้หุ่นยนต์เดินหน้าแล้วเลี้ยวซ้ายเคลื่อนที่เป็นวงกลม?
 ก. ab, onfor 20 ab, off a, onfor 1
 ข. ab, onfor 10 a, off b, onfor 10
 ค. ab, onfor 20 a, off b, onfor 10
 ง. ab, onfor 10 a, off b, onfor 20
 จ. ab, onfor 10 a, off
24. ถ้าข้อใดกล่าว **ถูกต้อง** เมื่อต้องการเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนให้กับหุ่นยนต์?
 ก. ทดเฟืองไปที่อัตราทดสูงๆ
 ข. ใช้คำสั่ง setpower
 ค. ทดเฟืองไปที่อัตราทดต่ำๆ ควบคู่ไปกับการใช้คำสั่ง setpower
 ง. ทดเฟืองไปที่อัตราทดสูงๆ และกำหนดด้วยคำสั่ง setpower
 จ. ทดเฟืองไปที่อัตราทดสูงๆ ควบคู่ไปกับการใช้คำสั่ง setpower
25. คำสั่งภาษาต่อไปนี้จะทำให้หุ่นยนต์แสดงพฤติกรรมอย่างไร?
 ab, thisway onfor 40 ab, thatway onfor 40
 ก. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปด้านหน้า 4 วินาที ถอยหลังอีก 4 วินาที
 ข. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปด้านหน้า 40 วินาที ถอยหลังอีก 40 วินาที
 ค. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปด้านหลัง 4 วินาที เดินหน้าอีก 4 วินาที
 ง. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปด้านหลัง 40 วินาที เลี้ยวขวาอีก 40 วินาที
 จ. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปด้านหลัง 40 วินาที เลี้ยวซ้ายอีก 40 วินาที
26. เซนเซอร์ของหุ่นยนต์เปรียบเทียบกับอวัยวะส่วนใดของร่างกายมนุษย์?
 ก. แขน
 ข. ขา
 ค. เท้า
 ง. ศีรษะ
 จ. ตา



27. เซนเซอร์สัมผัส หรือสวิตช์เซนเซอร์ จะส่งข้อมูลไปยังโกโก บอร์ด หรือส่วนควบคุมในรูปแบบใด?

- ก. แรงดันไฟฟ้า 0 – 1023
- ข. ค่าของแรงกดที่ตรวจวัดได้
- ค. สัญญาณแบบอนาล็อก
- ง. ค่า 1 หรือ “จริง” และค่า 0 หรือ “เท็จ”
- จ. ค่าทางแม่เหล็กไฟฟ้า

28. คำสั่ง loop ใช้เพื่อประโยชน์ใด?

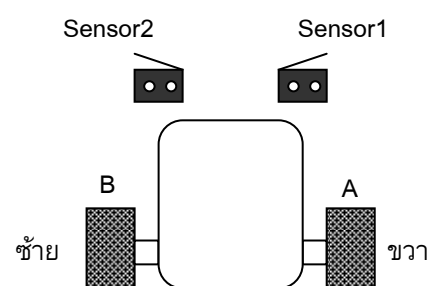
- ก. รอรับคำสั่งต่อไป
- ข. รับสัญญาณจากเซนเซอร์
- ค. ทำซ้ำไม่เกิน 10 ครั้ง
- ง. ทำซ้ำไม่รู้จบ
- จ. รับสัญญาณจากสวิตช์

29. ข้อใดเป็นคำสั่งภาษาโลโก้ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการทำงานของเซนเซอร์สัมผัส หรือสวิตช์เซนเซอร์?

- ก. sensor
- ข. switch
- ค. onfor
- ง. setpower
- จ. ifelse

30. ข้อใดบอกพฤติกรรมของหุ่นยนต์ที่จะทำงานตามชุดคำสั่งภาษาโลโก้ต่อไปนี้ได้ถูกต้องที่สุด?

```
to demo
  ab, thisway ab, on
  waituntil [switch1]
  ab, off
end
```



- ก. เมื่อเซนเซอร์สัมผัสที่ต่อกับช่องเซนเซอร์1 จะถูกกดหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไป **ข้างหน้า**
- ข. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไป **ข้างหน้า** 10 วินาที
- ค. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไป **ข้างหลัง** จนกว่าเซนเซอร์สัมผัสที่ต่อกับช่องเซนเซอร์1 จะถูกกด
- ง. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไป **ข้างหน้า** จนกว่าเซนเซอร์สัมผัสที่ต่อกับช่องเซนเซอร์1 จะถูกกด
- จ. หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไป **ข้างหน้า** เมื่อเซนเซอร์สัมผัสที่ต่อกับช่องเซนเซอร์1 จะถูกกดจะถอยหลัง

31. คำสั่ง off และ brake แตกต่างกันอย่างใด?
- ก. คำสั่ง off เป็นการสั่งให้หลอดไฟปิด แต่คำสั่ง brake เป็นคำสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน
 - ข. คำสั่ง off เป็นการสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน แต่คำสั่ง brake เป็นคำสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน
 - ค. คำสั่ง off เป็นการสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน แต่คำสั่ง brake เป็นคำสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน
 - ง. คำสั่ง off เป็นการสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน แต่คำสั่ง brake สั่งให้หยุดการทำงานของโปรแกรม
 - จ. ไม่มีความแตกต่างกัน
32. โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) มีหน้าที่ใดในเซนเซอร์แสง?
- ก. แปลงแสงอินฟราเรด
 - ข. รับแสงสะท้อนจากวัตถุ
 - ค. รับแสงจากภายนอก
 - ง. สามารถรับได้ทั้งแสงสะท้อนจากวัตถุและแสงจากภายนอก
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
33. ข้อใดเป็นส่วนประกอบของเซนเซอร์แสง?
- ก. หลอดไฟ และโฟโตทรานซิสเตอร์
 - ข. โฟโตทรานซิสเตอร์ และสวิตช์
 - ค. หลอดอินฟราเรด และโฟโตทรานซิสเตอร์
 - ง. หลอดไฟ และหลอดอินฟราเรด
 - จ. สวิตช์และหลอดไฟ
34. หลอดอินฟราเรดในเซนเซอร์แสงมีหน้าที่ใด?
- ก. ให้แสงสว่าง
 - ข. ตรวจวัดปริมาณแสงที่มากกกระทบ
 - ค. ให้ผู้ใช้เขียนโปรแกรมควบคุม
 - ง. ให้ความร้อนแก่วัตถุ
 - จ. ส่งแสงอินฟราเรดไปยังวัตถุ
35. สีใดต่อไปนี้ดูดกลืนแสงได้มากที่สุด?
- ก. สีขาว
 - ข. สีเหลือง
 - ค. สีแดง
 - ง. สีเขียว
 - จ. สีน้ำเงิน

36. ข้อใด **ไม่ใช่** ผลต่อความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์แสง?

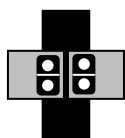
- ก. ระยะห่างระหว่างวัตถุกับเซนเซอร์แสง
- ข. สีของวัตถุ
- ค. พื้นผิวของวัตถุ
- ง. อุณหภูมิของวัตถุ
- จ. ปริมาณแสงรบกวน

37. เพราะเหตุใดในกิจกรรมหุ่นยนต์เดินตามเส้นจึงมักใช้พื้นสีขาวกับเส้นสีดำ?

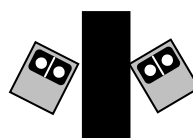
- ก. ความสวยงาม
- ข. ง่ายต่อการหาวัสดุ
- ค. ง่ายต่อการจำแนกสีของหุ่นยนต์
- ง. มีค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียงกัน
- จ. ไม่มีความจำเป็นต้องใช้สีดำกับสีขาวเพราะสามารถใช้สีใดแทนก็ได้

38. ในการสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้น ถ้าต้องการให้หุ่นยนต์รู้ว่าด้านหน้ามีสี่แยกเราจะออกแบบตำแหน่งของเซนเซอร์แสงอย่างไร?

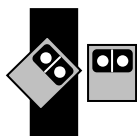
ก.



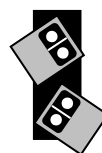
ข.



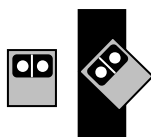
ค.



ง.



จ.



39. ถ้าเซนเซอร์แสงอ่านค่าแสงสะท้อนจากวัตถุ 2 ชนิด ได้ค่าออกมาเป็น 300 กับ 750 ตามลำดับ นักเรียนคิดว่าค่าตัดสินความต่างระหว่างสีของวัตถุทั้งสองควรมีค่าเท่าใดที่จะทำให้หุ่นยนต์ทำงานได้แม่นยำที่สุด?

- ก. 352
- ข. 425
- ค. 525
- ง. 664
- จ. 700

40. คำสั่งภาษาโลโกของข้อใดถูกต้องที่สุด เมื่อต้องการให้มอเตอร์ A หมุนไปด้านหน้าจนกว่าค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์แสง ที่อยู่ช่องต่อเซนเซอร์2 มีค่ามากกว่า 300?
- ก. a, thisway on waituntil [sensor2 > 300] a, off
 - ข. a, on if sensor2 > 300 [a, off a, brake]
 - ค. a, on wait 10 sensor2 > 300 a, off
 - ง. a, thisway on if sensor2 < 300 [a, off]
 - จ. a, thatway on waituntil [sensor2 > 300] a, off a, brake
-

กระดาษคำตอบ

แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คะแนน	
เต็ม	40
ได้	

ชื่อ.....ชั้น.....

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

เฉลย

คำตอบแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
 หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ข้อ	คำตอบ
1	ค
2	ก
3	จ
4	ข
5	ก
6	ก
7	ง
8	จ
9	ข
10	ก
11	ค
12	ข
13	ก
14	จ
15	ข
16	ง
17	ง
18	ง
19	ก
20	ค

ข้อ	คำตอบ
21	ข
22	จ
23	ก
24	ค
25	ก
26	จ
27	ง
28	ง
29	ข
30	ง
31	ค
32	ง
33	ค
34	จ
35	จ
36	ง
37	ค
38	ข
39	ค
40	ก

แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ชื่อ – สกุล ชั้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหา มีทั้งหมด 4 สถานการณ์
2. แบบวัดผลการเรียนรู้ชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านการแก้ปัญหานักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลการเรียนรู้ชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียน
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูง ถ้าตอบโดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
4. แบบทดสอบแต่ละข้อให้เวลานักเรียนทำข้อละ 10 นาที รวม 40 นาที
5. เขียนชื่อ – สกุล เพศ ชั้น อายุ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

สถานการณ์ที่ 1

เด็กชายธงชัยปลูกต้นไม้ใส่กระถางสำหรับขายไว้กลางแจ้งเพราะต้นไม้ที่เขาปลูกต้องการแสงแดดมากแต่ต้องการน้ำน้อย เด็กชายธงชัยจึงตั้งต้นไม้ดังกล่าวไว้กลางแจ้งและรดน้ำเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งต้นไม้ดังกล่าวก็เจริญเติบโตได้ดี แต่พอเข้าสู่ฤดูฝนซึ่งฝนจะตกไม่เป็นเวลา บางที่ฝนตกโดยที่เด็กชายธงชัยไม่รู้ตัวจึงทำให้ต้นไม้ที่ปลูกไว้เน่าและตายเป็นจำนวนมาก แต่เด็กชายธงชัยสังเกตพบว่าทุกครั้งก่อนจะมีฝนตกท้องฟ้าจะมีดครีมนักเรียนคิดว่าจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ ช่วยเด็กชายธงชัยได้อย่างไร?

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร?

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว?

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหานักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหาได้ และถ้าวิธีการของนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดได้อีกบ้าง?

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

“บ้านของเด็กชายอุทัยมีอาชีพทำสวน และเลี้ยงปลาในบ่อ ทุกคืนเด็กชายอุทัยต้องมาเปิดไฟที่บ่อปลา เพื่อให้แมลงที่บินมาตอมตกลงไปเป็นอาหารของปลาในบ่อ และทุกเช้าเด็กชายอุทัยต้องตื่นขึ้นมาปิดไฟ ต่อมาพบว่าค่าใช้ไฟฟ้าในบ้านมีราคาแพงขึ้นอย่างผิดปกติ ซึ่งเมื่อเด็กชายอุทัยพิจารณาแล้วพบว่า มีบางวันที่ไม่ได้ปิดไฟในบ่อปลา และหลายวันที่มาปิดไฟในบ่อปลาช้าหรือมาปิดตอนสาย” นักเรียนคิดว่าจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนมีอยู่ช่วยให้เด็กชายอุทัยไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้าแพงโดยเปล่าประโยชน์ได้อย่างไร?

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้เป็นอะไร?

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว?

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหานักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหาได้ และถ้าวิธีการของนักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดได้อีกบ้าง?

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3

บริษัทแห่งหนึ่งจะต้องมีการรับส่งเอกสารและสิ่งของระหว่างแผนกต่างๆ ที่อยู่ในชั้นเดียวกันเสมอโดยใช้พนักงานรับส่งเอกสาร แต่ต่อมาบริษัทแห่งนี้มีเอกสารและสิ่งของที่ต้องการรับและส่งระหว่างแผนกต่างๆ ได้เพิ่มปริมาณขึ้นจนพนักงานที่ทำหน้าที่รับส่งเอกสารที่มีอยู่ทำงานไม่ทัน จึงทำให้งานเกิดความล่าช้าเพราะต้องรอเอกสารและสิ่งของจากแผนกอื่นที่ยังไม่ส่งมาให้ นักเรียนคิดว่าจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ช่วยบริษัทแห่งนี้ได้อย่างไร?

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร?

.....

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว?

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

.....

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหานักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหาได้ และถ้าวิธีการของนักเรียนสามารถแก้ปัญหานักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดได้อีกบ้าง?

.....

สถานการณ์ที่ 4

เด็กหญิงหนูเล็กอาศัยอยู่ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งอย่างสงบสุข แต่ช่วงนี้มีคนมาจัดแจงประตูและหน้าต่างเข้าไปขโมยสิ่งของมีค่าในบ้าน โดยที่ชาวบ้านไม่ทันรู้ตัวเนื่องจากขโมยจะเข้ามาในขณะที่ทุกคนหลับหมดแล้ว นักเรียนคิดว่าจะใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีอยู่ ช่วยเด็กหญิงหนูเล็กได้อย่างไร?

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของเรื่องนี้คืออะไร?

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว?

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหานักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหาได้ และถ้าวิธีการของนักเรียนสามารถแก้ปัญหานักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดได้อีกบ้าง?

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การประเมิน

1. การเสนอปัญหา
 - 4 คะแนน เมื่อสามารถระบุปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อสามารถระบุปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องเป็นส่วนมาก
 - 2 คะแนน เมื่อสามารถระบุปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจนแต่ถูกต้องเป็นส่วนมาก
 - 1 คะแนน เมื่อสามารถระบุปัญหาได้ไม่ค่อยชัดเจนและถูกต้องน้อย
2. การวิเคราะห์ปัญหา
 - 4 คะแนน เมื่อสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหาได้อย่างถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่
 - 2 คะแนน เมื่อสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหาได้บางส่วน
 - 1 คะแนน เมื่อสามารถระบุสาเหตุสำคัญของปัญหาได้น้อย
3. การเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา
 - 4 คะแนน เมื่อสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุสำคัญของปัญหา ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดแปลกใหม่ และมีความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
 - 3 คะแนน เมื่อสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุสำคัญของปัญหา ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา
 - 2 คะแนน เมื่อสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับสาเหตุสำคัญของปัญหา และมีความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาแต่ไม่ค่อยชัดเจน
 - 1 คะแนน เมื่อสามารถเสนอวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับสาเหตุสำคัญของปัญหาน้อย และมีความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาน้อย
4. การตรวจสอบผลลัพธ์
 - 4 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้และนำเสนอวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์อย่างถูกต้องสมบูรณ์ชัดเจน
 - 3 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้และนำเสนอวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ได้บางส่วน
 - 2 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ไม่สามารถนำเสนอวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ได้
 - 1 คะแนน เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้บางส่วนและไม่สามารถนำเสนอวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ได้

เกณฑ์ในการตัดสินผล

คะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.00	หมายถึง มีความสามารถในระดับสูงมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง มีความสามารถในระดับสูง
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง มีความสามารถในระดับต่ำ
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง มีความสามารถในระดับต่ำมาก

แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับนักเรียน)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกสร้างหุ่นยนต์จากตัวเลือกด้านล่างนี้เพียงข้อเดียว โดยให้มีความสามารถตามที่ได้ระบุไว้ ใช้เวลาหมด 50 นาที

1. หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวางทั้งด้านซ้ายและด้านขวาได้
2. หุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ตามเส้นสีดำที่มีเป็นพื้นสีขาวได้

แบบบันทึกการวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับครูผู้ประเมิน)

ผู้ถูกประเมิน ชื่อ..... ชั้น

คำชี้แจง : ขอให้ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรม/ลักษณะบ่งชี้ที่นักเรียนแสดงออกมาขณะปฏิบัติการ
 สร้างหุ่นยนต์แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับทักษะปฏิบัติโดยพิจารณาจาก
 เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	ระดับทักษะปฏิบัติ			
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1) ด้านวางแผน				
1.1 การทำความเข้าใจกับการปฏิบัติ				
1.2 การจัดลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติเหมาะสม				
1.3 การใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี				
1.4 การเลือกวัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับงาน				
2) ด้านการปฏิบัติ				
2.1 เทคนิคในการปฏิบัติ				
2.2 การดำเนินการปฏิบัติ				
2.3 ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ				
2.4 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ				
3) คุณภาพของผลงาน				
3.1 ผลงานตรงตามจุดมุ่งหมาย				
3.2 มีความประณีตและแข็งแรง				
3.3 ผลงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์				
3.4 ผลผลิตมีความสมบูรณ์				
4) ด้านการนำเสนอผลงาน				
4.1 การเสนอผลงานมีลำดับขั้นตอนชัดเจน				
4.2 การสื่อความหมายในผลงานถูกต้อง				
4.3 การเสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว				
4.4 แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในเรื่องที่นำเสนอ				

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

เกณฑ์การประเมิน

1) ด้านการวางแผน

1.1 ทำความเข้าใจกับการปฏิบัติ

- 4 คะแนน เมื่อมีการทำความเข้าใจกับงานที่ต้องปฏิบัติหรือปัญหาที่พบอย่างละเอียดรอบคอบ
- 3 คะแนน เมื่อมีการทำความเข้าใจกับงานที่ต้องปฏิบัติหรือปัญหาที่พบ
- 2 คะแนน เมื่อมีการทำความเข้าใจกับงานที่ต้องปฏิบัติหรือปัญหาที่พบบางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อมีการทำความเข้าใจกับงานที่ต้องปฏิบัติหรือปัญหาที่พบน้อยมาก

1.2 จัดลำดับขั้นในการปฏิบัติเหมาะสม

- 4 คะแนน เมื่อสามารถวางแผนอย่างมีลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสมทั้งหมด
- 3 คะแนน เมื่อสามารถวางแผนอย่างมีลำดับขั้นตอนได้เหมาะสมส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อสามารถวางแผนอย่างมีลำดับขั้นตอนได้เหมาะสมบางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสามารถวางแผนอย่างมีลำดับขั้นตอนได้เหมาะสมน้อยมาก

1.3 ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- 4 คะแนน เมื่อสามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบการวางแผนได้อย่างเหมาะสม และมีความแปลกใหม่
- 3 คะแนน เมื่อสามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบการวางแผนได้อย่างเหมาะสม
- 2 คะแนน เมื่อสามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบการวางแผนได้อย่างเหมาะสมบางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสามารถใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบการวางแผนได้อย่างเหมาะสมน้อยมาก

1.4 เลือกวัสดุอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับงาน

- 4 คะแนน เมื่อสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะสมกับงานได้เป็นอย่างดี
- 3 คะแนน เมื่อสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะสมกับงานได้เป็นส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะสมกับงานได้บางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์เหมาะสมกับงานได้น้อยมาก

2) ด้านการปฏิบัติ

2.1 เทคนิคในการปฏิบัติ

- 4 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติและใช้เทคนิคเฉพาะในการปฏิบัติ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงปฏิบัติอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

- 3 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติและใช้เทคนิคเฉพาะในการปฏิบัติได้เป็นส่วนใหญ่ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ รวมถึงปฏิบัติอย่างระมัดระวังและปลอดภัย
- 2 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติและใช้เทคนิคเฉพาะในการปฏิบัติได้บางส่วน ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกต้องบางส่วน รวมถึงปฏิบัติอย่างระมัดระวังและปลอดภัย
- 1 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติและใช้เทคนิคเฉพาะในการปฏิบัติ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ได้ถูกต้องบางส่วน แต่ปฏิบัติอย่างไม่ระมัดระวังและปลอดภัย

2.2 การดำเนินการปฏิบัติ

- 4 คะแนน เมื่อสามารถดำเนินการปฏิบัติได้ตามแผนที่วางได้เป็นขั้นตอน อย่างชัดเจน สามารถแก้ปัญหา/ประยุกต์วิธีการเพื่อให้สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้เป็นอย่างดี
- 3 คะแนน เมื่อสามารถดำเนินการปฏิบัติได้ตามแผนที่วางได้เป็นขั้นตอน อย่างชัดเจน สามารถแก้ปัญหา/ประยุกต์วิธีการเพื่อให้สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้เป็นส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อสามารถดำเนินการปฏิบัติได้ตามแผนที่วางได้บางส่วน สามารถแก้ปัญหา/ประยุกต์วิธีการเพื่อให้สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้บางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสามารถดำเนินการปฏิบัติได้ตามแผนที่วางได้บางส่วน ไม่สามารถแก้ปัญหา/ประยุกต์วิธีการเพื่อให้สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ได้

2.3 ความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ

- 4 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่ว มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติ และปฏิบัติได้ทันตามเวลาที่กำหนด
- 3 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่ว มีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติ เป็นส่วนใหญ่ และปฏิบัติได้ทันตามเวลาที่กำหนด
- 2 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่ว ไม่ค่อยมีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติ และปฏิบัติได้ไม่ทันตามเวลาที่กำหนด
- 1 คะแนน เมื่อสามารถปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่วน้อย ไม่ค่อยมีความเชื่อมั่นในขณะปฏิบัติ และปฏิบัติได้ไม่ทันตามเวลาที่กำหนด

2.4 ความสะอาดและความเป็นระเบียบ

- 4 คะแนน เมื่อสามารถจัดพื้นที่และอุปกรณ์ในขณะปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม เป็นระเบียบ จัดเก็บและทำความสะอาดพื้นที่เมื่อได้ปฏิบัติเสร็จสิ้นแล้ว
- 3 คะแนน เมื่อสามารถจัดพื้นที่และอุปกรณ์ในขณะปฏิบัติได้เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ จัดเก็บและทำความสะอาดพื้นที่ได้เป็นส่วนใหญ่

- 2 คะแนน เมื่อสามารถจัดพื้นที่และอุปกรณ์ในขณะปฏิบัติได้เหมาะสมเป็นบางส่วน
จัดเก็บและทำความสะอาดพื้นที่ได้เป็นบางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อสามารถจัดพื้นที่และอุปกรณ์ในขณะปฏิบัติได้เหมาะสมเป็นบางส่วน
แต่ไม่จัดเก็บและทำความสะอาดพื้นที่เมื่อได้ปฏิบัติเสร็จสิ้นแล้ว

3) ด้านผลงาน

3.1 ผลงานตรงตามจุดมุ่งหมาย

- 4 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง
- 3 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย และสามารถแก้ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย และสามารถแก้ปัญหาได้บางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ตรงตามจุดมุ่งหมายบางส่วน และไม่สามารถแก้ปัญหาได้

3.2 มีความประณีตและแข็งแรง

- 4 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้แข็งแรงและมีความประณีต
- 3 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้แข็งแรงแต่มีความประณีตน้อย
- 2 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้ไม่ค่อยแข็งแรงและมีความประณีตน้อย
- 1 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้ไม่ค่อยแข็งแรงและมีความประณีตน้อย

3.3 ผลงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์

- 4 คะแนน เมื่อชิ้นงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และสามารถอธิบายได้อย่างถูกต้อง
- 3 คะแนน เมื่อชิ้นงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และสามารถอธิบายได้เป็นส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อชิ้นงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์และสามารถอธิบายได้บางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อชิ้นงานใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์น้อยและสามารถอธิบายได้บางส่วน

3.4 ผลผลิตมีความสมบูรณ์

- 4 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้มีความสมบูรณ์ และสามารถทำงานได้
- 3 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้มีความสมบูรณ์เป็นส่วนใหญ่ และสามารถทำงานได้
- 2 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้มีความสมบูรณ์เป็นบางส่วน และสามารถทำงานได้
- 1 คะแนน เมื่อชิ้นงานที่ได้ไม่ค่อยสมบูรณ์ และสามารถทำงานได้บางส่วน

4) ด้านการนำเสนอผลงาน

4.1 การเสนอผลงานมีลำดับขั้นตอนชัดเจน

- 4 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนดีทำให้เข้าใจง่าย
- 3 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนที่สับสนบ้างแต่สามารถทำให้เข้าใจได้
- 2 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนที่สับสนแต่สามารถทำให้เข้าใจได้
- 1 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานมีลำดับขั้นตอนไม่ดีทำให้เข้าใจยาก

4.2 การสื่อความหมายในผลงานถูกต้อง

- 4 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจ ใช้ภาษาถูกต้อง ชัดเจน
- 3 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจ ใช้ภาษาไม่ค่อยถูกต้อง ชัดเจน
- 2 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจบางส่วน ใช้ภาษาไม่ค่อยถูกต้อง ชัดเจน
- 1 คะแนน เมื่อเสนอผลงานได้เข้าใจบางส่วน ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่ค่อยชัดเจนเป็นส่วนใหญ่

4.3 การเสนอผลงานได้อย่างคล่องแคล่ว

- 4 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานได้อย่างชัดเจน คล่องแคล่ว ไม่ติดขัด
- 3 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานได้ชัดเจน คล่องแคล่วเป็นส่วนใหญ่ ไม่ติดขัด
- 2 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ค่อยชัดเจน คล่องแคล่วเป็นส่วนใหญ่ ไม่ติดขัด
- 1 คะแนน เมื่ออธิบายผลงานไม่ค่อยชัดเจน ไม่ค่อยคล่องแคล่ว ติดขัด

4.4 แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ในเรื่องที่นำเสนอ

- 4 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้ถูกต้อง ผิดน้อยมากหรือไม่ผิดเลย
- 3 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้เป็นส่วนใหญ่
- 2 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้บางส่วน
- 1 คะแนน เมื่อตอบคำถามที่ผู้ประเมินถามได้บางส่วน และตอบผิดมาก

เกณฑ์ในการตัดสินผล

คะแนนเฉลี่ย	3.50 – 4.00	หมายถึง มีความสามารถในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง มีความสามารถในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง มีความสามารถในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง มีความสามารถในระดับน้อยที่สุด

แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ
หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ชื่อ – สกุล ชั้น

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลการเรียนรู้ชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านเจตคติของนักเรียน ซึ่งผลจากการศึกษาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลการเรียนรู้ชุดนี้จะนำไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลเสียต่อนักเรียนและโรงเรียน
2. ขอให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามความเป็นจริง โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด
3. แบบวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคตินี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที

ข้อ	ข้อความ	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
1	นักเรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนรู้ / การทำ กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
2	นักเรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ตาม กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
3	นักเรียนอธิบายสิ่งที่สร้างขึ้น หรือสิ่ง ต่างๆ ในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี โดยใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี เหตุผล					
4	นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือ กระบวนการแก้ปัญหาในการแก้ปัญหาที่ พบ					
5	นักเรียนมีความพอใจ / ภูมิใจในผลงานที่ นักเรียนสร้างขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี					
6	นักเรียนร่วมมือเป็นอย่างดีกับเพื่อนใน กลุ่มทำกิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี					
7	นักเรียนทำงานทุกชิ้นในกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความ มุ่งมั่น					
8	นักเรียนคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ได้เรียนรู้มีประโยชน์ต่อ ชีวิตของนักเรียน					
9	นักเรียนมักทำงานตามกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเสร็จภายใน เวลาที่กำหนด					
10	นักเรียนทำงานทุกชิ้นในกิจกรรมทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยความ รอบคอบ					

แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร
หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของนักเรียนว่าเหมาะสมเพียงใด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักเกณฑ์และการฝึกปฏิบัติเพียงใด.....					
2. นักเรียนคิดว่าระยะเวลาของการเรียนมีความเหมาะสมกับงานที่ได้รับมอบหมายเพียงใด....					
3. นักเรียนคิดว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมเพียงใด.....					
4. นักเรียนมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นเพียงใด.....					
5. นักเรียนคิดว่าเอกสารประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเพียงใด.....					
6. นักเรียนคิดว่าสื่อประกอบการเรียนมีความเหมาะสมเพียงใด.....					
7. นักเรียนคิดว่าสามารถนำความรู้จากการเรียนและการฝึกปฏิบัติไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตเพียงใด.....					

8. มีกิจกรรมใดที่นักเรียนคิดว่ายังมีปัญหา ไม่สามารถปฏิบัติได้ (โปรดระบุสาเหตุ เช่น ไม่เข้าใจ)

.....

.....

9. ข้อเสนอแนะสำหรับเรียนและวิธีการฝึกปฏิบัติการ

.....

.....

ภาคผนวก ง

- ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดและประเมินผล

ตาราง 12 ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยากง่าย
 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ด้านความรู้ความเข้าใจ

ข้อ	ระดับความเหมาะสม		IOC	ความยาก P	อำนาจจำแนก r
	$\bar{X}$	SD			
1	5.00	0.00	1.00	0.40	0.75
2	5.00	0.00	1.00	0.57	0.25
3	4.60	0.89	0.80	0.60	0.50
4	5.00	0.00	1.00	0.67	0.50
5	4.60	0.89	0.80	0.67	0.88
6	5.00	0.00	1.00	0.40	0.50
7	4.80	0.45	1.00	0.43	0.75
8	5.00	0.00	1.00	0.50	0.75
9	5.00	0.00	1.00	0.50	0.63
10	4.60	0.89	0.80	0.50	0.63
11	5.00	0.00	1.00	0.60	0.75
12	5.00	0.00	1.00	0.53	0.63
13	5.00	0.00	1.00	0.37	0.50
14	4.80	0.45	1.00	0.40	0.88
15	4.80	0.45	1.00	0.67	0.38
16	5.00	0.00	1.00	0.53	0.38
17	5.00	0.00	1.00	0.63	0.38
18	5.00	0.00	1.00	0.67	0.50
19	5.00	0.00	1.00	0.33	0.63
20	5.00	0.00	1.00	0.60	0.63
21	5.00	0.00	1.00	0.57	0.50
22	5.00	0.00	1.00	0.47	0.63
23	5.00	0.00	1.00	0.37	0.75
24	5.00	0.00	1.00	0.53	0.88
25	5.00	0.00	1.00	0.37	0.38

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ระดับความเหมาะสม		IOC	ความยาก P	อำนาจจำแนก r
	$\bar{X}$	SD			
26	4.80	0.45	0.80	0.40	0.50
27	5.00	0.00	1.00	0.50	0.63
28	5.00	0.00	1.00	0.43	0.38
29	5.00	0.00	1.00	0.60	0.63
30	5.00	0.00	1.00	0.60	0.38
31	5.00	0.00	1.00	0.67	0.50
32	5.00	0.00	1.00	0.57	0.75
33	5.00	0.00	1.00	0.43	0.63
34	5.00	0.00	1.00	0.60	1.00
35	5.00	0.00	1.00	0.57	0.50
36	5.00	0.00	1.00	0.53	0.88
37	5.00	0.00	1.00	0.63	0.50
38	5.00	0.00	1.00	0.57	0.75
39	4.80	0.45	1.00	0.40	0.75
40	5.00	0.00	1.00	0.47	0.38

ค่าความยากเฉลี่ย = 0.52

ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย = 0.60

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) = .923

ตาราง 13 ตารางค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าความยาก
 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ด้านการแก้ปัญหา และค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน

ข้อ	ระดับความเหมาะสม		IOC	ความยาก P	อำนาจจำแนก r
	$\bar{X}$	SD			
1	5.00	0.00	1.00	0.49	0.61
2	4.80	0.45	1.00	0.57	0.48
3	5.00	0.00	1.00	0.54	0.48
4	5.00	0.00	1.00	0.52	0.49

ความยากเฉลี่ย = 0.53

อำนาจจำแนกเฉลี่ย = 0.50

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) = 0.878

ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Reliability of Raters) = 0.989

ตาราง 14 ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
 และค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน

ข้อ	ความเหมาะสม		IOC	ค่าจำแนก t
	$\bar{X}$	S.D.		
1	4.80	0.45	1.00	4.681
2	5.00	0.00	1.00	5.900
3	5.00	0.00	1.00	4.581
4	4.80	0.45	1.00	5.337
5	4.60	0.55	0.80	8.259
6	4.80	0.45	1.00	11.277
7	4.80	0.45	1.00	11.215
8	4.80	0.45	1.00	5.870
9	4.80	0.45	1.00	7.984
10	4.60	0.89	0.80	11.397
11	4.80	0.45	0.80	10.238
12	4.60	0.89	1.00	9.455
13	4.80	0.45	1.00	7.371
14	4.80	0.45	1.00	5.943
15	4.40	0.89	0.60	7.480
16	5.00	0.00	1.00	7.777

อำนาจจำแนก t เฉลี่ย = 7.798

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) = 0.972

ค่าความเชื่อมั่นของผู้ให้คะแนน (Reliability of Raters) = 0.968

ตาราง 15 ค่าความเหมาะสมรายข้อ ค่าความสอดคล้องรายข้อ ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ

ข้อ	ความเหมาะสม		IOC	ค่าจำแนก t
	X	S.D.		
1	5.00	0.00	1.00	2.546
2	4.80	0.45	0.80	4.277
3	4.60	0.89	0.80	3.055
4	4.60	0.89	0.80	2.160
5	5.00	0.00	1.00	2.828
6	5.00	0.00	1.00	2.376
7	5.00	0.00	1.00	2.393
8	4.60	0.89	0.80	2.575
9	4.60	0.55	0.80	2.497
10	4.80	0.45	1.00	2.824

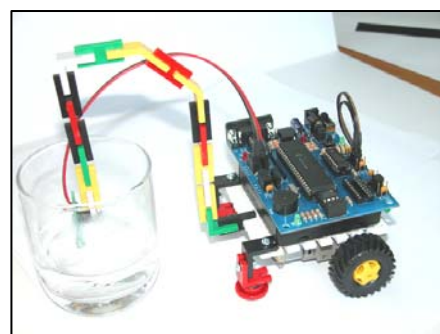
อำนาจจำแนก t เฉลี่ย = 2.753

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลการเรียนรู้ (Reliability of Test) = .7390

ภาคผนวก จ

- หลักสูตรหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3



พัฒนาโดย
นายเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์
นิสิตหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำนำ

คู่มือการจัดการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เล่มนี้ เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารและสื่อประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งประกอบไปด้วยเอกสาร 3 รายการ และชุดสื่อ 1 รายการ ดังนี้

1. หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับครู)
2. เอกสารประกอบการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับนักเรียน)
3. คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (RoBoKIDS) สื่อที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้ “คิดเอง สร้างเอง”
4. ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (RoBoKIDS) สื่อที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้ “คิดเอง สร้างเอง”

คู่มือการจัดการเรียนรู้จัดทำขึ้นเพื่อให้ครูผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องใช้สำหรับเตรียมการดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้มีความเข้าใจในรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความสำคัญในการพัฒนาหลักสูตร รายละเอียดของหลักสูตรตั้งแต่หลักการ จุดมุ่งหมาย กิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ สื่อประกอบ และการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการนำหลักสูตรไปใช้ให้เกิดประโยชน์ บรรลุผลสำเร็จต่อไป

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ณสรณ์ ผลโภค รศ.สมจิต สวชนไพบูลย์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิมา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่กรุณาให้แนวคิดและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการจัดทำคู่มือการจัดการเรียนรู้ และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาตรวจสอบ และประเมินคู่มือการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ จนคู่มือการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เชษฐี ศิริสวัสดิ์

กุมภาพันธ์ 2549

คำแนะนำการใช้หลักสูตร

การใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีข้อควรทราบดังนี้

1. หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรระดับห้องเรียนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3
2. ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร คือ 42 ชั่วโมง
3. ผู้เรียนตามหลักสูตรนี้คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในช่วงชั้นที่ 3 และมีความสนใจที่จะเรียนรู้การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์
4. ผู้สอนโดยใช้หลักสูตรนี้ควรเป็นครู/อาจารย์ที่จบการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และควรได้รับการประชุมปฏิบัติการ เกี่ยวกับการใช้หลักสูตร
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้ควรมีผู้เรียนไม่เกิน 30 คนต่อห้องเรียน โดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 2-3 คน และควรมีครูผู้ช่วยอย่างน้อย 2 คนต่อห้องเรียน
6. หลักสูตรนี้ควรใช้ควบคู่กับ เอกสารประกอบการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 , คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS) , ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS) และแบบ วัสดุผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านการแก้ปัญหา ด้านทักษะ ปฏิบัติ และด้านเจตคติ ซึ่งสร้างขึ้นอย่างสอดคล้องสัมพันธ์กัน
7. ควรดำเนินการสอนเรียงตามลำดับจากหน่วยการเรียนรู้แรกไปจนถึงหน่วยการเรียนรู้สุดท้าย

สารบัญ

	หน้า
ส่วนที่ 1 รายละเอียดของหลักสูตร.....	199
1. สภาพปัญหาและความจำเป็น.....	200
2. หลักการของหลักสูตร.....	202
3. เป้าหมายของหลักสูตร.....	202
4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร.....	202
5. เนื้อหาสาระของหลักสูตร.....	203
6. แนวการจัดการเรียนรู้.....	204
7. ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้.....	204
8. กิจกรรมการเรียนรู้.....	204
9. ผู้เรียนตามหลักสูตร.....	205
10. สื่อประกอบหลักสูตร.....	206
11. การประเมินผลหลักสูตร	206
ส่วนที่ 2 รายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้.....	208
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โลกของหุ่นยนต์.....	209
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สมอและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์.....	226
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เซนเซอร์สัมผัสและการรับรู้สัมผัสของหุ่นยนต์.....	252
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เซนเซอร์แสงและการรับรู้แสงของหุ่นยนต์	267
บรรณานุกรม.....	287

ส่วนที่ 1 รายละเอียดของหลักสูตร

1. สภาพปัญหาและความจำเป็น

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนแล้วแต่เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งสิ้น สำหรับหุ่นยนต์ก็เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกำลังเป็นที่กล่าวถึงเป็นอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากหุ่นยนต์มีคุณสมบัติทำงานได้อย่างอัตโนมัติและมีความแม่นยำสูง จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมและการเกษตร ทั้งในแง่ของการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิต การอำนวยความสะดวกสบาย ความปลอดภัย งานที่ต้องการความแม่นยำ อุตุน และรวดเร็ว ในปัจจุบันหุ่นยนต์ไม่เพียงเข้ามาในแวดวงอุตสาหกรรมและการเกษตรเท่านั้น แต่ยังเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้นทุกวัน ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์ที่เป็นขวัญใจเด็กๆ อย่างอาซิโม หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง หุ่นยนต์นักกีฬา หุ่นยนต์ควบคุมการจราจร หุ่นยนต์ดับเพลิง หุ่นยนต์กู้ระเบิด หุ่นยนต์รักษาความปลอดภัย หุ่นยนต์ตัดหญ้า หุ่นยนต์เติมน้ำมัน หุ่นยนต์ทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำรวจอวกาศ และหุ่นยนต์ประเภทอื่นๆ อีกมากมายที่ถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ดังนั้นเราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์เพื่อที่จะสามารถควบคุมและใช้งานหุ่นยนต์เหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กำลังได้รับความสนใจทั้งจากครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ผู้เรียนรู้ลึกซึ้งขึ้น และยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหา ทักษะในการลงมือปฏิบัติ กระบวนการกลุ่ม ความคิดสร้างสรรค์ และให้ความสนุกสนานเพลิดเพลินขณะเรียนรู้ ในต่างประเทศได้มีการศึกษาด้วยการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ ไปใช้สอนกับเด็กอายุ 10-13 ปี พบว่า นักเรียนเข้าใจการทำงานของเกียร์ขนาดต่างๆ และผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เข้าใจวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างเซนเซอร์ มอเตอร์ และกล่องใส่คำสั่ง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น คิดเปรียบเทียบว่าหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นเป็นสัตว์เลี้ยงของตนมากกว่าที่จะเป็นหุ่นยนต์ธรรมดา และเล่นกับสัตว์เลี้ยงตัวใหม่ของพวกเขอย่างสนุกสนาน นอกจากกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์จะเป็นกิจกรรมที่ดีสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนแล้ว ในขณะที่นักเรียนออกแบบสร้างหุ่นยนต์นั้นยังจะเป็นโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สาระสำคัญบางเรื่องในวิชา

วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว มีกรณีตัวอย่างหนึ่งที่นักเรียนได้สร้างรถด้วยชุดอุปกรณ์การสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาแล้วปล่อยให้วิ่งลงเนินที่สร้างขึ้นไว้ในห้องเรียน แล้วเกิดความคิดขึ้นว่าทำอย่างไรรถของตนเองจะวิ่งห่างออกไปจากเนินได้ไกลที่สุด หลังจากนั้นนักเรียนก็จะทำ

การปรับแบบรถใหม่เพื่อให้วิ่งไถ่ลออกไปได้อีก ระหว่างที่นักเรียนทำการแก้ปัญหา ผู้สอนก็ชวนให้ช่วยกันดูว่ามีส่วนใดที่มาเสียดสีกัน เช่น เกียร์กับเกียร์ เฟลากับสายพาน เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้รถวิ่งลงเนินไม่ได้ไถ่ลตามต้องการ ในไม่ช้านักเรียนก็หันมาถกเถียงกันเรื่องของแรงเสียดทาน กับผู้สอนและเพื่อนในกลุ่ม มีนักเรียนคนหนึ่งแกะชิ้นส่วนออกจากตัวรถของตนเอง และอธิบายว่าการที่รถมีน้ำหนักมากทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก ซึ่งเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง ต่อมาเมื่อเขาหันไปสร้างหุ่นยนต์ชนิดอื่นๆ แล้ว ก็ยังนำเอาเรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในการอธิบายและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของสิ่งอื่นๆ ที่เขาสร้างขึ้นมามี้อีกด้วย แม้ว่าเรื่องแรงเสียดทานจะมีใช้เป็นของใหม่สำหรับนักเรียนก็ตาม แต่กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ก็เป็นเงื่อนไขที่ทำให้นักเรียนคิดถึงเรื่องนี้ในขณะที่ลงมือทำงานที่มีความหมายสำหรับตนเอง หรือกล่าวได้ว่าเรื่องแรงเสียดทานมีความเกี่ยวข้องกับงานที่กำลังทำอยู่ จึงมีความสนใจที่จะทำความเข้าใจให้ชัดเจนและนำไปใช้ในการสถานการณ์อื่นต่อไป

จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นได้ว่ากิจกรรมการสร้างและออกแบบหุ่นยนต์สอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และแผนการศึกษาแห่งชาติ (พุทธศักราช 2545-2559) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ว่า สามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบ คำนี้ถึงความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ควบคู่ไปกับการมีทักษะในการปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ กระบวนการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต นอกจากนั้นแล้วยังสอดคล้องกับวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างตื่นตัวทันกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นและชีวิต การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่อไป

สำหรับในประเทศไทยได้มีการนำกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ มาใช้ในหน่วยการทดลองของโครงการประภาคารปัญญา (Lighthouse Project) ของมูลนิธิศึกษาพัฒนา ที่ได้พยายามนำแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism Theory) เข้ามาเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการศึกษา โดยเห็นว่ากิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์ เป็นกิจกรรมที่แสดงความรู้ให้เห็นเป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ ปรากฏว่า กลุ่มผู้เรียนซึ่งเป็นนักเรียน นักศึกษามหาวิทยาลัย และครู ให้ความสนใจเป็นอย่างดี เพราะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จากการสัมผัสสิ่งที่ใช้ช่วยคิดด้วยมือของตนเอง และสามารถออกแบบสิ่งที่ต้องการสร้างได้อย่างหลากหลายตามความต้องการ อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นั้นมีราคาค่อนข้างสูง รวมถึงหลักสูตรที่ใช้ยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ดังกล่าวโดยเฉพาะ ดังนั้นการนำกิจกรรม

การสร้างหุ่นยนต์ไปใช้กับนักเรียนจึงยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้มีเพียงนักเรียนบางส่วนหรือส่วนน้อยเท่านั้นที่ได้มีโอกาสเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์นี้

จากสภาพการดังกล่าวหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ จึงควรถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการจัดกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดมุ่งหมายในการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการแก้ปัญหา ทักษะในการปฏิบัติ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงสามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ได้อย่างคล่องแคล่วและเพื่อสนองต่อความต้องการของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมาเป็นการเฉพาะ โดยมีหลักการของหลักสูตรดังต่อไปนี้

1. เป็นหลักสูตรที่เน้นส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผ่านการเรียนรู้แบบบูรณาการ เรื่อง การสร้างหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. เป็นหลักสูตรที่เน้นกิจกรรมการปฏิบัติกรด้วยกระบวนการกลุ่ม โดยผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชิ้นงาน

3. เป้าหมายของหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีเป้าหมายที่จะพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ทักษะปฏิบัติการกระบวนการแก้ปัญหา และเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์

4. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์
2. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการสร้างหุ่นยนต์

3. เพื่อพัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เนื้อหาของหลักสูตร

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีเนื้อหาของหลักสูตรดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 : โลกของหุ่นยนต์

- 1.1 ความหมายและประโยชน์ของหุ่นยนต์
- 1.2 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์
- 1.3 ส่วนประกอบและการทำงานของหุ่นยนต์
- 1.4 ความหลากหลายและแนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 : สมองและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

- 2.1 สมองของหุ่นยนต์
- 2.2 โกโก บอร์ด และส่วนประกอบของโกโก บอร์ด
- 2.3 แหล่งพลังงานของโกโก บอร์ด
- 2.4 รู้จักกับภาษาโลโก้ และโปรแกรมแจคเคิล
- 2.5 มอเตอร์ เฟือง และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 2.6 แนวคิดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 2.7 คำสั่งภาษาโลโก้กับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 : เซนเซอร์สัมผัสกับการรับรู้สัมผัสของหุ่นยนต์

- 3.1 ความหมายและความสำคัญของระบบสัมผัสหรือเซนเซอร์ของหุ่นยนต์
- 3.2 เซนเซอร์สัมผัส หลักการทำงาน และประโยชน์ของเซนเซอร์สัมผัส
- 3.3 หลักการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์สัมผัสเป็นส่วนประกอบ
- 3.4 คำสั่งภาษาโลโก้กับเซนเซอร์สัมผัส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 : เซนเซอร์แสงกับการรับรู้แสงของหุ่นยนต์

- 4.1 เซนเซอร์แสง หลักการทำงาน และประโยชน์ของเซนเซอร์แสง
- 4.2 หลักการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์แสงเป็นส่วนประกอบ
- 4.3 การใช้โปรแกรมโกโก มอร์นิเตอร์ ในการตรวจสอบค่าของเซนเซอร์แสง และการหาค่าตัดสินความต่าง
- 4.4 คำสั่งภาษาโลโก้กับเซนเซอร์แสง

6. แนวทางการจัดการเรียนรู้

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักสูตรนี้ ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย จึงกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection) เป็นชั้นรับความรู้ สืบค้น ทำความคุ้นเคย ผึกัด และทดลองกับประสบการณ์ใหม่ๆ ที่ผู้เรียนได้พบซึ่งจะส่งผลให้เกิดแรงบันดาลใจในการที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้นมากขึ้น โดยในชั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่ (assimilation) พร้อมทั้งปรับประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ที่ดูดซึมเข้าไปใหม่ (accommodation) ผ่านการลงมือปฏิบัติตลอดเวลา

2. ชั้นสร้างชิ้นงาน (Construction) เป็นชั้นนำความรู้หรือประสบการณ์มาใช้ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหา ระหว่างการทำงานจะต้องปรับความคิด และวิธีการทำงานไปเป็นระยะๆ ทำให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ว่า ตนเองนั้นรู้หรือยังไม่รู้ รู้พอหรือยัง โดยผู้เรียนจะต้องปรับเพื่อสร้างให้เกิดความสมดุลในองค์ความรู้ที่ใช้ในการสร้างงานหรือแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเองและด้วยวิธีการของตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดการรับหรือดูดซึมประสบการณ์ใหม่และการปรับความแตกต่างระหว่างการสร้างงานหรือแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

3. ชั้นสื่อสาร / นำเสนอ (Communication) เป็นชั้นการนำเสนอ พูด และอธิบายถึงผลงาน กระบวนการคิด กระบวนการลงมือทำงาน กระบวนการแก้ปัญหา และความภาคภูมิใจของผู้เรียนที่มีต่อผลงานที่สร้างขึ้นนั้นสภาพที่เป็นมิตรและอบอุ่น เป็นการทำให้ผู้เรียนได้ประจักษ์แก่ตัวผู้เรียนเองว่า ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะใดเพิ่มขึ้นบ้าง และมีกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร นอกจากนั้นยังเป็นการสะท้อนให้ผู้สอนเห็นถึงองค์ความรู้ใหม่ que ผู้เรียนได้สร้างขึ้นด้วยตนเอง ผ่านทางผลงาน สิ่งประดิษฐ์ และการนำเสนอผู้เรียน

7. ระยะเวลาการจัดการเรียนรู้

ระยะเวลาดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 42 ชั่วโมง

8. กิจกรรมการเรียนรู้

หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ใช้เวลาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 7 วันๆ ละ 6 ชั่วโมง รวม 42 ชั่วโมง ดังมีรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 1

09.00 – 09.30	พิธีเปิดการจัดกิจกรรม
09.30 – 09.45	แจ้งกำหนดการของกิจกรรมการเรียนรู้
10.00 – 11.00	ทดสอบก่อนเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจ
11.00 – 11.40	ทดสอบก่อนเรียน ด้านการแก้ปัญหา

- 11.40 – 12.00 ทดสอบก่อนเรียน ด้านเจตคติ
- 13.00 – 16.00 ทดสอบก่อนเรียน ด้านทักษะปฏิบัติ กลุ่มที่ 1 , 2 และ 3
(การทดสอบด้านทักษะปฏิบัตินี้จะดำเนินการโดยการแบ่ง
นักเรียนออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน แล้วทำการทดสอบทีละ
กลุ่มใช้เวลาประมาณกลุ่มละ 1 ชั่วโมง)
- กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 2
- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
- 13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)
- กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 3
- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2
- 13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)
- กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 4
- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
- 13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)
- กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 5
- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4
- 13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)
- กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 6
- 09.00 – 12.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)
- 13.00 – 16.00 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)
- กิจกรรมการเรียนรู้วันที่ 7
- 09.00 – 10.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านความรู้ความเข้าใจ
- 10.00 – 10.40 ทดสอบหลังเรียน ด้านการแก้ปัญหา
- 10.40 – 11.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านเจตคติ
- 11.00 – 12.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านทักษะปฏิบัติกลุ่มที่ 1
- 13.00 – 15.00 ทดสอบหลังเรียน ด้านทักษะปฏิบัติกลุ่มที่ 2 และ 3
- 15.00 – 15.20 ประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร
- 15.30 – 16.00 พิธีปิดและมอบประกาศนียบัตร

9. ผู้เรียนตามหลักสูตร

ผู้เรียนตามหลักสูตรนี้ คือ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีความสนใจที่จะเรียนรู้การสร้างและ
ออกแบบหุ่นยนต์

10. สื่อประกอบการเรียนรู้

1. คู่มือการจัดการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับครูผู้สอน)
2. เอกสารประกอบการเรียนรู้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (สำหรับผู้เรียน)
3. คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटิกส์ (ROBO-KIDS) “สื่อที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้ คิดเอง สร้างเอง”
4. ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटิกส์ (ROBO-KIDS) “สื่อที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนได้ คิดเอง สร้างเอง”
5. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
6. สนามแข่งขันแบบต่างๆ

11. การประเมินผลหลักสูตร

การประเมินผลหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 อาศัยหลักการประเมินทั้งกระบวนการ และผลผลิตของหลักสูตร ซึ่งจะประเมินในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียน
ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ด้านดังนี้
 - 1.1 ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
 - 1.2 ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
 - 1.3 ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
 - 1.4 ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ
2. ประเมินจากความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล
 1. แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านความรู้ความเข้าใจ
 2. แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแก้ปัญหา
 3. แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะปฏิบัติ
 4. แบบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านเจตคติ
 5. แบบประเมินความเหมาะสมในการใช้หลักสูตร

เกณฑ์การประเมินผล

1. ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังเรียนตามหลักสูตรทั้งโดยรวมและในแต่ละด้านสูงกว่าก่อนเรียนตามหลักสูตร
2. ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังเรียนตามหลักสูตรด้านความรู้ความเข้าใจสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 80) ด้านการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) ด้านทักษะปฏิบัติสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2.50) และด้านเจตคติที่ดีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50)
3. ผลการประเมินความเหมาะสมของการใช้หลักสูตรของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (3.50)

ส่วนที่ 2 รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง โลกของหุ่นยนต์

จำนวน 6 ชั่วโมง

1. สาระการเรียนรู้

หุ่นยนต์ (Robot) เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถตัดสินใจ ควบคุมตัวมันเอง และทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่เรากำหนดขึ้น โดยทั่วไปแล้วหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน และส่วนกำเนิดพลังงาน ในการทำงานของหุ่นยนต์นั้นจะเริ่มจากการได้รับข้อมูลจากส่วนตรวจจับ (sensor) ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นการสัมผัส เสียง แสง อุณหภูมิ ภาพ และอื่นๆ คล้ายกับประสาทสัมผัสของมนุษย์ แล้วส่งต่อไปยังส่วนควบคุม ที่ทำหน้าที่คิดและตัดสินใจคล้ายสมองของมนุษย์ โดยจะทำการตัดสินใจ เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ แล้วทำการสั่งให้ส่วนขับเคลื่อน ที่มีลักษณะคล้ายกับขา หรือล้อของรถยนต์ เคลื่อนที่ตามกำหนดต่อไป โดยทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวนี้ ต่างก็ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น ดังนั้นส่วนที่ขาดไม่ได้อีกส่วนหนึ่งก็คือ ส่วนกำเนิดพลังงาน ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าหลักให้แก่หุ่นยนต์

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะ

- 2.1 สามารถบอกความหมายและประวัติของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.2 สามารถอธิบายถึงความสำคัญและประโยชน์ของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.3 สามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายถึงหลักการทำงานของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.4 สามารถอธิบายถึงกระบวนการคิดที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์หรือกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
- 2.5 สามารถปฏิบัติการสร้างหุ่นยนต์ในกิจกรรมต่างๆ ได้ถูกต้อง
- 2.6 มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เนื้อหาสาระ

- 3.1 ความหมายและประโยชน์ของหุ่นยนต์
- 3.2 ประวัติความเป็นมาของหุ่นยนต์
- 3.3 ส่วนประกอบและการทำงานของหุ่นยนต์
- 3.4 ความหลากหลายและแนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสิ่งที่นักเรียนคิดถึงเมื่อพูดถึงคำว่าหุ่นยนต์มาให้มากที่สุดภายในเวลา 2 นาที แล้วนำเสนอให้เพื่อนในห้องฟัง
2. ครูและนักเรียนนำข้อมูลจากสิ่งที่นำเสนอมาร่วมกันอภิปรายถึงคำว่าหุ่นยนต์
3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.1 (หน้า 213-214) เพื่อศึกษาความหมายและประโยชน์ของหุ่นยนต์แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม ต่อจากนั้นร่วมกันเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปถึงความหมายและประโยชน์ของหุ่นยนต์
4. ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาประวัติของคำว่าหุ่นยนต์ในหัวข้อ “หุ่นยนต์เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อไหร่?”
5. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.2 (หน้า 216-218) เพื่อศึกษาถึงส่วนประกอบของหุ่นยนต์และการทำงานของหุ่นยนต์แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม จากนั้นร่วมกันเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปถึงส่วนประกอบของหุ่นยนต์และการทำงานประสานกันของส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์
6. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.3 (หน้า 219-221) เพื่อศึกษาถึงกระบวนการคิดของมนุษย์ที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์และกระบวนการแก้ปัญหาแล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม ต่อจากนั้นร่วมกันเฉลยคำถามท้ายกิจกรรมและสรุปถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขั้นสร้างชิ้นงาน (Construction)

7. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 1.4 (หน้า 222) โดยใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटส์ และคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटส์ เพื่อศึกษาการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุดสื่อพร้อมทั้งทำความเข้าใจกับอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม ในกิจกรรมนี้จะเน้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอย่างอิสระโดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ

ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Communication)

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอหุ่นยนต์ของกลุ่มตนเอง โดยบอกถึงชื่อของหุ่นยนต์ วิธีการสร้าง หลักการทำงาน และแนวคิดที่จะนำหุ่นยนต์ไปใช้ประโยชน์ (ตามจินตนาการของนักเรียน) ข้อดี-ข้อที่ควรปรับปรุง ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม และประสบการณ์ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม ต่อจากนั้นครูและนักเรียนในห้องเรียนร่วมกันซักถามถึงผลงานที่นำเสนอ
9. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนถึงปัญหาที่พบระหว่างการสร้างหุ่นยนต์ (ปัญหาที่พบอาจคล้ายกันหรือแตกต่างกัน) ครูให้กลุ่มที่พบปัญหาที่น่าสนใจเล่าให้เพื่อนในห้องเรียนฟังถึงปัญหาที่พบ วิธีการแก้ปัญหาที่พบ และผลของการแก้ปัญหา ต่อจากนั้นครูซักถามเพื่อเป็นการลำดับกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น เช่น ปัญหาที่นักเรียนพบคืออะไร นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา นักเรียนมีวิธีในการแก้ปัญหานั้นอย่างไร และนักเรียนรู้ได้อย่างไรว่าปัญหานั้นถูกแก้ไขแล้ว

10. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอปัญหาที่ตนพบ เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา

11. ครูให้นักเรียนบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองลงในแบบบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา (หน้า 223)

12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้และกิจกรรมทั้งหมดที่ได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นถึงกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ในบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 (หน้า 225)

5. สื่อการเรียนการสอน

5.1 เอกสารประกอบการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โลกของหุ่นยนต์

5.2 ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)

5.3 คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)

6. การวัดและประเมินผล

พิจารณาจาก

6.1 การสังเกต และสัมภาษณ์ขณะปฏิบัติกิจกรรม

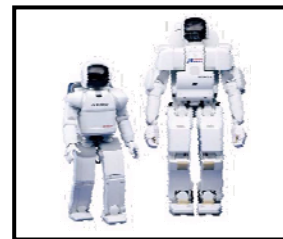
6.2 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในกลุ่ม

6.3 ผลงานจากการสร้างหุ่นยนต์ และการนำเสนอผลงานของผู้เรียน

6.4 แบบบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

โลกของหุ่นยนต์



จะเกิดอะไรขึ้นถ้าในอนาคตอันใกล้เราจะถูกรายล้อมไปด้วยหุ่นยนต์ ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์แม่บ้าน หุ่นยนต์ครู หุ่นยนต์ตำรวจ และอื่นๆ ที่มีไว้เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ซึ่งก็ไม่ใช่เรื่องแปลกเลยเพราะในปัจจุบันเราก็มีหุ่นยนต์มากมายหลายประเภทที่มีไว้สำหรับทำงานทดแทนมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ที่ทำหน้าที่ผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ช่วยจัดการจราจรบนทางรถไฟหรือบนถนนในเมือง หุ่นยนต์ผู้ช่วยตำรวจที่ทำหน้าที่ก๊วระเบิด และทำงานในสถานที่เสี่ยงอันตราย รวมถึงหุ่นยนต์ที่ทำหน้าที่สำรวจที่อยู่แห่งใหม่บนดาวเคราะห์ต่างๆ ดังนั้นเราจึงต้องมีความรู้เพื่อที่จะสามารถควบคุมหุ่นยนต์เหล่านั้นให้ทำงานตามที่เรต้องการได้

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะ

- ☒ สามารถบอกความหมายและประวัติของหุ่นยนต์ได้
- ☒ สามารถอธิบายถึงความสำคัญและประโยชน์ของหุ่นยนต์ได้
- ☒ สามารถบอกส่วนประกอบและอธิบายถึงหลักการทำงานของหุ่นยนต์ได้
- ☒ สามารถอธิบายถึงกระบวนการคิดที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์หรือกระบวนการแก้ปัญหา
- ☒ สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้
- ☒ สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ได้
- ☒ มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หุ่นยนต์คืออะไร

จากความหลากหลายและความน่าสนใจของหุ่นยนต์ที่อยู่รอบๆ ตัวเราก็มียุคนึงตั้งคำถามว่า หุ่นยนต์เป็นเครื่องจักรกลที่ต้องถูกควบคุมโดยมนุษย์ อย่างเช่นรถบังคับวิทยุ หรือเป็นเครื่องจักรกลที่สามารถคิด ตัดสินใจ และมีอารมณ์ความรู้สึกได้อย่างหุ่นยนต์ที่ปรากฏในภาพยนตร์ ซึ่งหุ่นยนต์จะหมายถึงอะไรนั้นนักเรียนจะได้ศึกษาบทความต่อไป



กิจกรรมที่ 1.1 หุ่นยนต์คืออะไร? (What is a Robot?)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหุ่นยนต์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามในกิจกรรมนี้ให้สมบูรณ์

✓ มาร์ช พาธไฟเดอร์ (Mars Pathfinder) ใน ค.ศ.1996 องค์การนาซ่า ได้



ส่งขึ้นไปสำรวจดาวอังคาร เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ บนดาวอังคาร ขณะที่มันอยู่บนดาวอังคารมันจะได้รับการควบคุมจากโลก แต่มันก็สามารถตัดสินใจ และทำงานด้วยตัวของมันเองในเรื่องเกี่ยวกับสภาพเส้นทางที่จะไป หรือสภาพหินตัวอย่างที่จะเก็บ โดยที่นักวิทยาศาสตร์ขององค์การนาซ่าไม่ต้องไปสำรวจด้วยตนเอง

✓ อันดรัส (Andros) มันมีหน้าที่

ช่วยตำรวจเก็บกู้ระเบิด ในสถานการณ์ที่มีความอันตรายและความเสี่ยงสูง ให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ขณะที่มันทำการกู้ระเบิดมันจะถูกควบคุมโดยมนุษย์ ผ่านเครื่องควบคุม ซึ่งมันจะทำให้ตำรวจทำงานง่ายขึ้น และยังทำให้ประชาชนรู้สึกปลอดภัยมากขึ้นอีกด้วย



✓ **โรโบมอเตอร์ (Robomotor)** ฉันถูกสร้างขึ้นมาเพื่อตัดหญ้า ฉันมีระบบนำร่อง เพื่อสำรวจเส้นทางรอบสนามหญ้า และฉันก็จะทำการตัดหญ้าในสนามด้วยตัวของฉันเอง ขณะที่ฉันทำงานฉันจะทำการตรวจจับสนามไฟฟ้าแรงดันต่ำ ที่เกิดจากเส้นลวดที่ฝังไว้บริเวณขอบของสนามหญ้า เพื่อเป็นการกำหนด



ขอบเขตที่ฉันจะได้ทำการตัดหญ้าเฉพาะในบริเวณที่กำหนดเท่านั้น

✓ **ไอโบ (Aibo)** บริษัทโซนี่ได้สร้างฉันขึ้นมาเพื่อเลียนแบบพฤติกรรมของสุนัขหรือแมว ฉันได้ถูกโปรแกรมให้สามารถแสดงอารมณ์ความรู้สึก เล่นกับของเล่น และตอบสนองต่อเสียงจากคำพูดของมนุษย์ หน้าที่ของฉันคือให้ความบันเทิงแก่คุณๆทั้งหลาย

- จงทำเครื่องหมาย ✓ ในข้อที่เห็นว่าเป็นคุณสมบัติของหุ่นยนต์ และทำเครื่องหมาย

✗ ในข้อที่เห็นว่าไม่ใช่คุณสมบัติของหุ่นยนต์ (8 คะแนน)

☐ เป็นเครื่องจักรกลที่มนุษย์สร้างขึ้น	☐ เป็นสิ่งมีชีวิต
☐ ทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ	☐ ถูกควบคุมจากมนุษย์ตลอดเวลา
☐ ฉลาดกว่ามนุษย์	☐ ทำงานตามโปรแกรมที่มนุษย์กำหนดขึ้น
☐ สร้างขึ้นเพื่อทำงานแทนมนุษย์	☐ หุ่นยนต์ทุกชนิดมีการเคลื่อนที่คล้ายมนุษย์

- ให้นักเรียนจับคู่ชื่อหุ่นยนต์ A กับวัตถุประสงค์ของการสร้าง B ให้ถูกต้อง (4 คะแนน)

A

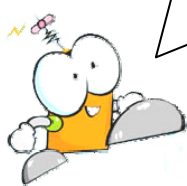
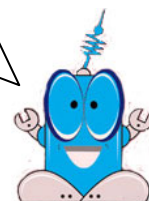
- หุ่นยนต์ตัดหญ้า
 หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง
 หุ่นยนต์กู้ระเบิด
 หุ่นยนต์สำรวจดาวอังคาร

B

1. ทำงานที่มนุษย์ไม่สามารถทำได้
2. เสียงอันตรายแทนมนุษย์
3. อำนวยความสะดวกและทำงานแทนมนุษย์
4. สร้างความบันเทิงให้แก่มนุษย์

รู้หรือไม่ครับว่า “หุ่นยนต์เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อไหร่?”

รู้สิ! หุ่นยนต์ได้มีขึ้นตั้งแต่สมัย ลิโอนาโด ดา วินชี เขาได้จินตนาการหุ่นยนต์ และสร้างมันขึ้นมาตั้งแต่ ค.ศ. 1495 เขาออกแบบหุ่นยนต์เหมือนอัศวินโดยใช้เฟืองและล้อที่มีความสลับซับซ้อน และได้แสดงต่อผู้ชมด้วยการให้มันนั่งและลุก ทำแขนเป็นคลื่น และหมุนคอ



ถูกต้องนะครับ! แต่อย่างไรก็ตามโลกของหุ่นยนต์ที่แท้จริงได้เริ่มต้นขึ้นตั้งแต่ประมาณศตวรรษที่ 20 แล้วรู้อีกไหมคำว่าหุ่นยนต์มาจากคำว่า **robot** ศัพท์คำนี้ปรากฏขึ้นครั้งแรกที่ประเทศเชโกสโลวะเกีย (ปัจจุบันแบ่งแยกเป็นสาธารณรัฐเชกและประเทศสโลวาเกีย) ในปี ค.ศ. 1920 จากการแสดงละครเวทีล้อเลียนที่ชื่อ Rossum's Universal Robots โดย คาเรล คาเปก (Karel Capek) ในละครแสดงให้เห็นว่า robot คือ การแสดงล้อเลียนหรือเลียนแบบให้คล้ายคลึงกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์ จากจุดนี้เองทำให้นักเขียนนิยายวิทยาศาสตร์นำมาสร้างตัวละครใหม่ที่แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์ สัตว์ พืช หรือสิ่งที่ไม่มีความรู้สึกอย่างญาติ ผี ปีศาจ ทำให้เกิดการขยายผลของ robot ออกมาสู่สาธารณะชนเพิ่มมากขึ้น โดยนักเขียนเหล่านั้นเพิ่มเติมสีสันให้แก่ตัวละครใหม่ของเขอย่างน่าสนใจ โดยสร้างให้ robot เป็นกลไกที่มีชีวิต มีสมองในการตัดสินใจผ่านการศึกษารเรียนรู้หรือจากการโปรแกรมของผู้ใช้งาน ดังนั้น robot ในนิยายวิทยาศาสตร์จึงมีทั้งที่เป็นหุ่นคล้ายมนุษย์และสัตว์

จนกระทั่งปี ค.ศ. 1961 robot จึงได้รับการพัฒนาเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดย บริษัทเจเนอรัล มอเตอร์ (General Motors : GM) แห่งสหรัฐอเมริกา ได้ทำการพัฒนาเครื่องมือช่วยในการผลิต เป็นลักษณะของกลไกที่เคลื่อนไหวได้ตามโปรแกรม ทำให้ความหมายของ robot ขยายวงออกไปรวมถึงเครื่องจักรอัตโนมัติที่ช่วยในการผลิต แต่ทั้งนี้สิ่งที่ยังคงเป็นหัวใจคือ **“Robot เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถทำงานได้ด้วยการโปรแกรม (programming) และต้องทำงานได้ด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่กำหนดขึ้น”**



กิจกรรมที่ 1.2 หุ่นยนต์ทำงานอย่างไร?

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของหุ่นยนต์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามในกิจกรรมนี้ให้สมบูรณ์

➔ ก่อนที่เราจะรู้ว่าหุ่นยนต์ทำงานอย่างไรเรารู้กันก่อนดีกว่าว่าหุ่นยนต์มีส่วนประกอบหลักๆ อะไรบ้าง โดยทั่วไปแล้วหุ่นยนต์จะประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้



ส่วนควบคุมหลัก (Main Control) ทำหน้าที่เหมือนกับสมองของมนุษย์ครับ มีหน้าที่คิดและตัดสินใจในการทำงาน และควบคุมส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์



ส่วนตรวจจับ (Sensor) ทำหน้าที่เหมือนประสาทสัมผัสของมนุษย์ ก็เหมือนเวลาเราจับน้ำแข็งแล้วเรารู้สึกเย็นครับ



ส่วนขับเคลื่อน (Drive) ทำหน้าที่เหมือนขาและแขนของเรา หรือล้อของรถยนต์ครับ มีไว้เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้ครับ



ส่วนกำเนิดพลังงาน (Power) ทำหน้าที่ให้พลังงานกับหุ่นยนต์ ก็เหมือนเวลาเราทานข้าวนั้นแหละครับ (ถ้าไม่ทานข้าวก็ไม่มีแรงจริงไหมครับ!)

- ให้นักเรียนพิจารณาภาพแล้วนำตัวเลขหน้าส่วนประกอบของหุ่นยนต์ ไปเติมหน้าข้อที่คิดว่ามีหน้าที่คล้ายกับอวัยวะของเด็กหญิงในภาพ (5 คะแนน)

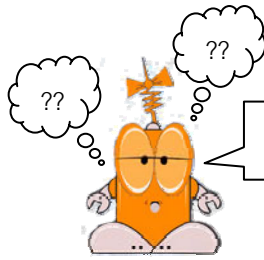


ส่วนประกอบของหุ่นยนต์

1. ส่วนควบคุม	2. ส่วนตรวจจับ
3. ส่วนขับเคลื่อน	4. ส่วนกำเนิดพลังงาน

อวัยวะของเด็กหญิง

..... 1. หู	 4. สมอง
..... 2. มือ	 5. ขา
..... 3. อาหารมือเข้า	



☹ ยังไม่เห็นจะเล่าให้ฟังซะทีเลยว่าเจ้าหุ่นยนต์นี้มันทำงานอย่างไร?

☺ เข้าเรื่องแล้วละตั้งใจฟังนะ... หุ่นยนต์นั้นมีมากมายหลายแบบแล้วแต่วัตถุประสงค์ของผู้สร้าง ที่จะสร้างขึ้นมาสื่อสนองความต้องการของคนเราในรูปแบบใด



อย่างเจ้าเครื่องขายน้ำอัดลมอัตโนมัติเครื่องนี้ก็เป็หุ่นยนต์เหมือนกันนะ เวลาเราจะซื้อเราต้องเลือกก่อนใช้ไหมว่าจะเอาเครื่องดื่มอะไร จากนั้นเราก็หยอดเหรียญขณะเดียวกัน

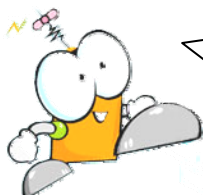


ตรวจดูว่าเหรียญที่เราหยอดเป็นเหรียญอะไร แล้วจึงรายงานไปยังส่วนควบคุม ซึ่งจะทำหน้าที่คำนวณจำนวนเหรียญที่เราหยอดเข้าไป จากนั้นส่วนควบคุมก็จะนำไปเปรียบเทียบกับราคาของเครื่องดื่มที่เราเลือกไว้เพื่อที่จะตัดสินใจจ่ายเครื่องดื่มออกมาหรือไม่ ถ้าครบตามจำนวนก็จะสั่งให้ ส่วนขับเคลื่อน ปลดปล่อยเครื่องดื่มออกมาทางช่องรับสินค้า และจะมีเงินทอนออกมาด้วยถ้าเราใส่เกินจำนวนราคาของเครื่องดื่มนั้น (เจ้าส่วนควบคุมนี้มันฉลาดไม่เบาแฮะ!) ซึ่งการตัดสินใจเหล่านี้คนสร้างเขาได้โปรแกรมเอาไว้หมดแล้ว แต่คงไม่ถามนะว่าทำไมไม่เห็นมี ส่วนกำเนิดพลังงาน มาเกี่ยวข้องเลยเพราะเครื่องนี้คงไม่สามารถทำงานได้ถ้าไม่เสียบปลั๊กไฟฟ้า จริงมะ!

อย่างไฟส่องสว่างตามท้องถนนก็จะมีหลักการทำงานคล้ายกันครับ คือจะมี ตัวตรวจจับปริมาณแสง เพื่อวัดปริมาณแสงแล้วรายงานไปยังส่วนควบคุม ส่วนควบคุม ก็จะทำการพิจารณาว่า มีปริมาณแสงสว่างขณะนั้นเพียงพอต่อความปลอดภัยของผู้ใช้รถใช้ถนนหรือไม่ ถ้ามีปริมาณแสงสว่างไม่เพียงพอหรือน้อยเกินไปตามเงื่อนไขที่ได้รับการกำหนดหรือโปรแกรมไว้

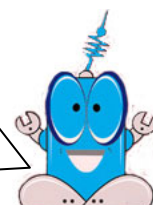


ส่วนควบคุมก็จะตัดสินใจสั่งให้ ส่วนขับเคลื่อนที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เปิดไฟส่องสว่างแน่นอนครับทุกส่วนต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจากส่วนกำเนิดพลังงาน ครับ ☺



แต่เอ๊ะ!!! เจ้าตัวตรวจจับ หรือ เซนเซอร์ ที่ว่านี้ มันทำหน้าที่ตรวจจับและวัดปริมาณต่างๆ ได้หลายอย่างขนาดนั้นเลยหรือคะ? เห็นทำได้ทั้งตรวจว่าเราหยอดเหรียญอะไร และวัดปริมาณแสงสว่าง ได้ด้วย

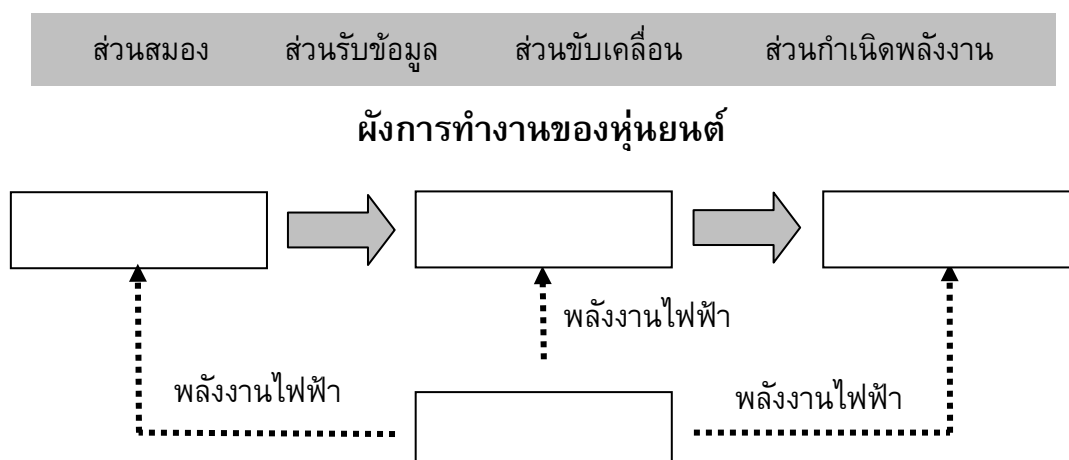
ใช้ครับ! แต่ไม่ใช่เท่านั้นนะเรายังมีเซนเซอร์ความร้อน, เซนเซอร์สัมผัส, เซนเซอร์กลิ่น, เซนเซอร์คว้น, เซนเซอร์เสียง, เซนเซอร์ความชื้น, เซนเซอร์สี และเซนเซอร์อื่นๆ อีกมากมาย เรียกได้ว่าคนเรามีประสาทสัมผัสอะไรบ้าง มนุษย์เราก็จะสร้างเซนเซอร์ให้หุ่นยนต์แทบจะครบทุกอย่างเลยทีเดียว แต่เซนเซอร์แต่ละชนิดก็จะสามารถทำหน้าที่ตรวจจับหรือวัดปริมาณต่างๆ ได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้นนะ เพราะเซนเซอร์แต่ละชนิดจะถูกออกแบบมาให้ทำหน้าที่เฉพาะครับ ซึ่งเราจะได้เรียนรู้เพิ่มเติมให้หน่วยการเรียนรู้ต่อไปนะครับ



- ให้นักเรียนจับคู่ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ A กับหน้าที่ของส่วนประกอบ B ให้ถูกต้อง

A	B	(4 คะแนน)
..... ส่วนควบคุมหลัก	1. รับข้อมูลจากสภาพแวดล้อม	
..... ส่วนตรวจจับ	2. จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ส่วนประกอบต่างๆ	
..... ส่วนขับเคลื่อน	3. คิด พิจารณา และตัดสินใจ ในการทำงาน	
..... ส่วนกำเนิดพลังงาน	4. ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวหรือแสดงผลต่างๆ	

- ให้นักเรียนนำคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบของหุ่นยนต์ไปเติมในผังการทำงานของหุ่นยนต์





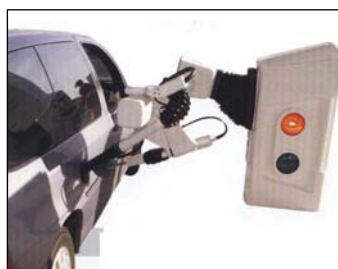
กิจกรรมที่ 1.3 มนุษย์คิดสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมาได้อย่างไร?

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการคิดที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ หรือกระบวนการแก้ปัญหาต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามในกิจกรรมนี้ให้สมบูรณ์

➔ เราทราบจากความหมายของหุ่นยนต์แล้วจะคิดว่า หุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำงานแทนมนุษย์ และเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ในด้านต่างๆ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการสร้างหุ่นยนต์ชนิดนั้นๆ ขึ้นมา เช่น



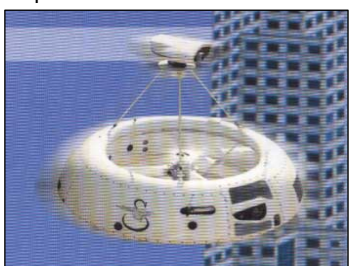
หุ่นยนต์ที่ใช้ทางการแพทย์



หุ่นยนต์เติมน้ำมัน



หุ่นยนต์สำรวจทุ่งน้ำแข็ง



หุ่นยนต์นักสืบ



หุ่นยนต์ดับเพลิง



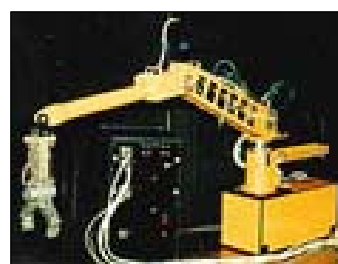
หุ่นยนต์สำรวจท้องทะเล



หุ่นยนต์นักฟุตบอล



หุ่นยนต์ของเล่น



หุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรม



หุ่นยนต์ในภาพยนตร์



หุ่นยนต์ใช้งานในฟาร์ม

แล้วหุ่นยนต์เหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาได้อย่างไร? มนุษย์คิดสร้างหุ่นยนต์เหล่านี้ขึ้นมาได้อย่างไร? นะ เราจะได้ศึกษาจากกิจกรรมต่อไปนี้ครับ



➡ ตัวอย่างเช่นหุ่นยนต์ดับเพลิง ก็เกิดจากการที่มีไฟไหม้บ่อยครั้งให้ชุมชนซึ่งทำให้เกิดสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก เมื่อเกิดไฟไหม้แต่ละครั้งมนุษย์จะไม่สามารถเข้าไปทำการดับไฟที่ร้อนแรงได้ในระยะใกล้ๆ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมเพลิงไหม้ไว้ได้ ซึ่งบางครั้งก็ทำให้เพลิงไหม้ลุกลามไปยังบริเวณข้างเคียง เกิดเป็นความเสียหายใหญ่หลวง จากปัญหา

ดังกล่าวจึงได้สร้างหุ่นยนต์นักดับเพลิง ที่สามารถเข้าไปดับเพลิงในระยะใกล้กับต้นกำเนิดเพลิงไหม้ได้ หลังจากทดลองใช้งานหลายครั้งก็ปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจเป็นอย่างมาก เพลิงไหม้หลายแห่งถูกดับลงทันเวลาก่อนที่จะลุกลามไปยังบริเวณข้างเคียง ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาหุ่นยนต์นักดับเพลิงจึงได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น และได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในเมืองใหญ่ทั่วโลก

➡ จากที่มาของหุ่นยนต์ดับเพลิงดังกล่าวเราสามารถลำดับเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ปัญหาของเหตุการณ์ดังกล่าวคือ เพลิงไหม้ทำให้ความเสียหายต่อทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก
2. สาเหตุที่สำคัญที่สุดของปัญหาก็คือเมื่อเกิดไฟไหม้มนุษย์ไม่สามารถเข้าไปทำการดับไฟที่ร้อนแรงได้ในระยะใกล้ๆ เนื่องจากความสามารถในการทนความร้อนของมนุษย์
3. มนุษย์จึงได้คิดแก้ปัญหาโดยการสร้างหุ่นยนต์ดับเพลิงเพื่อที่จะเข้าไปดับไฟในระยะใกล้
4. ภายหลังจากการนำหุ่นยนต์ไปทดลองใช้ดับเพลิงปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจอย่างมาก เพลิงไหม้หลายแห่งถูกดับลงทันเวลาก่อนที่จะลุกลามไปยังบริเวณข้างเคียง

➡ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้นี้ เราเรียกว่า กระบวนการแก้ปัญหา หรือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งประกอบไปด้วย

1. **ขั้นการเสนอปัญหา** : เป็นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นว่าคืออะไร
2. **ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา** : เป็นการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. **ขั้นการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหา** : เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. **ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์** : เป็นการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่า ผลลัพธ์นั้นยังไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานั้นใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด หรือถูกต้องที่สุด

ดังนั้นในกิจกรรมการสร้างหุ่นยนต์เราจึงควรฝึกฝนการใช้กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่เราจะสามารถสร้างหุ่นยนต์ และนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของเราได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ด้านล่างนี้แล้วทำการจับคู่ขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา A กับแนวในการแก้ปัญหา B

“นักเรียนคงเคยได้ข่าวของการเกิดคลื่นยักษ์ หรือสึนามิ ทางภาคใต้ของประเทศ ที่ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินของผู้คนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นและนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมาก จากการสัมภาษณ์ผู้ที่รอดชีวิตจากเหตุการณ์ดังกล่าว พบว่า ส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าเกิดคลื่นสึนามิจริงขึ้นที่สูงไม่ทัน นอกจากนั้นแล้วยังมีคนบอกว่าก่อนที่คลื่นสึนามิจะซัดเข้าฝั่งจะมีปรากฏการณ์ของน้ำทะเลลดลงอย่างผิดปกติ”

A

- การเสนอปัญหา
- การวิเคราะห์ปัญหา
- การเสนอวิธีแก้ปัญหา
- การตรวจสอบผลลัพธ์

B

1. ผู้คนไม่ทราบว่าเกิดคลื่นสึนามิ
2. ความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินที่เกิดจากคลื่นสึนามิลดลง
3. คลื่นสึนามิทำให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากต่อชีวิตและทรัพย์สิน
4. สร้างเครื่องเตือนภัยจากสึนามิ

- นักเรียนคิดว่าเครื่องเตือนภัยจากคลื่นสึนามิควรมีกลไกการทำงานอย่างไร (นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระและเสรี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



กิจกรรมที่ 1.4 มาสร้างหุ่นยนต์กันเถอะ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำอุปกรณ์ในชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (RoBo KIDS) มาสร้างเป็นหุ่นยนต์ให้ **สอดคล้องกับความหมายของหุ่นยนต์** โดยศึกษาการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ จากคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ พร้อมทั้งวาดภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหุ่นยนต์ที่นักเรียนสร้าง ตั้งชื่อ และบอกแนวคิดในการที่จะนำหุ่นยนต์ไปใช้ประโยชน์

ชื่อหุ่นยนต์

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.



หลักการทำงานของหุ่นยนต์

.....

แนวคิดในการที่จะนำหุ่นยนต์ไปใช้ประโยชน์

.....

บันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา

1. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้างในการทำกิจกรรมนี้?

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่พบ?

3. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญของปัญหาที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

[illegible]

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหได้?

.....

.....

.....

วิธีการแก้ปัญหานักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่?

□ ๖๑

นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดอีกบ้าง

.....

☐ ไม่ได้

นักเรียนจะอย่างไรต่อไป

► สรุป

หุ่นยนต์ (Robot) เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถตัดสินใจ ควบคุมตัวเอง และทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ภายใต้เงื่อนไขของโปรแกรมที่เรากำหนดขึ้น โดยทั่วไปแล้วหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ส่วนควบคุม ส่วนตรวจจับ ส่วนขับเคลื่อน และส่วนกำเนิดพลังงาน ในการทำงานของหุ่นยนต์นั้นจะเริ่มจากการได้รับข้อมูลจากส่วนตรวจจับ (sensor) ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นการสัมผัส เสียง แสง อุณหภูมิ ภาพ และอื่นๆ คล้ายกับประสาทสัมผัสของมนุษย์ แล้วส่งต่อไปยังส่วนควบคุม ที่ทำหน้าที่คิดและตัดสินใจคล้ายสมองของมนุษย์ โดยจะทำการตัดสินใจ เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ แล้วทำการสั่งให้ส่วนขับเคลื่อน ที่มีลักษณะคล้ายกับขาหรือล้อของรถยนต์ เคลื่อนที่ตามกำหนดต่อไป โดยทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวนี้ต่างก็ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น ดังนั้นส่วนที่ขาดไม่ได้อีกส่วนหนึ่งก็คือ ส่วนกำเนิดพลังงาน ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าหลักให้แก่หุ่นยนต์

► แหล่งความรู้เพิ่มเติม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. (2546). *Robo-BOX สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้*. กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

วาทิ ปริยพงศ์. (2547). *เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์*. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.

วิชาญ คำแสน. (2545). *หุ่นยนต์คืออะไร*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.

เอกชัย แท่นยืนนามวงศ์. (2546). *มาสร้างหุ่นยนต์กันเถอะ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :

สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). แปล คิโยฮิโร, โนริอากิ.

Allison Druin., & James Hendler. (2000). *Robots for Kids Exploring New Technologies*. San Diego : Academic Press.

Dave Johnson. (2002). *Robot Invasion 7 cool and easy robot projects*. California : McGraw-Hill.

Clive Gifford. (2000). *Kingfisher Young Knowledge Robots*. London : Kingfisher Publication.

Gordon McComb. (2000). *Robot Builder's Bonanza*. 2 edition. New Jersey : McGraw-Hill. 720 pages

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

บันทึกการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในหน่วยการเรียนรู้?

.....

.....

.....

2. ทักษะในการสร้างหุ่นยนต์อะไรบ้างที่นักเรียนได้ใช้และพัฒนาขึ้น?

.....

.....

.....

3. นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องใดหรือกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

4. นักเรียนรู้สึกสนุก และพึงพอใจกับการเรียนรู้เรื่องใด และกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

5. สิ่งใดที่นักเรียนไม่สนุก หรือไม่มีความสุขกับการทำกิจกรรม?

.....

.....

.....

6. สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้?

.....

.....

.....

7. สิ่งใดบ้างในกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการเรียนเพิ่มเติม?

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง สมอและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

จำนวน 6 ชั่วโมง

1. สาระการเรียนรู้

ส่วนควบคุม หรือส่วนสมอเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่คิด ตัดสินใจในการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ สำหรับส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์นั้นเป็นส่วนประกอบที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ได้ ซึ่งประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดการเคลื่อนที่ไว้อย่างมอเตอร์ และกลไกการเคลื่อนที่ไว้อย่างชุดเฟือง โดยจะส่งผลให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ได้ ทั้งนี้หุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ได้จะต้องอาศัยการสั่งงานจากส่วนควบคุมซึ่งเกิดจากการเขียนคำสั่งของผู้ใช้งาน

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะ

- 2.1 สามารถบอกความหมายของสมอหุ่นยนต์ และอธิบายถึงการทำงานของโกโก บอร์ดที่ใช้เป็นสมอของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.2 สามารถอธิบายถึงแหล่งพลังงานของหุ่นยนต์และโกโก บอร์ดได้ถูกต้อง
- 2.3 สามารถอธิบายถึงวิธีการใช้โปรแกรมแจคเคิล และการเชื่อมต่อเพื่อถ่ายโอนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และโกโก บอร์ดได้ถูกต้อง
- 2.4 สามารถอธิบายถึงการใช้คำสั่งภาษาโลโก้พื้นฐานเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานได้ถูกต้อง
- 2.5 สามารถบอกความหมายและองค์ประกอบของส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.6 สามารถอธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของมอเตอร์และชุดเฟืองได้ถูกต้อง
- 2.7 สามารถอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ ได้ถูกต้อง
- 2.8 สามารถอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์และการใช้คำสั่งภาษาโลโก้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.9 สามารถปฏิบัติการสร้างหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ได้ถูกต้อง
- 2.10 สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกต้อง
- 2.11 มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เนื้อหาสาระ

- 3.1 สมอของหุ่นยนต์
- 3.2 โโกโก บอร์ด และส่วนประกอบของโกโก บอร์ด
- 3.3 แหล่งพลังงานของโกโก บอร์ด
- 3.4 รู้จักกับภาษาโลโก้ และโปรแกรมแจคเคิล
- 3.5 มอเตอร์ เฟือง และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 3.6 แนวคิดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 3.7 คำสั่งภาษาโลโก้กับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนถึงความหมาย และการทำงานของหุ่นยนต์ ต่อจากนั้นร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญและประโยชน์ของส่วนควบคุมหรือสมองของหุ่นยนต์ที่ทำให้หุ่นยนต์นั้นแตกต่างจากเครื่องจักรกลทั่วไป
2. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.1 (หน้า 231) เพื่อทำความรู้จักกับส่วนประกอบต่างๆ ของโกโก บอร์ดที่นักเรียนจะใช้เป็นสมองของหุ่นยนต์ตลอดกิจกรรมนี้
3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.2 (หน้า 232) เพื่อศึกษาแหล่งพลังงานที่จะใช้กับโกโก บอร์ด หรือหุ่นยนต์
4. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายถึงวิธีการที่เราจะสั่งงานให้สมองของหุ่นยนต์ทำงาน ครูอธิบายถึงภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ในกิจกรรมนี้ คือ ภาษาคลิกเกตโลโก้ (Cricket Logo) และแนะนำโปรแกรมแจคเคิล (Jackal) ที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาคคลิกเกตโลโก้ ต่อจากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.3 (หน้า 233) เพื่อทำความรู้จักการโปรแกรมแจคเคิล (Jackal)
5. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.4 (หน้า 234-235) เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อโดยใช้สายอนุกรม (Serial Cable) เพื่อถ่ายโอนข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโกโก บอร์ด และใช้งานศูนย์กลางคำสั่ง (Command Center) ของโปรแกรมแจคเคิล
6. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.5 (หน้า 236-237) เพื่อศึกษารูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษาคคลิกเกตโลโก้ ผ่านช่องสร้างโปรแกรม (Procedures) ของโปรแกรมแจคเคิล แล้วดาวน์โหลดไปยังหุ่นยนต์ รวมถึงการสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานตามคำสั่งนั้น แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม
7. ครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายคำสั่งภาษาคคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในกิจกรรมที่ 2.5 (หน้า 237)
8. ครูและนักเรียนอภิปรายถึงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในลักษณะต่างๆ เช่น การเดิน

สองขาแบบคน การเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบรถยนต์ การเคลื่อนของแขนกล การใช้สายพานในการเคลื่อนที่ และอภิปรายถึงส่วนประกอบของส่วนขับเคลื่อน มอเตอร์ เฟือง และล้อ เป็นต้น

9. ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาเรื่องเฟืองในหัวข้อ “รู้จักกับเฟือง” แล้วทำกิจกรรมที่ 2.6 (หน้า 239)

10. ครูอธิบายให้นักเรียนทราบถึงลักษณะของหุ่นยนต์ที่นักเรียนจะใช้ในกิจกรรมนี้ ซึ่งมีลักษณะคล้ายรถสามล้อ ดังนั้นการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะเกิดจากการหมุนของล้อด้านซ้ายและขวาในลักษณะต่างๆ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.7 (หน้า 240-241) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของหุ่นยนต์ในลักษณะดังกล่าว

11. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.8 (หน้า 241-242) เพื่อศึกษาการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ต่อจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในกิจกรรมที่ 2.8 (หน้า 243)

12. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.9 เพื่อศึกษาการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการควบคุมให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวาในลักษณะต่างๆ ต่อจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในกิจกรรมที่ 2.9 (หน้า 243-245)

13. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.10 (หน้า 245-246) เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดไว้

ขั้นสร้างชิ้นงาน (Construction)

14. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 2.11 (หน้า 246-249) เพื่อให้นักเรียนสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ที่กำหนดตามความคิดของผู้เรียน ในกิจกรรมนี้จะเน้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมอย่างอิสระโดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ

ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Communication)

15. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำหุ่นยนต์ของตนมาแสดงการเคลื่อนที่ตามที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งบอกถึงชื่อของหุ่นยนต์ ชื่อการแสดง หลักการทำงาน และปัญหาที่พบระหว่างทำกิจกรรม รวมถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

16. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการแสดงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนและนำเสนอปัญหาที่พบระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม (ปัญหาที่พบบ่อยคล้ายกันหรือแตกต่างกัน) แล้วร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของปัญหาที่พบ วิธีการแก้ปัญหา เกณฑ์ที่ใช้ในการระบุความสำเร็จของการแก้ปัญหา เมื่อครูเห็นว่านักเรียนเข้าใจการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองแล้วให้นักเรียนบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองลงในแบบบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา (หน้า 249)

17. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้และกิจกรรมทั้งหมดที่ได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ในบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 (หน้า 251)

5. สื่อการเรียนการสอน

- 5.1 เอกสารประกอบการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สมองและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- 5.2 ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (RoBoKIDS)
- 5.3 คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (RoBoKIDS)
- 5.4 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
- 5.5 โปรแกรมแจคเคิล (Jackal)
- 5.6 สนามแสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

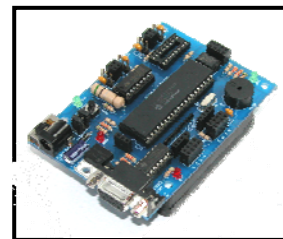
6. การวัดและประเมินผล

พิจารณาจาก

- 6.1 การสังเกต และสัมภาษณ์ขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 6.2 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในกลุ่ม
- 6.3 ผลงานจากการสร้างหุ่นยนต์ และการนำเสนอผลงานของผู้เรียน
- 6.4 แบบบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

สมองและการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



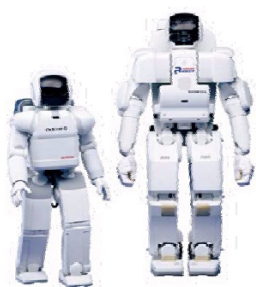
ภาพยนตร์หลายต่อหลายเรื่องที่สะท้อนให้เราเห็นว่า หุ่นยนต์มีความฉลาดเป็นอย่างมาก สามารถจดจำข้อมูลต่างๆ รวมถึงตัดสินใจและทำงานได้อย่างแม่นยำ อะไรทำให้หุ่นยนต์มีความฉลาดถึงเพียงนั้น? และหัวข้อต่อไปนี้จะมาเผยความลับที่ว่า “ทำไมหุ่นยนต์จึงฉลาด” และ “จะฉลาดกว่ามนุษย์หรือไม่”

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนนี้แล้วนักเรียนจะ

- ☑ สามารถบอกความหมายของสมองหุ่นยนต์ และส่วนประกอบของโกโก บอร์ดที่ใช้เป็นสมองของหุ่นยนต์ได้
- ☑ สามารถอธิบายถึงแหล่งพลังงานของหุ่นยนต์และโกโก บอร์ดได้
- ☑ สามารถอธิบายถึงวิธีการใช้โปรแกรมแจคเคิล และการเชื่อมต่อเพื่อถ่ายโอนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และโกโก บอร์ดได้
- ☑ สามารถอธิบายถึงการใช้คำสั่งภาษาโลโก้พื้นฐานเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานได้
- ☑ สามารถบอกความหมายและองค์ประกอบของส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ได้
- ☑ สามารถอธิบายหลักการทำงานและประโยชน์ของมอเตอร์และชุดเฟืองได้
- ☑ สามารถอธิบายถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในรูปแบบต่างๆ ได้
- ☑ สามารถอธิบายหลักการสร้างหุ่นยนต์และการใช้คำสั่งภาษาโลโก้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้
- ☑ สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ได้
- ☑ สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้
- ☑ มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมองของหุ่นยนต์ กับโกโก บอร์ด



ASIMO

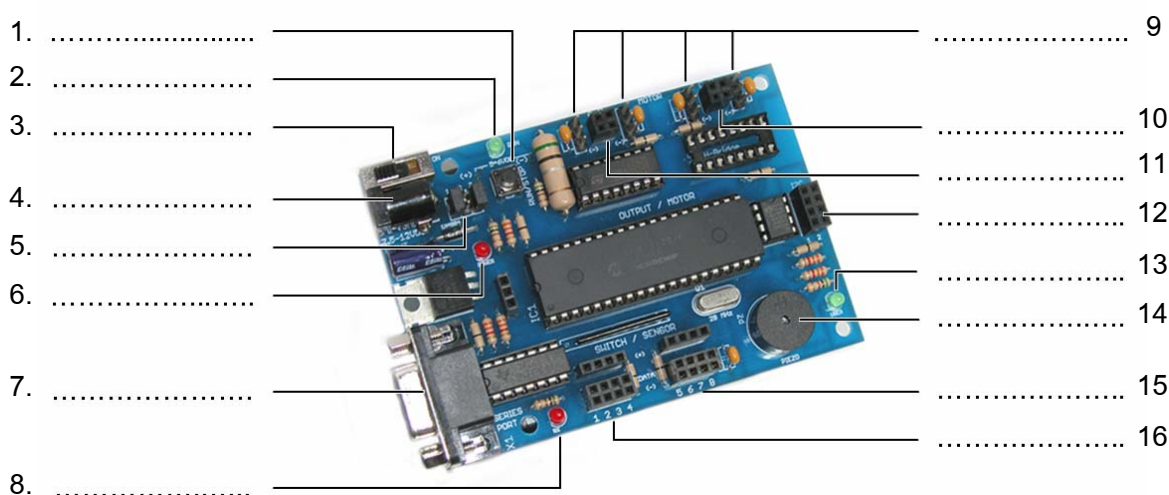
ส่วนควบคุม หรือสมองของหุ่นยนต์นั้น เป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์ต่างจากเครื่องจักรธรรมดาทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น ASIMO ถ้าไม่มีสมองไว้สั่งการ ก็อาจจะเดินตรงไปชนผนังได้ สมองจะใช้ในการประมวลผลข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ เช่น ตัวตรวจจับการชน หลังจากนั้นวงจรชั้นพื้นฐานภายในหรือโปรแกรมประยุกต์ที่ถูกฝังอยู่ที่สมองก็จะคำนวณและวิเคราะห์ว่าจะให้หุ่นยนต์ทำอะไรต่อไป ดังนั้นหากปราศจากสมองแล้วหุ่นยนต์ก็ไม่ต่างอะไรกับของเล่นที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์เท่านั้น

โกโก บอร์ด (GoGo Board) เป็นส่วนสมองของหุ่นยนต์ที่เราจะใช้งาน กิจกรรมนี้ GoGo Board จะมีลักษณะเป็นแผงวงจรที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเขียนโปรแกรมและแก้ไขได้ตามต้องการ โดยมีภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า ภาษาโลโก้ (Logo) เป็นภาษาหลักที่ใช้ในการควบคุม



กิจกรรมที่ 2.1 รู้จักกับโกโก บอร์ด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของโกโก บอร์ด จากคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบอดิกส์ (RoBoKIDS) แล้วเติมข้อความที่บอกถึงส่วนประกอบของโกโก บอร์ดลงในภาพให้สมบูรณ์



แหล่งพลังงานของโกโก บอร์ด

แหล่งพลังงานเป็นส่วนประกอบหลักที่จะขาดไม่ได้สำหรับหุ่นยนต์ และโกโก บอร์ดที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสมองของหุ่นยนต์ก็จะขาดพลังงานไม่ได้เช่นกัน เราสามารถให้พลังงานแก่โกโกบอร์ดได้หลายรูปแบบซึ่งสามารถศึกษาได้จากกิจกรรมต่อไปนี้



กิจกรรมที่ 2.2 เติมพลังให้โกโก บอร์ด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาคู่่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบอดิกส์ (RoBoKIDS)

หน้า 17 แล้วตอบคำถาม “เราสามารถเติมพลังงานให้กับโกโก บอร์ด ได้กี่ลักษณะอะไรบ้าง?

.....

.....

.....

.....

.....

รู้จักกับภาษาโลโก้ (LOGO)

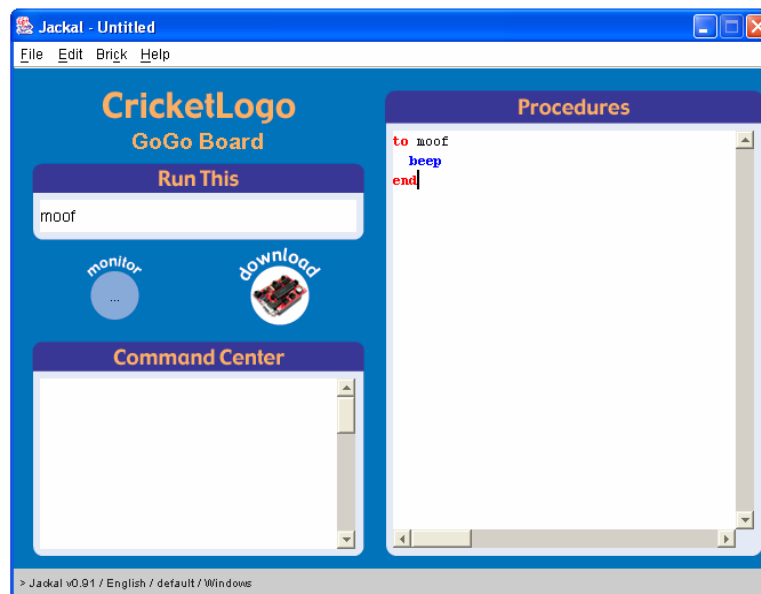
ภาษาโลโก้ (Logo) เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่ง พัฒนาขึ้นเพื่อให้เด็กใช้ในการฝึกหัดเขียนโปรแกรม และโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านการเคลื่อนไหวของ “เต่า” (Tortoise) และการสร้างรูปภาพต่างๆ บนจอคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเด่นที่มีโครงสร้างทางภาษาที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย ตรงไปตรงมาเรียนรู้ได้ง่าย เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้การเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์

ต่อมาได้พัฒนาภาษาโลโก้ เพื่อให้เป็นภาษาที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ เพราะเป็นกิจกรรมที่มีความท้าทาย และน่าสนใจมากกว่าที่จะเพียงควบคุมเต่าบนจอเท่านั้น เรียกภาษาที่พัฒนาขึ้นมานี้ว่า “คลิกเกต โลโก้” (Cricket Logo) ส่วนโปรแกรมที่เราจะใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาโลโก้ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ในกิจกรรมนี้ เราจะใช้โปรแกรมที่ชื่อว่า แจคเคิล (Jackal) ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบเปิดเผยรหัส (open source) สามารถนำมาใช้ได้ฟรี



กิจกรรมที่ 2.3 คู่แข่งกับโปรแกรมแจคเคิล (Jackal)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาส่วนประกอบต่างๆ ของโปรแกรมแจคเคิลจากคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิดส์ (RoBoKIDS) หน้า 19 แล้วลากเส้นเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อความในตาราง A B และ C ต่อไปนี้



A

1. Run This
2. Monitor
3. Download
4. Command Center
5. Procedures

B

1. ช่องสร้างโปรแกรม
2. ช่องแสดงผล
3. ศูนย์กลางคำสั่ง
4. ช่องเลือกโปรแกรม
5. ปุ่มดาวนโหลด

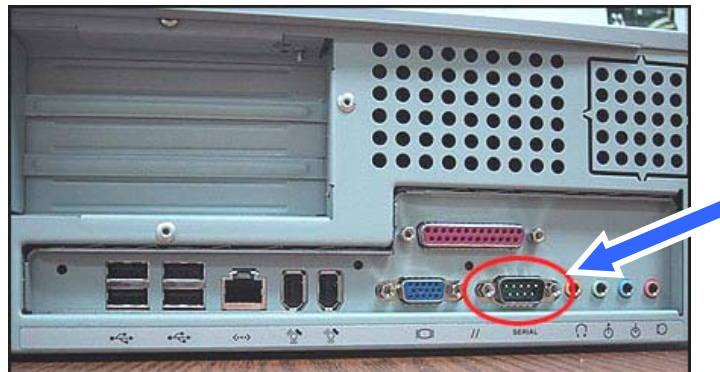
C

1. ใช้เลือกโปรแกรมที่ต้องการให้ทำงาน
2. ปุ่มสำหรับดาวนโหลดโปรแกรม
3. เป็นพื้นที่หลักสำหรับใช้สร้างโปรแกรม
4. GoGo Board ทำงานทันทีเมื่อป้อนคำสั่งแล้วกด Enter
5. เป็นช่องแสดงผลข้อมูลที่ได้รับจาก GoGo board

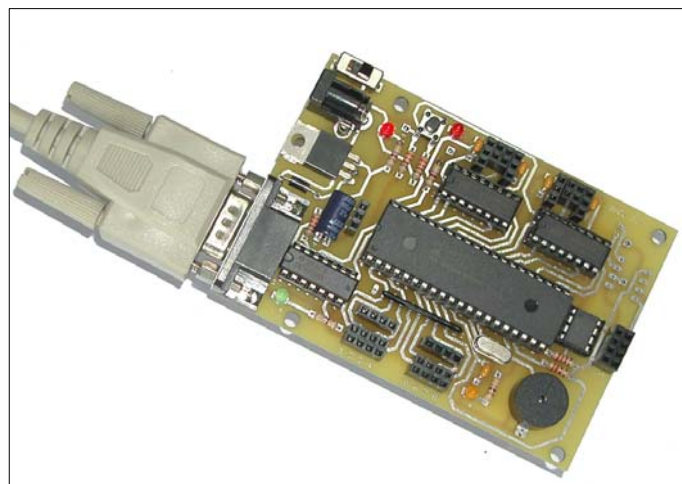


กิจกรรมที่ 2.4 ทดสอบการทำงานของศูนย์คำสั่ง

1. นำสายดาวโหลดมาต่อเข้ากับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนปลายสายดาวโหลดอีกด้านหนึ่งเสียบเข้ากับพอร์ตอนุกรมที่อยู่บน GoGo Board แล้วเปิดสวิทช์บน GoGo Board

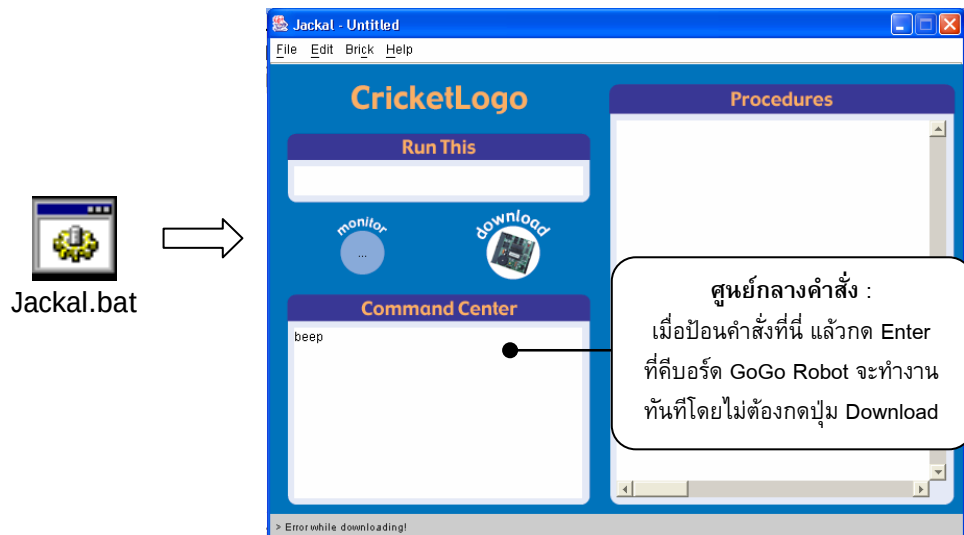


พอร์ตอนุกรมที่อยู่ด้านหลังของคอมพิวเตอร์



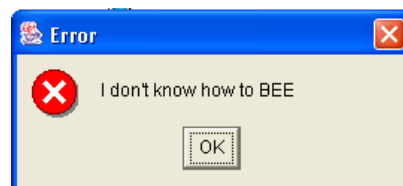
แสดงการเชื่อมต่อสายดาวโหลดกับ GoGo Board

2. เปิดโปรแกรม Jackal โดยการเข้าไปใน Folder ที่ติดตั้งโปรแกรม แล้วดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Jackal.bat



3. พิมพ์คำว่า beep ที่ช่องศูนย์คำสั่ง (command center) ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือ แล้วกด Enter จะได้ยินเสียง "บี๊" 1 ครั้งออกมาจากลำโพงของ GoGo Board

4. พิมพ์คำว่า bee ที่ช่องศูนย์คำสั่ง ใหม่อีกครั้ง แล้วกด Enter จะปรากฏหน้าต่างแจ้งว่า "ไม่รู้จักคำสั่ง bee" เนื่องจากคำว่า bee ไม่ใช่ชื่อคำสั่งที่ GoGo Board รู้จัก จึงแจ้งข้อผิดพลาดให้ทราบ





กิจกรรมที่ 2.5 ทดสอบการทำงานผ่านช่องสร้างโปรแกรม

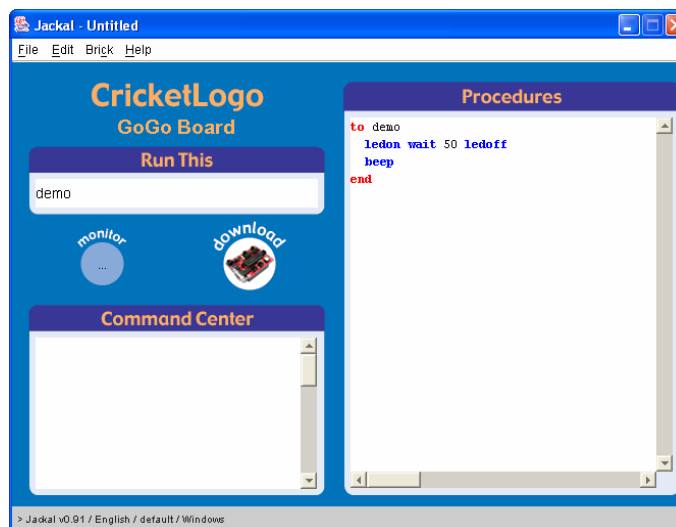
ช่องสร้างโปรแกรม (procedure area) จะเป็นพื้นที่ที่เราใช้สร้างโปรแกรมเพื่อใช้ควบคุมหุ่นยนต์มากที่สุด ดังนั้นนักเรียนควรตั้งใจศึกษากิจกรรมนี้เป็นอย่างมาก

1. นำสายดาว์นโหนดมาต่อเข้ากับพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนปลายสายดาว์นโหนดอีกด้านหนึ่งเสียบเข้ากับพอร์ตอนุกรมที่อยู่บน GoGo Board แล้วเปิดสวิตช์บน GoGo Board

2. เปิดโปรแกรม Jackal แล้วเขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม ซึ่งอยู่ทางขวามือ

to demo	→	ชื่อโปรแกรมที่เราสร้างขึ้น (ตั้งชื่ออะไรก็ได้)
ledon wait 50 ledoff	→	สั่งให้หลอดไฟเปิดเป็นเวลา 5 วินาที
beep	→	สั่งให้ส่งเสียง "บีบ" 1 ครั้ง
end	→	จบโปรแกรม

4. พิมพ์คำว่า demo ลงในช่อง Run This เพื่อกำหนดให้ส่งข้อมูลหรือดาว์นโหนดโปรแกรม demo ไปยัง GoGo Board แล้วกดปุ่ม Download



5. ในขณะที่ Download ไปยัง GoGo Board นั้น จะมีกรอบแสดงสถานะการดาว์นโหนดแสดงข้อความ Downloading... พร้อมกับไฟสถานะพอร์ตอนุกรมจะติดดับตามจังหวะของการส่งข้อมูล

6. รอนจนกระทั่งกรอบแสดงสถานะการดาวน์โหลดหายไป พร้อมกับได้ยินเสียง “บี๊บ” 1 ครั้ง เป็นการแสดงถึงการดาวน์โหลดข้อมูลลง GoGo Board เสร็จเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลที่ดาวน์โหลดลงไปจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของ GoGo Board และข้อมูลนี้จะถูกเก็บอยู่ตลอดไป แม้ว่าจะไม่จ่ายไฟให้แก่ GoGo Board ก็ตาม ข้อมูลดังกล่าวจะหายหรือเปลี่ยนไปก็ต่อเมื่อมีการดาวน์โหลดข้อมูลใหม่มาทับ

7. ให้นักกดปุ่ม Run ที่ GoGo Board

8. ผลที่เกิดขึ้นคือ ไฟสำหรับผู้ใส่จะสว่างเป็นเวลา 5 วินาที แล้วดับพร้อมๆ กับได้ยินเสียง “บี๊บ” 1 ครั้ง และเมื่อต้องการทำซ้ำก็สามารถกดปุ่ม Run ได้ทันที

9. ถ้าต้องการบันทึกเป็นไฟล์ เข้าไปที่เมนู File เลือก Save As แล้วตั้งชื่อไฟล์ โปรแกรมจะเก็บเป็นไฟล์นามสกุล .lgo

▶ นักเรียนลองเขียนคำสั่งดังนี้ดาวน์โหลด GoGo Board ปลดสายดาวน์โหลด กดปุ่ม Run สังเกตผลที่เกิดขึ้น แล้วให้นักเรียนอธิบายว่าคำสั่งแต่ละบรรทัดมีผลต่อการทำงานของ GoGo Board อย่างไร?

```
to demo .....
  beep .....
  wait 10 .....
  beep .....
end .....
```

บันทึกคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้

➡ ครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายและรูปแบบการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ต่อไปนี้

```
to .... end .....
ledon .....
ledoff .....
wait .....
beep .....
```

การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

มอเตอร์และเฟืองเปรียบเสมือนกับกล้ามเนื้อของหุ่นยนต์ เมื่อติดตั้งมอเตอร์เข้ากับชุดของล้อแล้ว หุ่นยนต์ของเราจะสามารถวิ่งไปรอบๆ ได้ ถ้าติดตั้งมอเตอร์เข้ากับคันโยกและข้อต่อของแขนของหุ่นยนต์ แขนก็จะสามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นมอเตอร์และเฟืองจึงถือเป็นส่วนประกอบหลักของหุ่นยนต์เลยทีเดียว



รู้จักกับเฟือง

ในการสร้างหุ่นยนต์ส่วนใหญ่จะนิยมใช้มอเตอร์กระแสตรงมาเป็นส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ โดยมอเตอร์กระแสตรงนั้นจะมีจำนวนรอบในการหมุนสูงมาก (หมุนเร็วมาก) เมื่อเรานำไปติดกับตัวหุ่นยนต์แล้วอาจทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เร็วจนเราไม่สามารถควบคุมมันได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วมันอาจจะไม่เคลื่อนที่เลยก็ได้เพราะมอเตอร์กระแสตรงที่มีความเร็วรอบสูงนั้น จะมีแรงบิดน้อย (Torque*) ดังนั้นในการนำมอเตอร์กระแสตรงมาใช้กับหุ่นยนต์นั้น เราจึงต้องใช้ชุดเฟือง (gear box) เข้าช่วยเพื่อทดรอบให้มอเตอร์หมุนช้าลง และยังเป็นการเพิ่มแรงบิดไปในตัวด้วย



$$\text{อัตราทด} = \frac{24}{8} = 3:1$$

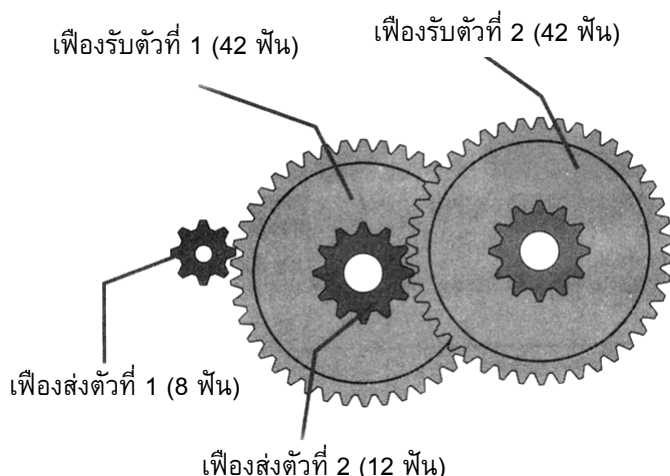
ในการทำงานของเฟืองนั้น เราจะเรียกเฟืองที่ติดกับต้นกำลัง (ในที่นี้คือ มอเตอร์ไฟตรง) หรือเฟืองตัวแรกของระบบว่า **เฟืองส่ง** ส่วนเฟืองที่ต่อเพิ่มเข้ามาและนำผลไปใช้เรียกว่า **เฟืองรับ** ดังนั้นถ้าเฟืองรับมีขนาดใหญ่กว่าเฟืองส่งจะทำให้แรงบิดเพิ่มขึ้น และความเร็วลดลง จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อเฟืองส่งหมุนไป 3 รอบ ฟันเฟืองจะทำให้เฟืองรับหมุนไปเพียงรอบเดียวเท่านั้น จากลักษณะนี้บอกได้ว่าเฟืองเกียร์มีอัตราทด 3:1 ซึ่งมาจากการนำจำนวนฟันเฟืองของเฟืองรับตั้งแล้วหารด้วยจำนวนฟันเฟืองของเฟืองส่งเท่ากับ $24/8 = 3 : 1$

* **แรงบิด (Torque)** เป็นแรงหมุนที่เครื่องจักรหรือเครื่องกลให้แรงออกมาทางเพลลา แรงที่ได้จะเป็นแรงบิดกลับ (เหมือนตอนเรา "หมุน" หรือ "บิด" ไขควง นั้นแหละเรากำลังออกแรงบิด)



จากค่าอัตราทดที่มีค่าเท่ากับ 3:1 นี้ เราสามารถแปลความหมายได้ว่า เฟืองรับจะมีแรงบิดเพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่าของเฟืองส่ง และเฟืองรับจะหมุนช้ากว่าเฟืองส่ง 3 เท่า ดังนั้นสามารถสรุปเป็นความสัมพันธ์ได้คือ “เมื่อความเร็วรอบลดลง แรงบิดจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้นแรงบิดจะลดลง”

สำหรับการหาอัตราทดรวมของเฟืองชุดนั้น เราจะใช้วิธีพิจารณาเป็นคู่ๆ โดยการหาอัตราทดของเฟืองส่งและเฟืองรับตัวที่ 1 แล้วนำไปคูณกับอัตราทดของเฟืองส่งและเฟืองรับตัวที่ 2 จากรูปจะมีอัตราทดรวมเท่ากับ 18.375 : 1 ซึ่งก็หมายถึง เฟืองตัวรับตัวสุดท้ายในที่นี้คือเฟืองรับตัวที่ 2 จะมีแรงบิดมากกว่าเฟืองส่งตัวที่ 1 อยู่ 18.375 เท่า และเฟืองรับตัวที่สองจะหมุนช้ากว่าเฟืองส่งตัวที่ 1 อยู่ 18.375 เท่า

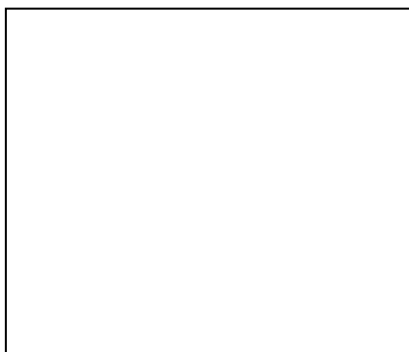


$$\begin{aligned}\text{อัตราทดรวม} &= \text{อัตราทดคู่ที่ 1} \times \text{อัตราทดคู่ที่ 2} \\ &\quad \times \dots \\ \text{อัตราทดรวม} &= \frac{42}{8} \times \frac{42}{12} = 18.375 : 1\end{aligned}$$



กิจกรรมที่ 2.6 อัตราทดของเฟือง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนวาดรูปเฟือง 2 ตัวที่กำหนดให้ทำงานร่วมกัน ตัวที่หนึ่งเป็นเฟืองส่ง มี 12 ฟันเฟือง ตัวที่สองเป็นเฟืองรับมี 6 ฟันเฟือง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



- ชุดเฟืองนี้มีอัตราทดเท่าไร.....
- จากค่าอัตราตอดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าเป็นอย่างไร
.....
.....
.....
- ถ้าเฟืองตัวที่หนึ่งหมุนไปทาง **ซ้าย** เฟืองตัวที่สองจะหมุนไปทางใด.....

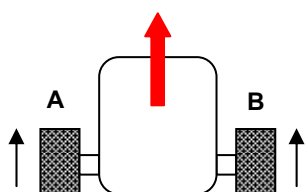
แนวคิดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ด้วยลักษณะของหุ่นยนต์ที่เป็นเหมือน “รถสามล้อ” โดยล้อหน้าทำหน้าที่เป็นล้ออิสระที่ไม่มีกลไกขับเคลื่อนใดๆ ดังนั้นการขับเคลื่อนทั้งหมดจึงถูกกำหนดจากล้อหลังทั้งสองข้าง ซึ่งเราสามารถศึกษาแนวคิดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดังกล่าวได้จากกิจกรรมต่อไปนี้

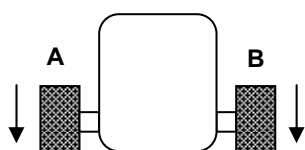


กิจกรรมที่ 2.7 สามล้อเคลื่อนที่

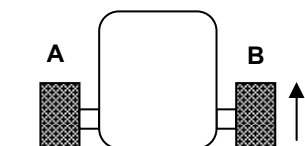
คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาลักษณะการหมุนของล้อ A และ B แล้วบอกลักษณะและเขียนลูกศรบนตัวหุ่นยนต์เพื่อแสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต่อไปนี้



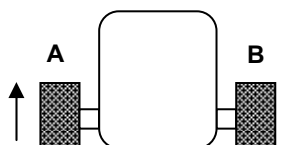
ล้อ A และ B หมุนไปด้านหน้า
.....
.....



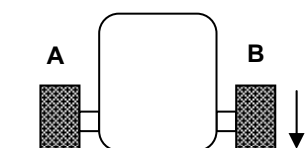
ล้อ A และ B หมุนไปด้านหลัง
.....
.....



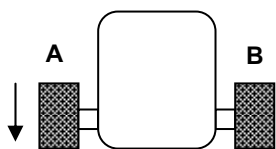
ล้อ A ไม่หมุน ล้อ B หมุนไปด้านหน้า
.....
.....



ล้อ A หมุนไปด้านหน้า ล้อ B ไม่หมุน
.....
.....

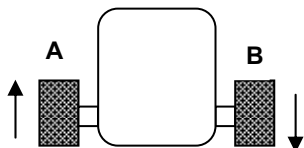


ล้อ A ไม่หมุน ล้อ B หมุนไปด้านหลัง
.....
.....



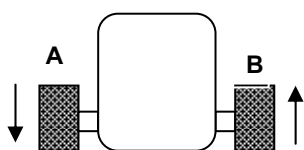
ล้อ A หมุนไปด้านหลัง ล้อ B ไม่หมุน

.....



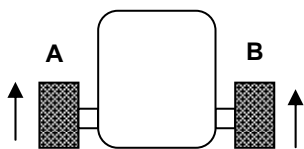
ล้อ A หมุนไปด้านหน้า ล้อ B หมุนไปด้านหลัง

.....



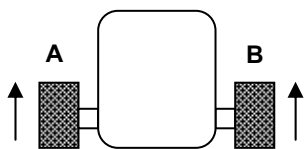
ล้อ A หมุนไปด้านหลัง ล้อ B หมุนไปด้านหน้า

.....



ล้อ A หมุนไปด้านหน้าเร็ว ล้อ B หมุนไปด้านหน้าช้า

.....



ล้อ A หมุนไปด้านหน้าช้า ล้อ B หมุนไปด้านหน้าเร็ว

.....

ภาษาคลิกเกตโลโก้กับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์



กิจกรรมที่ 2.8 เดินหน้าและถอยหลัง

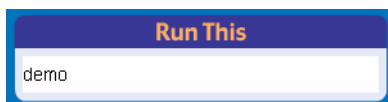
คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไปนี้เพื่อศึกษาการเขียนคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์ให้เดินหน้าและถอยหลัง

1. ให้เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม หรือ Procedures

to demo	; สร้างโปรแกรมชื่อ demo
ab, thisway	; กำหนดทิศการหมุนของ A B ให้หมุนไปด้านหน้า
ab, onfor 20	; สั่ง A และ B ทำงาน 2 วินาที
end	; จบโปรแกรม demo

คำอธิบาย : สร้างโปรแกรมที่ชื่อ demo กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหน้า แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 2 วินาที แล้วจบโปรแกรม

2. พิมพ์คำว่า demo ลงในช่องเลือกโปรแกรมหรือ Run This เพื่อกำหนดให้ส่งข้อมูลหรือดาวน์โหลดโปรแกรม demo ไปยัง GoGo Board



3. จากนั้นคลิกปุ่ม download เพื่อถ่ายโอนหรือดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า 2 วินาที (หากทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไม่เป็นไปตามคำสั่ง ให้ทำการกลับขั้วมอเตอร์ที่ต่อกับช่องต่อมอเตอร์บน GoGo Board)



4. เพิ่มคำสั่งเพื่อกำหนดให้มอเตอร์ A และ B ถอยหลัง ดังนี้

to demo	; สร้างโปรแกรมชื่อ demo
ab, thisway	; กำหนดทิศทางการหมุนของ A B ให้หมุนไปด้านหน้า
ab, onfor 20	; สั่ง A และ B ทำงาน 2 วินาที
ab, thatway	; กำหนดทิศทางการหมุนของ A B ให้หมุนไปด้านหลัง
ab, onfor 40	; สั่ง A และ B ทำงาน 4 วินาที
beep	; ส่งเสียง “บีบ”
end	; จบโปรแกรม demo

คำอธิบาย : สร้างโปรแกรมที่ชื่อ demo กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหน้า แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 2 วินาที กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหลัง แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 4 วินาที ส่งเสียง “บีบ” 1 ครั้ง แล้วจบโปรแกรม

5. ดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board อีกครั้ง เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า 2 วินาที แล้วเดินถอยหลัง 4 วินาที ส่งเสียง “บีบ” แล้วหยุดทำงาน

บันทึกคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้

➡ ครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายและรูปแบบการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ต่อไปนี้

thisway

thatway

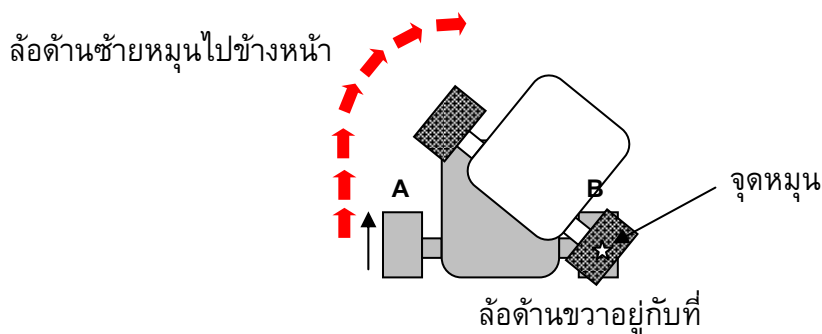
onfor



กิจกรรมที่ 2.9 เลี้ยวซ้าย-ขวาดังใจคิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษารูปแบบการเลี้ยวแบบต่างๆ จากกิจกรรมต่อไปนี้

1. การเลี้ยวด้วยล้อข้างเดียว เป็นการเลี้ยวโดยให้ล้อข้างใดข้างหนึ่งอยู่กับที่แล้วล้ออีกข้างหมุนไปด้านหน้า การเลี้ยวแบบนี้จุดศูนย์กลางของการหมุนจะอยู่ที่ล้อด้านที่หยุดนิ่งอยู่กับที่



➡ ให้เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม หรือ Procedures to demo

```

ab, thisway
ab, onfor 20
b, off a, onfor 15
ab, onfor 20
end

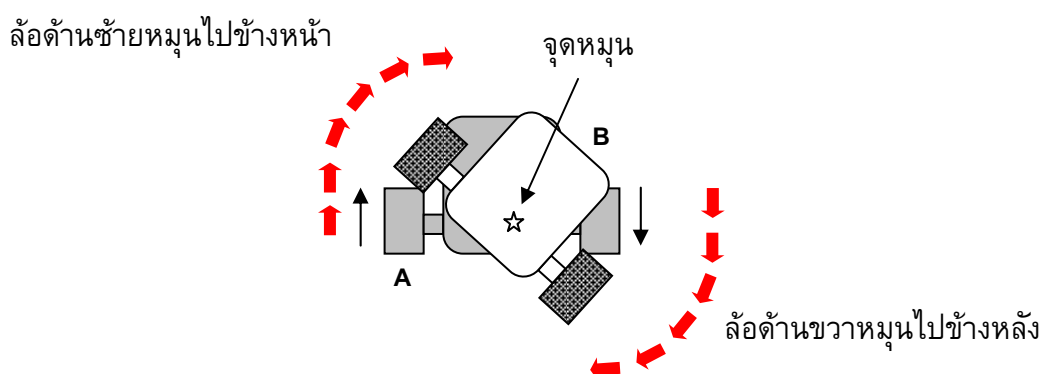
```

คำอธิบาย : กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหน้า แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 2 วินาที แล้วสั่งให้ A หยุดทำงาน ส่วน B ทำงาน 1.5 วินาที แล้วสั่งให้ทั้ง A B ทำงาน 2 วินาที

ดาวน์โหลดโปรแกรม ที่เขียนไปยัง GoGo Board เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมแล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปด้านหน้า 2 วินาที เลี้ยวด้วยมุม 90 องศา แล้วเคลื่อนที่ไปด้านหน้าอีก 2 วินาที แล้วหยุดทำงาน

ถ้าพบว่าหุ่นยนต์เลี้ยวขาดหรือเกิน 90 องศา ให้ทดลองปรับค่าการเลี้ยวของมอเตอร์ B ให้มากขึ้นหรือน้อยลง แล้วทดลองใหม่อีกครั้ง

2. การเลี้ยวด้วยล้อสองข้าง เป็นการเลี้ยวในลักษณะที่กำหนดให้ล้อด้านหนึ่งหมุนไปข้างหน้า ส่วนล้ออีกด้านหมุนถอยหลัง การเลี้ยวแบบนี้จุดศูนย์กลางของการหมุนจะอยู่ตรงกลางระหว่างล้อทั้งสองข้าง องศาในการเลี้ยวจะมากกว่าการเลี้ยวด้วยวิธีแรกสองเท่า



➔ ให้เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม หรือ Procedures to demo

```

ab, thisway ab, onfor 10
a, thisway b, thatway
ab, onfor 3 ab, brake
ab, thisway ab, onfor 10
end

```

คำอธิบาย : กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหน้า แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 1 วินาที กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A หมุนไปด้านหน้า และมอเตอร์ B หมุนไปด้านหลัง แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 3 วินาที แล้วสั่งเบรก แล้วกำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหน้า แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 1 วินาที

ดาวน์โหลดโปรแกรม ที่เขียนไปยัง GoGo Board แล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้านหน้า 1 วินาที เลี้ยวด้วยมุม 90 องศา แล้วเคลื่อนที่ไปด้านหน้าอีก 1 วินาที แล้วเบรก

ถ้าพบว่าหุ่นยนต์เลี้ยวขาดหรือเกิน 90 องศา ให้ทดลองปรับค่าการเลี้ยวของมอเตอร์ A และ B ให้มากขึ้นหรือน้อยลง แล้วทดลองใหม่อีกครั้ง

บันทึกคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้

➡ ครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายและรูปแบบการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ต่อไปนี้

off

brake



กิจกรรมที่ 2.10 เคลื่อนที่ตามรูปแบบที่กำหนดไว้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการใช้โปรแกรมเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ดังนี้

1. ให้เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม หรือ Procedures

to demo

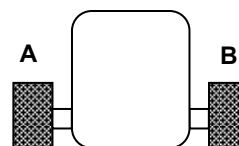
 fwb right bwd left rw fwb left

end

to left (เลี้ยวซ้าย)

 b, thisway b, onfor 13 ab, brake beep

end



to right (เลี้ยวขวา)

 a, thisway a, onfor 13 ab, brake beep

end

to rw (หมุนกลับ)

 a, thatway b, thisway ab, onfor 13 ab, brake beep

end

to fwb (เดินหน้า)

 ab, thisway ab, onfor 20 ab, brake beep

end

to bwd (ถอยหลัง)

 ab, thatway ab, onfor 20 ab, brake beep

end

คำอธิบาย : สั่งให้หุ่นยนต์เดินไปด้านหน้า เลี้ยวขวา ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย หมุนตัวกลับหลัง เดินตรงไป แล้วเลี้ยวขวา (เป็นโปรแกรมที่สั่งให้โปรแกรมย่อยทำงาน)

2. ดาวโหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board เมื่อดาวโหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ หุ่นยนต์เดินไปด้านหน้า เลี้ยวขวา ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย หมุนตัวกลับหลัง เดินตรงไป แล้วเลี้ยวขวา

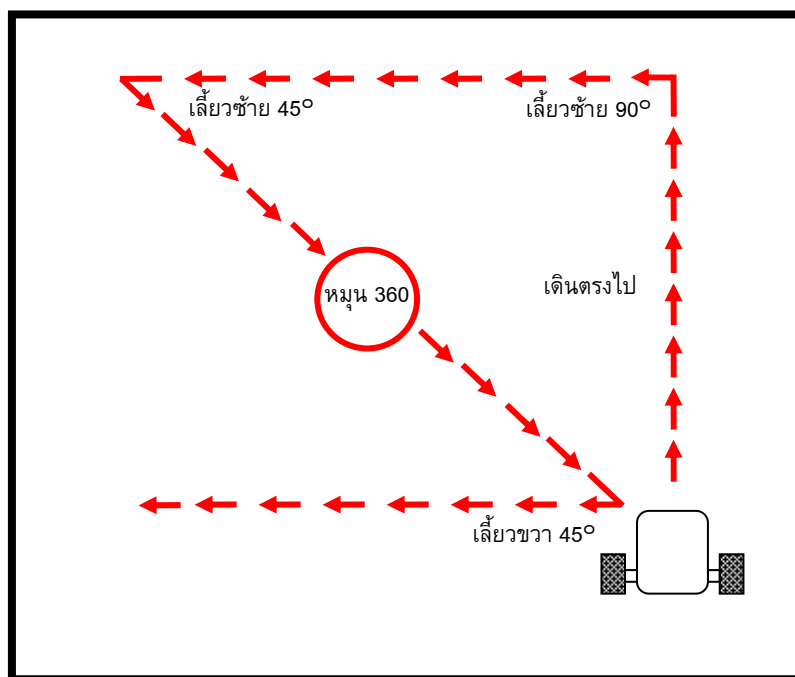
ถ้าพบว่าหุ่นยนต์ไม่ทำงานตามที่กำหนดไว้ให้ปรับค่าการเลี้ยวให้เหมาะสม แล้วทดลองใหม่อีกครั้ง



กิจกรรมที่ 2.11 ผสมผสานการเคลื่อนที่

คำชี้แจง : ให้นักเรียนออกแบบการแสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เพื่อแสดงบนสนามแข่งขัน ขนาด 1.5 X 1.5 เมตร ภายในเวลา 2 นาที ซึ่งจะต้องประกอบไปด้วยท่าทางดังต่อไปนี้

1. เดินตรงไป
2. ถอยหลัง
3. เลี้ยวขวา 90 องศา ด้านหน้า
4. เลี้ยวซ้าย 90 องศา ด้านหน้า
5. เลี้ยวขวา 90 องศา ด้านหลัง
6. เลี้ยวซ้าย 90 องศา ด้านหลัง
7. เลี้ยวขวา 45 องศา
8. เลี้ยวซ้าย 45 องศา
9. กลับตัว 180 องศา ด้วยล้อข้างเดียว
10. กลับตัว 180 องศา ด้วยล้อสองข้าง
11. กลับตัว 360 องศา



ตัวอย่างการออกแบบการแสดง

พร้อมทั้งตั้งชื่อการแสดงของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

1. การแสดงเหมาะสมกับชื่อการแสดง
2. จำนวนท่าครบตามที่กำหนด
3. ความไหลลื่นของการแสดง

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

ชื่อหุ่นยนต์

ชื่อการแสดง

สมาชิกในกลุ่ม

1.

2.

3.



หลักการทำงานของหุ่นยนต์

.....

.....

ให้นักเรียนเขียนจุดเด่นและจุดด้อยของหุ่นยนต์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

จุดเด่น

.....

จุดด้อย

.....

บันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา

1. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้างในการทำกิจกรรมนี้?

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่พบ?

3. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญของปัญหาที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

[illegible]

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหได้?

.....

.....

.....

วิธีการแก้ปัญหานักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่?

□ ๒๑

นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดอีกบ้าง

.....

☐ ไม่ได้

นักเรียนจะอย่างไรต่อไป

► สรุป

ส่วนควบคุม หรือส่วนสมองเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่คิด ตัดสินใจ ในการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์

ส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ เป็นส่วนประกอบหลักที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ได้ ซึ่งประกอบได้ด้วยแหล่งกำเนิดการเคลื่อนไหวอย่างมอเตอร์ และกลไกการเคลื่อนไหวอย่างชุดเฟือง โดยจะส่งผลให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ ได้ ทั้งนี้ หุ่นยนต์จะสามารถเคลื่อนที่ได้จะต้องอาศัยการสั่งงานจากส่วนควบคุมซึ่งต้องอาศัยการเขียนคำสั่งจากผู้ใช้งาน

► แหล่งความรู้เพิ่มเติม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. (2546). *Robo-BOX สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้*. กรุงเทพฯ : อินโนเวติฟ เอ็กเพอริเมนต์.

วาทิ ปริยพงศ์. (2547). *เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์*. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.

Dave Johnson. (2002). *Robot Invasion 7 cool and easy robot projects*. California : McGraw-Hill.

Fred G. Martin. (2006). “*The Handy Cricket*,” [Online]. Available : <http://www.handyboard.com/cricket/>.

Gammaco. (2001). *Solution for Math Science and Technology*. Bankkok, Thailand.

_____. (2001). *User's Guide for ROBOLAB SOFTWARE*. Bankkok, Thailand.

Gordon McComb. (2000). *Robot Builder's Bonanza*. 2 edition. New Jersey : McGraw-Hill. 720 pages

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

Lego Group. (1997). *MindStorms for Schools*. Billund, Denmark.

Lifelong Kindergarten. (2006). “*Programmable bricks*,” [Online]. Available <http://ilk.media.mit.edu/projects/cricket/>

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

Sipitakiat, A. (2006). “*GoGo Board*,” [Online]. Available : <http://padthai.media.mit.edu:8080/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=en>.

บันทึกการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในหน่วยการเรียนรู้?

.....

.....

.....

2. ทักษะในการสร้างหุ่นยนต์อะไรบ้างที่นักเรียนได้ใช้และพัฒนาขึ้น?

.....

.....

.....

3. นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องใดหรือกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

4. นักเรียนรู้สึกสนุก และพึงพอใจกับการเรียนรู้เรื่องใด และกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

5. สิ่งใดที่นักเรียนไม่สนุก หรือไม่มีความสุขกับการทำกิจกรรม?

.....

.....

.....

6. สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้?

.....

.....

.....

7. สิ่งใดบ้างในกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการเรียนเพิ่มเติม?

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง เซนเซอร์สัมพันธ์กับการรับรู้สัมผัสของหุ่นยนต์

จำนวน 6 ชั่วโมง

1. สาระการเรียนรู้

เซนเซอร์ (sensor) หรือตัวตรวจจับของหุ่นยนต์นั้น เปรียบเทียบได้กับประสาทสัมผัสของมนุษย์ เซนเซอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรายงานให้ส่วนควบคุมทราบว่ามีสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เช่น เซนเซอร์ตรวจการชน จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดขวางทางที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปหรือไม่ ซึ่งข้อมูลนี้จะใช้ประกอบในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ว่าจะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางได้อย่างไร

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะ

2.1 สามารถบอกความหมายและหลักการทำงานของเซนเซอร์ได้ถูกต้อง

2.2 สามารถบอกหลักการทำงานและประโยชน์ของเซนเซอร์สัมพันธ์ที่นำมาใช้กับหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง

2.3 สามารถอธิบายถึงการใช้โปรแกรมภาษาโลโก้เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์สัมพันธ์และนำข้อมูลนั้นไปกำหนดการทำงานของส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง

2.4 สามารถปฏิบัติการสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์สัมพันธ์มากำหนดการเคลื่อนที่และสร้างหุ่นยนต์ในกิจกรรมต่างๆ ได้ถูกต้อง

2.5 สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกต้อง

2.6 มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เนื้อหาสาระ

3.1 ความหมายและความสำคัญของระบบสัมผัสหรือเซนเซอร์ของหุ่นยนต์

3.2 ความหมายของเซนเซอร์สัมผัส หลักการทำงาน และประโยชน์ของเซนเซอร์สัมผัส

3.3 หลักการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์สัมผัสเป็นส่วนประกอบ

3.4 คำสั่งภาษาโลโก้กับเซนเซอร์สัมผัส

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงส่วนตรวจจับหรือเซนเซอร์ของหุ่นยนต์ และประสาทสัมผัสของมนุษย์ พร้อมร่วมกับตอบคำถามเพื่อเชื่อมโยงประสาทสัมผัสของมนุษย์ และเซนเซอร์สัมผัสของหุ่นยนต์ที่ว่า “เหตุใดเวลาคนพิการทางสายตาหรือคนตาบอด จึงต้องใช้ไม้ค้ำขณะเดินไปตามถนน?”

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคำว่า “สวิตช์” และหน้าที่ของสวิตช์ เช่น สวิตช์เปิด-ปิดไฟฟ้าในบ้าน แล้วครูอธิบายหลักของการใช้สวิตช์เซนเซอร์กับหุ่นยนต์

3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 3.1 (หน้า 257-258) เพื่อศึกษาการติดตั้งสวิตช์เซนเซอร์เข้ากับหุ่นยนต์ และคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการสั่งให้หุ่นยนต์ชนแล้วหยุด

4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 3.2 (หน้า 258) เพื่อศึกษาการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการสั่งให้หุ่นยนต์ชนแล้วถอย

5. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 3.3 (หน้า 259-260) เพื่อศึกษาการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการสั่งให้หุ่นยนต์สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้

6. ครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในกิจกรรมการใช้สวิตช์เซนเซอร์ (หน้า 261)

ขั้นสร้างชิ้นงาน (Construction)

7. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 3.4 (หน้า 261-263) เพื่อให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับหลักการของสวิตช์เซนเซอร์ และคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ ไปใช้ในการสร้างหุ่นยนต์เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมดังกล่าว

ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Communication)

8. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำหุ่นยนต์ของตนมาแสดงความสามารถในการผ่านเข้าไปในเขาวงกต พร้อมทั้งบอกถึงชื่อของหุ่นยนต์ หลักการทำงาน และปัญหาที่พบระหว่างทำกิจกรรม รวมถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

9. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมผจญภัยในเขาวงกตเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนและนำเสนอปัญหาที่พบระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม (ปัญหาที่พบอาจคล้ายกันหรือแตกต่างกัน) แล้วร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของปัญหาที่พบ วิธีการแก้ปัญหา เกณฑ์ที่ใช้ในการระบุความสำเร็จของการแก้ปัญหา เมื่อครูเห็นว่านักเรียนเข้าใจการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองแล้วให้นักเรียนบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองลงในแบบบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา (หน้า 264) แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจถึงการใช้กระบวนการแก้ปัญหาให้ครูยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนเข้าใจ

10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้และกิจกรรมทั้งหมดที่ได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ฉบับนี้ในบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 (หน้า 266)

5. สื่อการเรียนการสอน

- 5.1 เอกสารประกอบการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบสัมผัสของหุ่นยนต์ ตอน 1
- 5.2 ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)
- 5.3 คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)
- 5.4 โปรแกรมแจคเคิล (Jackal)
- 5.5 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
- 5.6 สนามเขาวงกต

6. การวัดและประเมินผล

พิจารณาจาก

- 6.1 การสังเกต และสัมภาษณ์ขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 6.2 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในกลุ่ม
- 6.3 ผลงานจากการสร้างหุ่นยนต์ และการนำเสนอผลงานของผู้เรียน
- 6.4 แบบบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

เซนเซอร์สัมผัสกับการรับรู้สัมผัส ของหุ่นยนต์



ลองนึกดูเล่นๆ ว่าถ้านักเรียนไม่สามารถมองเห็นได้ เวลาเดินไปไหนมาไหนจะเป็นอย่างไร นักเรียนก็อาจเดินไปชนโต๊ะ เก้าอี้ ผงั้ห้อง หรือขอบประตู ที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะว่านักเรียนไม่ทราบว่ามีสิ่งใดขวางทางเดินของนักเรียนอยู่ หุ่นยนต์ของนักเรียนก็เช่นเดียวกันถ้าไม่มีตา ไม่มีหู หรือประสาทสัมผัส หุ่นยนต์ก็จะไม่สามารถรู้ได้ว่ามีสิ่งใดขวางอยู่ ดังนั้นเรามาทำความเข้าใจกับประสาทสัมผัส หรือเซนเซอร์ของหุ่นยนต์ กันดีกว่า

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

เมื่อนักเรียนเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะ

- ☒ สามารถบอกความหมายและความสำคัญของเซนเซอร์ได้
- ☒ สามารถบอกหลักการทำงานของเซนเซอร์สัมผัสได้
- ☒ สามารถอธิบายถึงการใช้โปรแกรมภาษาโลโก้เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์สัมผัสได้
- ☒ สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์สัมผัสมากำหนดการเคลื่อนที่ได้
- ☒ สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้
- ☒ มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เซนเซอร์

เซนเซอร์ (sensor) หรือตัวตรวจจับของหุ่นยนต์นั้น เปรียบเทียบได้กับประสาทสัมผัสของมนุษย์ เซนเซอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรายงานให้ส่วนควบคุมทราบว่าสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เช่น เซนเซอร์ตรวจการชน จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดขวางทางที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปหรือไม่ ซึ่งข้อมูลนี้จะใช้ประกอบในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ว่าจะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางนี้อย่างไร

เซนเซอร์ที่ใช้กับหุ่นยนต์มีมากมายหลายแบบ เช่น เซนเซอร์ตรวจจับการชน ตรวจจับปริมาณแสง ตรวจจับอุณหภูมิ ตรวจจับควัน ตรวจจับระยะทาง ตรวจจับความเร็ว และอื่นๆ ซึ่งเราสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ของเราได้ทั้งสิ้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการสร้างหุ่นยนต์นั้น

- เหตุใดเวลาคนพิการทางสายตา หรือคนตาบอดจะเดินไปไหนมาไหนตามถนน จึงต้องใช้ไม้เท้าไปตามถนน?

.....

.....

.....

เซนเซอร์สัมผัส



เซนเซอร์สัมผัส หรือสวิตช์เซนเซอร์ (switch sensor) มีหน้าที่ตรวจจับการสัมผัสหรือการชนต่างๆ มีลักษณะเหมือนกับสวิตช์เปิด-ปิด หลอดไฟตามบ้าน ในจังหวะที่สวิตช์ไม่ทำงานจะหมายถึง ไม่มีสิ่งใดมาสัมผัสหรือไม่เกิดการชน แต่ถ้าสวิตช์ทำงานจะหมายถึงมีสิ่งใดมาสัมผัสหรือเกิดการชนขึ้น โดยข้อมูลที่ส่งจากสวิตช์เซนเซอร์ไปยังส่วนควบคุมจะอยู่ในรูปข้อมูลแบบดิจิทัล คือ ถ้าสวิตช์ไม่ทำงานส่ง “0” หรือ “เท็จ” แต่ถ้าสวิตช์ทำงานส่ง “1” หรือ “จริง” ไปยัง GoGo Board

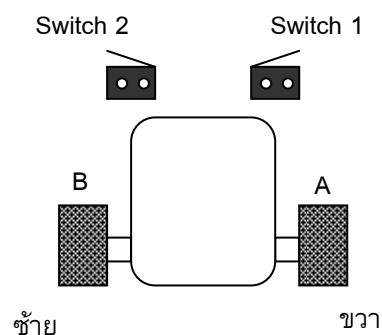
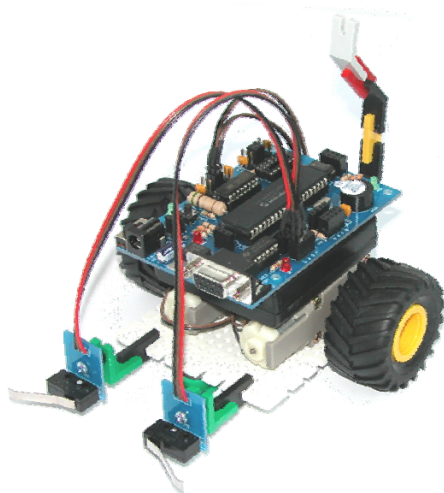
ภาษาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเซนเซอร์สัมผัส



กิจกรรมที่ 3.1 หุ่นยนต์ชนแล้วหยุด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการใช้คำสั่งกำหนดเงื่อนไขเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์สัมผัสจากกิจกรรมต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนนำหุ่นยนต์จากกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ที่แล้วมาเพิ่มเซนเซอร์สัมผัสเข้าไปทั้งสองข้างดังภาพ โดยให้มอเตอร์ A และ switch 1 อยู่ทางด้านขวา ส่วนมอเตอร์ B และ switch 2 อยู่ทางด้านขวา สามารถดูรายละเอียดการสร้างได้จากคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบอดิกส์ หน้า 32 - 33



2. ให้เขียนโปรแกรมต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม แล้วดาวน์โหลดไปยัง GoGo

Board

to demo

```
wait 10 ; เว้นจังหวะการทำงานหรือคอย 1 วินาที
ab, thisway ab, on ; สั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน (หมุนไปด้านหน้า)
waituntil [switch1] ; รอจนกว่า switch1 จะถูกกด
ab, off ; สั่งให้มอเตอร์ A และ B หยุดทำงาน
```

end

คำอธิบาย : เมื่อกด Run บน GoGo Board แล้ว จะเว้นจังหวะการทำงาน 1 วินาที แล้วสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน แล้วคอยไปจนกว่า switch1 จะถูกกด และเมื่อ switch1 ถูกกดถึงจะทำงานตามคำสั่งถัดไป คือ สั่งให้มอเตอร์ A และ B หยุดทำงาน



กิจกรรมที่ 3.2 หุ่นยนต์ชนแล้วถอย

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการใช้คำสั่งกำหนดเงื่อนไขเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์สัมผัสจากกิจกรรมต่อไปนี้

2. ให้เขียนโปรแกรมต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม แล้วดาวน์โหลดไปยัง GoGo

Board

to demo

```
ab, thisway ; กำหนดให้ A และ B หมุนไปด้านหน้า
ab, on ; สั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน
waituntil [switch1 or switch2] ; รอจนกว่า switch1 หรือ switch2 จะถูกกด
ab, thatway ; กำหนดให้ A และ B หมุนไปด้านหลัง
ab, onfor 20 ; A และ B ทำงาน 2 วินาที
demo ; กลับไปทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง
```

end

คำอธิบาย : เริ่มต้นจากกำหนดทิศทางการหมุนของ A และ B ให้เดินด้านหน้า ต่อจากนั้นสั่งให้ A และ B ทำงาน แล้วรอไปจนกว่า switch1 หรือ switch2 จะถูกกดหรือเกิดการชน โดยเมื่อ switch1 หรือ switch2 ถูกกดหรือมีการชนถึงจะทำงานตามคำสั่งถัดไป คือ กำหนดทิศทางการหมุนของมอเตอร์ A และ B ให้หมุนไปด้านหลังเป็นเวลา 2 วินาที แล้วสั่งให้กลับไปทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง

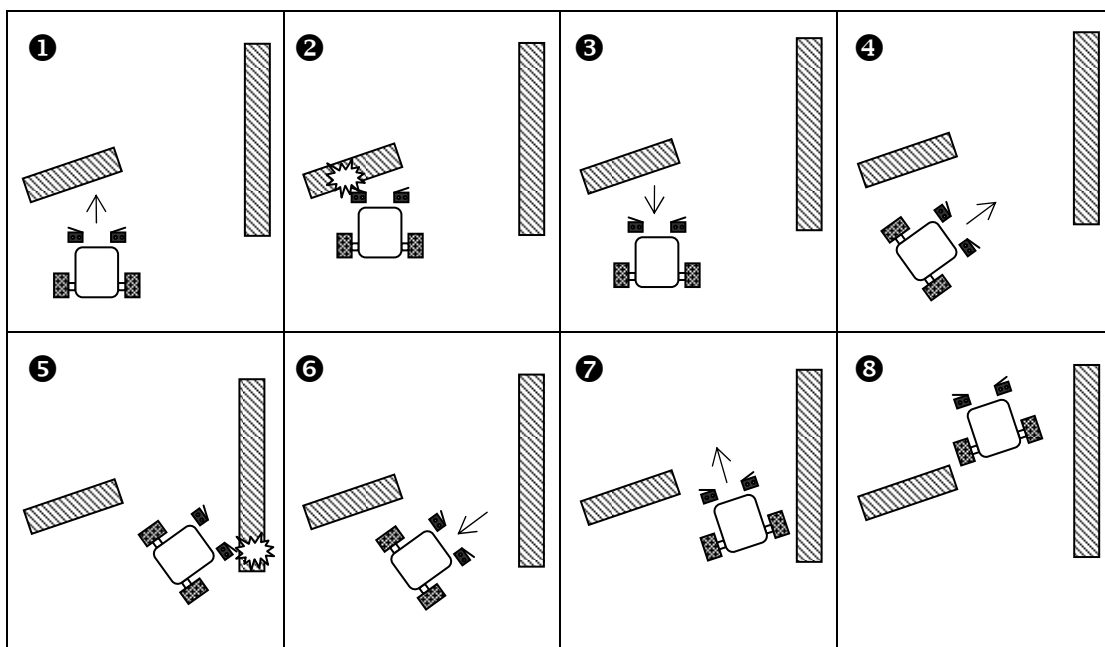


กิจกรรมที่ 3.3 หุ่นยนต์รู้หลบหลีก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการใช้คำสั่งกำหนดเงื่อนไขเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์สัมผัสจากกิจกรรมต่อไปนี้

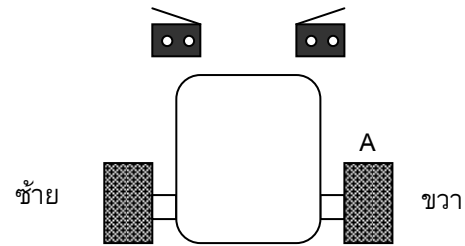
แนวคิดหลักของหุ่นยนต์รู้หลบหลีก

เราได้รู้จักการทำงานของสวิตช์เซนเซอร์ไปแล้ว และเพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของสวิตช์เซนเซอร์ว่าจะช่วยให้หุ่นยนต์หลบหลีกสิ่งกีดขวางได้อย่างไรให้นักเรียนศึกษาจากผังแนวคิดในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์รู้หลบหลีก และจากภาพสถานการณ์ต่อไปนี้



จากภาพในพื้นที่ทดสอบมีสิ่งกีดขวางวางอยู่ดังรูป จังหวะที่ 1 หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ตรงเข้าหาวัตถุ เมื่อเกิดการชนในจังหวะที่ 2 ซึ่งเป็นการชนด้านซ้าย หุ่นยนต์จึงถอยหลังดังในจังหวะที่ 3 แล้วเบี่ยงตัวไปทางขวา เพื่อเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางดังในจังหวะที่ 4 แต่เมื่อเคลื่อนที่ต่อไป หุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจนกระทั่งชนกับสิ่งกีดขวางอีกชั้นหนึ่งดังแสดงในจังหวะที่ 5 เช่นเดียวกับในจังหวะที่ 2 และ 3 เมื่อหุ่นยนต์ตรวจจับได้ว่าการชนเกิดขึ้นซึ่งคราวนี้เป็นการชนขวา หุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่ถอยหลังดังในจังหวะ 6 แล้วเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ โดยจะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายแทนในจังหวะที่ 7 หุ่นยนต์ก็จะสามารถผ่านสิ่งกีดขวางทั้งสองชั้นนั้นไปได้ดังในจังหวะที่ 8

2. ให้เขียนโปรแกรมต่อไปนี้ลงในช่องสร้าง
โปรแกรม แล้วดาวโหลดลงไปยัง GoGo Board



```

to demo
  ab, thisway          ; กำหนดให้ A และ B หมุนไปด้านหน้า
  ab, on                ; สั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน
  waituntil [switch1 or switch2] ; รอจนกว่า switch1 หรือ switch2 จะถูกกด
  if switch1 [left]     ; ถ้า switch1 ทำงานให้เรียกโปรแกรม left
  if switch2 [right]    ; ถ้า switch2 ทำงานให้เรียกโปรแกรม right
  demo                  ; กลับไปทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง
end

to right                : โปรแกรมให้ถอยหลังแล้วเลี้ยวขวา
  ab, thatway           ; กำหนดให้ A และ B หมุนไปด้านหลัง
  ab, onfor 10           ; สั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 1 วินาที
  a, onfor 10           ; สั่งให้ A ทำงานอีก 1 วินาที
end

to left                 : โปรแกรมให้ถอยหลังแล้วเลี้ยวซ้าย
  ab, thatway           ; กำหนดให้ A และ B หมุนไปด้านหลัง
  ab, onfor 10           ; สั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน 1 วินาที
  b, onfor 10           ; สั่งให้ B ทำงานอีก 1 วินาที
end

```

คำอธิบาย : เริ่มต้นจากกำหนดทิศทางการหมุนของ A และ B หมุนไปด้านหน้า
ต่อจากนั้นสั่งให้ A และ B ทำงาน แล้วรอไปจนกว่า switch1 หรือ switch2 จะถูกกด และเมื่อ
switch1 หรือ switch2 ถูกกดถึงจะทำงานตามคำสั่งถัดไป คำสั่งถัดไปจะเป็นการกำหนดเงื่อนไข
ว่า ถ้า switch1 ทำงานให้ไปทำตามโปรแกรมย่อย left (สั่งให้ถอยหลัง แล้วเลี้ยวไปทางซ้าย) ถ้า
switch2 ทำงานให้ไปทำตามโปรแกรมย่อย right (สั่งให้ถอยหลัง แล้วเลี้ยวไปทางขวา) แล้วกลับไป
ทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง

บันทึกคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้

➡ ครูและนักเรียนร่วมกันบันทึกความหมายและรูปแบบการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ต่อไปนี้

switch

waituntil

if

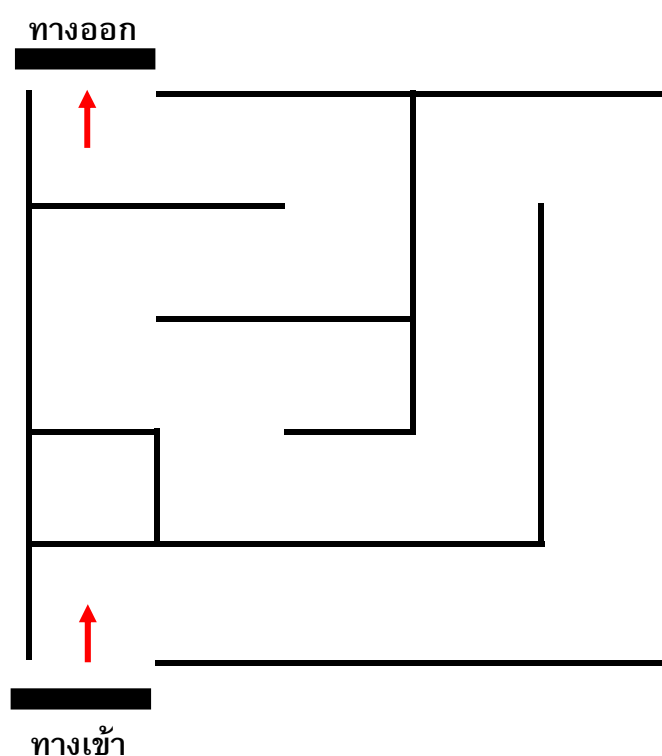
or

and



กิจกรรมที่ 3.4 หุ่นยนต์ผจญภัยในเขาวงกต

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสร้างหุ่นยนต์ผ่านเข้าไปในเขาวงกตเพื่อหาทางออก โดยกลุ่มใดสามารถผ่านออกได้และเร็วที่สุดเป็นผู้ชนะ



กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

ชื่อหุ่นยนต์

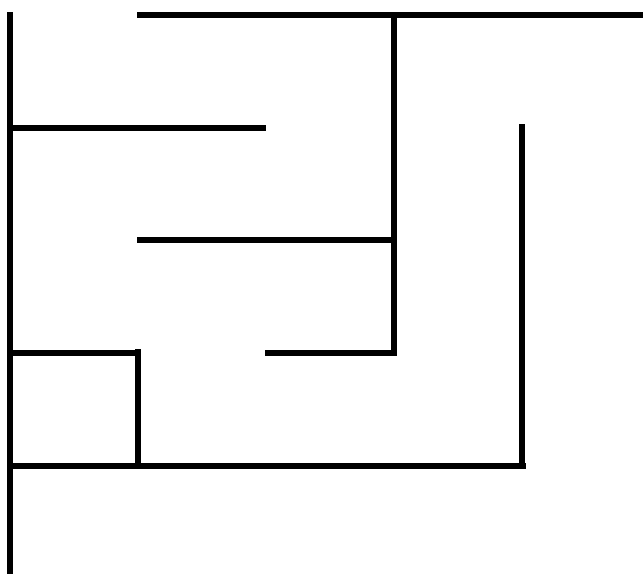
สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.

1. วางแผนเพื่อสร้างหุ่นยนต์ที่จะสามารถเข้าและออกจากเขาวงกต โดยการวาดภาพแสดงลักษณะของหุ่นยนต์และตำแหน่งของการติดตั้งสวิทช์เซนเซอร์เข้ากับตัวหุ่นยนต์



2. วางแผนเพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เมื่ออยู่ในเขาวงกตเพื่อที่หุ่นยนต์จะสามารถเข้าและออกมาจากเขาวงกตได้



3. หลักการทำงานของหุ่นยนต์

.....

4. โปรแกรมภาษาคริกเกตโลโก้ที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จุดเด่นของหุ่นยนต์ของนักเรียนที่คิดว่าจะสามารถผ่านเขาวงกตได้คืออะไร?

.....

.....

บันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา

1. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้างในการทำกิจกรรมนี้?

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่พบ?

.....

3. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญของปัญหาที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

[illegible]

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหาได้?

.....

.....

.....

วิธีการแก้ปัญหานักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่?

□ ๖๑

นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดอีกบ้าง

.....

☐ ไม่ได้

นักเรียนจะอย่างไรต่อไป

▶ สรุป

เซนเซอร์ (sensor) หรือตัวตรวจจับของหุ่นยนต์นั้น เปรียบเทียบได้กับประสาทสัมผัสของมนุษย์ เซนเซอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรายงานให้ส่วนควบคุมทราบว่ามีสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เช่น เซนเซอร์ตรวจการชน จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดขวางทางที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปหรือไม่ ซึ่งข้อมูลนี้จะใช้ประกอบในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ว่าจะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางนี้อย่างไร

▶ แหล่งความรู้เพิ่มเติม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. (2546). *Robo-BOX สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้*. กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.

วาทิ ปริยพงศ์. (2547). *เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์*. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.

Dave Johnson. (2002). *Robot Invasion 7 cool and easy robot projects*. California : McGraw-Hill.

Fred G. Martin. (2006). “*The Handy Cricket*,” [Online]. Available : <http://www.handyboard.com/cricket/>.

Gammaco. (2001). *Solution for Math Science and Technology*. Bangkok, Thailand.

_____. (2001). *User's Guide for ROBOLAB SOFTWARE*. Bangkok, Thailand.

Gordon McComb. (2000). *Robot Builder's Bonanza*. 2 edition. New Jersey : McGraw-Hill. 720 pages

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

Lego Group. (1997). *MindStorms for Schools*. Billund, Denmark.

Lifelong Kindergarten. (2006). “*Programmable bricks*,” [Online]. Available <http://llk.media.mit.edu/projects/cricket/>

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

Sipitakiat, A. (2006). “*GoGo Board*,” [Online]. Available : <http://padthai.media.mit.edu:8080/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=en>.

บันทึกการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในหน่วยการเรียนรู้?

.....

.....

.....

2. ทักษะในการสร้างหุ่นยนต์อะไรบ้างที่นักเรียนได้ใช้และพัฒนาขึ้น?

.....

.....

.....

3. นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องใดหรือกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

4. นักเรียนรู้สึกสนุก และพึงพอใจกับการเรียนรู้เรื่องใด และกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

5. สิ่งใดที่นักเรียนไม่สนุก หรือไม่มีความสุขกับการทำกิจกรรม?

.....

.....

.....

6. สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้?

.....

.....

.....

7. สิ่งใดบ้างในกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการเรียนเพิ่มเติม?

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เรื่อง เซนเซอร์แสงกับการรับรู้แสงของหุ่นยนต์

จำนวน 12 ชั่วโมง

1. สาระการเรียนรู้

เซนเซอร์แสง (Light Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักของการสะท้อนและการดูดกลืนแสงของวัตถุ Light Sensor จะมีหลอดกำเนิดแสงอินฟราเรด (IR LED) ดวงเล็กๆ ส่งแสงไปยังวัตถุและจะมีโฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Trasistor) เป็นตัวตรวจวัดแสงที่สะท้อนกลับมา เช่น ถ้าเป็นสีดำก็จะมีแสงสะท้อนกลับมายังโฟโตทรานซิสเตอร์น้อย เนื่องจากสีดำดูดแสงไว้เกือบทั้งหมด แต่ถ้าเป็นสีขาวจะมีแสงสะท้อนกลับมายังโฟโตทรานซิสเตอร์มาก เนื่องจากสีขาวดูดแสงไว้น้อย

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว นักเรียนจะ

- 2.1 สามารถบอกความหมาย ส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเซนเซอร์แสงได้ถูกต้อง
- 2.2 สามารถอธิบายถึงหลักการทำงานและประโยชน์ของเซนเซอร์แสงเมื่อมาใช้กับหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.3 สามารถอธิบายถึงการหาค่าตัดสินความต่างของวัตถุโดยใช้ข้อมูลจากแสงสะท้อนของวัตถุได้ถูกต้อง
- 2.4 สามารถอธิบายถึงการใช้โปรแกรมภาษาโลโก้ที่ใช้ในการอ่านค่าจากเซนเซอร์แสงและนำข้อมูลนั้นไปกำหนดการทำงานของส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ได้ถูกต้อง
- 2.5 สามารถปฏิบัติการสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์แสงมากำหนดการเคลื่อนที่หรือพฤติกรรมของหุ่นยนต์และสร้างหุ่นยนต์ในกิจกรรมต่างๆ ได้ถูกต้อง
- 2.6 สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาและหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ถูกต้อง
- 2.7 มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เนื้อหาสาระ

- 3.1 เซนเซอร์แสง หลักการทำงาน และประโยชน์ของเซนเซอร์แสง
- 3.2 หลักการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์แสงเป็นส่วนประกอบ
- 3.3 การใช้โปรแกรมโกโก มอนิเตอร์ ในการตรวจสอบค่าของเซนเซอร์แสง และการหาค่าตัดสินความต่างของสี
- 3.4 คำสั่งภาษาโลโก้กับเซนเซอร์แสง

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นเชื่อมโยงประสบการณ์ (Connection)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนถึงลักษณะการทำงานของสวิตช์เซนเซอร์ และคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงาน เช่น switch waituntil และ if
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเซนเซอร์แสง
3. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4.1 (หน้า 273-274) เพื่อศึกษาติดตั้งเซนเซอร์แสงเข้ากับหุ่นยนต์ การอ่านค่าเซนเซอร์แสงโดยใช้โปรแกรม GoGo Monitor การหาค่าตัดสินความต่างของพื้นและเส้น จากนั้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4.2 (หน้า 275) เพื่อฝึกการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการสั่งให้หุ่นยนต์เมื่อเจอเส้นสีดำแล้วหยุด
4. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4.3 (หน้า 276-277) เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เดินตามเส้น และการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการสั่งให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น พร้อมทั้งตอบคำถามในกิจกรรมให้สมบูรณ์
5. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4.4 (หน้า 278-280) เพื่อศึกษาและออกแบบหุ่นยนต์เดินตามเส้นในกิจกรรมที่ 4.4 ให้สามารถรู้จักทางแยก รวมถึงการใช้คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้ในการสั่งให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นรู้จักทางแยก พร้อมทั้งตอบคำถามในกิจกรรมให้สมบูรณ์
6. ครูให้เวลานักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามความคิดของตนเองอย่างอิสระ ถ้าพบว่ากลุ่มยังไม่สามารถปฏิบัติได้ให้เข้าไปซักถามเพื่อให้เกิดแนวคิดที่จะนำไปสู่การปฏิบัติต่อไป สำหรับกลุ่มใดที่ปฏิบัติได้ดีแล้วแนะนำให้ลองสร้างหุ่นยนต์ที่ผสมผสานระหว่างเซนเซอร์สัมผัส และเซนเซอร์แสง ซึ่งจะทำให้หุ่นยนต์มีความฉลาดขึ้น
7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำหุ่นยนต์ของตนเองมาแสดงความสามารถในการเดินตามเส้นและผ่านทางแยกต่างๆ พร้อมทั้งบอกถึงชื่อของหุ่นยนต์ หลักการทำงาน และปัญหาที่พบระหว่างทำกิจกรรมรวมถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นสร้างชิ้นงาน (Construction)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนถึงหลักการของเซนเซอร์แสง และคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ที่ใช้งานในกิจกรรมที่ได้เรียนไปแล้ว ครูให้นักเรียนซักถามเรื่องที่ยังสงสัย
9. ครูอธิบายลักษณะของกิจกรรมที่ 4.5 (หน้า 281) และกติกาที่ใช้ในกิจกรรมนี้

10. ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 4.5 (หน้า 281-283) เพื่อให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับเซนเซอร์ การทอดเฟืองกับความเร็ว และคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ ไปใช้ในการสร้างหุ่นยนต์เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมดังกล่าว

ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Communication)

11. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำหุ่นยนต์ของตนมาแสดงความสามารถในสนามแข่ง 1 รอบ ถ้ากลุ่มใดสามารถวิ่งได้ครบ 1 รอบ จะคัดไว้สำหรับแข่งขันแบบประเภทย่อยต่อไป โดยก่อนการแสดงนักเรียนต้องบอกชื่อของหุ่นยนต์ หลักการทำงาน และปัญหาที่พบระหว่างทำกิจกรรมรวมถึงวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้น

12. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 8 มาประเภทย่อยเพื่อแข่งขันหาผู้ชนะ เมื่อได้กลุ่มชนะเลิศแล้ว ครูจะให้นักเรียนกลุ่มที่ชนะเลิศเล่าถึงแนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์ และเทคนิคการเอาชนะกลุ่มอื่นๆ ได้

13. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนและนำเสนอปัญหาที่พบระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม (ปัญหาที่พบอาจคล้ายกันหรือแตกต่างกัน) แล้วร่วมกันอภิปรายถึงสาเหตุของปัญหาที่พบ วิธีการแก้ปัญหา เกณฑ์ที่ใช้ในการระบุความสำเร็จของการแก้ปัญหา เมื่อครูเห็นว่านักเรียนเข้าใจการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองแล้วให้นักเรียนบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของตนเองลงในแบบบันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา (หน้า 284) แต่ถ้านักเรียนยังไม่เข้าใจถึงการใช้กระบวนการแก้ปัญหาให้ครูยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนเข้าใจ

14. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการที่จะนำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน โดยให้แต่ละกลุ่มเสนอแนวคิด และร่วมกันอภิปรายถึงการที่จะนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

15. ครูเล่าถึงประสบการณ์หรือแนวคิดในการประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์หรือเป็นแนวทางในการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ต่อไป

16. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปถึงความรู้และกิจกรรมทั้งหมดที่ได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ แล้วให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้นี้ในบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 (หน้า 286)

5. สื่อการเรียนการสอน

- 5.1 เอกสารประกอบการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ระบบสัมผัสของหุ่นยนต์ ตอน 2
- 5.2 ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)
- 5.3 คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)
- 5.4 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
- 5.5 โปรแกรมแจคเคิล (Jackal)
- 5.6 โปรแกรมโกโก มอนิเตอร์ (GoGo Monitor)

- 5.7 สนามหุ่นยนต์เดินตามเส้น
- 5.8 สนามหุ่นยนต์เดินตามเส้นรู้จักทางแยก
- 5.9 สนามหุ่นยนต์ประลองความเร็ว

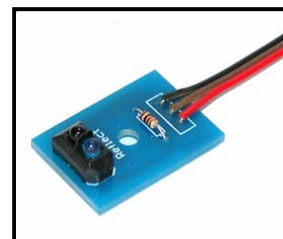
6. การวัดและประเมินผล

พิจารณาจาก

- 6.1 การสังเกต และสัมภาษณ์ขณะปฏิบัติกิจกรรม
- 6.2 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในกลุ่ม
- 6.3 ผลงานจากการสร้างหุ่นยนต์ และการนำเสนอผลงานของผู้เรียน
- 6.4 แบบบันทึกการเรียนรู้ ประจำหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เซนเซอร์แสงกับการรับรู้แสงของ หุ่นยนต์



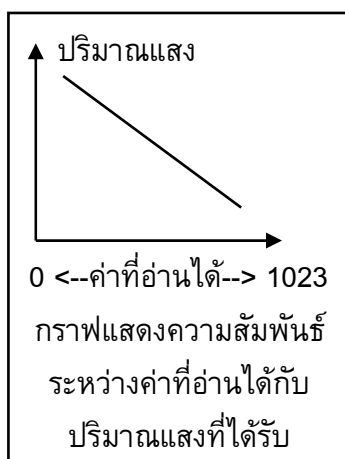
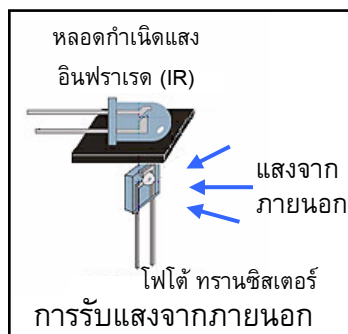
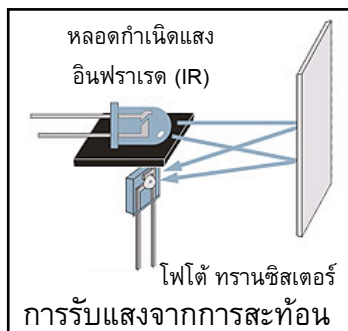
หน่วยการเรียนรู้ที่ผ่านมาเราได้ศึกษาความหมายของคำว่าเซนเซอร์ พร้อมทั้งเรียนรู้หลักการและใช้งานเซนเซอร์สัมผัส หรือสวิตช์เซนเซอร์มาแล้ว ในหน่วยการเรียนรู้นี้นักเรียนจะได้เรียนรู้และใช้งานเซนเซอร์อีกอันหนึ่งที่เปรียบได้กับดวงตาของหุ่นยนต์เลยทีเดียว นั่นก็คือเซนเซอร์แสง (Light Sensor)

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้

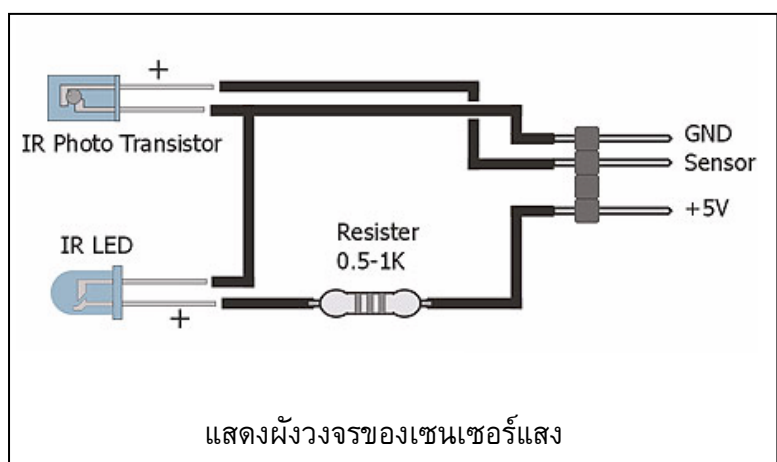
เมื่อนักเรียนเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะ

- ☒ สามารถบอกความหมาย ส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเซนเซอร์แสงได้
- ☒ สามารถอธิบายถึงหลักการทำงานและประโยชน์ของเซนเซอร์แสงเมื่อมาใช้กับหุ่นยนต์ได้
- ☒ สามารถอธิบายถึงการหาค่าตัดสินความต่างของวัตถุโดยใช้ข้อมูลจากแสงสะท้อนของวัตถุได้
- ☒ สามารถอธิบายถึงการใช้โปรแกรมภาษาโลโก้ที่ใช้ในการอ่านค่าจากเซนเซอร์แสงและนำข้อมูลนั้นไปกำหนดการทำงานของส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ได้
- ☒ สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์แสงมากำหนดการเคลื่อนที่ได้
- ☒ สามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์เดินตามเส้นในลักษณะต่างๆ ได้
- ☒ สามารถแก้ปัญหาที่พบโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้
- ☒ มีเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เซนเซอร์แสง



เซนเซอร์แสง (Light Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักของการสะท้อนและการดูดกลืนแสงของวัตถุ Light Sensor จะมีหลอดกำเนิดแสงอินฟราเรด (IR LED) ดวงเล็กๆ ส่งแสงไปยังวัตถุและจะมีโฟโต้ ทรานซิสเตอร์ (Photo Trasistor) เป็นตัวตรวจวัดแสงที่สะท้อนกลับมา เช่น ถ้าเป็นสีดำก็จะมีแสงสะท้อนกลับมายังโฟโต้ ทรานซิสเตอร์น้อย เนื่องจากสีดำดูดแสงไว้เกือบทั้งหมด แต่ถ้าเป็นสีขาวจะมีแสงสะท้อนกลับมายังโฟโต้ ทรานซิสเตอร์มาก เนื่องจากสีขาวดูดแสงไว้น้อยมาก โดย Light Sensor จะส่งค่าเป็นความต่างศักย์ 0 - 5 v กลับมายัง GoGo Board และ GoGo Board จะรายงานให้เราทราบเป็นค่าระหว่าง 0-1023 ซึ่งค่าดังกล่าวจะสามารถบอกความหมายได้ดังนี้ เมื่อแสงสะท้อนมีมาก ค่าที่ได้จะมีค่าน้อย และเมื่อแสงสะท้อนมีน้อย ค่าที่ได้จะมีค่ามาก ดังกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแสงที่เซนเซอร์แสงได้รับกับค่าที่ GoGo Board รายงานให้เราทราบ

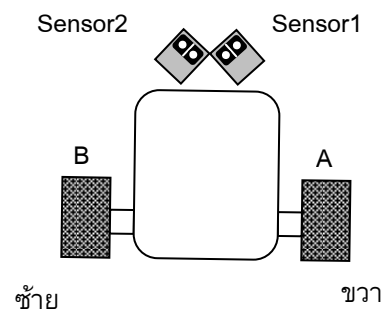
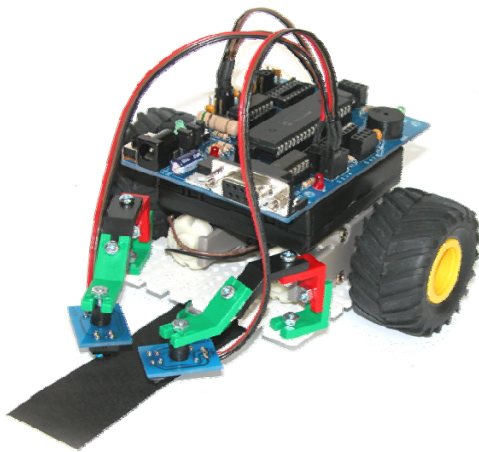


เซนเซอร์แสงกับโปรแกรมโกโก มอนิเตอร์

กิจกรรมที่ 4.1 อ่านค่าด้วยโปรแกรมโกโก มอนิเตอร์

คำชี้แจง : ให้นักเรียนฝึกการใช้โปรแกรมโกโก มอนิเตอร์เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์แสงจากกิจกรรมต่อไปนี้

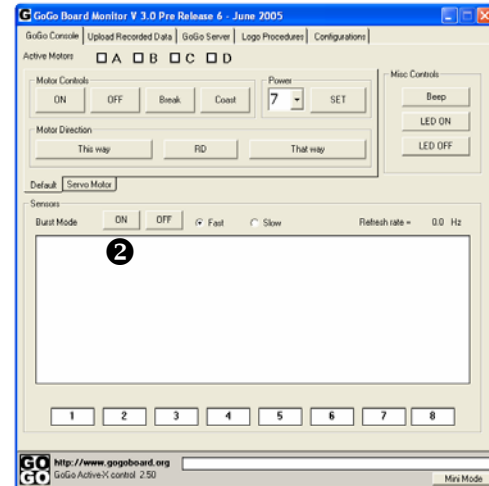
1. ให้นักเรียนนำหุ่นยนต์จากกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ที่แล้วมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมนี้ โดยการถอดเซนเซอร์สัมผัสออกแล้วใส่เซนเซอร์แสงเข้าไปแทนที่ดังภาพ โดยให้มอเตอร์ A และ sensor 1 อยู่ทางด้านขวา ส่วนมอเตอร์ B และ sensor 2 อยู่ทางด้านซ้าย สามารถดูรายละเอียดการสร้างได้จากคู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบอดิกส์ หน้า 34 - 35



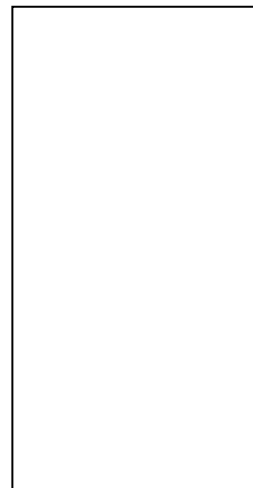
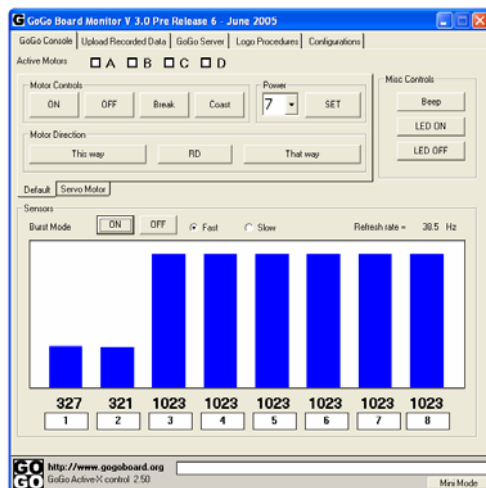
2. ให้นักเรียนเปิดโปรแกรมโกโก มอนิเตอร์ (GoGo Monitor) เพื่ออ่านค่าเซนเซอร์แสง โดยการคลิกสองครั้ง (double click) ที่ไอคอนของโปรแกรม GoGo Monitor ดังภาพ ก่อนที่จะเปิดโปรแกรม GoGo Monitor ต้องปิดโปรแกรม Jackal ก่อนทุกครั้ง (GoGo Monitor เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับอ่านค่าจากเซนเซอร์ของ GoGo Board และควบคุมการทำงานอื่นๆ ของ GoGo Board)



3. เมื่อเชื่อมต่อ GoGo Board กับคอมพิวเตอร์ผ่านทางสายอนุกรมเสร็จแล้ว ให้กดปุ่ม Connect **1** เพื่อเข้าสู่หน้าจอหลักแล้วกดปุ่ม ON **2** เพื่อเริ่มอ่านค่าจากเซนเซอร์



4. ให้นักเรียนนำส่วนเซนเซอร์แสงทั้งสองข้างของหุ่นยนต์ไปอ่านค่าที่ได้จากแถบสีขาวและแถบสีดำบันทึกลงในตารางบันทึกผล แล้วร่วมกันพิจารณาค่าที่จะใช้ตัดสินความต่างของสีดำและขาว

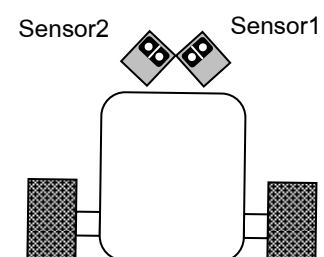


แถบสีขาว



แถบสีดำ

เซนเซอร์แสง	สีดำ	สีขาว	ค่าตัดสินความต่าง
Sensor1 (ขาว)			
Sensor2 (ขาว)			



ภาษาคลิกเกตโลโก้กับเซนเซอร์แสง



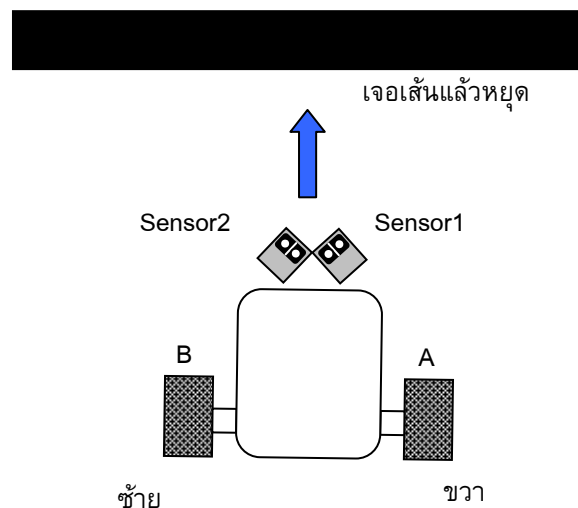
กิจกรรมที่ 4.2 เจอเส้นแล้วหยุด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการใช้คำสั่งกำหนดเงื่อนไขเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์แสงจากกิจกรรมต่อไปนี้

1. เมื่อนักเรียนได้ค่าที่ใช้ตัดสินความต่างของสีของเซนเซอร์แต่ละข้างแล้ว ให้นักเรียนปิดโปรแกรม GoGo Monitor แล้วเปิดโปรแกรม Jackal เพื่อเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้หุ่นยนต์เมื่อเจอเส้นสีดำแล้วให้หุ่นยนต์หยุด
2. ให้เขียนโปรแกรมต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม แล้วดาวน์โหลดไปยัง GoGo Board (โปรแกรมในตัวอย่างใช้ค่า 700 เป็นค่าตัดสินความต่างของสี คือ ถ้ามากกว่า 700 แสดงว่าอยู่ในบริเวณสีดำ ถ้าน้อยกว่า 700 แสดงว่าอยู่ในบริเวณสีขาว)

```

to demo .....
  ab, thisway .....
  ab, on .....
  waituntil [(sensor1 > 700) or (sensor2 > 700)] .....
  ab, off ab, brake .....
end .....
  
```

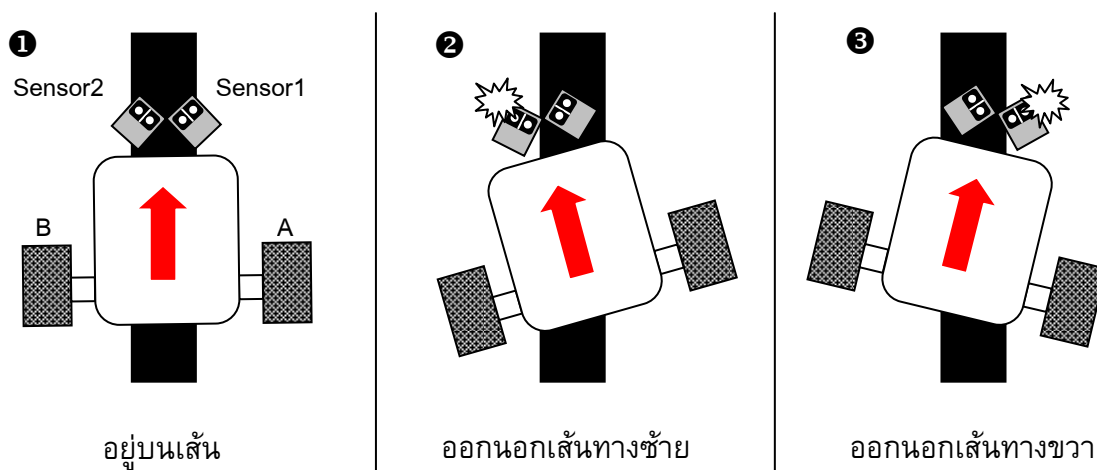


คำอธิบาย : เริ่มต้นจากกำหนดทิศทางการหมุนของ A และ B ให้เดินด้านหน้า ต่อจากนั้นสั่งให้ A และ B ทำงาน แล้วรอไปจนกว่า $\text{sensor1} > 700$ หรือ $\text{sensor2} > 700$ และเมื่อ $\text{sensor1} > 700$ หรือ $\text{sensor2} > 700$ มอเตอร์ A และ B จะหยุดทำงาน พร้อมทั้งเบรก



กิจกรรมที่ 4.3 หุ่นยนต์เดินตามเส้น

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการใช้คำสั่งกำหนดเงื่อนไขเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์แสงเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นสีดำที่มีพื้นเป็นสีขาวได้จากกิจกรรมต่อไปนี้



➡ เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามเส้นสีดำตลอดเวลาให้นักเรียนพิจารณารูปแล้วบอกถึงพฤติกรรมของหุ่นยนต์ที่ควรจะเป็น

ภาพที่	พฤติกรรมของหุ่นยนต์
1	
2	
3	

➡ นักเรียนคิดว่าค่าที่เซนเซอร์แสงอ่านได้ในภาพควรเป็นอย่างไร?

ภาพที่	Sensor2	Sensor1
1	> 700	> 700
2		
3		

ตัวอย่างโปรแกรมเดินตามเส้น

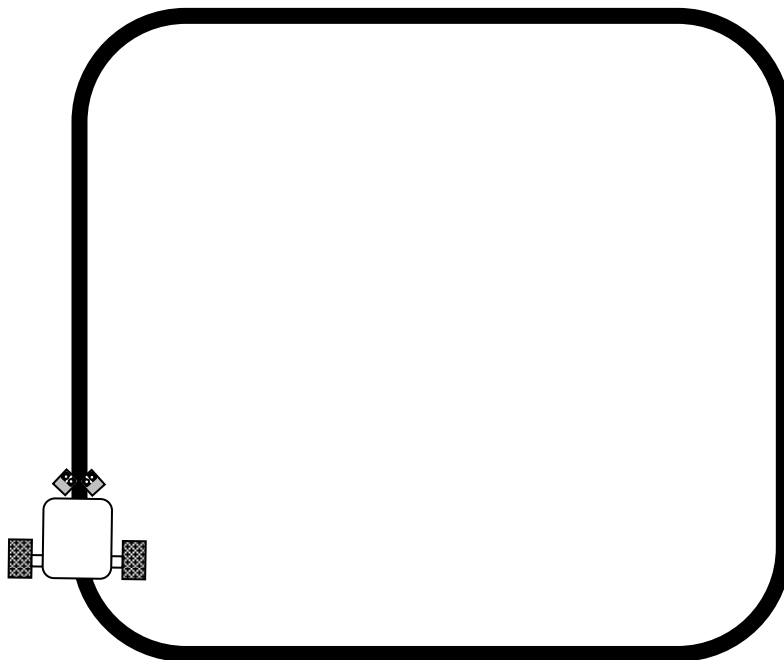
```

to demo .....
  ab, thisway .....
  ab, on .....
  waituntil [(sensor1 < 700) or (sensor2 < 700)] .....
  if sensor1 < 700 [b, off wait 1] .....
  if sensor2 < 700 [a, off wait 1] .....
  demo .....
end .....

```

คำอธิบาย : เริ่มต้นจากกำหนดทิศทางการหมุนของ A และ B ให้เดินด้านหน้า

ต่อจากนั้นสั่งให้ A และ B ทำงาน แล้วรอไปจนกว่า sensor1 < 700 หรือ sensor2 < 700 และเมื่อ sensor1 < 700 หรือ sensor2 < 700 ถึงจะทำงานตามคำสั่งถัดไป โดยคำสั่งถัดไปเป็นคำสั่งกำหนดเงื่อนไขว่าถ้า sensor1 < 700 สั่งให้มอเตอร์ B หยุดเป็นเวลา 0.1 วินาที (เป็นการเลี้ยวทางซ้ายเพื่อเข้าเส้น) sensor2 < 700 สั่งให้มอเตอร์ A หยุดเป็นเวลา 0.1 วินาที (เป็นการเลี้ยวทางขวาเพื่อเข้าเส้น) แล้วกลับไปทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง



สนามทดสอบหุ่นยนต์เดินตามเส้น

ตัวอย่างโปรแกรมหุ่นยนต์เดินตามเส้นรู้จักแยก

```

to demo .....
  ab, thisway .....
  ab, on .....
  waituntil [(sensor1 > 700) or (sensor2 > 700)] .....
  track go track left track go .....
  track left track back track go .....
  track right track left track right .....
  track go track ab, off .....
end .....

to track .....
  loop [ .....
    if sensor1 > 700 [a, off wait 1] .....
    if sensor2 > 700 [b, off wait 1] .....
    if (sensor1 > 700) and (sensor2 > 700) [stop] .....
    if (sensor1 < 700) and (sensor2 < 700) [ab, thisway ab, on] .....
  ] .....
end .....

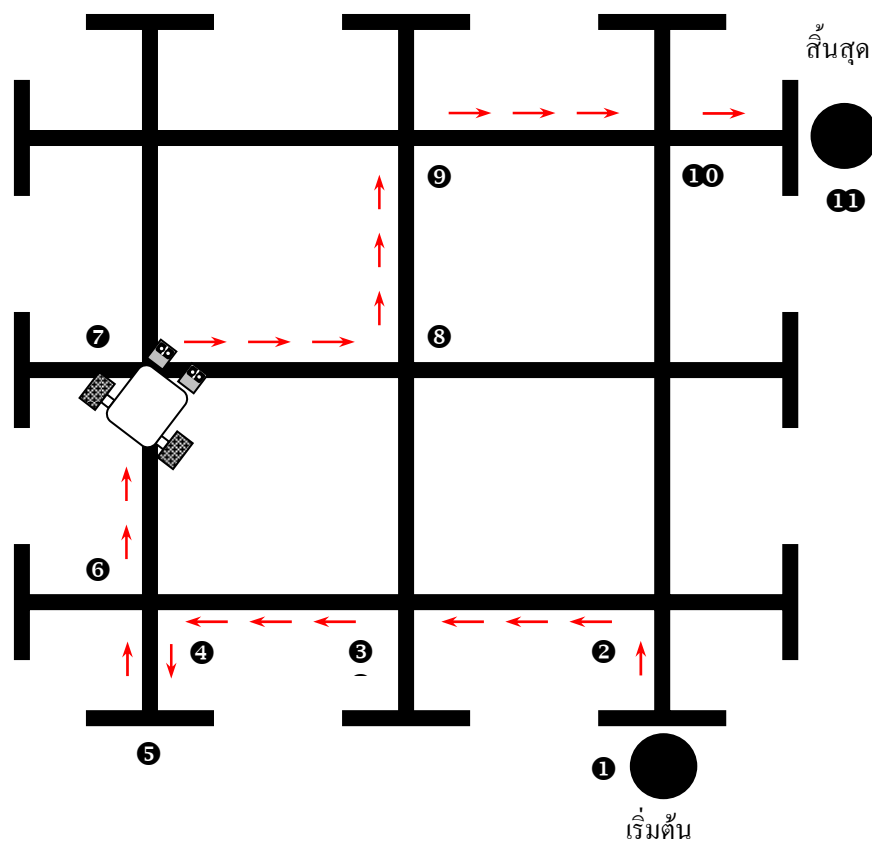
to right .....
  ab, onfor 1 ab, brake .....
  b, onfor 10 ab, brake .....
end .....

to left .....
  ab, onfor 1 ab, brake .....
  a, onfor 10 ab, brake .....
end .....

to go .....
  ab, onfor 3 .....
end .....

```

to back
 a, thisway b, thatway
 ab, onfor 5
 ab, thisway
 end

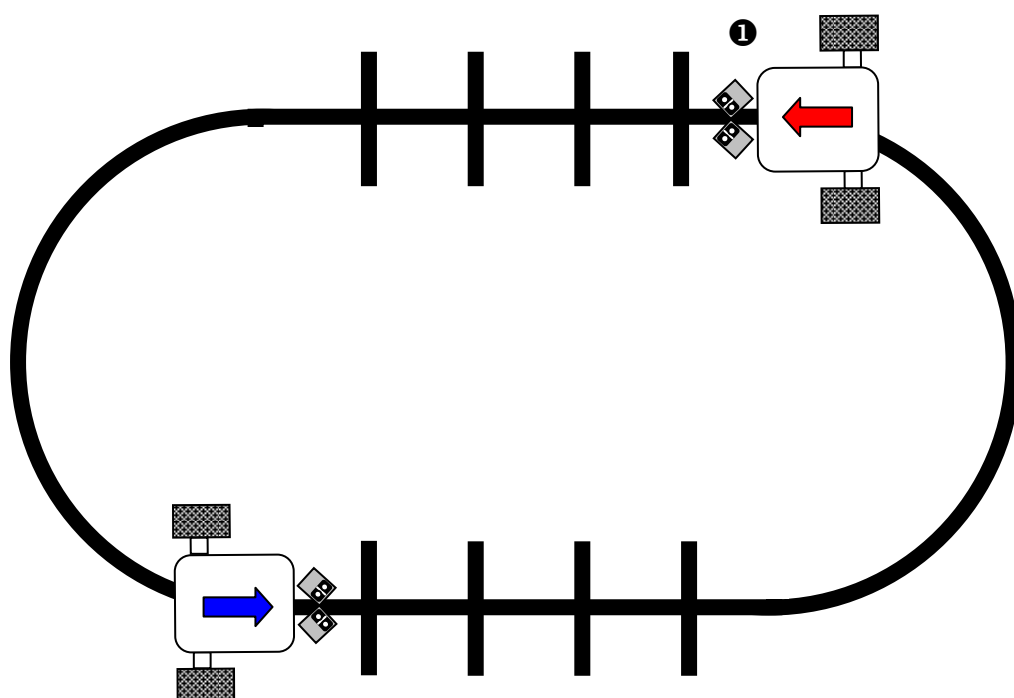


คำอธิบาย : เริ่มต้นจากกำหนดทิศทางการหมุนของ A และ B ให้เดินด้านหน้า
 ต่อจากนั้นสั่งให้ A และ B ทำงาน แล้วคอยไปจนกว่า $\text{sensor1} > 700$ หรือ $\text{sensor2} > 700$ และ
 เมื่อ $\text{sensor1} > 700$ หรือ $\text{sensor2} > 700$ ให้ทำงานในโปรแกรมย่อย track go track left track
 go track left track back track go track right track left track right track go และ
 track ตามลำดับ จากนั้นให้มอเตอร์ A และ B หยุดทำงาน



กิจกรรมที่ 4.5 หุ่นยนต์รถแข่ง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสร้างหุ่นยนต์เพื่อเข้าร่วมแข่งขันในเกมหุ่นยนต์รถแข่ง ซึ่งในการแข่งแต่ละครั้งจะมีหุ่นยนต์ 2 ตัว อยู่คนละด้านของสนามแข่ง มีทิศทางการเคลื่อนที่ไปในทางเดียวกัน หุ่นยนต์ตัวใดสามารถวิ่งทันคู่แข่งได้เป็นผู้ชนะ



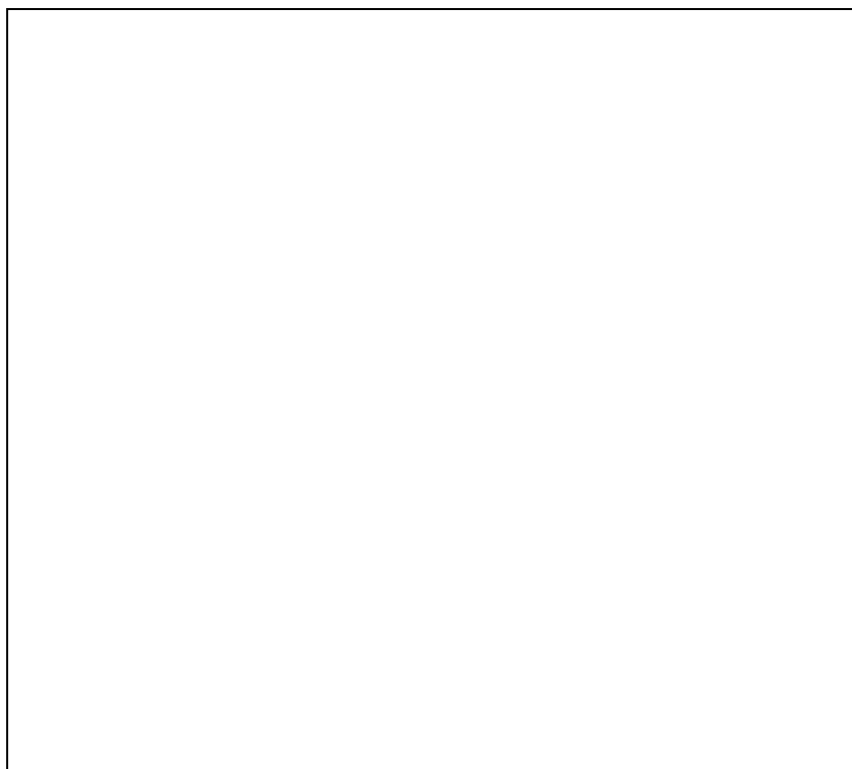
กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

ชื่อหุ่นยนต์

สมาชิกในกลุ่ม

1.
2.
3.

1. วางแผนเพื่อสร้างหุ่นยนต์ที่จะเข้าแข่งขันในเกมหุ่นยนต์รถแข่ง โดยการวาดภาพแสดงลักษณะของหุ่นยนต์และตำแหน่งของการติดตั้งเซนเซอร์แสงเข้ากับตัวหุ่นยนต์



2. หลักการทำงานของหุ่นยนต์
-
-

3. โปรแกรมภาษาคณิตศาสตร์ที่ใช้

[illegible]

4. จุดเด่นของหุ่นยนต์ของนักเรียนที่คิดว่าจะสามารถชนะคู่แข่งได้คืออะไร?

.....

.....

.....

บันทึกการใช้กระบวนการแก้ปัญหา

1. นักเรียนพบปัญหาอะไรบ้างในการทำกิจกรรมนี้?

2. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาที่พบ?

.....

3. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสาเหตุสำคัญของปัญหาที่นักเรียนระบุในข้อ 2 อย่างไร?

[illegible]

4. นักเรียนจะรู้ได้อย่างไรว่าวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนที่ระบุในข้อ 3 สามารถแก้ปัญหได้?

.....

.....

.....

วิธีการแก้ปัญหานักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่?

□ ๒๑

นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องใดอีกบ้าง

.....

☐ ไม่ได้

นักเรียนจะอย่างไรต่อไป

► สรุป

เซนเซอร์แสง (Light Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักของการสะท้อนและการดูดกลืนแสงของวัตถุ Light Sensor จะมีหลอดกำเนิดแสงอินฟราเรด (IR LED) ดวงเล็กๆ ส่งแสงไปยังวัตถุ และจะมีโฟโต ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) เป็นตัวตรวจจับแสงที่สะท้อนกลับมา เช่น ถ้าเป็นสีดำก็จะมีแสงสะท้อนกลับมายังโฟโตทรานซิสเตอร์น้อย เนื่องจากสีดำดูดแสงไว้เกือบทั้งหมด แต่ถ้าเป็นสีขาวจะมีแสงสะท้อนกลับมายังโฟโต ทรานซิสเตอร์มาก เนื่องจากสีขาวดูดแสงไว้น้อย

► แหล่งความรู้เพิ่มเติมจากเอกสารต่าง ๆ

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎดา ใจเย็น. (2546). *Robo-BOX สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้*. กรุงเทพฯ : อินโนเวตี้ฟ เอ็กเพอริเมนต์.

วาทิ ปริยพงศ์. (2547). *เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์*. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.

Dave Johnson. (2002). *Robot Invasion 7 cool and easy robot projects*. California : McGraw-Hill.

Fred G. Martin. (2006). “*The Handy Cricket*,” [Online]. Available : <http://www.handyboard.com/cricket/>.

Gammaco. (2001). *Solution for Math Science and Technology*. Bangkok, Thailand.

_____. (2001). *User's Guide for ROBOLAB SOFTWARE*. Bangkok, Thailand.

Gordon McComb. (2000). *Robot Builder's Bonanza*. 2 edition. New Jersey : McGraw-Hill. 720 pages

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

Lego Group. (1997). *MindStorms for Schools*. Billund, Denmark.

Lifelong Kindergarten. (2006). “*Programmable bricks*,” [Online]. Available <http://llk.media.mit.edu/projects/cricket/>

Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.

Sipitakiat, A. (2006). “*GoGo Board*,” [Online]. Available : <http://padthai.media.mit.edu:8080/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=en>.

บันทึกการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างในหน่วยการเรียนรู้?

.....

.....

.....

2. ทักษะในการสร้างหุ่นยนต์อะไรบ้างที่นักเรียนได้ใช้และพัฒนาขึ้น?

.....

.....

.....

3. นักเรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องใดหรือกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

4. นักเรียนรู้สึกสนุก และพึงพอใจกับการเรียนรู้เรื่องใด และกิจกรรมใดบ้าง?

.....

.....

.....

5. สิ่งใดที่นักเรียนไม่สนุก หรือไม่มีความสุขกับการทำกิจกรรม?

.....

.....

.....

6. สิ่งใดบ้างที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้?

.....

.....

.....

7. สิ่งใดบ้างในกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องการเรียนเพิ่มเติม?

.....

.....

.....

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). *การประเมินผลตามสภาพจริง*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- คิโยฮิโร, และโนริอากิ. (2546). *มาสร้างหุ่นยนต์กันเถอะ*. แปลโดย เอกชัย แทนยืนนานวงศ์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2546). *เอกสารประกอบโครงการสัมมนาปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการ*. ระหว่างวันที่ 24-27 กรกฎาคม 2546 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา และสถานีวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา.
- นิภา แก้วศรีงาม. (2547, เมษายน). ปัญหาที่เกิดจากการสร้างสมด้วยตนเอง. *วารสารวงการครู*, 1(4) : 74-76.
- วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. (2546). *Robo-BOX สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้*. กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- วาทิ ปริยพงศ์. (2547). *เส้นทางสู่สำนักประดิษฐ์หุ่นยนต์*. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.
- วิเชียร อินทรสมพันธ์. (2546). *การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพการบูรณาการจริยธรรม ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับครูมัธยมศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต (วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542*. กรุงเทพฯ : พรักหวานกราฟฟิค.
- สุชิน เพ็ชรภักษ์. (2544). *รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2544). *รายงานสรุปการสัมมนา เรื่อง การเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อรรถนพ เรืองวิเศษ ; และ กฤษฎา วิศววิธานนท์. (2548). *เปิดโลกหุ่นยนต์ สำหรับนักประดิษฐ์รุ่นใหม่*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

- Allison Druin; and James Hendler. (2000). *Robots for Kids Exploring New Technologies for Learning*. London : Academic Press.
- Clive Gifford. (2000). *Kingfisher Young Knowledge Robots*. London : Kingfisher Publication.
- Dave Johnson. (2002). *Robot Invasion 7 Cool and Easy Robot Projects*. California : McGraw-Hill.
- Eli Kolberg; and Nahum Orlev. (2001). *Robotics Learning as a Tool for Integrating Science Technology Curriculum in k-12 Schools*. Proc. IEEE Frontiers in Education conf., Puerto Rico.
- Fred G. Martin. (2006). "The Handy Cricket," [Online]. Available : <http://www.handyboard.com/cricket/>.
- Gammaco. (2001). *Solution for Math Science and Technology*. Bankkok, Thailand.
- _____. (2001). *User's Guide for ROBOLAB SOFTWARE*. Bankkok, Thailand.
- Gordon McComb. (2000). *Robot Builder's Bonanza*. (2 nd ed). New Jersey : McGraw-Hill.
- Institute of the Future. (2006). "Jackal," [Online]. Available : <http://www.instituteofthefuture.org/jackal/>
- Kin W. Lau; Heng Kiat Tan; Benjamin T. Erwin; & Pavel Petrovic. (1999). *Creative Learning in School with LEGO Programmable Robotics Products*. Proc. IEEE Frontiers in Education conf., Puerto Rico.
- Lego Group. (1997). *Lego Dacta Pneumatics Guide*. Billund, Denmark.
- _____. (1997). *MindStorms for Schools*. Billund, Denmark.
- Lifelong Kindergarten. (2006). "Programmable bricks," [Online]. Available : <http://llk.media.mit.edu/projects/cricket/>
- Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). *Building Robots with LEGO Mindstorms*. Rockland : Syngress Publishing.
- Sipitakiat, A. (2006). "GoGo Board," [Online]. Available : <http://padthai.media.mit.edu:8080/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=en>.
- Sipitakiat, A., Blikstein, P., Cavallo, D. (2004). *GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences, In Proceedings from International Conference of the Learning Sciences*, California, USA, pp. 481-488.

ภาคผนวก จ

- ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)

ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ROBOKIDS

เพื่อใช้ประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

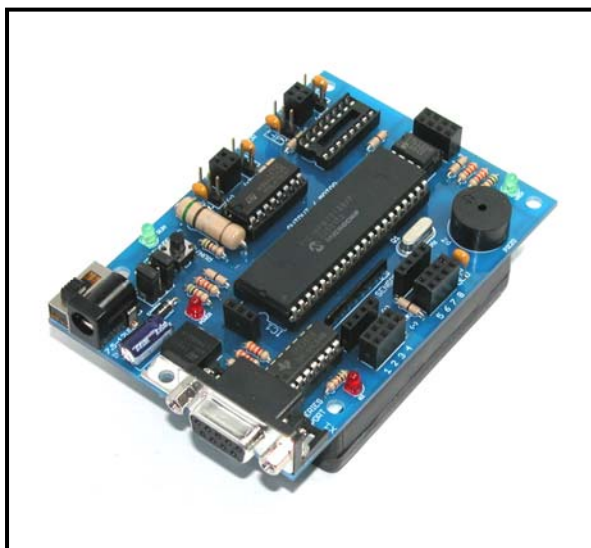


เป็นชุดสื่อสร้างหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยภาษาโลโก้ สามารถแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็น 6 ส่วนหลัก ดังนี้

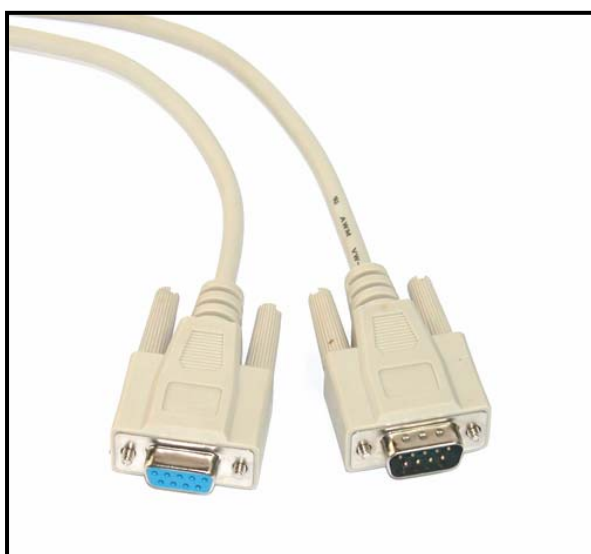
1. ส่วนควบคุม/สมองของหุ่นยนต์ และสายดาวนโหลด
2. ส่วนขับเคลื่อน
3. ส่วนตรวจจับ / เซนเซอร์
 - 3.1 เซนเซอร์สัมผัส
 - 3.2 เซนเซอร์แสง
 - 3.3 เซนเซอร์อุณหภูมิ
4. แหล่งพลังงาน / แบตเตอรี่ของหุ่นยนต์
5. โครงสร้างของหุ่นยนต์
 - 5.1 แผ่นฐานรอง
 - 5.2 ชิ้นส่วนต่อเติม
6. โปรแกรมแจคเคิล (Jackal)

1. ส่วนควบคุม/สมองของหุ่นยนต์และสายดาว์นโหลด

โกโก บอร์ด (GoGo Board) ทำหน้าที่เป็นส่วนควบคุม/สมองของหุ่นยนต์ ในชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เราสามารถโปรแกรมให้ GoGo Board ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โดยใช้ภาษาคลิคเกตโลโก้ (Cricket Logo) ผ่านทางโปรแกรมแจคเคิล (Jackal) ส่วนสายที่ใช้สำหรับดาว์นโหลดข้อมูล คือ สายอนุกรม (Serial Cable) (ศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้จากเอกสารหมายเลข 1.3)



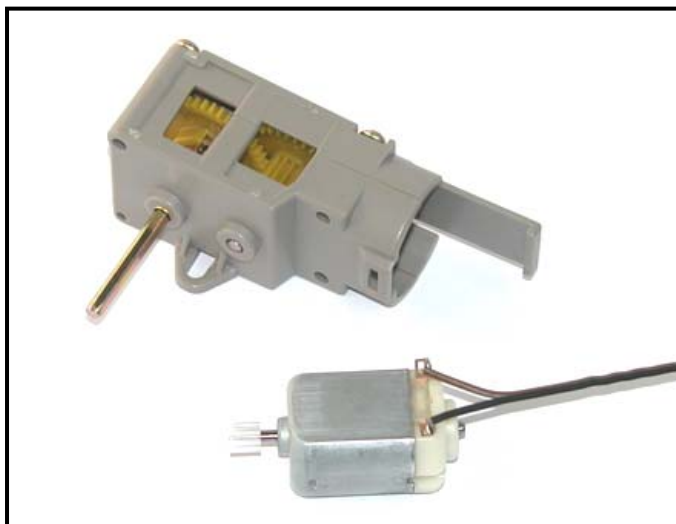
ภาพตัวอย่างส่วนควบคุม / สมองของหุ่นยนต์



ภาพตัวอย่างสายดาว์นโหลดข้อมูล

2. ส่วนขับเคลื่อน

2.1 ชุดเฟืองและมอเตอร์ ที่ใช้กับชุดหุ่นยนต์



ชุดเฟือง และมอเตอร์ ของ TAMIYA

2.2 ล้อ 2 แบบ ของหุ่นยนต์



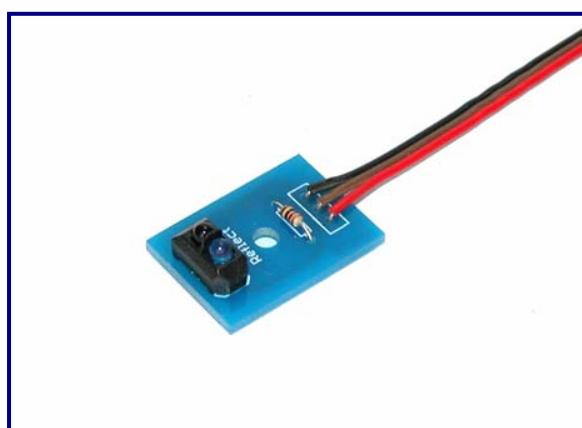
ล้อออฟโรดของ TAMIYA และล้ออิสระขนาดเล็ก

3. ส่วนตรวจจับ / เซนเซอร์

3.1 เซนเซอร์สัมผัส ออกแบบโดยใช้ไมโครสวิตช์ โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อมีการสัมผัสหรือการชนสวิตช์จะทำงานและส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุมให้ทราบ



3.2 เซนเซอร์การสะท้อน ออกแบบโดยใช้เซนเซอร์สะท้อนแสงสำเร็จรูปซึ่งภายในประกอบไปด้วยหลอดกำเนิดแสงอินฟราเรด และโฟโตทรานซิสเตอร์ วางเรียงกัน โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อแสงอินฟราเรดจากหลอดกำเนิดถูกส่งออกไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เหมือน LDR แต่มีความไวกว่า ส่งผลทำให้ส่วนควบคุมทราบถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว



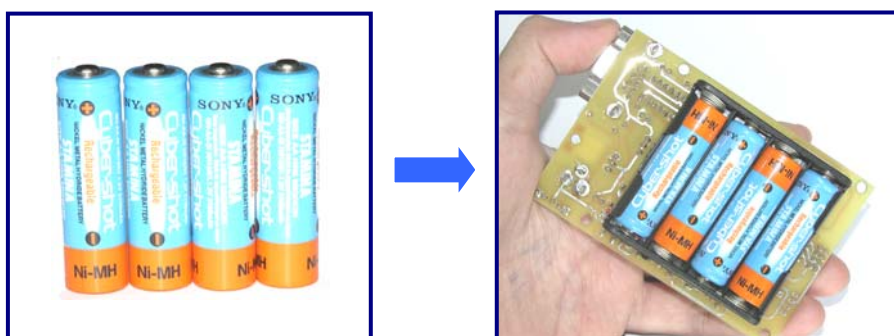
ภาพตัวอย่างเซนเซอร์สะท้อนแสงที่ใช้เซนเซอร์สะท้อนแสงเป็นส่วนประกอบหลัก

3.3 เซนเซอร์อุณหภูมิ ออกแบบโดยใช้ THERMISTOR ความต้านทาน $10\text{ K}\Omega$ เป็นส่วนประกอบหลัก โดยมีหลักการทำงาน คือ ความต้านทานของสารกึ่งตัวนำ THERMISTOR จะแปรผันตามอุณหภูมิภายนอก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะส่งผลต่อค่าของกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังส่วนควบคุม ดังนั้นจึงทำให้ส่วนควบคุมทราบถึงการเปลี่ยนแปลงนั้น



ภาพตัวอย่างเซนเซอร์อุณหภูมิที่ใช้ THERMISTOR เป็นส่วนประกอบหลัก

4. แหล่งพลังงาน / แบตเตอรี่ของหุ่นยนต์



แหล่งพลังงาน / แบตเตอรี่ ที่ใช้เป็นแบบ Ni-MH

5. โครงสร้างของหุ่นยนต์



1



2



3

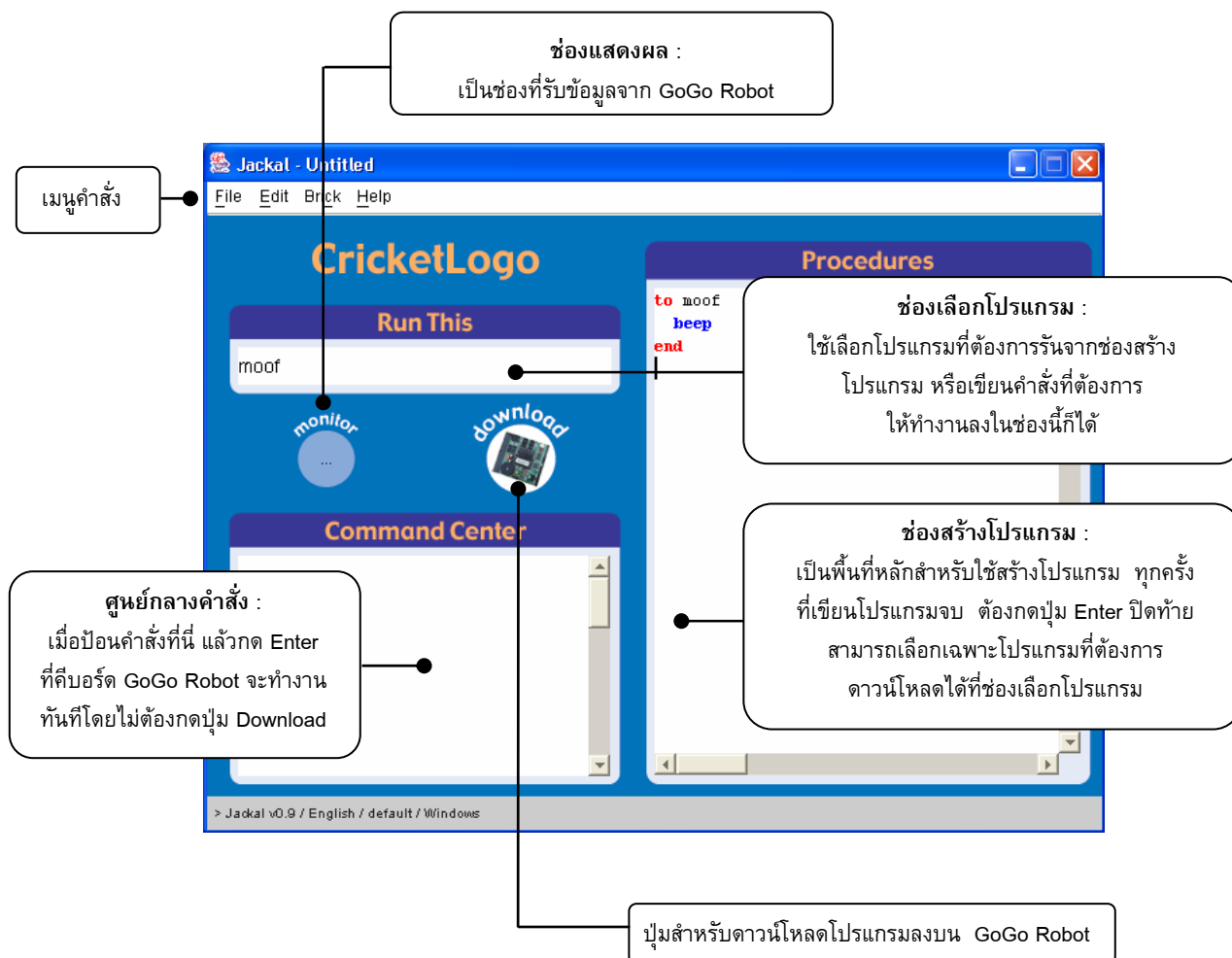


4

1. **แผ่นฐาน** ทำหน้าที่เป็นแกนกลางหรือโครงสร้างหลักของหุ่นยนต์ ที่จะให้อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่างๆ เข้ามาเชื่อมต่อ
2. **ชิ้นต่ออิสระ** ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างอิสระหรือทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอื่นๆ ของหุ่นยนต์
3. **เสารองทรงกระบอก** ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์หรือโครงสร้างอื่นๆ ของหุ่นยนต์ ในแนวตั้งฉาก โดยจะทำหน้าที่ร่วมกับสกรูและน็อต
4. **สกรูและน็อต** ทำหน้าที่เชื่อมหรือยึดระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้างของหุ่นยนต์

6. โปรแกรมแจคเคิล (Jackal)

เป็นโปรแกรมในการสร้างโปรแกรมภาษาโลโก้ (Logo) ที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์



ภาพหน้าต่างของโปรแกรม Jackal ที่ใช้สำหรับสร้างโปรแกรมภาษา Logo

ตัวอย่างภาพกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์ ROBOKIDS ณ โรงเรียนเซนต์โยเซฟท่าแร่ อ.เมือง จ.สกลนคร
เมื่อวันที่ 6-12 มีนาคม 2549



นักเรียนกำลังใช้อุปกรณ์ในชุดสื่อ ROBOKIDS มาสร้างเป็นหุ่นยนต์



สร้างหุ่นยนต์เสร็จแล้วก็ต้องเขียนโปรแกรม JACKAL เพื่อสั่งหุ่นยนต์ให้ทำงาน



เกมเขาวงกต



ไม่เป็นไรหุ่นยนต์เจอเส้นดำแล้วหยุด (ไม่ตกครับ)



นักเรียนกำลังทดลองให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น ถ้าไม่ได้ก็ต้องแก้ปัญหาให้ได้ครับ



เกมแข่งความเร็วเป็นการบูรณาการความรู้ที่เรียนมาทั้งหมด

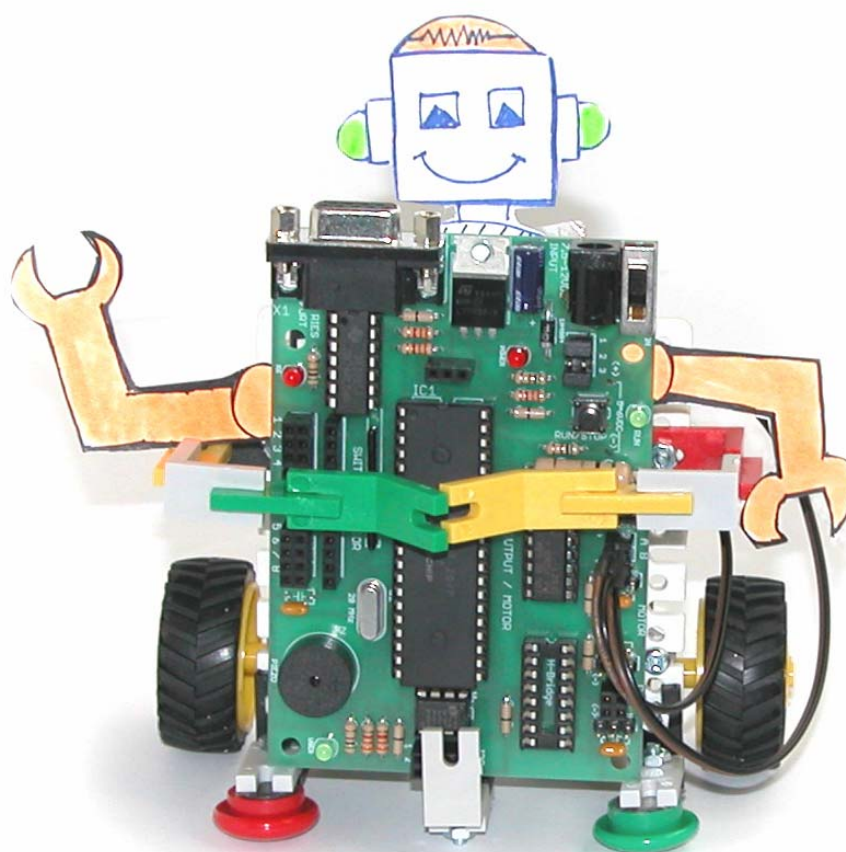
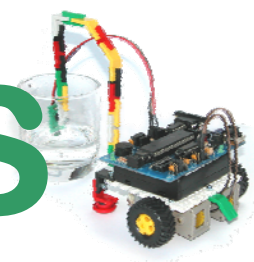
ภาคผนวก ซ

- คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)

คู่มือการใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์

ROB KIDS

สื่อที่จะพัฒนาให้บุตรหลานได้ “คิดเอง สร้างเอง”



เมษวัฏ์ ตรีสวัสดิ์

นิสิตหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุริยบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำนำ



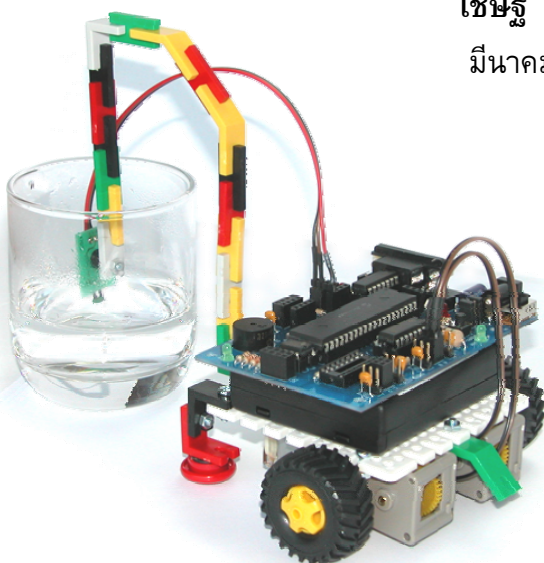
ชุดสื่อโรโบคิดส์ (RoboKIDS) และคู่มือการใช้ชุดสื่อโรโบคิดส์ฉบับนี้ ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประกอบหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเองสร้างเอง อันจะเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ทักษะปฏิบัติ กระบวนการแก้ปัญหา และเจตคติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์

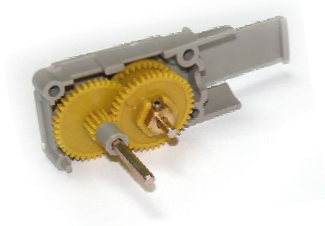
คู่มือนี้จะแนะนำให้ผู้รู้จักส่วนประกอบต่างๆ ในชุดสื่อโรโบคิดส์ วิธีใช้อุปกรณ์ในชุดสื่อการใช้โปรแกรมแจคเคิล (Jackal) และการเขียนโปรแกรมภาษาคลิกเกตโลโก้ (Cricket Logo) เพื่อใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ รวมถึงแนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์รูปแบบต่างๆ อันจะเป็นแนวทางที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำชุดสื่อไปสร้างเป็นหุ่นยนต์ ตามความคิดของผู้เรียนได้อย่างหลากหลาย

ผู้พัฒนาชุดสื่อโรโบคิดส์ และคู่มือการใช้ชุดสื่อโรโบคิดส์ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ณสรณ์ ผลโภาค รศ.สมจิต สวธนไพบุลย์ และ ดร.ราชันย์ บุญธิมา ที่กรุณาให้แนวคิดและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคู่มือนี้ ขอขอบคุณ คุณอานันท์ สิริพิทักษ์เกียรติ แห่งสถาบันสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (MIT) ที่ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโกโกบอร์ด (GoGo Board) และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาตรวจสอบและประเมินชุดสื่อโรโบคิดส์ และคู่มือการใช้ชุดสื่อโรโบคิดส์จนชุดสื่อและคู่มือฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เชษฐี ศิริสวัสดิ์

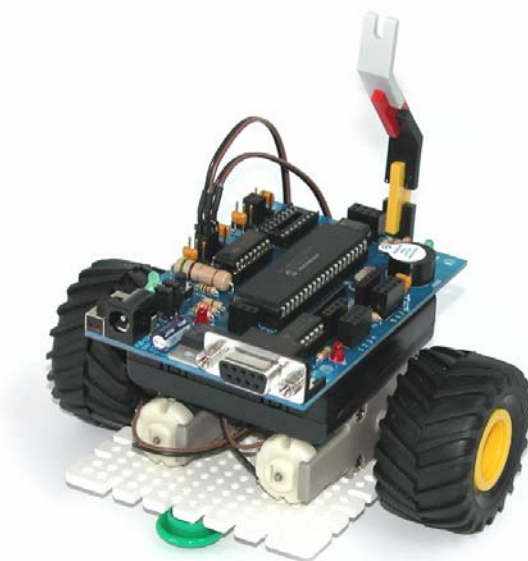
มีนาคม 2549





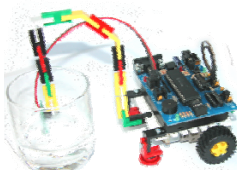
ข้อแนะนำในการใช้คู่มือ

1. คู่มือการใช้ชุดสื่อโรบोटิกส์ (RoboKIDs) ฉบับนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเองสร้างเอง อันจะเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ ทักษะปฏิบัติ กระบวนการแก้ปัญหา และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์
2. ควรใช้คู่มือฉบับนี้คู่กับชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटิกส์ (RoboKIDs)
3. ควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน
4. ควรเรียนรู้เป็นกลุ่ม 2-3 คน
5. ในการศึกษาอาจศึกษาเรียงลำดับจากหัวข้อแรกไปจนถึงหัวข้อสุดท้าย หรือเลือกศึกษาเฉพาะหัวข้อที่สนใจแล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียน
6. เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้งานใช้ชุดสื่อการสร้างหุ่นยนต์โรบोटิกส์ในระดับต้นเป็นอย่างดีแล้ว ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์เพื่อพัฒนางานในรูปแบบได้อย่างหลากหลาย เช่น ทำโครงงานทางวิทยาศาสตร์ ควบคุมการเปิด-ปิด สวิตซ์ไฟฟ้า เกม การกำหนดตัวแปรที่ซับซ้อน ใช้เป็นเครื่องเก็บข้อมูล หรือการใช้งานโกโก บอร์ด ให้ทำงานร่วมกันหลายบอร์ด ผู้เรียนสามารถศึกษาชุดคำสั่ง และตัวอย่างการใช้ชุดคำสั่งนี้ได้จากภาคผนวก

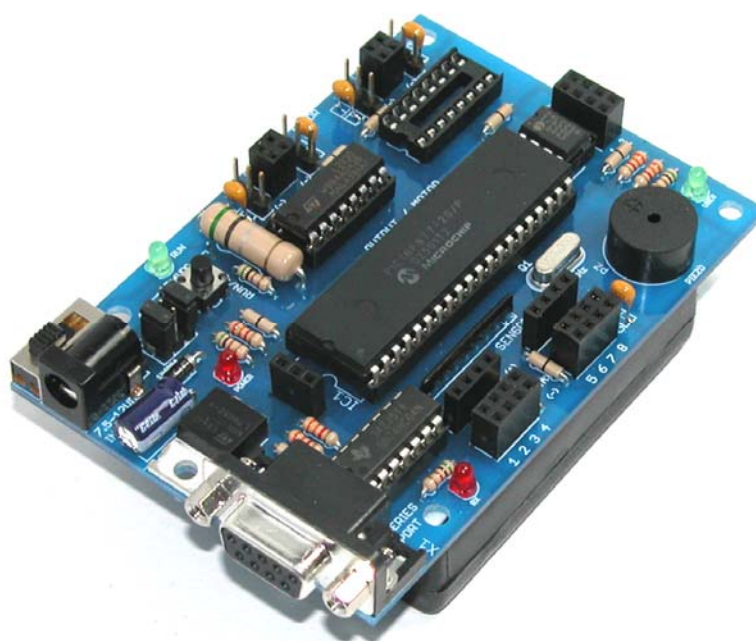


สารบัญ



	รู้จักกับส่วนประกอบของชุดโรโบคิตส์ (RoBoKIDS)	306
	โกโก บอร์ด	306
	สายอนุกรม	309
	มอเตอร์และชุดเฟือง	310
	เซนเซอร์	311
	โครงสร้างหุ่นยนต์	312
	วิธีใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุดสื่โรโบคิตส์ (RoBoKIDS)	313
	วิธีประกอบชุดเฟือง	313
	แนวคิดในการใช้ส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์	317
	การเติมพลังงานให้กับโกโก บอร์ด	319
	การเชื่อมต่อมอเตอร์และเซนเซอร์เข้ากับโกโก บอร์ด	320
	การใช้โปรแกรมแจคเคิล (Jackal)	321
	รู้จักกับโปรแกรมแจคเคิลและภาษาคลิกเกตโลโก้	321
	การเขียนคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ ระดับ 1	324
	การเขียนคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ ระดับ 2	326
	การเขียนคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ ระดับ 3	328
	การเขียนคำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ ระดับ 4	330
	แนวคิดในการสร้างหุ่นยนต์	332
	หุ่นยนต์นักเดินทาง	332
	หุ่นยนต์รู้หลบหลีก	334
	หุ่นยนต์เดินตามแสง	336
	หุ่นยนต์เดินตามเส้น	338
	หุ่นยนต์แฟนตาซี	340
	บรรณานุกรม	342
	ภาคผนวก	343
	คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ทั้งหมดสำหรับโกโก บอร์ด	343

โกโก บอร์ด GOGO BOARD

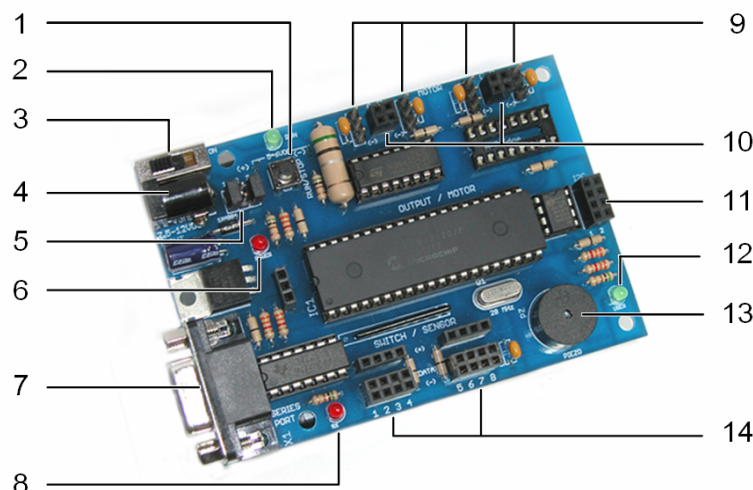


โกโก บอร์ด (GoGo Board) เปรียบเสมือนสมองกลที่จะควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น เราสามารถโปรแกรมให้ GoGo Board ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โดยใช้ภาษาคลิคเกตโลโก้ (Cricket Logo) ผ่านทางโปรแกรมแจคเคิล (Jackal)

- ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F877-20 สัญญาณนาฬิกา 20 MHz เป็นหน่วยประมวลผล
- เก็บคำสั่งได้ประมาณ 500 คำสั่ง (256 ไบต์) และข้อมูลอีก 32 กิโลไบต์
- มีช่องต่อเซนเซอร์ 8 ช่อง และช่องต่อมอเตอร์ 4 ช่อง
- เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- ใช้พลังงานจากถ่านไฟฉาย AA 4 ก้อน (6V) หรือจากภายนอก (7.5-12V)

ส่วนประกอบของโกโก บอร์ด

เราสามารถแบ่งส่วนประกอบของ GoGo Board ออกได้เป็น 5 ส่วน ดังนี้



● ส่วนควบคุมการทำงาน

3 สวิตช์เปิด/ปิด On/Off	ใช้สำหรับเปิด-ปิด GoGo Board เมื่อเปิดสวิตช์จะมีเสียงบี๊ดังขึ้นพร้อมกับการกระพริบของ Run LED และ User LED 2 ครั้ง และ LED สีแดง [6] จะสว่างขึ้น ซึ่งเป็นการแสดงสถานะพร้อมทำงานของ GoGo Board
1 ปุ่มเริ่ม/หยุดโปรแกรม Run/Stop	กดเพื่อให้เริ่มและหยุดการทำงานของโปรแกรม ขณะที่โปรแกรมกำลังทำงาน LED สีเขียว [2] จะสว่างขึ้น

● ส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

7 พอร์ตอนุกรม Serial Port	ใช้เชื่อมต่อเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับ GoGo Board เมื่อมีการรับส่งข้อมูล LED สีแดง [8] จะสว่างขึ้น

● ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

14 ช่องต่ออุปกรณ์รับสัญญาณ Input port	ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับสัญญาณ เช่น เซนเซอร์สัมผัส, เซนเซอร์แสง, เซนเซอร์อุณหภูมิ มีทั้งหมด 8 ช่อง
10 ช่องต่ออุปกรณ์แสดงผล Output port	ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์แสดงผล เช่น มอเตอร์กระแสตรง หลอดไฟ และอื่นๆ มีทั้งหมด 4 ช่อง คือ ช่อง A B C และ D
9 ช่องต่อเซอร์โว Servo port	ใช้เชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งสามารถต่อได้ 4 ตัว คือ ช่อง A B C และ D

11	ช่องต่ออุปกรณ์เพิ่ม Extension-Bus	เป็นช่องสำหรับต่อกับอุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆ (เช่น จอแสดงผล LCD, บอร์ดควบคุม stepper motor)

● ส่วนขับเคลื่อนและหลอดไฟภายใน

13	ลำโพงเพียโซ Piezo	ใช้สำหรับส่งเสียง “บีบ” จากการเขียนโปรแกรม
12	ไฟสำหรับผู้ใช้ User LED	เป็นหลอดไฟสีเขียวที่สามารถควบคุมการเปิด/ปิด จากการเขียนโปรแกรม

● ส่วนจัดการพลังงาน

4	ช่องต่อไฟตรงจาก ภายนอก	ใช้สำหรับนำไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) จากภายนอก ซึ่งควรมีค่าแรงดันไฟ 7.5-12 V (ถ้าจะใช้ไฟจากภายนอกควรถอดถ่านไฟฉายที่บรรจุภายในลังถ่านออกก่อน)
5	จุดตั้งค่าการจ่ายไฟให้กับ GoGo Board	ใช้สำหรับตั้งค่าจัมเปอร์ (jumpers) เพื่อเป็นการกำหนดแรงดันไฟที่จ่ายให้แก่ช่องต่อมอเตอร์ได้  เมื่อเลือก Jumper 1 และ 3 : แรงดันไฟที่ช่องต่อมอเตอร์จะมีค่าเท่ากับ 5 V  เมื่อเลือก Jumper 1 และ 2 : แรงดันไฟที่ช่องต่อมอเตอร์จะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟที่จ่ายให้ทางช่องต่อไฟตรงจากภายนอก (กรณีนี้ใช้ในการแยกแหล่งจ่ายไฟให้กับภาคควบคุม และภาคขับเคลื่อนมอเตอร์)

เราสามารถโปรแกรมให้ GoGo Board ทำงานได้โดยใช้โปรแกรมแจคเคิล (Jackal) จากนั้นถ่ายโอนโปรแกรมผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial port) ของคอมพิวเตอร์และ GoGo Board โดยใช้สายอนุกรม (Serial cable) เป็นตัวเชื่อมต่อ เมื่อเราสร้างหุ่นยนต์และเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว GoGo Board จะทำหน้าที่เสมือนเป็นสมองของหุ่นยนต์ โดย GoGo Board จะรับข้อมูลผ่านทางช่องต่อเซนเซอร์ต่างๆ (Sensors) แล้วทำการตัดสินใจตามที่เราโปรแกรมไว้ แล้วส่งงานออกมาทางช่องต่อมอเตอร์ (Motor) ซึ่งอาจจะต่อกับ มอเตอร์หรือหลอดไฟ เป็นต้น

สายอนุกรม

Serial Cable



สายอนุกรม (Serial Cable) ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับ GoGo Board เพื่อถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกัน ทั้งการดาวน์โหลดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ไปยัง GoGo Board และการส่งข้อมูลจาก GoGo Board กลับมายังคอมพิวเตอร์

โดยขณะส่งข้อมูล จะปรากฏสัญญาณไฟสีแดงแสดงสถานะการใช้พอร์ตอนุกรม (Serial Activity LED) บน GoGo Board

มอเตอร์และชุดเฟือง

Motor and Gear box

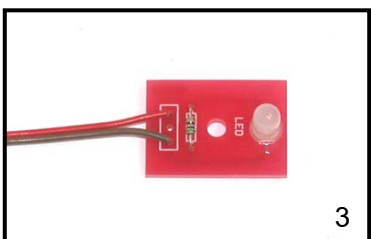
การขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ในชุด ROBO-KIDS จะใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง และใช้ชุดเฟืองเป็นตัวส่งกำลัง เพื่อปรับความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ นอกจากนี้ยังมีหลอดไฟสำหรับสร้างผลงานต่างๆ ได้อีก ดังนี้



1



2



3

1. **มอเตอร์ (motor)** ที่ใช้เป็นมอเตอร์ไฟกระแสตรง 6 V ที่ให้ความเร็วสูงแต่มีแรงบิดน้อย ดังนั้นเวลาใช้งานจึงมักใช้ควบคู่กับชุดเฟืองเสมอ
2. **ชุดเฟือง (Gear Box)** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับหรือลดความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะต่างๆ โดยสามารถกำหนดอัตราทดของชุดเฟืองได้ 3 รูปแบบ คือ 16.6 : 1, 58.2 : 1, และ 203.7 : 1
3. **ไดโอดเปล่งแสง (LED)** เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำเนิดแสงโดยหลอดไฟจะเปล่งสีแดงเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า และเปล่งสีเขียวเมื่อกลับทิศการจ่ายกระแสไฟฟ้า

การทดเฟือง

การส่งผ่านกำลังของมอเตอร์ไปยังล้อหรือกลไกต่างๆ เราจำเป็นต้องเพิ่มกำลังหรือเพิ่มความเร็วหรือไม่ นั่นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานว่าต้องการกำลังหรือต้องการความเร็ว

ในกรณีที่ **ต้องการเพิ่มกำลัง** ให้มากขึ้น เราจำเป็นต้องทดเฟืองให้กับมอเตอร์ โดยตั้งให้ชุดเฟืองมีอัตราทดสูงๆ กรณีนี้เราจะได้กำลังเพิ่มขึ้น แต่ความเร็วที่ได้จะลดลงไปด้วย เช่น ตั้งอัตราทดเฟืองไว้ที่ 203.7 : 1 เราจะได้แรงบิดหรือกำลังเพิ่มขึ้นเป็น 203.7 เท่าจากแรงบิดของมอเตอร์ต้นกำลัง แต่ความเร็วที่ได้ก็จะลดลง 203.7 เท่าของความเร็วมอเตอร์ต้นกำลังด้วยเช่นกัน

ถ้า **ต้องการความเร็วเพิ่ม** ขึ้น ก็ทดเฟืองในลักษณะกลับกันกับการเพิ่มกำลัง คือ ตั้งชุดเฟืองให้มีอัตราทดต่ำๆ เราจะได้ความเร็วเพิ่มมากขึ้น แต่กำลังจะลดลง เช่น ตั้งอัตราทดเฟืองเป็น 16.6 : 1 เราจะได้ความเร็วเพิ่มขึ้นมาก แต่แรงบิดหรือกำลังก็จะลดลงมากเช่นกัน เมื่อเทียบกับอัตราทด 203.7 : 1

เซนเซอร์

Sensor

เซนเซอร์ (sensor) เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้สำหรับการรับค่า หรือตรวจจับค่าต่างๆ สามารถต่อสายเข้ากับ GoGo Board ทางช่อง Sensor 1-8 ได้ เซนเซอร์หรือตัวตรวจจับของหุ่นยนต์นั้นเป็นอุปกรณ์ที่เปรียบเทียบกับประสาทสัมผัสของมนุษย์ เซนเซอร์จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเพื่อรายงานให้ส่วนควบคุมทราบว่าสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เช่น เซนเซอร์ตรวจการชน จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่ามีสิ่งใดขวางทางที่หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ไปหรือไม่ ซึ่งข้อมูลนี้จะใช้ประกอบในการตัดสินใจของหุ่นยนต์ว่าจะเคลื่อนที่หลบสิ่งกีดขวางนี้อย่างไร ยกตัวอย่างเช่น



1. เซนเซอร์ตรวจการสัมผัส (Touch Sensor) ใช้

หลักการของการเปิด-ปิดสวิตช์ไฟฟ้า โดยจะส่งค่า “1” หรือ **จริง** ไปยัง GoGo Board เมื่อถูกกด และส่งค่า “0” หรือ **เท็จ** เมื่อไม่มีการกด เราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องของการตรวจการชนได้



2. เซนเซอร์ตรวจวัดแสง (Light Sensor) ใช้หลักของ

การสะท้อนและการดูดกลืนแสงของวัตถุ Light Sensor จะมีหลอดไฟดวงเล็กๆ ส่องแสงไปยังวัตถุ และจะมีตัวตรวจวัดแสงที่สะท้อนออกมา เช่น ถ้าเป็นสีดำก็จะมีค่าน้อย เนื่องจากสีดำดูดแสงไว้เกือบทั้งหมดเป็นต้น โดย Light Sensor ส่งค่าระหว่าง 0 - 1023 กลับมายัง GoGo Board เมื่อแสงสะท้อนมีมาก ค่าที่ได้จะมีค่าน้อย และเมื่อแสงสะท้อนมีน้อย ค่าที่ได้จะมีค่ามาก



3. เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)

ใช้หลักของการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำไฟฟ้า ของสารกึ่งตัวนำบางชนิด เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป โดย Temperature Sensor จะส่งค่าระหว่าง 0 - 1023 กลับมายัง GoGo Board เมื่ออุณหภูมิสูง ค่าที่ได้จะมีค่ามาก และเมื่ออุณหภูมิต่ำ ค่าที่ได้จะมีค่าน้อย

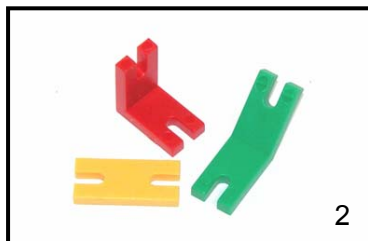
โครงสร้างหุ่นยนต์

Structure of Robots

โครงสร้างของหุ่นยนต์นั้น เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ยึด GoGo Board มอเตอร์ ชุดเฟือง และ เซนเซอร์ เข้าเป็นโครงสร้างเดียวกัน และยังเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้หุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นมีรูปร่างต่างๆ ตามความต้องการอีกด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ทำเป็นโครงสร้างมีอยู่หลายชนิดดังนี้



1



2



3



4



5



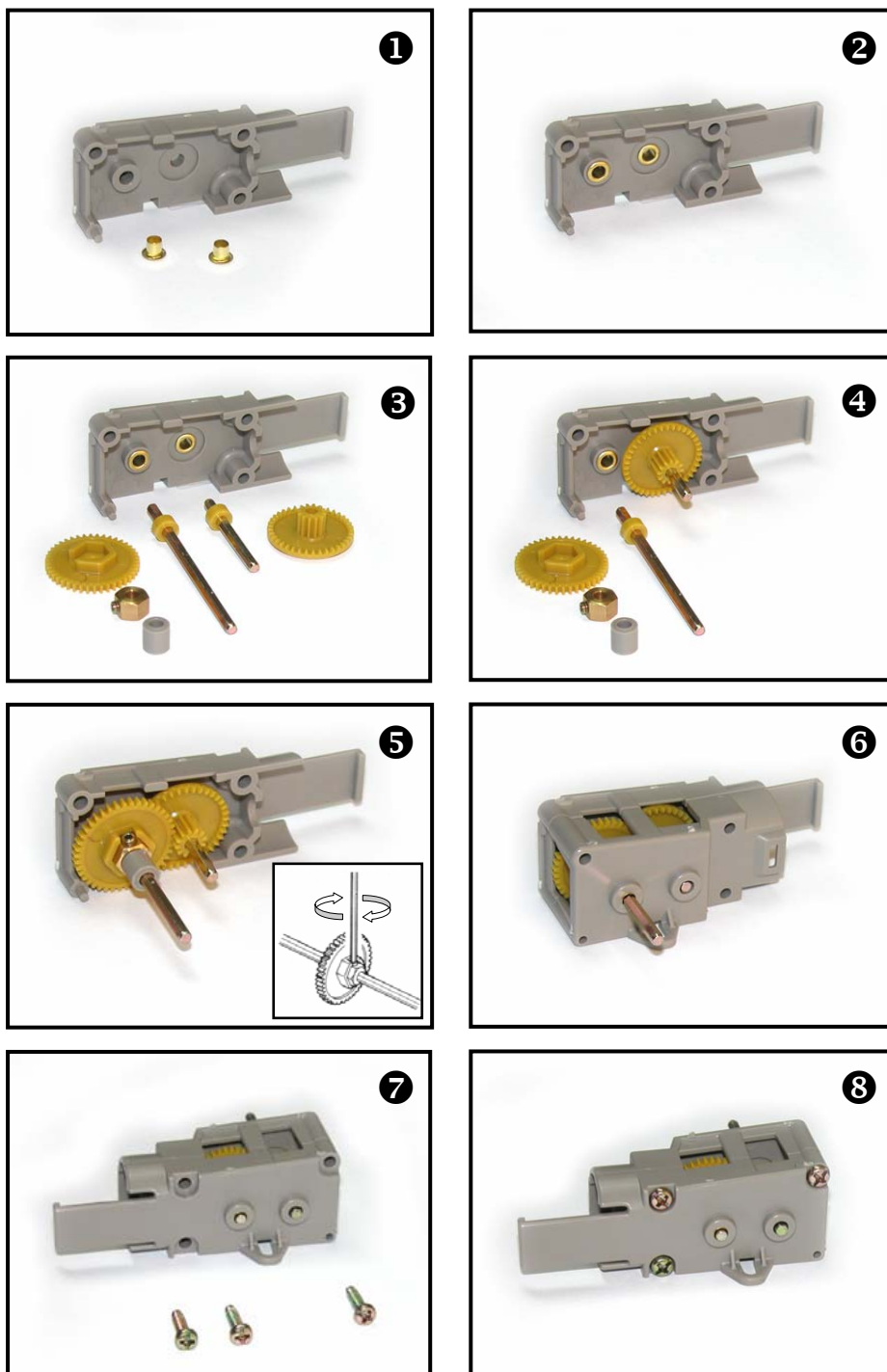
6

1. **แผ่นฐาน** ทำหน้าที่เป็นแกนกลางหรือโครงสร้างหลักของหุ่นยนต์ ที่จะให้อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่างๆ เข้ามาเชื่อมต่อ
2. **ชิ้นต่ออิสระ** ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างอิสระหรือทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ และโครงสร้างอื่นๆ ของหุ่นยนต์
3. **เสารองทรงกระบอก** ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์หรือโครงสร้างอื่นๆ ของหุ่นยนต์ในแนวตั้งฉาก โดยจะทำหน้าที่ร่วมกับสกรูและน็อต
4. **สกรูและน็อต** ทำหน้าที่เชื่อมต่อหรือยึดระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ของโครงสร้างของหุ่นยนต์
5. **ล้อ** เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้คล้อยล้อของรถยนต์
6. **พลาสติกเครื่องวงกลม** ทำหน้าที่เป็นล้ออิสระให้กับหุ่นยนต์

วิธีการประกอบชุดเฟือง

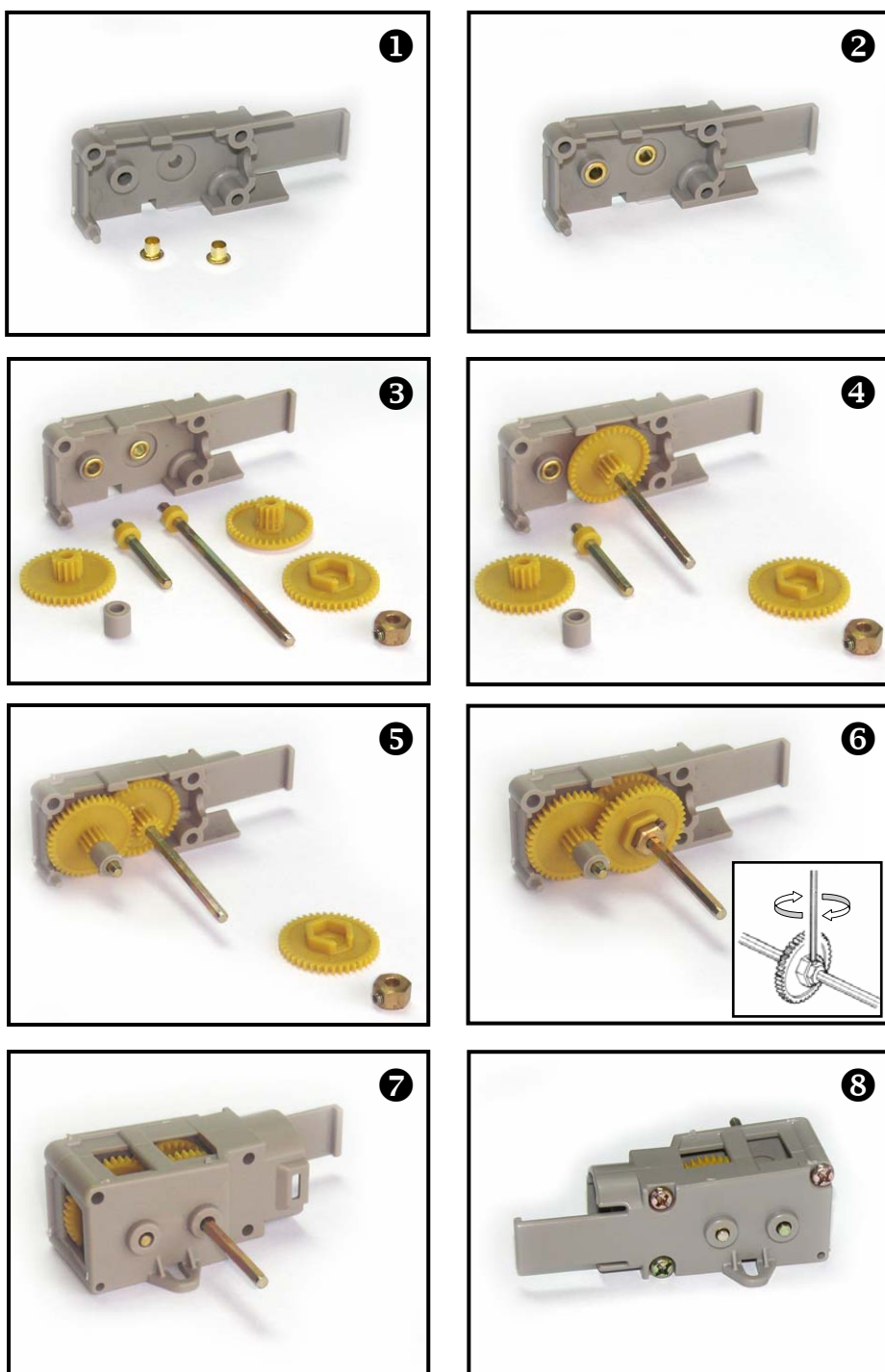
- วิธีประกอบชุดเฟืองเมื่อต้องการความเร็วสูง

อัตราทด **16.6 : 1**



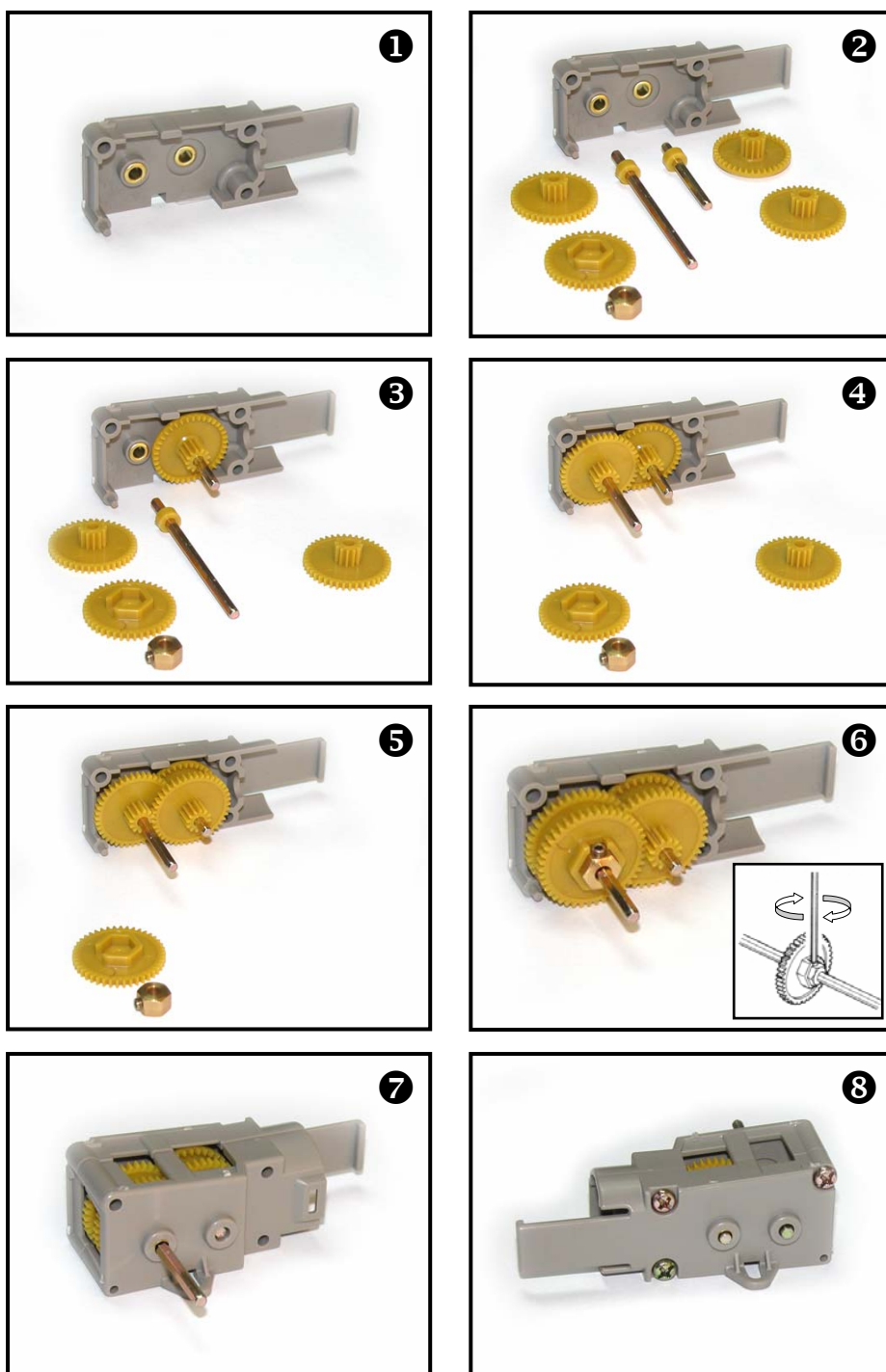
● วิธีประกอบชุดเฟืองเมื่อต้องการความเร็วปานกลาง

อัตราทด **58.2 : 1**

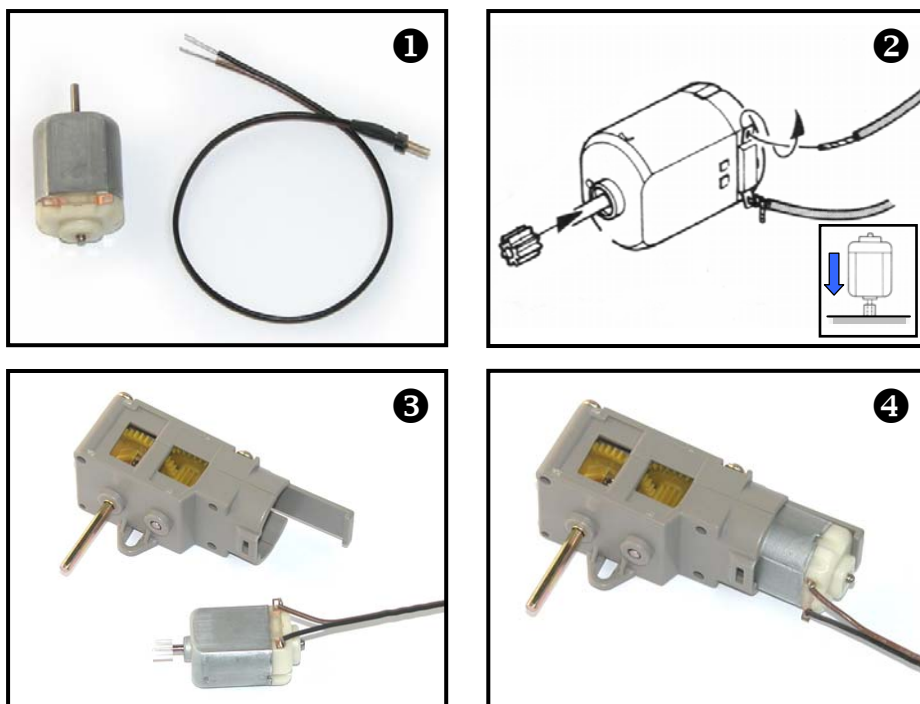


● วิธีประกอบชุดเฟืองเมื่อต้องการความเร็วต่ำ

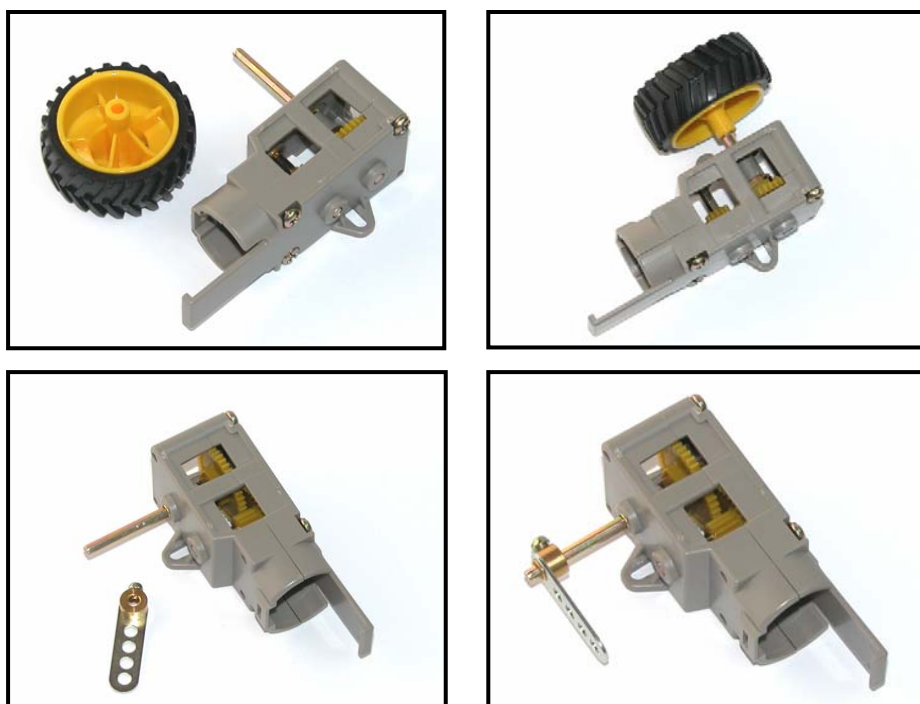
อัตราทด **203.7 : 1**



● วิธีประกอบมอเตอร์เข้ากับชุดเฟือง

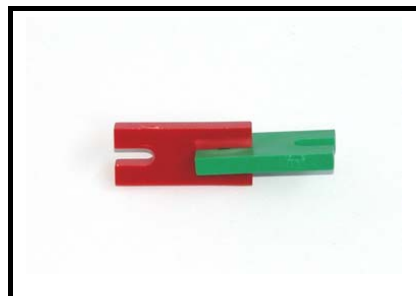
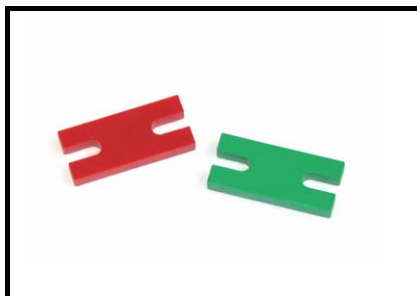


● วิธีประกอบชุดเฟืองเข้ากับล้อและอุปกรณ์พิเศษ

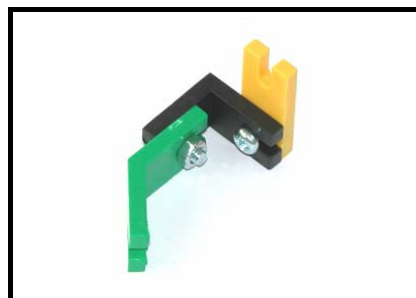


แนวคิดในการใช้ส่วนโครงสร้างของหุ่นยนต์

- การเชื่อมต่อระหว่างชิ้นต่ออิสระ



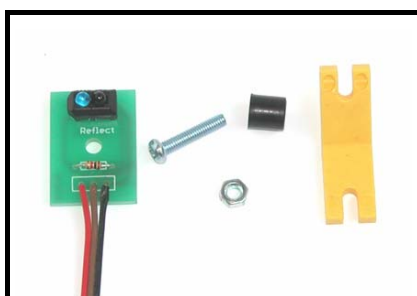
- การเชื่อมต่อระหว่างชิ้นต่ออิสระกับอุปกรณ์อื่น ๆ



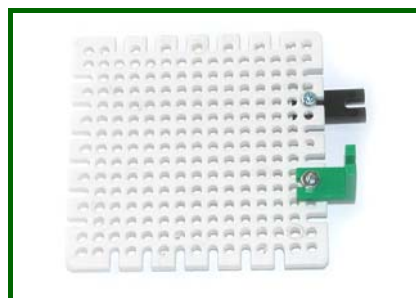
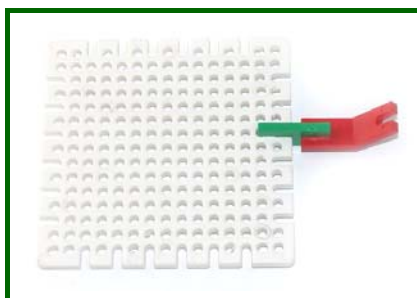
- การเชื่อมต่อระหว่างชิ้นต่ออิสระกับเสาทรงกระบอกโดยใช้สกรูและน็อต



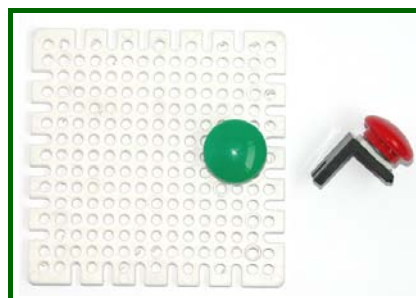
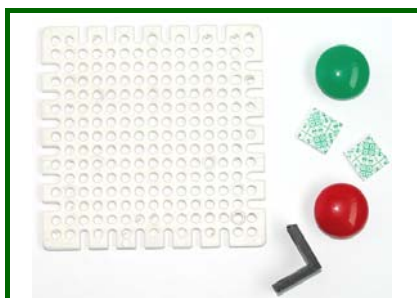
- การเชื่อมต่อระหว่างชิ้นต่ออิสระกับเซนเซอร์



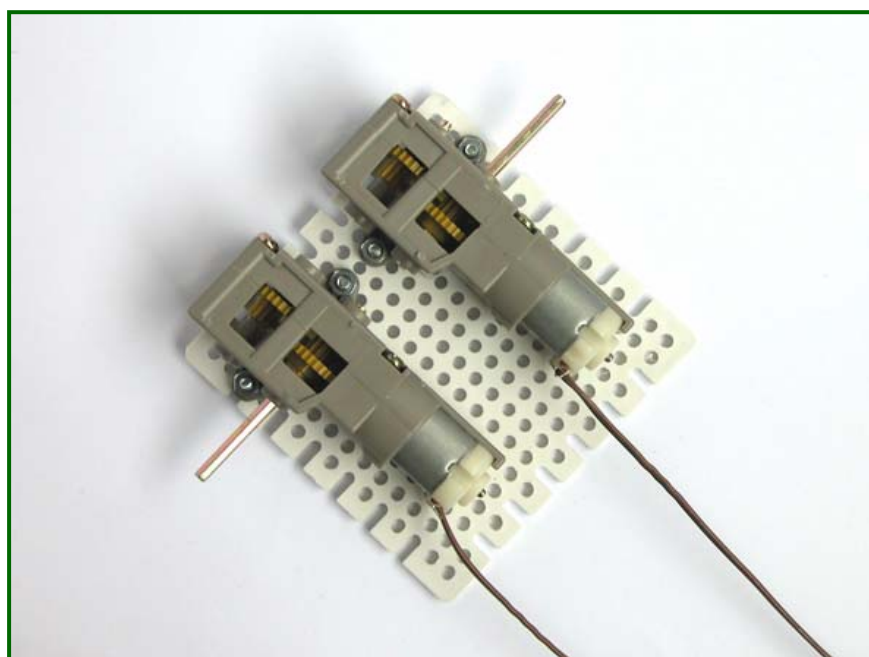
- การเชื่อมต่อระหว่างชิ้นต่ออิสระกับแผ่นฐาน



- การเชื่อมต่อแผ่นฐาน ชิ้นต่ออิสระ ล้ออิสระ โดยใช้เทปกาวสองหน้า



- การเชื่อมต่อระหว่างแผ่นฐานกับชุดเฟือง



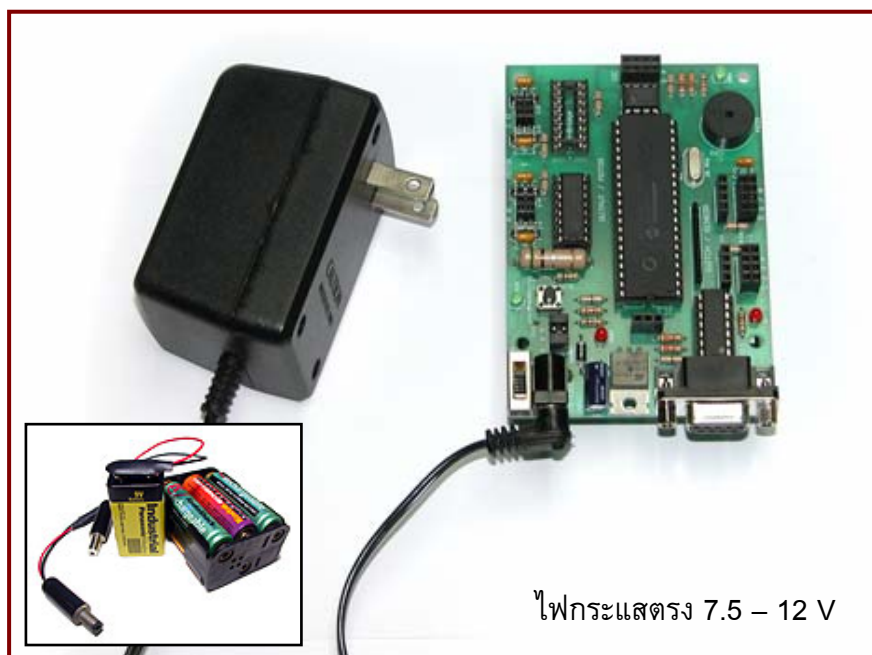
การเติมพลังงานให้กับโกโก บอร์ด

- การใส่ถ่านหรือแบตเตอรี่



ถ่านหรือแบตเตอรี่แบบ AA 4 ก้อน 6 V

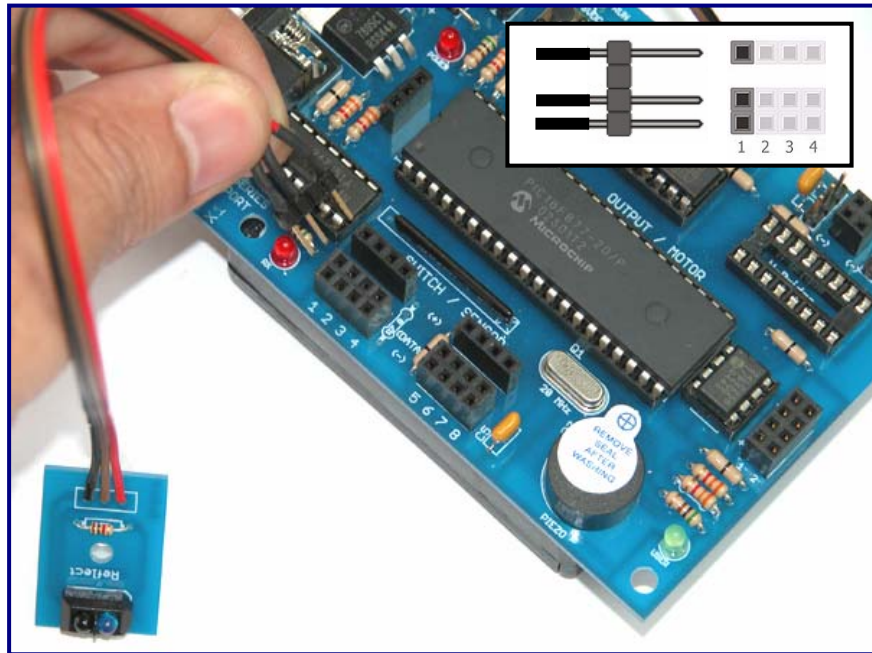
- การใช้ไฟกระแสดตรงจากภายนอก 7.5 – 12 V



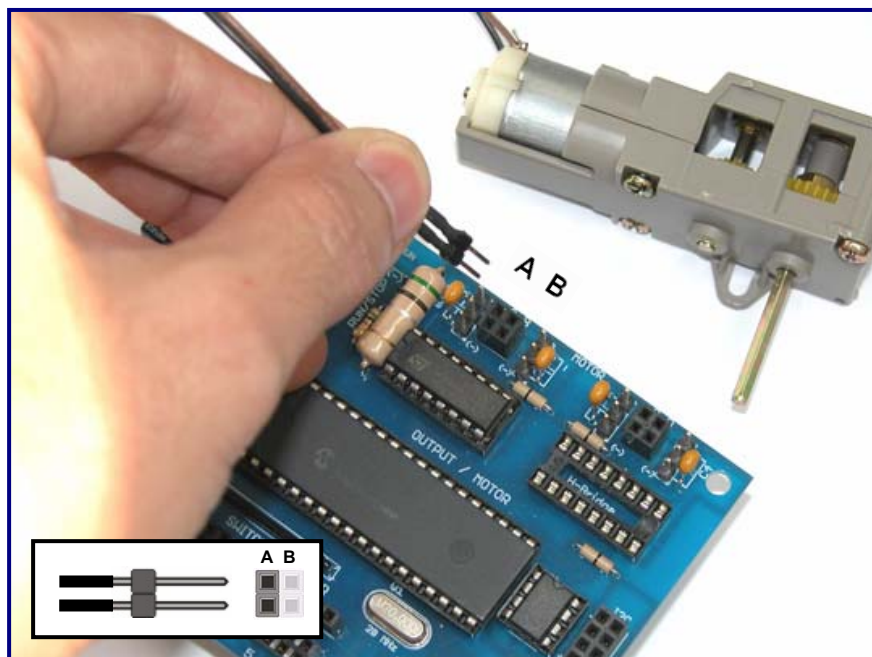
ไฟกระแสดตรง 7.5 – 12 V

การเชื่อมต่อมอเตอร์และเซนเซอร์เข้ากับโกโก บอร์ด

- การเชื่อมต่อเซนเซอร์ กับช่องต่อเซนเซอร์ของ GoGo Board



- การเชื่อมต่อมอเตอร์กับช่องต่อมอเตอร์ของ GoGo Board

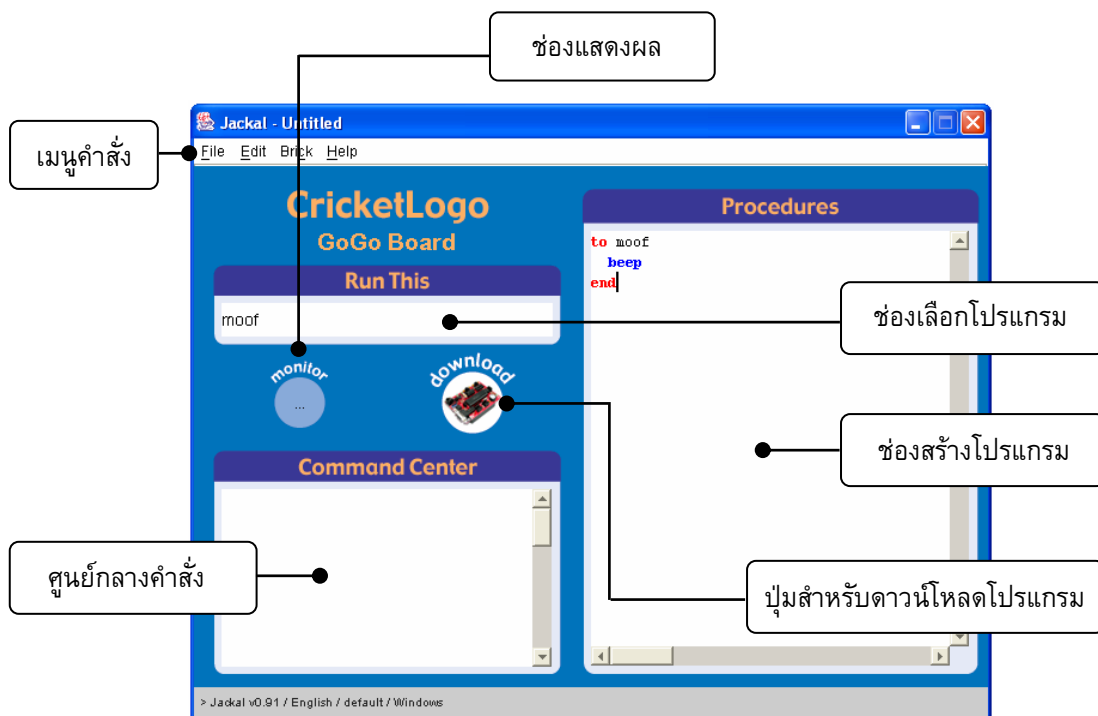


โปรแกรมแจคเคิล

THE JACKAL SOFTWARE

โปรแกรม Jackal เป็นโปรแกรมพื้นฐานที่ใช้เขียนคำสั่งภาษา Cricket Logo ในรูปแบบตัวอักษร (Text based) เพื่อควบคุมการทำงานของ GoGo Board ที่ทำหน้าที่คล้ายสมองของหุ่นยนต์ นอกจากเราจะเขียนคำสั่งเพื่อสั่งให้ มอเตอร์ และหลอดไฟ ทำงานได้แล้ว ยังสามารถรับข้อมูลจาก sensors ชนิดต่างๆ ได้ไม่ว่าจะเป็น เซนเซอร์สัมผัส เซนเซอร์แสง และอื่นๆ เราจึงสามารถสร้างหุ่นยนต์ที่ทำงานต่างๆ ได้มากมาย

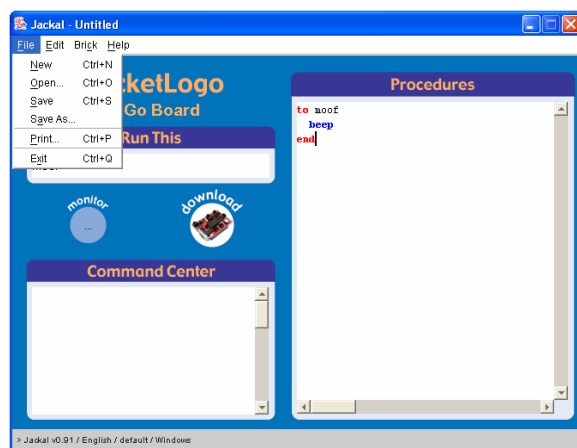
เริ่มต้นกับโปรแกรม Jackal



การใช้งานจะมีส่วนประกอบหลัก 6 ส่วน

1. เมนูคำสั่ง (File Edit Brick Help) เป็นส่วนหลักที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของโปรแกรม
2. ช่องเลือกโปรแกรม (Run This) ใช้เลือกโปรแกรมที่ต้องการทำงานจากช่องสร้างโปรแกรม
3. ช่องแสดงผล (Monitor) เป็นช่องที่รับข้อมูลจาก GoGo board
4. ปุ่มดาวน์โหลด (Download) ปุ่มสำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมลงบน GoGo Board
5. ช่องศูนย์กลางคำสั่ง (Command Center) เมื่อป้อนคำสั่งที่นี้ แล้วกด Enter ที่คีย์บอร์ด GoGo Board จะทำงานตามคำสั่งนั้นทันทีโดยไม่ต้องกดปุ่ม Download
6. ช่องสร้างโปรแกรม (Procedures) เป็นพื้นที่หลักสำหรับใช้สร้างโปรแกรม

ส่วนประกอบของเมนูคำสั่ง



1. File

New : สร้างโปรแกรมใหม่

Open : เปิดโปรแกรมที่มีอยู่เดิม

Save : บันทึกโปรแกรม

Save As : บันทึกและตั้งชื่อโปรแกรม

Print : พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์

Exit : ออกจากโปรแกรม

2. Edit

Undo addition : ยกเลิกการกระทำ

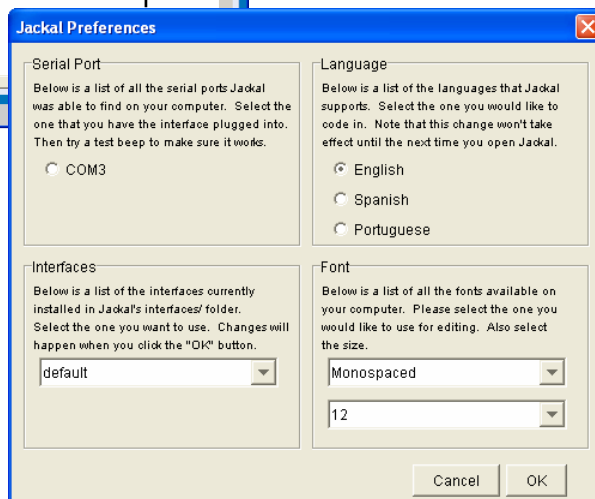
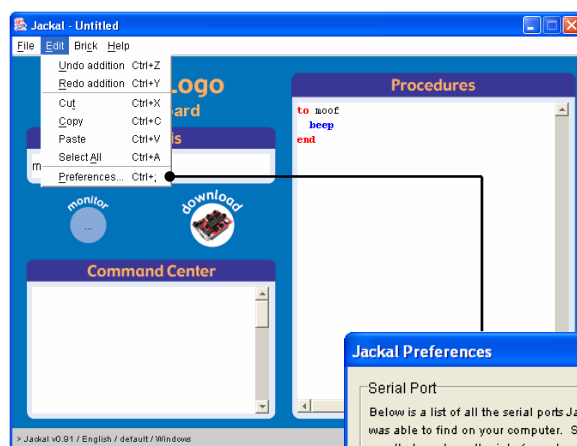
Redo addition : ทำซ้ำการกระทำ

Cut : ตัดคำสั่งที่เลือก

Copy : คัดลอกคำสั่งที่เลือก

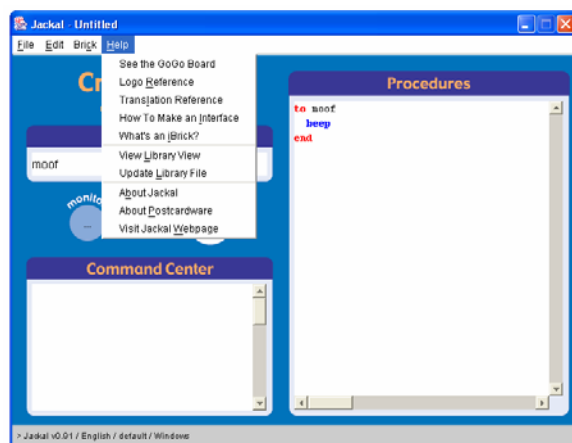
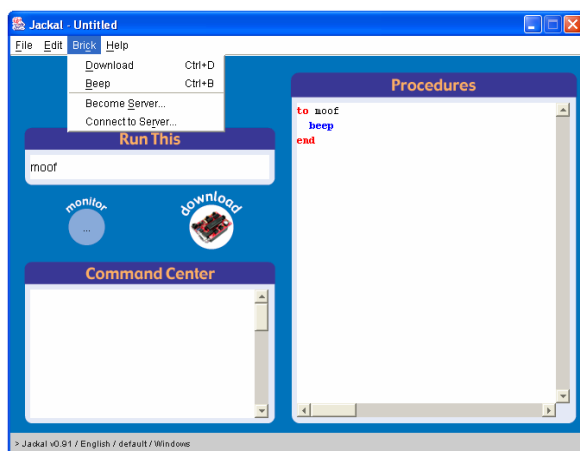
Paste : วางคำสั่งที่คัดลอกไว้

Select All : เลือกคำสั่งทั้งหมด



Preferences : ตัวเลือกเพื่อตั้งค่าการทำงานของโปรแกรม

- **Serial Port** เลือกพอร์ตอนุกรมที่ต่อกับ GoGo Board
- **Language** เลือกภาษา (อังกฤษ สเปน และโปรตุเกส)
- **Interfaces** เลือกรูปแบบของการแสดงผล
- **Font** เลือกรูปแบบและขนาดตัวอักษร



3. Brick

Download : เลือกดาวน์โหลดโปรแกรม

Beep : เลือกให้ GoGo Board ส่งเสียง “บี๊”

Become Server : ตั้งเป็น Server

Connect to Server : เชื่อมต่อไปยัง
Server

4. Help

See the GoGo Board : แสดงภาพของ
GoGo Board

Logo Reference : การอ้างอิงคำสั่งภาษา
Cricket Logo

Translation Reference : อ้างอิงการแปล
คำสั่ง

How To Make an Interface : แสดงวิธีการ
สร้างรูปแบบการแสดงผล

What's an iBrick? : รายละเอียดเกี่ยวกับ
iBrick

View Library View : แสดงโปรแกรม
มาตรฐาน

View Library View : แสดงโปรแกรมมาตรฐาน

Update Library File : ตรวจสอบการปรับปรุงโปรแกรมมาตรฐาน

About Jackal : ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม Jackal

About Postcardware : ข้อมูลเกี่ยวกับ Postcard แสดงความคิดเห็นของผู้ใช้

Visit Jackal Webpage : เข้าชมเว็บไซต์โปรแกรม Jackal



การเขียนคำสั่งภาษา Cricket Logo

ระดับ 1

เป็นโปรแกรมที่สั่งให้ GoGo Board ที่มีมอเตอร์ต่อที่ช่องต่อมอเตอร์ A หมุนไปทางซ้ายและขวาตามระยะเวลาที่กำหนด

❶ เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้าง

โปรแกรม หรือ Procedures

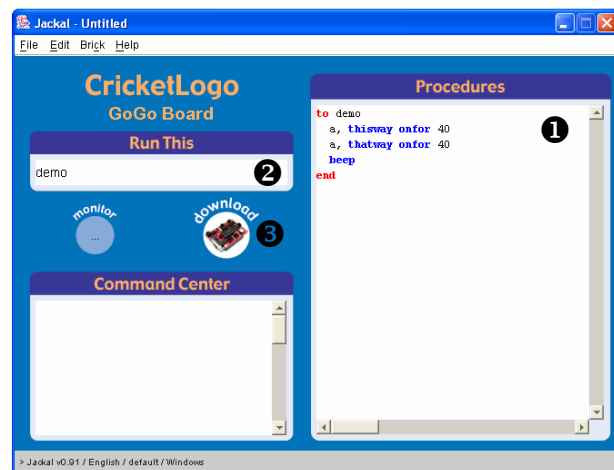
to demo

a, thisway onfor 40

a, thatway onfor 40

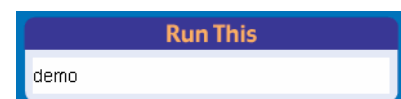
beep

end



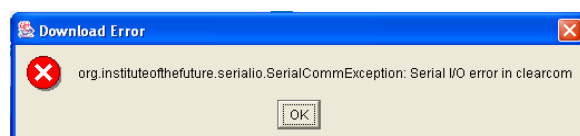
คำอธิบาย เริ่มสร้างโปรแกรมด้วยคำสั่ง to ตามด้วยชื่อโปรแกรมในที่นี้คือ demo แล้วสั่งให้มอเตอร์ A หมุนไปทางซ้าย 4 วินาที แล้วหมุนไปทางขวาอีก 4 วินาที แล้วส่งเสียง “บีบ” จบโปรแกรมด้วยคำสั่ง end

❷ พิมพ์คำว่า demo ลงในช่องเลือกโปรแกรมหรือ Run This เพื่อกำหนดให้ส่งข้อมูล หรือดาวน์โหลดโปรแกรม demo ไปยัง GoGo Board

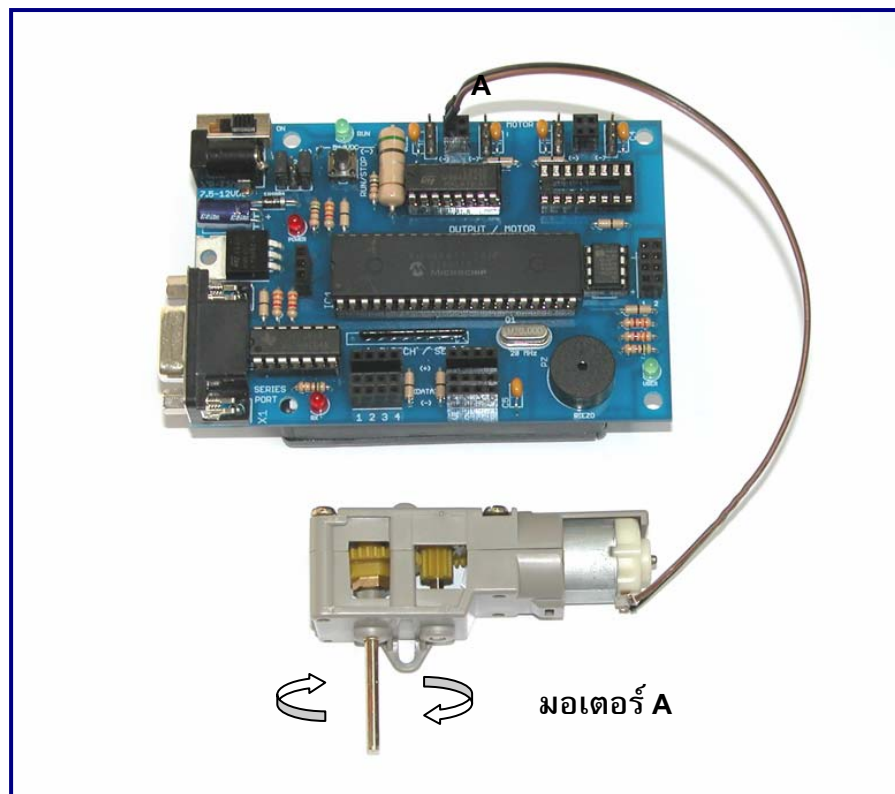


❸ เมื่อคลิกปุ่ม download จะเป็นการถ่ายโอนหรือดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ มอเตอร์ A หมุนไปทางซ้าย 4 วินาที หมุนไปทางขวาอีก 4 วินาที แล้วส่งเสียง “บีบ” (หากทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไม่เป็นไปตามคำสั่ง ให้ทำการกลับขั้วมอเตอร์ที่ต่อกับช่องต่อมอเตอร์)

หากการดาวน์โหลดไม่สามารถทำได้ จะปรากฏหน้าต่าง Download Error ขึ้น ซึ่งระบุถึงส่วนที่เกิดปัญหา ให้ลองทำสิ่งต่อไปนี้



ตรวจสอบ GoGo Board ว่าทำงานหรือไม่, ตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และ GoGo Board, และลองทำการดาวน์โหลดโปรแกรมอีกครั้ง หากยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ให้ตรวจสอบการเลือกพอร์ทอนุกรม (Serial Port หรือ Com Port) โดยการเลือกเมนู Edit / Preferences

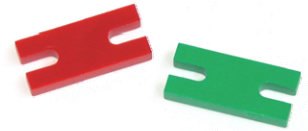


แบบฝึกหัด

ให้ปรับปรุงโปรแกรมที่ได้ทดลองไปแล้ว เพื่อสั่งให้มอเตอร์ A หมุนไปทางซ้าย 7 วินาที หมุนไปทางขวา 3 วินาที แล้วหมุนไปทางซ้ายอีกครั้งเป็นเวลา 10 วินาที ต่อจากนั้นให้ส่งเสียง “บี๊บ” 1 ครั้ง

เฉลยแบบฝึกหัด

to demo	คำอธิบาย
a, thisway onfor 70	1. มอเตอร์ A หมุนทางซ้าย 7 วินาที
a, thatway onfor 30	2. มอเตอร์ A หมุนทางขวา 3 วินาที
a, thisway onfor 100	3. มอเตอร์ A หมุนทางซ้าย 10 วินาที
beep	4. ส่งเสียง “บี๊บ” 1 ครั้ง
end	



การเขียนคำสั่งภาษา Cricket Logo

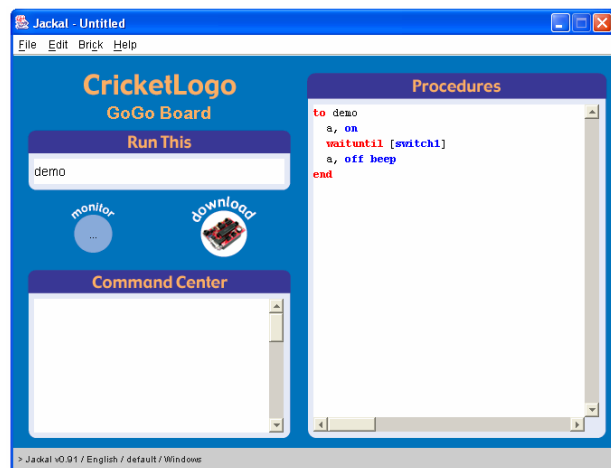
ระดับ 2

เป็นโปรแกรมที่สั่งให้ GoGo Board ที่มีมอเตอร์ต่อที่ช่องต่อมอเตอร์ A ทำงาน และหยุดทำงานเมื่อกดสวิตช์ ที่ต่ออยู่ที่ช่องต่อเซนเซอร์ 1

- เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้าง

โปรแกรม หรือ Procedures

```
to demo
  a, on
  waituntil [switch1]
  a, off beep
end
```



คำอธิบาย สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน แล้วจะรอจนกว่าสวิตช์1 (switch1) ถูกกด เมื่อสวิตช์ถูกกด มอเตอร์ A จะหยุดทำงาน แล้วส่งเสียง “บีบ” 1 ครั้ง



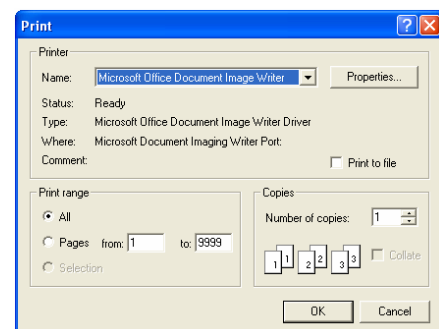
พิมพ์คำว่า demo ลงในช่องเลือกโปรแกรมหรือ Run This แล้วคลิกปุ่ม download เพื่อเป็นการถ่ายโอนหรือดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board

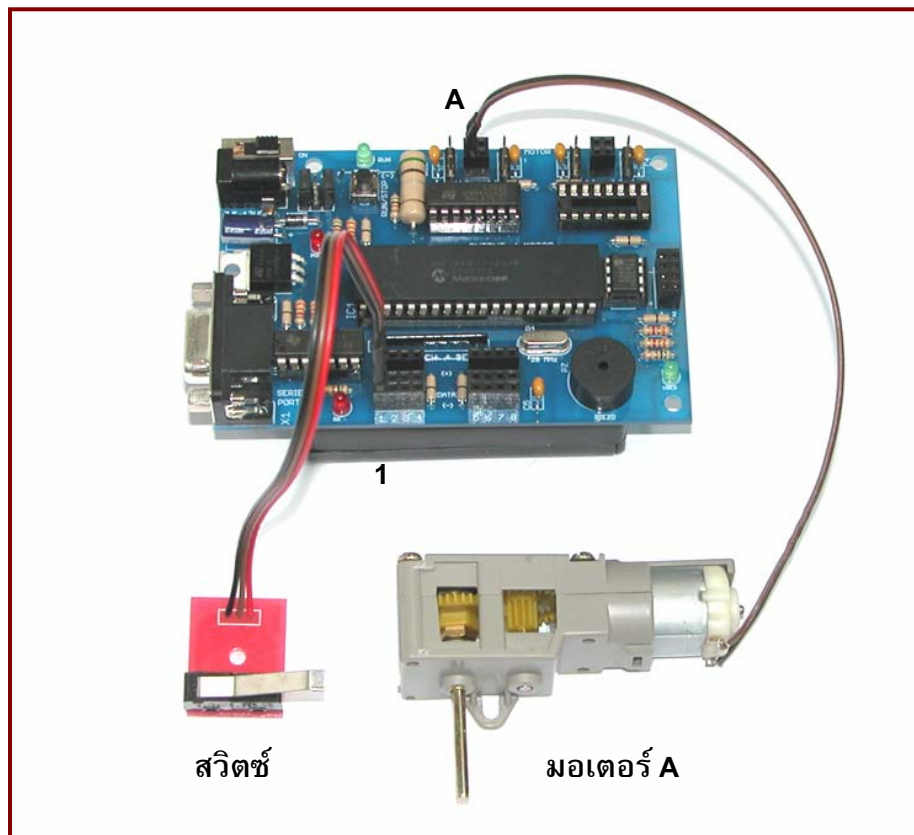
เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ มอเตอร์ A จะเริ่มทำงานและจะทำงานไปจนกว่าสวิตช์จะถูกกด เมื่อสวิตช์ถูกกดมอเตอร์ A จะหยุดทำงาน แล้วส่งเสียง “บีบ”



การพิมพ์สำเนาโปรแกรมทางเครื่องพิมพ์

เมื่อต้องการพิมพ์โปรแกรม ที่เขียนอยู่ปัจจุบันออกทางเครื่องพิมพ์ สามารถทำได้โดยการเลือกเมนู File / Print จากนั้นทำการเลือกเครื่องพิมพ์ (Printer) ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เลือกจำนวนแผ่นที่ต้องการพิมพ์ (Print page) จำนวนสำเนา (Copies) แล้วกดตกลง (OK)





แบบฝึกหัด

ให้เปลี่ยนตำแหน่งที่ต่อมอเตอร์ไปยังช่องต่อมอเตอร์ B ให้เปลี่ยนตำแหน่งที่ต่อเซนเซอร์ไปยังช่องต่อเซนเซอร์ 8 แล้วเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้มอเตอร์ B หมุน แล้วจะกลับทิศการหมุนทุกครั้งเมื่อ กดสวิตช์

เฉลยแบบฝึกหัด

to demo	คำอธิบาย
b, on	1. มอเตอร์ B หมุน
waituntil [switch8]	2. รอจนกว่า switch8 ถูกกด
b, rd	3. กับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ B
demo	4. ทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง
end	



การเขียนคำสั่งภาษา Cricket Logo

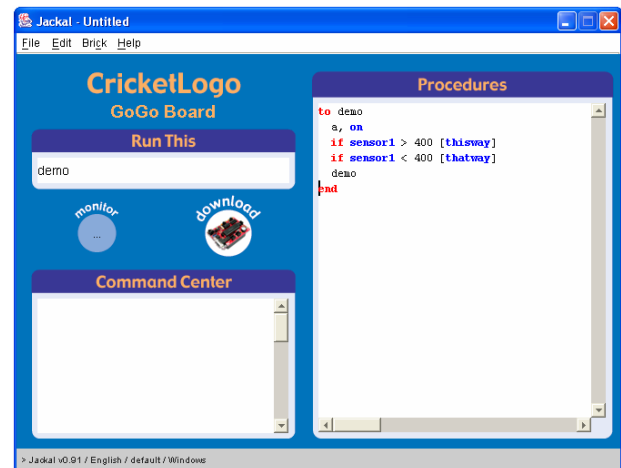
ระดับ 3

เป็นโปรแกรมที่สั่งให้ GoGo Board ที่มีมอเตอร์ต่อที่ช่องต่อมอเตอร์ A หมุนไปทางซ้ายและขวา ขึ้นอยู่กับค่าที่อ่านได้จาก light sensor ที่ต่ออยู่กับช่องต่อเซนเซอร์ 1

- เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้าง

โปรแกรม หรือ Procedures

```
to demo
  a, on
  if sensor2 > 400 [thisway]
  if sensor2 < 400 [thatway]
  demo
end
```



คำอธิบาย สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน ถ้า sensor1 อ่านค่าได้มากกว่า 400 จะกำหนดให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้าย ถ้า sensor1 อ่านค่าได้น้อยกว่า 400 จะกำหนดให้มอเตอร์หมุนไปทางขวา แล้วสั่งให้ทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง



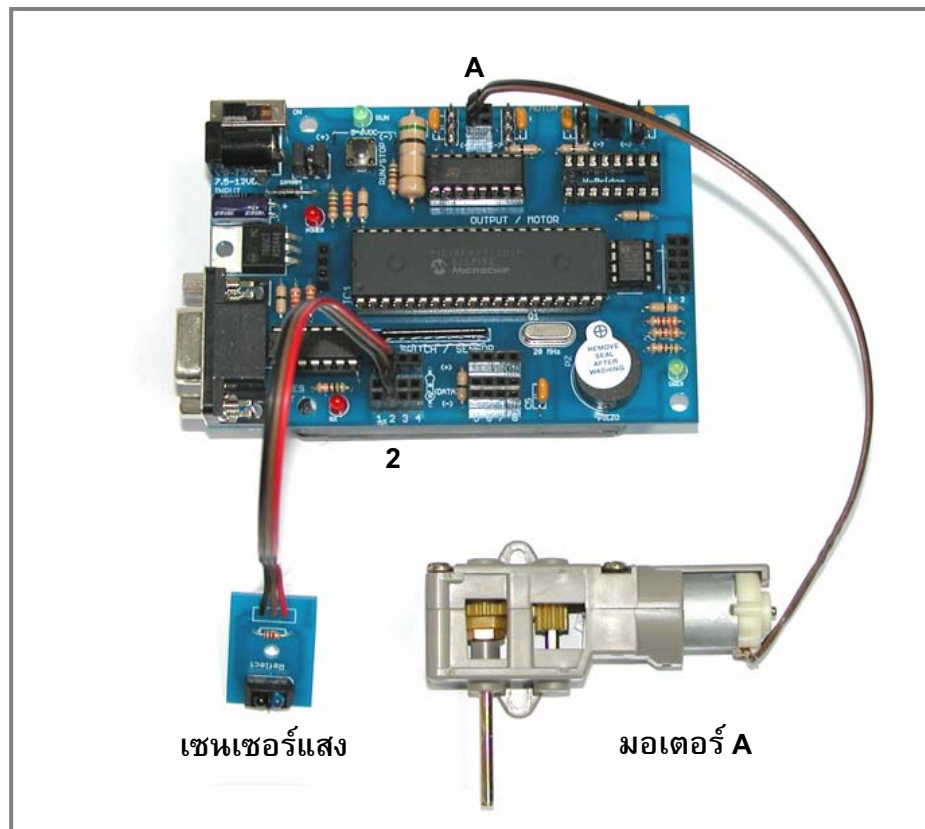
พิมพ์คำว่า demo ลงในช่องเลือกโปรแกรมหรือ Run This แล้วคลิกปุ่ม download เพื่อเป็นการถ่ายโอนหรือดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board

แบบฝึกหัด

ให้ปรับปรุงโปรแกรมที่ได้ทดลองไปแล้ว เพื่อสั่งให้ไฟสำหรับผู้ใช้กระพริบ ถ้า sensor1 อ่านค่าได้มากกว่า 400 และมีเสียง “บีบ” ถ้า sensor1 อ่านค่าได้น้อยกว่า 400

เฉลยแบบฝึกหัด

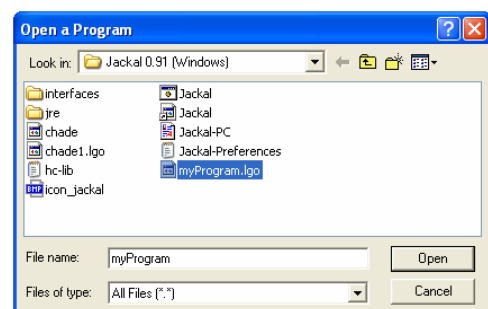
to demo	คำอธิบาย
if sensor2 > 400	1. ถ้า sensor2 มากกว่า 400 ไฟสำหรับผู้ใช้
[ledon wait 10 ledoff]	เปิด รอ 1 วินาที แล้วปิดไฟสำหรับผู้ใช้
if sensor2 < 400 [beep wait 10]	2. ถ้า sensor2 น้อยกว่า 400 ส่งเสียง “บีบ”
demo	3. ทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง
end	



การบันทึกและการนำมาใช้งาน

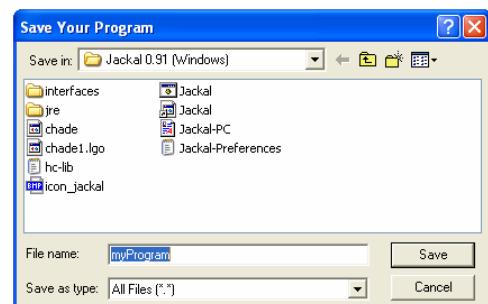
การโหลด Program File

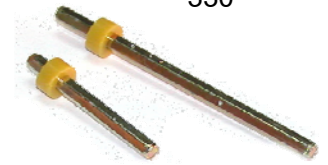
การเปิดโปรแกรมที่ได้บันทึกไว้ ทำได้โดยการเลือกเมนู File/Open แล้วเลือก File ที่ต้องการเปิด (จากภาพตัวอย่างได้ทำการเลือก File ที่ชื่อว่า myProgram.lgo)



การบันทึก Program File

เมื่อต้องการบันทึกโปรแกรมที่อยู่ในช่องสร้างโปรแกรม (Procedures) ทำได้โดยการเลือกเมนู File / Save แล้วทำการตั้งชื่อโปรแกรมในช่อง File name แล้วกด Save โดย File ที่ถูกบันทึกจะมีนามสกุล *.lgo (จากภาพตัวอย่างได้ทำการบันทึกในชื่อ myProgram)

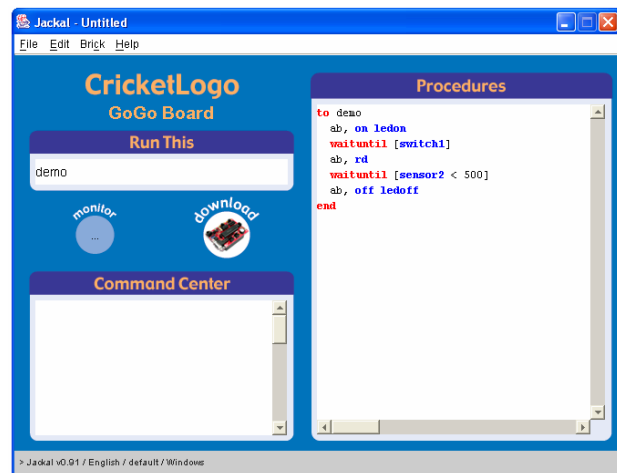




การเขียนคำสั่งภาษา Cricket Logo

ระดับ 4

เป็นโปรแกรมที่สั่งให้ GoGo Board ที่มีมอเตอร์ต่อที่ช่องต่อมอเตอร์ A และมอเตอร์ B และไฟสำหรับผู้ใช้ ทำงานจนกว่าจะกดสวิทช์ที่ต่อที่ช่อง sensor1 ต่อจากนั้นให้มอเตอร์ A และมอเตอร์ B กลับทิศทางหมุน โดยที่ไฟสำหรับผู้ใช้ยังคงทำงานอยู่ และทำงานจนกว่าเซนเซอร์แสงที่ต่อที่ช่อง sensor2 จะมีค่าน้อยกว่า 500



- เขียนคำสั่งต่อไปนี้ลงในช่องสร้างโปรแกรม หรือ Procedures

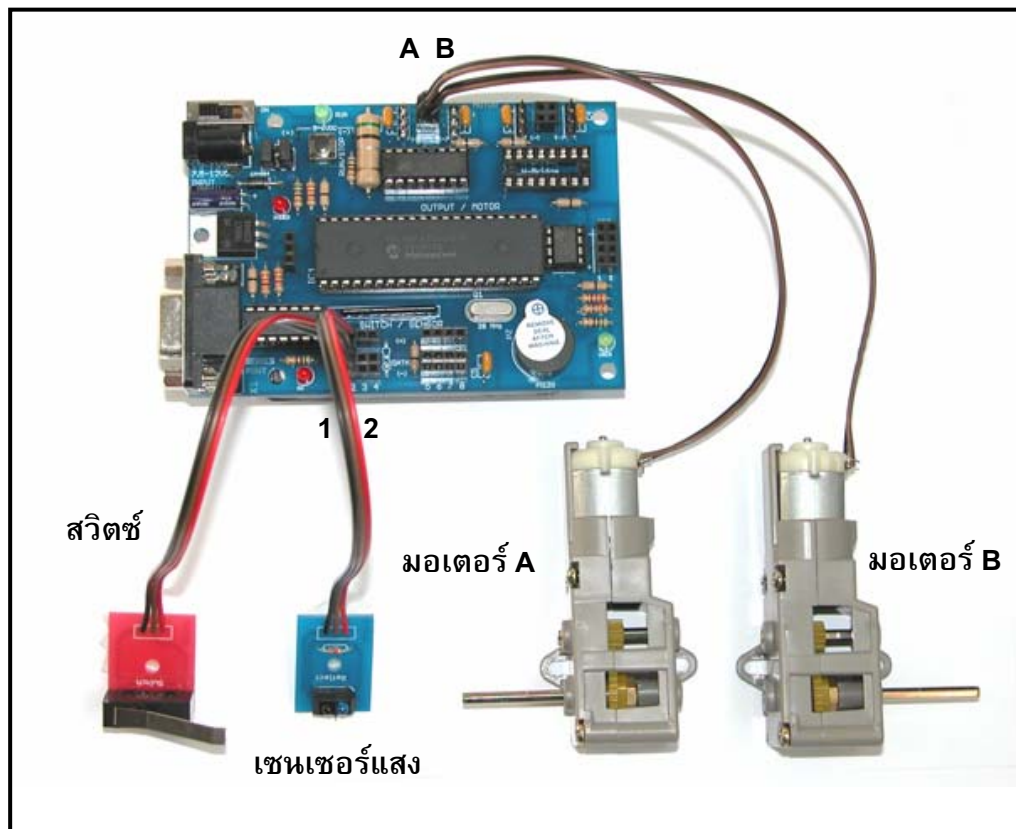
```
to demo
  ab, on ledon
  waituntil [switch1]
  ab, rd
  waituntil [sensor2 < 500]
  ab, off ledoff
end
```

คำอธิบาย สั่งให้มอเตอร์ A มอเตอร์ B และไฟสำหรับผู้ใช้เปิด รอจนกว่า switch1 ถูกกด แล้วสั่งให้มอเตอร์ A มอเตอร์ B กลับทิศการหมุน และรอจนกว่า sensor2 มีค่าน้อยกว่า 500 แล้วสั่งให้มอเตอร์ A มอเตอร์ B และไฟสำหรับผู้ใช้หยุดทำงาน



พิมพ์คำว่า demo ลงในช่องเลือกโปรแกรมหรือ Run This แล้วคลิกปุ่ม download เพื่อเป็นการถ่ายโอนหรือดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนไปยัง GoGo Board

เมื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม Run บน GoGo Board เพื่อให้เริ่มทำงานตามโปรแกรม สิ่งที่เกิดขึ้นคือ มอเตอร์ A มอเตอร์ B และไฟสำหรับผู้ใช้เปิดขึ้น เมื่อกดสวิทช์ มอเตอร์ A และ B จะกลับทิศการหมุน ต่อจากนั้นถ้าค่าของแสงมีปริมาณมากขึ้น และเมื่อมีค่าน้อยกว่า 500 ทุกอย่างจะหยุดทำงาน



แบบฝึกหัด

ให้เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ปริมาณแสงควบคุมความเร็วของมอเตอร์ A คือเมื่อมีแสงมากให้มอเตอร์หมุนเร็วแต่ถ้าแสงน้อยให้มอเตอร์หมุนช้า ส่วนมอเตอร์ B ให้เปลี่ยนทิศทางการหมุนทุกครั้งเมื่อกดสวิตช์ด้วยความเร็วคงที่

เฉลยแบบฝึกหัด

to demo

ab, on

if 201 < sensor2 < 300 [a, setpower 7]

if 301 < sensor2 < 400 [a, setpower 6]

if 401 < sensor2 < 500 [a, setpower 5]

if 501 < sensor2 < 600 [a, setpower 4]

if 601 < sensor2 < 700 [a, setpower 3]

if switch1 [b, setpower 6 rd]

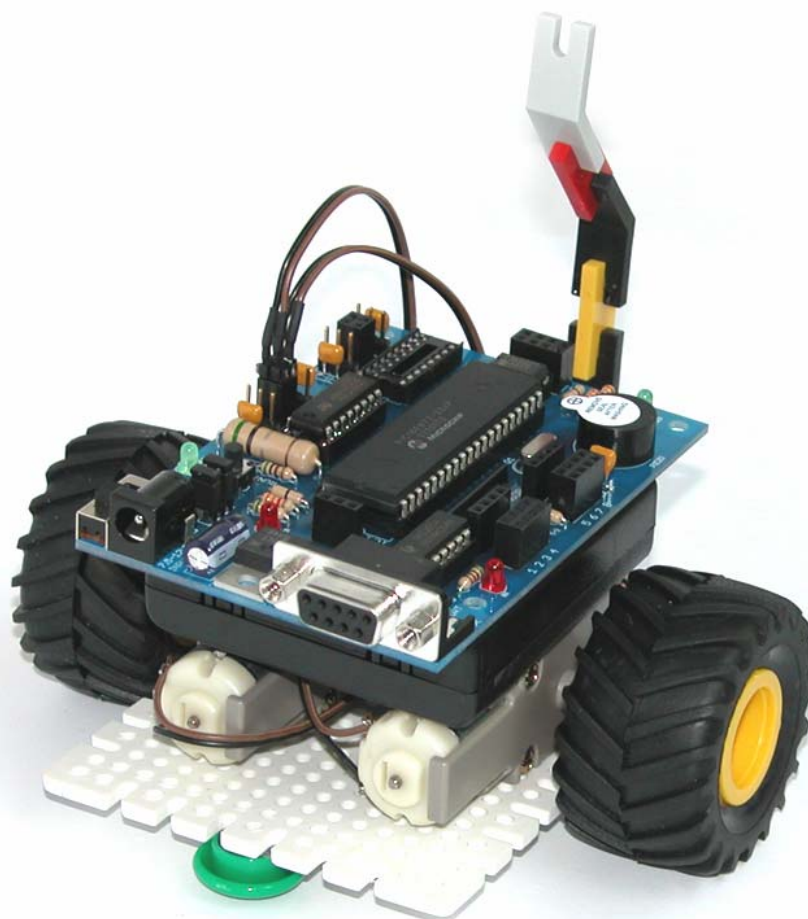
demo

end

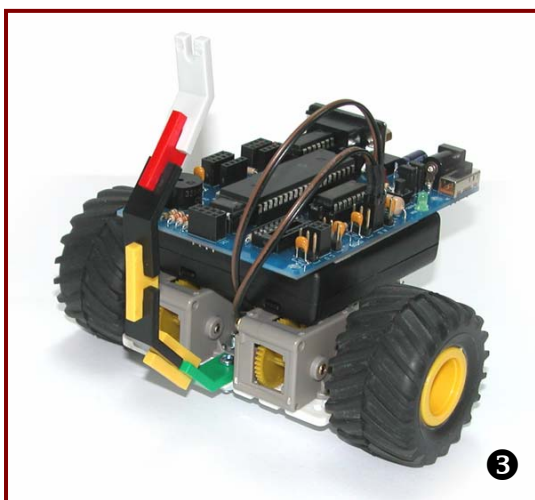
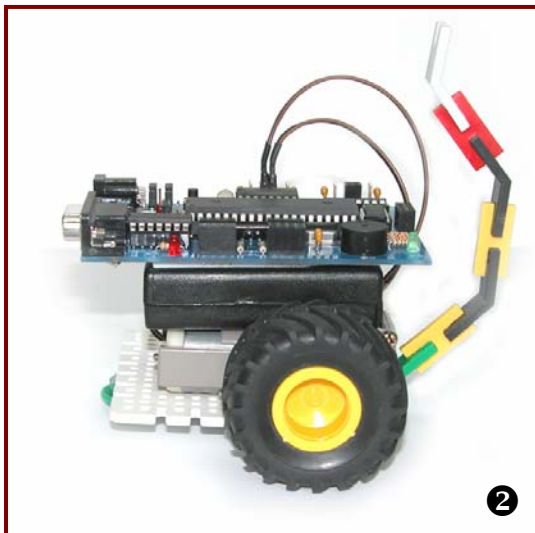
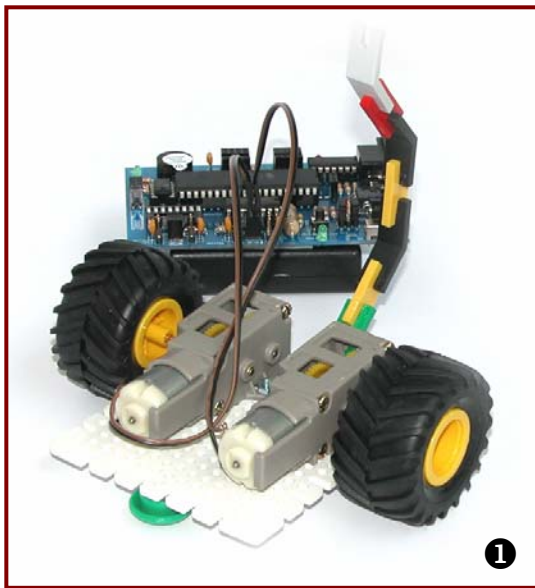
คำอธิบาย

1. มอเตอร์ A และ B ทำงาน
2. ถ้า sensor2 อยู่ระหว่าง 201-300 ตั้งความเร็วระดับ 7
3. ถ้า sensor2 อยู่ระหว่าง 301-400 ตั้งความเร็วระดับ 6
4. ถ้า sensor2 อยู่ระหว่าง 401-500 ตั้งความเร็วระดับ 5
5. ถ้า sensor2 อยู่ระหว่าง 501-600 ตั้งความเร็วระดับ 4
6. ถ้า sensor2 อยู่ระหว่าง 601-700 ตั้งความเร็วระดับ 3
7. ถ้า switch1 ถูกกด ให้เปลี่ยนทิศการหมุน
8. ทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง

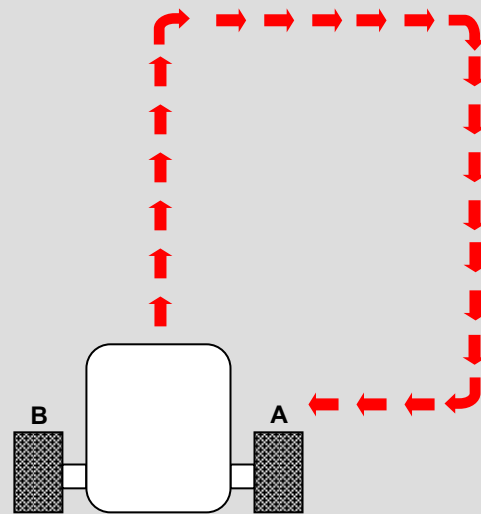
แนวคิดในการสร้าง หุ่นยนต์นักเดินทาง (LanWalker)



เป็นหุ่นยนต์ที่มีขนาดเล็ก มีความคล่องตัวสูง เหมาะสำหรับการปรับแต่งเพื่อการแข่งขันด้านความเร็ว และเรียนรู้การขับเคลื่อนหุ่นยนต์เบื้องต้น โดยมีมอเตอร์และล้อทั้งสองข้างเป็นส่วนประกอบหลักในการขับเคลื่อน ซึ่งสามารถทำการเคลื่อนที่ได้หลายรูปแบบทั้ง เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เช่น เมื่อเราต้องการให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา เราก็สั่งให้ล้อซ้ายทำงานเท่านั้นหุ่นยนต์ก็จะเลี้ยวไปทางขวาโดยมีล้อขวาเป็นจุดหมุน นอกจากนั้นเมื่อต้องการเพิ่มความเร็วเราก็จะใช้หลักของการทดเฟืองไปยังอัตราทดต่ำ เช่น 16.6 : 1 แต่เมื่อต้องการกำลังอย่างการปีนป่ายทางลาดชันก็จะทำการทดเฟืองไปยังอัตราทดสูง เช่น 203.7 : 1



หลักการ เป็นโปรแกรมที่สั่งให้หุ่นยนต์ขับเคลื่อนในรูปแบบต่างๆ เมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เดินตรงไป ก็จะสั่งให้มอเตอร์ A และ B หมุนไปด้านหน้าพร้อมกัน และเมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา ก็จะสั่งให้มอเตอร์ A หยุดทำงาน และให้มอเตอร์ B หมุนไปด้านหน้า หุ่นยนต์ก็จะเลี้ยวไปทางขวาโดยมี A เป็นจุดหมุน



ตัวอย่างชุดโปรแกรม

to demo

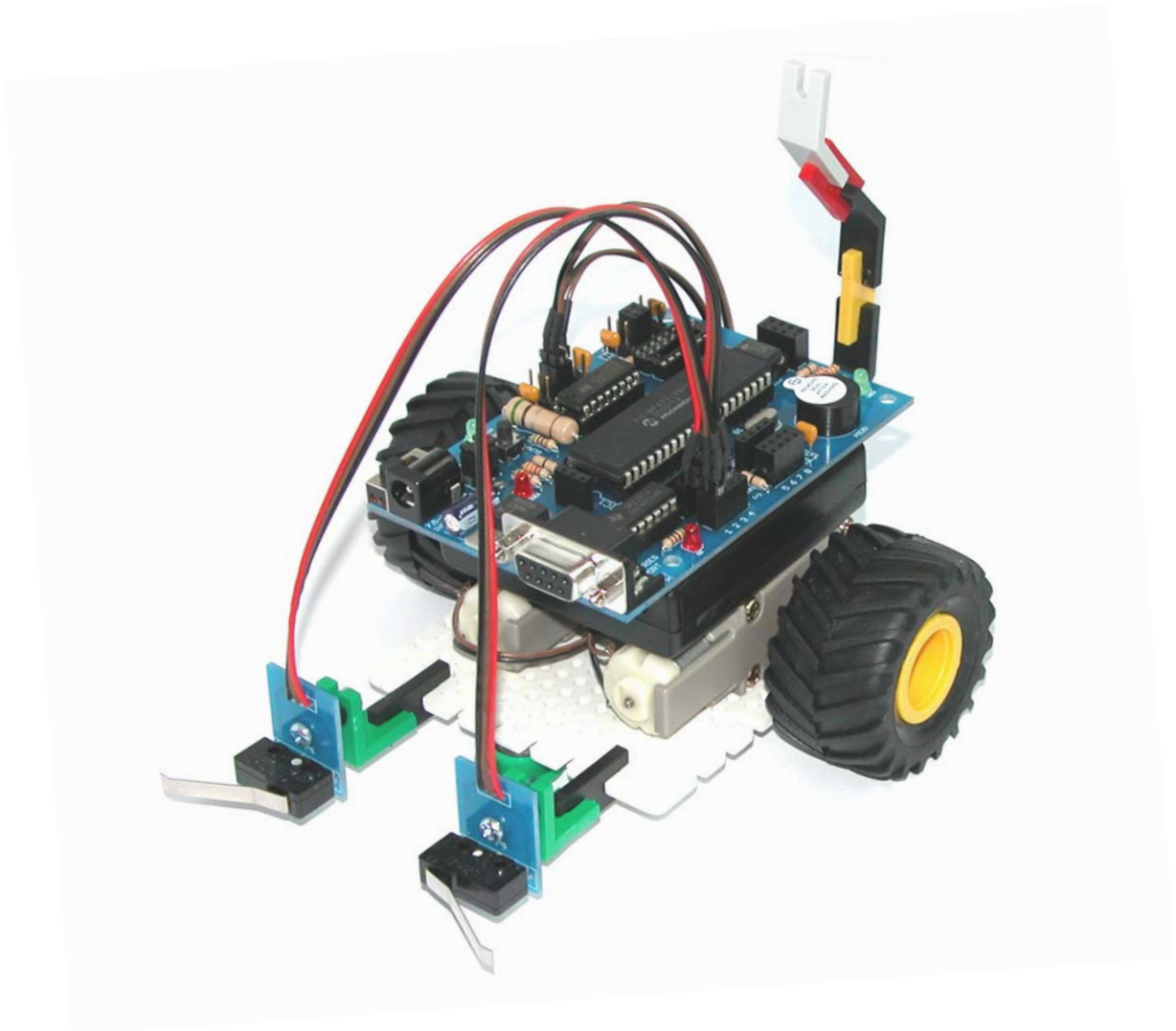
repeat 4 [ab, thisway onfor 30

b, onfor 20 beep]

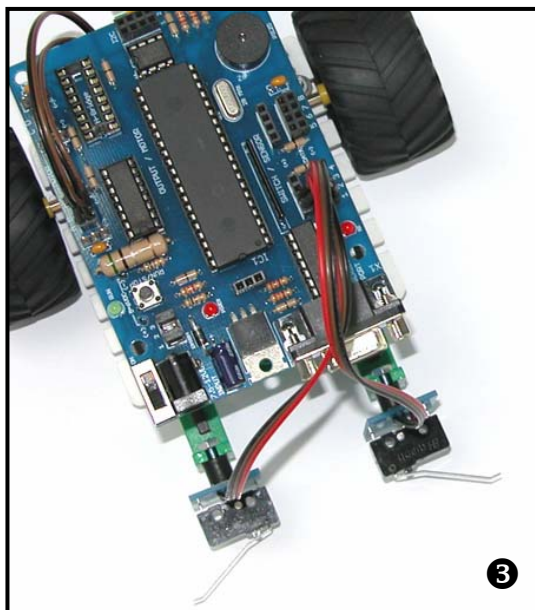
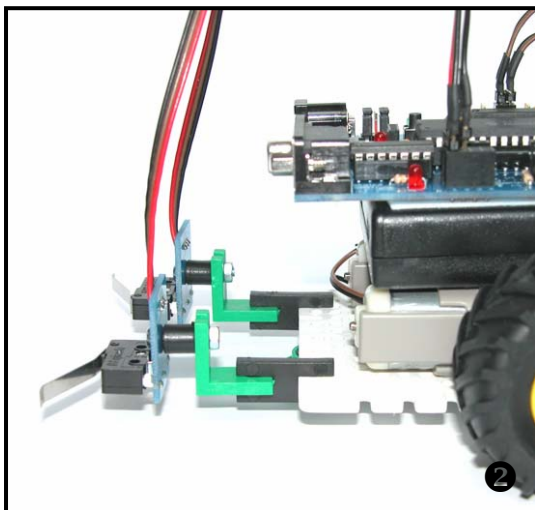
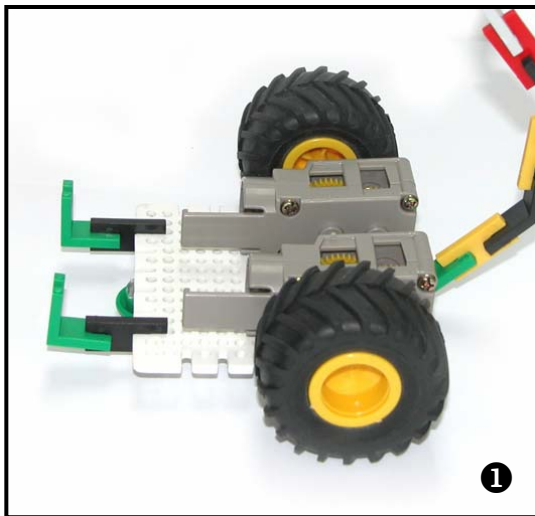
end

คำอธิบาย สั่งให้มอเตอร์ A และ B เดินตรงไป 3 วินาที แล้วสั่งให้มอเตอร์ B ทำงานต่อไปอีก 2 วินาที ส่งเสียง “บี๊บ” ทำซ้ำในลักษณะดังกล่าวอีก 4 ครั้ง

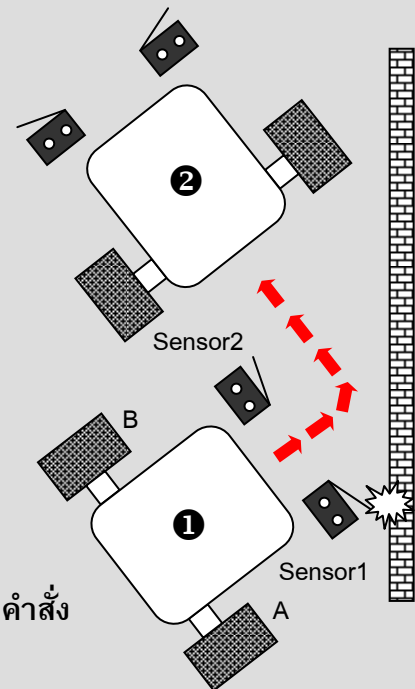
แนวคิดในการสร้าง หุ่นยนต์รู้หลบหลีก (Bumper)



เป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะเหมือนกับหุ่นยนต์นักเดินทาง (Landwalker) เพียงแต่เพิ่มเซนเซอร์สัมผัส หรือสวิตช์เซนเซอร์ เข้าไปทั้งสองด้าน ซึ่งหุ่นยนต์จะใช้เซนเซอร์ชุดดังกล่าว ตรวจจับวัตถุที่อยู่รอบข้างเพื่อรับรู้ว่ามีสิ่งใดขวางเส้นทางอยู่ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่เพื่อหลบหลีกวัตถุดังกล่าวต่อไป



หลักการ เป็นโปรแกรมที่ทำให้หุ่นยนต์รู้จักหลบหลีกอุปสรรคที่ขวางอยู่ เมื่อหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปชนกำแพงด้านขวา หุ่นยนต์จะรับรู้โดยสวิตช์ด้านขวาถูกกด เพื่อหลบสิ่งกีดขวางหุ่นยนต์จะถอยหลังและเลี้ยวไปทางด้านซ้าย และถ้าหุ่นยนต์เดินไปชนอุปสรรคที่อยู่ด้านซ้ายก็จะทำเช่นเดียวกัน



ตัวอย่างชุดคำสั่ง

to demo

ab, thisway on

waituntil [switch1 or switch2]

if (switch1) [right]

if (switch2) [left]

demo

end

to right

ab, thatway wait 20 b, off wait 15

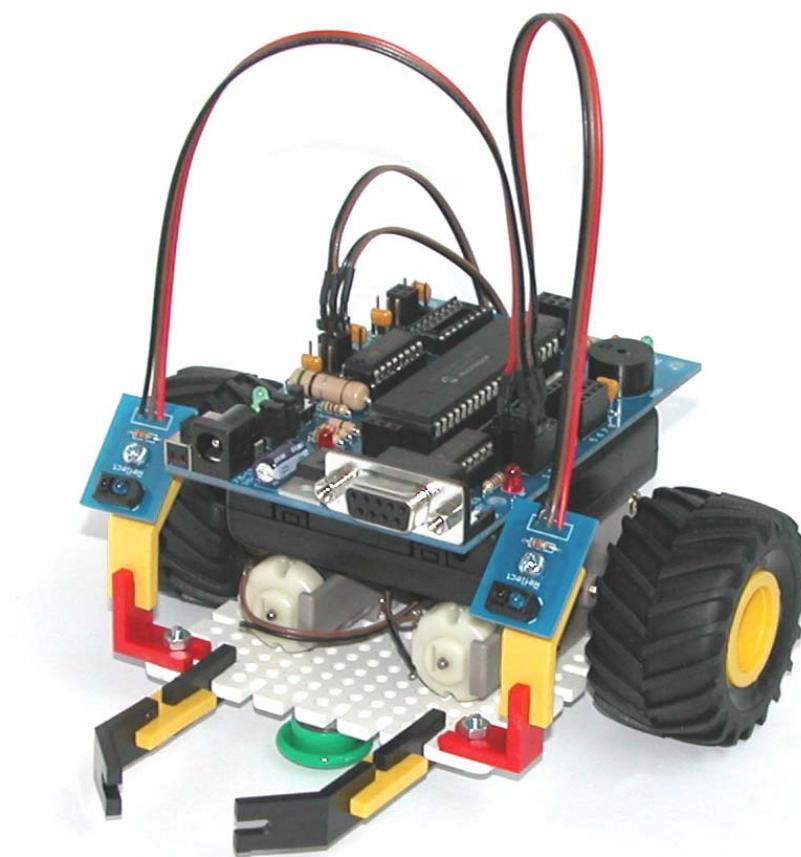
end

to left

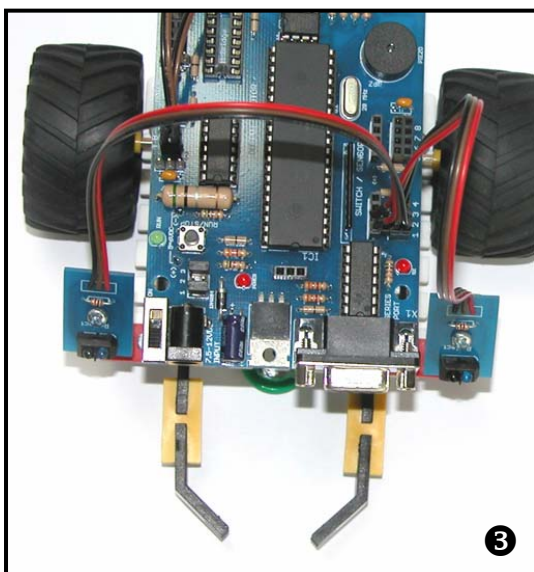
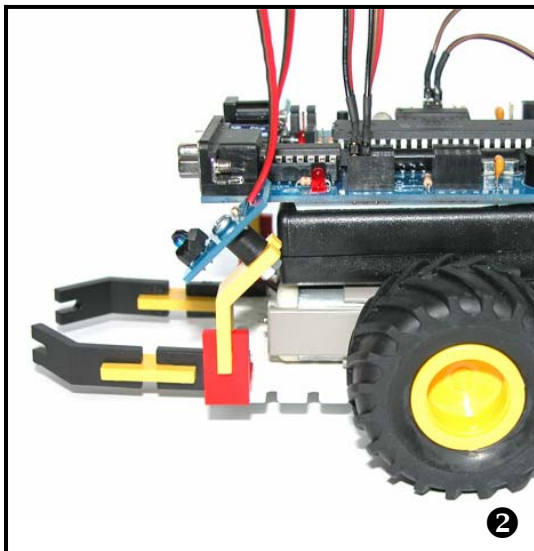
ab, thatway wait 20 a, off wait 15

end

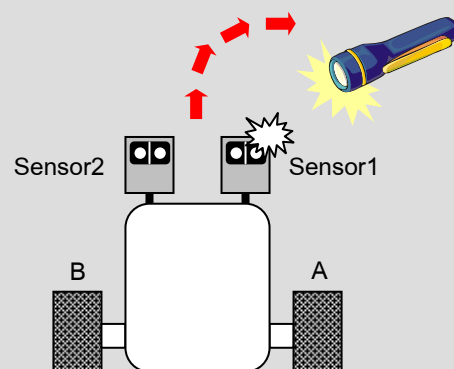
แนวคิดในการสร้าง หุ่นยนต์เดินตามแสง (LightHunter)



เป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะเหมือนกับหุ่นยนต์รู้หลบหลีก (Bumper) แต่ต่างกันว่าหุ่นยนต์เดินตามแสง (Light Hunter) ใช้เซนเซอร์แสงแทนเซนเซอร์สัมผัส โดยเซนเซอร์แสงด้านซ้ายและขวาของหุ่นยนต์ที่ต่ออยู่กับช่องต่อเซนเซอร์ 1 และเซนเซอร์ 2 ซึ่งจะทำหน้าที่วัดปริมาณแสงสว่างที่มากระทบ แล้วรายงานออกมาเป็นค่า 0 – 1,023 หรือปริมาณอะนาล็อก (Analog) แล้ว GoGo Board จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ต่อไป



หลักการ เป็นโปรแกรมที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่เข้าหาแสง เมื่อเซนเซอร์แสงที่อยู่ช่อง sensor1 อ่านค่าแสงที่มากกระทบได้น้อยกว่าค่าที่กำหนดหรือมีแสงมากกระทบมาก หุ่นยนต์จะเลี้ยวเข้าหาแสงหรือเลี้ยวไปทางขวา แต่ถ้าเซนเซอร์แสงที่อยู่ช่อง sensor2 อ่านค่าแสงได้น้อยกว่าค่าที่กำหนดจะเลี้ยวไปทางซ้าย ถ้าไม่เข้าเงื่อนไขใดให้เคลื่อนที่ตรงไป



ตัวอย่างชุดคำสั่ง

to demo

ab, thisway on

if sensor1 < 400 [a, off wait 10]

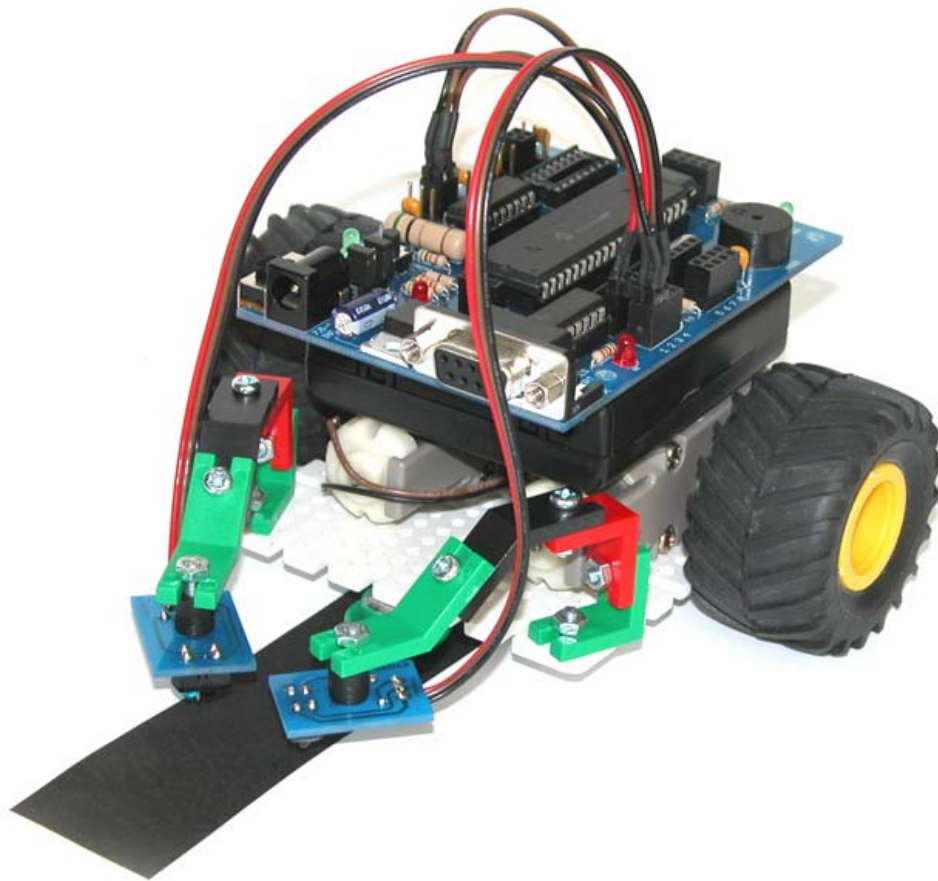
if sensor2 < 400 [b, off wait 10]

demo

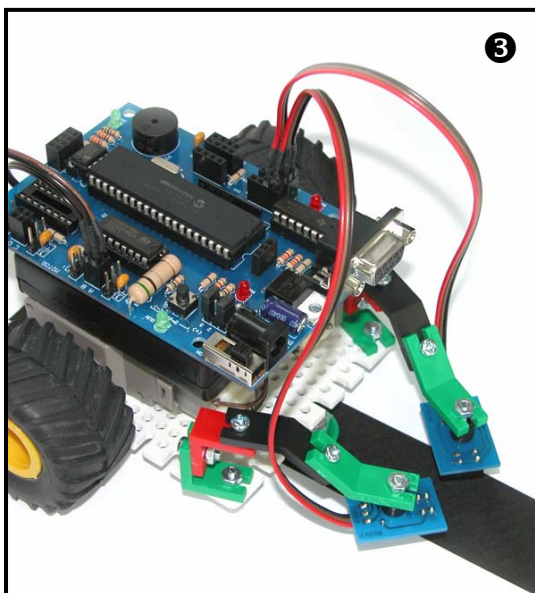
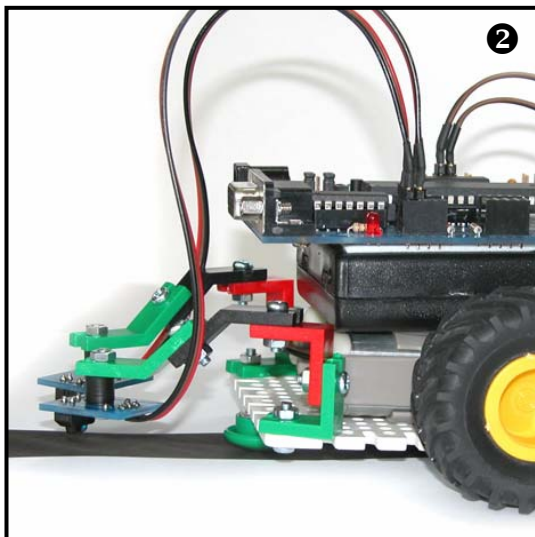
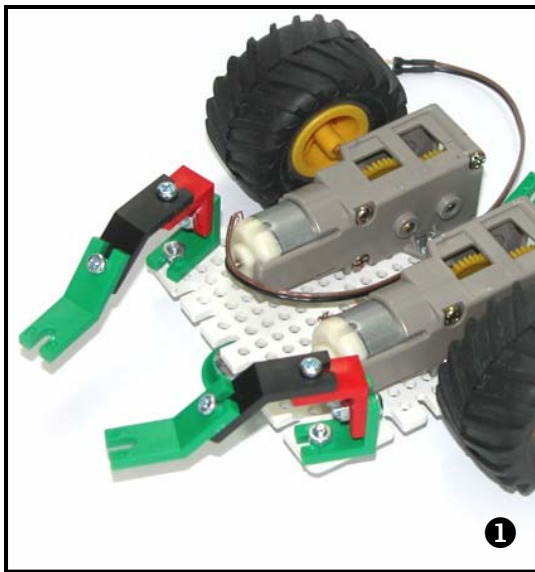
end

คำอธิบาย ให้หุ่นยนต์เดินไปข้างหน้า โดยสั่งให้มอเตอร์ A และ B ทำงาน ถ้าค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์1 มีค่าน้อยกว่า 400 (มีแสงมากกระทบมาก) ให้มอเตอร์ A หยุดทำงาน 1 วินาที หรือเลี้ยวไปทางขวา แต่ถ้าค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ 2 มีค่าน้อยกว่า 400 ให้เลี้ยวไปทางซ้าย

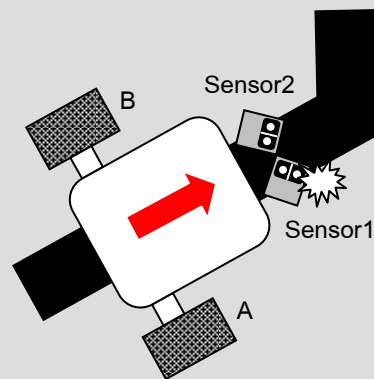
แนวคิดในการสร้าง หุ่นยนต์เดินตามเส้น (LineTracker)



เป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะคล้ายกับหุ่นยนต์เดินตามแสง (Light Hunter) แต่ต่างกันที่หุ่นยนต์เดินตามเส้น จะใช้หลักของการตรวจจับเพื่อวัดปริมาณแสงสะท้อนที่เกิดจากหลอดไฟภายในตัวเซนเซอร์ที่ส่งไปยังวัตถุ ซึ่งหลักการดังกล่าวสามารถนำมาพิจารณาความแตกต่างระหว่างสีดำ (สีของเส้น) และสีขาว (สีของพื้น) ดังนี้ สีดำจะดูดกลืนแสงได้มากจึงมีแสงสะท้อนออกมาน้อย และสีขาวจะดูดกลืนแสงได้น้อย จึงมีแสงสะท้อนออกมามาก ดังนั้นเมื่อเซนเซอร์แสงอ่านค่าแสงสะท้อนได้เป็นตัวเลขน้อยก็หมายความว่าขณะนั้นเซนเซอร์อยู่ในบริเวณที่มีสีขาว แต่ถ้าเซนเซอร์แสงอ่านค่าแสงสะท้อนได้มากก็หมายความว่าขณะนั้นเซนเซอร์อยู่ในบริเวณที่มีสีดำ



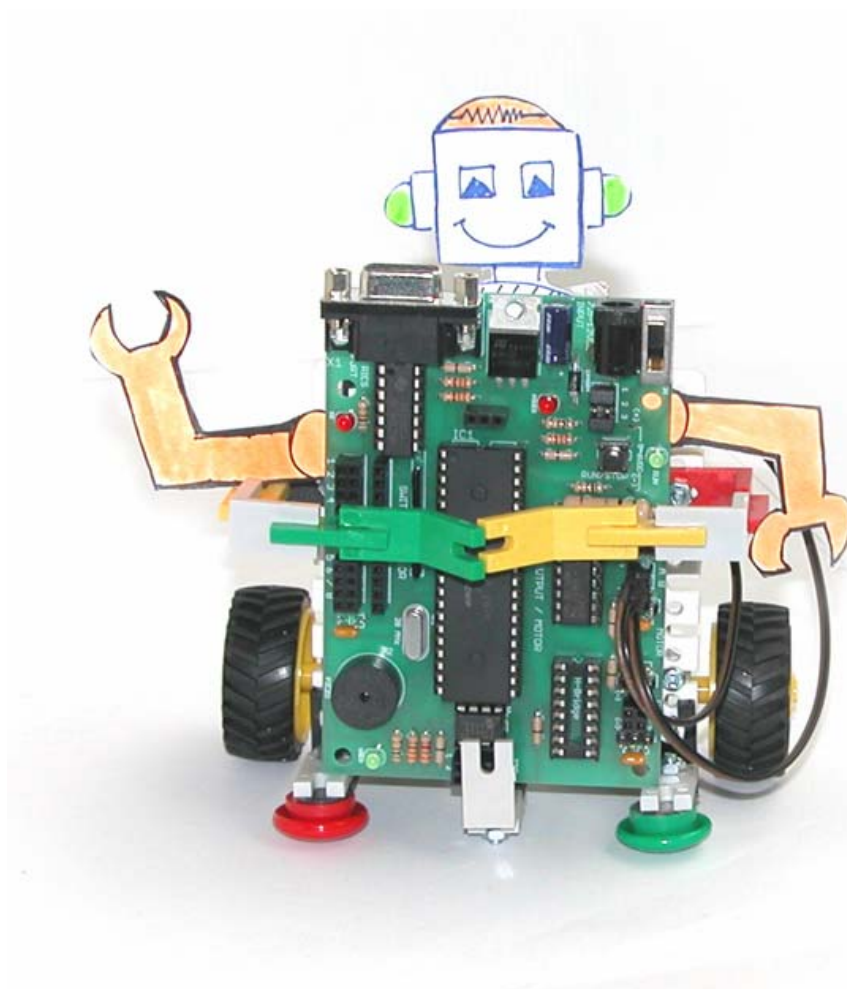
หลักการ เป็นโปรแกรมที่ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้นสีดำ โดยอาศัยหลักที่ว่าสีดำจะดูดกลืนแสงได้มากจึงสะท้อนแสงออกมาน้อย และสีขาวจะดูดกลืนแสงได้น้อย จึงสะท้อนแสงออกมามาก ดังนั้นเมื่อเซนเซอร์แสงที่ต่ออยู่ที่ช่อง sensor1 อ่านค่าแสงสะท้อนได้น้อยกว่าค่าที่กำหนด หรือมีแสงสะท้อนกลับมามาก หรืออยู่ในเขตสีขาว ซึ่งหมายถึง หุ่นยนต์กำลังเคลื่อนที่ออกจากเส้นสีดำไปทางด้านขวา ดังนั้นหุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่กลับเข้าเส้นสีดำ โดยการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย และเมื่อเซนเซอร์แสงที่ต่ออยู่ที่ช่อง sensor2 อ่านค่าแสงสะท้อนได้น้อยกว่าค่าที่กำหนด หุ่นยนต์ก็จะเคลื่อนที่กลับเข้าเส้นสีดำโดยการเคลื่อนที่ไปทางขวา ถ้าไม่ตรงตามเงื่อนไขใดให้เคลื่อนที่ตรงไป



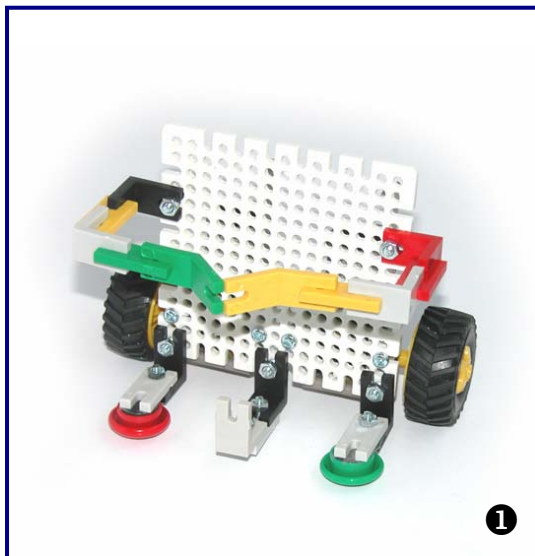
ตัวอย่างชุดคำสั่ง

```
to demo
  ab, on
  if sensor1 < 400 [b, off wait 1]
  if sensor2 < 400 [a, off wait 1]
  demo
end
```

แนวคิดในการสร้าง หุ่นยนต์โมดี (Mody) หุ่นยนต์แฟนตาซี



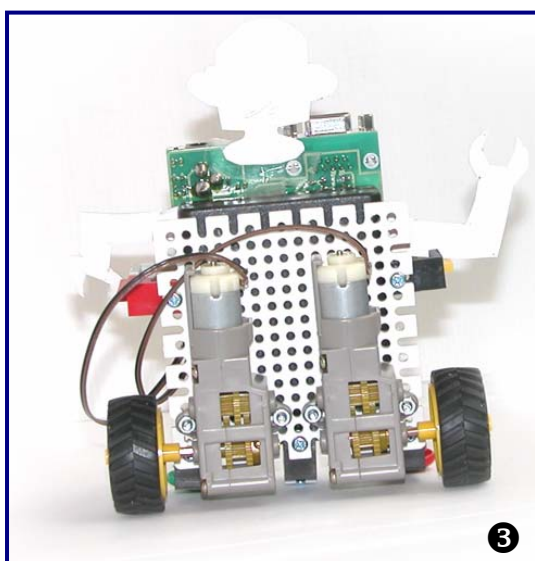
เป็นหุ่นยนต์ที่มีลักษณะแตกต่างจากหุ่นยนต์ตัวอื่นๆ คือมีลักษณะคล้ายมนุษย์แต่ยังคงขับเคลื่อนด้วยล้อทั้งสองข้าง นอกจากนั้นแล้วเรายังสามารถนำกระดาษมาวาดรูปแล้วระบายสี เพื่อเป็นส่วนหัวและแขน หรือสร้างสรรค์หุ่นยนต์ของเราให้เป็นแบบใดก็ได้ตามความคิดและจินตนาการของผู้สร้าง แล้วจึงเขียนโปรแกรมเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการสร้างต่อไป



①

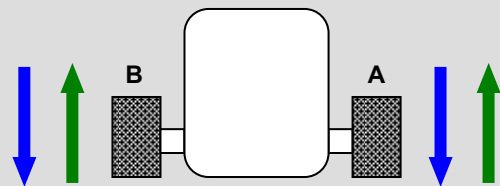


②



③

หลักการ เป็นโปรแกรมที่ทำให้หุ่นยนต์มีการเคลื่อนที่คล้ายกับการเดินร่ายของมนุษย์ โดยมีการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ผสมผสานกันอยู่ในชุดคำสั่ง ซึ่งเราสามารถศึกษาการใช้คำสั่งสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้จากตัวอย่าง



ตัวอย่างชุดคำสั่ง

to demo

ab, thisway onfor 30

ab, rd onfor 30

a, thisway b, thatway ab, onfor 15

ab, thisway onfor 30

a, setpower 8 b, setpower 4 ab, onfor 70

b, onfor 20 a, onfor 20

ab, setpower 7 onfor 20

a, thatway b, thisway ab, onfor 15

beep wait 10 beep wait 10 beep

end

คำอธิบาย สั่งให้หุ่นยนต์เดินตรงไป 3 วินาที เดินถอยหลัง 3 วินาที หมุนทางซ้าย 1.5 วินาที เดินตรงไป 3 วินาที เดินเป็นเส้นโค้ง 7 วินาที เลี้ยวขวา 2 วินาที เลี้ยวซ้าย 2 วินาที เดินตรงไป 2 วินาที หมุนทางขวา 1.5 วินาที แล้วส่งเสียง “บี๊บ” ติดกัน 3 ครั้ง

บรรณานุกรม

- วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล; ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล; และกฤษฎา ใจเย็น. (2546). **Robo-BOX สนุกกับการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติอย่างง่ายควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาโลโก้**. กรุงเทพฯ : อินโนเวตี้ฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- วาทิ ปรียพงศ์. (2547). **เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์**. กรุงเทพฯ : ที.เอส.บี.โปรดักส์.
- สุชิน เพ็ชรรักษ์. (2544). **รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2544). **รายงานสรุปการสัมมนา เรื่อง การเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อรรณพ เรื่องวิเศษ ; และ กฤษฎา วิศวธีรานนท์. (2548). **เปิดโลกหุ่นยนต์ สำหรับนักประดิษฐ์รุ่นใหม่**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Allison, Druin, & James, Hendler. (2000). **Robots for Kids Exploring New Technologies**. San Diego : Academic Press.
- Clive Gifford. (2000). **Kingfisher Young Knowledge Robots**. London : Kingfisher Publication.
- Dave Johnson. (2002). **Robot Invasion 7 Cool and Easy Robot Projects**. California : McGraw-Hill.
- Gammaco. (2001). **Solution for Math Science and Technology**. Bangkok, Thailand.
- _____. (2001). **User's Guide for ROBOLAB SOFTWARE**. Bangkok, Thailand.
- Gordon McComb. (2000). **Robot Builder's Bonanza**. (2 nd ed). New Jersey : McGraw-Hill.
- Lego Group. (1997). **Lego Dacta Pneumatics Guide**. Billund, Denmark.
- _____. (1997). **MindStorms for Schools**. Billund, Denmark.
- Mario, F., Giulio, F., & Ralph, H. (2002). **Building Robots with LEGO Mindstorms**. Rockland : Syngress Publishing.
- Sipitakiat, A., Blikstein, P., Cavallo, D. (2004). **GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences, In Proceedings from International Conference of the Learning Sciences**, California, USA, pp. 481-488.
-

ภาคผนวก

คำสั่งภาษาคลิกเกตโลโก้ทั้งหมดสำหรับโกโก บอร์ด (GoGo Board)

นอกจากคำสั่งภาษา Cricket Logo ที่ได้ศึกษาข้างต้นแล้ว ยังมีคำสั่งอื่นๆ อีกมากมายเพื่อที่เราจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างหุ่นยนต์ที่หลากหลายต่อไป ดังนี้

คำสั่งสร้างโปรแกรม (Create Programs)

to ชื่อโปรแกรม	เป็นคำสั่งเริ่มการสร้างโปรแกรม
end	เป็นคำสั่งจบการสร้างโปรแกรม

เมื่อต้องการสร้างโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วย to ต่อด้วยชื่อโปรแกรม, คำสั่งที่ต้องการเขียนโปรแกรม และจบด้วยคำสั่ง end เช่น

to gogo	; เริ่มต้นด้วยคำสั่ง to ต่อด้วยชื่อโปรแกรม gogo
a, onfor 20 beep	; คำสั่งที่ต้องการเขียนโปรแกรม
end	; จบโปรแกรมด้วยคำสั่ง end

คำสั่งเกี่ยวกับมอเตอร์ (Motors)

a,	เลือกควบคุมมอเตอร์ A
b,	เลือกควบคุมมอเตอร์ B
ab,	เลือกควบคุมมอเตอร์ A และ B
c,	เลือกควบคุมมอเตอร์ C
d,	เลือกควบคุมมอเตอร์ D
cd,	เลือกควบคุมมอเตอร์ C และ D
abcd,	เลือกควบคุมมอเตอร์ A, B, C, และ D
on	เป็นคำสั่งให้มอเตอร์ที่เลือก “ทำงาน” หรือ “หมุน”
off	เป็นคำสั่งให้มอเตอร์ที่เลือก “หยุดทำงาน” และแกนมอเตอร์เป็นอิสระ
brake	เป็นคำสั่งให้มอเตอร์ที่เลือก “หยุดหมุน” และแกนมอเตอร์ไม่เป็นอิสระ
onfor ระยะเวลา	เป็นคำสั่งให้มอเตอร์ที่เลือกหมุนตามเวลาที่กำหนด โดย ระยะเวลาที่กำหนดมีหน่วยเป็น .01 วินาที เช่น onfor 10 เป็นการสั่งให้มอเตอร์ที่เลือกหมุนนาน 1 วินาที

thisway	เป็นคำสั่งให้มอเตอร์ที่เลือกหมุนไปข้างหน้า หรือเป็นการกำหนดให้ ขั้วมอเตอร์ด้านนอกเป็น + ด้านในเป็น -
thatway	เป็นคำสั่งให้มอเตอร์ที่เลือกหมุนไปข้างหลัง หรือเป็นการกำหนดให้ ขั้วมอเตอร์ด้านนอกเป็น - ด้านในเป็น +
rd	เป็นคำสั่งกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ที่เลือก
setpower ระดับความเร็ว	เป็นคำสั่งกำหนดค่าระดับความเร็วของมอเตอร์ โดยมีค่าตั้งแต่ 1 (ความเร็วต่ำสุด) ถึง 8 (ความเร็วสูงสุด)

การเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมมอเตอร์ (motors) จะเริ่มจากเลือกมอเตอร์ที่จะควบคุม (เช่น a, b, หรือ ab,) ต่อจากนั้นให้ระบุว่าให้มอเตอร์ทำอะไร (เช่น on, off, หรือ rd) เช่น

to gogo	; สร้างโปรแกรมชื่อ gogo
a, thisway	, กำหนดทิศทางการหมุนมอเตอร์ A ให้หมุนไปข้างหน้า
a, on	; สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน
end	; จบโปรแกรม

คำสั่งเกี่ยวกับเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motors)

setsvh ค่า	เป็นคำสั่งกำหนดค่ากึ่งกลาง หรือตำแหน่งหยุดนิ่งให้กับเซอร์โวมอเตอร์ ซึ่งจะมีค่าระหว่าง 20 - 40
svr ระดับความเร็ว	เป็นคำสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางขวา (ทวนตามเข็มนาฬิกา) โดยความเร็วของการหมุนจะเพิ่มขึ้นตามค่า “ระดับความเร็ว”
svl ระดับความเร็ว	เป็นคำสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปทางซ้าย (ทวนตามเข็มนาฬิกา) โดยความเร็วของการหมุนจะเพิ่มขึ้นตามค่า “ระดับความเร็ว”

นอกจากมอเตอร์กระแสตรง (DC Motors) แล้ว GoGo Board ยังสามารถขับ Servo Motors ได้ อีกด้วย (เนื่องจากช่องต่อเซอร์โวมอเตอร์ และช่องต่อมอเตอร์ จะรวมอยู่ด้วยกัน ดังนั้นเราจึงไม่สามารถใช้งานพร้อมกันได้ เช่น เมื่อเราใช้ เซอร์โวมอเตอร์ในช่อง A แล้ว เราจะไม่สามารถใช้ มอเตอร์กระแสตรงได้อีก แต่เราก็ยังสามารถใช้ในช่อง B C และ D ได้) เช่น

to test	; สร้างโปรแกรมที่ชื่อว่า test
a, setsvh 27	; เป็นการตั้งค่ากึ่งกลางให้กับเซอร์โวมอเตอร์ A มีค่าเท่ากับ 27
a, svl 1 wait 30	; สั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ A หมุนไปทางซ้ายด้วยความเร็วต่ำสุด 3 วินาที
a, svr 1 wait 30	; สั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ A หมุนไปทางขวาด้วยความเร็วต่ำสุด 3 วินาที
end	; จบโปรแกรม

คำสั่งเกี่ยวกับเวลา (Timing)

wait ระยะเวลา	เป็นคำสั่งหน่วงเวลา หรือเว้นจังหวะการทำงาน, โดย ระยะเวลาที่กำหนดมีหน่วยเป็น .01 วินาที เช่น wait 10 เป็นการสั่งให้หยุดหรือเว้นจังหวะการทำงานเป็นเวลา 1 วินาที
timer	เป็นคำสั่งแจ้งค่าการนับเวลา มีหน่วยเป็น 1 มิลลิวินาที หรือ 0.001 วินาที เช่น send timer เป็นการสั่งให้ส่งค่าเวลาไปแสดงยัง monitor
resett	เป็นคำสั่งรีเซ็ตค่าการนับเวลาให้เป็นศูนย์ (0) หรือเป็นคำสั่งเริ่มต้นนับค่าเวลาใหม่โดยเริ่มต้นที่ศูนย์ (0)

คำสั่งเกี่ยวกับเวลาเป็นคำสั่งที่ใช้เพื่อหน่วงเวลาการทำงาน หรือเมื่อต้องการให้ GoGo Board ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นเวลานาน เช่น

ab, on wait 20 off ; สั่งให้มอเตอร์ AB ทำงาน หน่วงเวลา 2 วินาที แล้วหยุดทำงาน
จากคำสั่งข้างต้นจะทำให้มอเตอร์ AB หมุนเป็นเวลา 2 วินาที ซึ่งจะมีค่าเท่ากับที่เราใช้คำสั่ง
ab, onfor 20 ; สั่งให้มอเตอร์ AB ทำงานเป็นเวลา 2 วินาที

โดยปกติเมื่อ Gogo Board เริ่มต้นทำงาน ตัวนับเวลาหรือไทมเมอร์ (timer) จะเริ่มทำงานตามไปด้วย และเพิ่มค่าขึ้นไปเรื่อยๆ หากต้องการให้ตัวนับเวลาค่าในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่ง จะต้องรีเซ็ตหรือเคลียร์ค่าตัวนับเวลาก่อนด้วยคำสั่ง **resett** นี้ เมื่อ Gogo Board ทำงานต่อ ค่าตัวนับเวลาจะเริ่มต้นเป็น 1 ใหม่ เมื่อถึงช่วงเวลาที่ต้องการอาจให้ตัวนับเวลาทำการส่งค่าเวลาออกมาผ่านทางหน้าต่าง Monitor โดยใช้คำสั่ง **send timer** เช่น

to time	; สร้างโปรแกรมที่ชื่อว่า time
resett	; ตั้งค่าการนับเวลาให้เป็นศูนย์ (0)
a, onfor 30	; สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน 3 วินาที
b, onfor 20	; สั่งให้มอเตอร์ B ทำงาน 3 วินาที
send timer	; ส่งค่าเวลาไปแสดงยังช่องแสดงผล (monitor) ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 5000
end	; จบโปรแกรม

คำสั่งเกี่ยวกับเสียงและไฟสำหรับผู้ใช้งาน (Sound and User LED)

beep	เป็นคำสั่งให้ส่งเสียง “บี๊” (beep)
ledon	เป็นคำสั่งให้ไฟสำหรับผู้ใช้งานเปิด
ledoff	เป็นคำสั่งให้ไฟสำหรับผู้ใช้งานปิด

GoGo Board มีลำโพงเปียโซ และหลอดไฟ ซึ่งมีไว้สำหรับสั่งงานด้วยการเขียนโปรแกรมนั้น เราจึงสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมได้ดังตัวอย่าง

to sound-light	; สร้างโปรแกรมชื่อ sound-light
wait 10	; เว้นจังหวะการทำงาน 1 วินาที
beep wait 10 beep	; สั่งให้ส่ง “ บี๊ป ” เว้นจังหวะ 1 วินาที แล้วส่งเสียง “ บี๊ป ” อีกครั้ง
ledon wait 20 ledoff	; สั่งให้เปิดไฟสำหรับผู้ใช้งาน เว้นจังหวะ 2 วินาที แล้วปิดไฟสำหรับผู้ใช้งาน
sound-light	; สั่งให้ทำงานตามโปรแกรม sound-light อีกครั้ง
end	; จบโปรแกรม

คำสั่งเกี่ยวกับตัวตรวจจับ (Sensors)

sensor1	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 1 (sensor 1) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor2	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 2 (sensor 2) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor3	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 3 (sensor 3) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor4	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 4 (sensor 4) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor5	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 5 (sensor 5) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor6	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 6 (sensor 6) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor7	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 7 (sensor 7) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
sensor8	เป็นคำสั่งให้อ่านค่าจากตัวตรวจจับ 8 (sensor 8) โดยจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1023
switch1	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 1 (switch 1) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”
switch2	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 2 (switch 2) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”
switch3	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 3 (switch 3) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”
switch4	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 4 (switch 4) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”
switch5	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 5 (switch 5) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”

switch6	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 6 (switch 6) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”
switch7	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 7 (switch 7) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”
switch8	เป็นคำสั่งตรวจสอบการถูกกดของสวิตช์ 8 (switch 8) โดยจะมีค่าเป็น จริง ถ้าสวิตช์ “ถูกกด” และจะมีค่าเป็น เท็จ ถ้าสวิตช์ “ไม่ถูกกด”

Gogo Board มีช่องต่อเซนเซอร์ทั้งหมด 8 ช่อง โดยอุปกรณ์หลายชนิดที่สามารถนำมาใช้งานกับช่องต่อเซนเซอร์นี้ได้ เช่น

- อุปกรณ์ที่มีสถานะเปิด/ปิด เช่น ปุ่ม หรือ สวิตช์ชนิดต่างๆ
 - เซนเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของตัวเอง เช่น เซนเซอร์แสง หรือ เซนเซอร์อุณหภูมิ
 - อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ที่ทำให้เกิดความต่างศักย์ (voltage) ระหว่าง 0 ถึง 5 โวลต์
- คำสั่งที่ใช้อ่านค่าเซนเซอร์มีอยู่สองแบบด้วยกัน แบบแรกเรียกว่า switch ซึ่งจะส่งค่าจริงหรือเท็จกลับมาเท่านั้น (ใช้กับเซนเซอร์ที่มีสองสถานะคือเปิดหรือปิด) แบบที่สองคือ sensor ซึ่งจะส่งค่าตัวเลขระหว่าง 0 ถึง 1023 ออกมา โดยค่าที่ได้จะขึ้นอยู่กับเซนเซอร์ที่ใช้ เช่น

```
waituntil [switch1] ; ส่งให้ค้อยจนกว่าสวิตช์ที่ต่อที่ช่องเซนเซอร์1 จะถูกกด
send sensor1 ; ส่งค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ 1 ไปแสดงยัง monitor
```

คำสั่งเกี่ยวกับการควบคุม (Control)

loop [คำสั่ง]	เป็นคำสั่งให้วนทำงานตาม คำสั่ง ที่กำหนด อย่างไม่มีสิ้นสุด
repeat จำนวนครั้ง [คำสั่ง]	เป็นคำสั่งให้ทำงานตาม คำสั่ง ที่กำหนด เป็น จำนวนครั้ง ตามที่กำหนดไว้ โดยค่าของ จำนวนครั้ง นั้น จะเป็นตัวเลขคงที่หรือค่าตัวแปรที่ได้จากการคำนวณก็ได้
if เงื่อนไข [คำสั่ง]	เป็นคำสั่งตรวจสอบ เงื่อนไข ถ้าเป็นจริงจะทำตาม คำสั่ง
ifelse เงื่อนไข [คำสั่ง1] [คำสั่ง2]	เป็นคำสั่งตรวจสอบ เงื่อนไข ถ้าเป็นจริง จะทำตาม คำสั่ง1 ถ้าเป็นเท็จจะทำตาม คำสั่ง2
waituntil [เงื่อนไข]	เป็นคำสั่งตรวจสอบ เงื่อนไข โดยจะวนตรวจสอบเงื่อนไขนั้นจนกว่าเงื่อนไขจะเป็นจริง จึงจะทำคำสั่งถัดไป
stop	เป็นคำสั่งหยุดการทำงานของโปรแกรมย่อยปัจจุบัน แล้วไปทำคำสั่งถัดไปของโปรแกรมหลัก
stop!	เป็นคำสั่งหยุดการทำงานทั้งหมด

output คำ

เป็นคำสั่งส่งค่าของผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ หรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดผลลัพธ์นั้นแล้วหยุดทำงานของโปรแกรมนั้นทันที เช่น

if $n > 2$ [output 0] เป็นการกำหนดเงื่อนไขว่า ถ้า n มากกว่า 2 ให้ส่งค่าออกมาเป็น 0 แล้วหยุดทำงานในโปรแกรมนั้น

GoGo Board มีคำสั่งโครงสร้างชุดเล็กๆ ที่มีประโยชน์มาก คำสั่งเหล่านี้ประกอบไปด้วยคำสั่งที่ใช้ในการวนรอบ (เช่น loop, repeat), ทดสอบเงื่อนไข (เช่น if, ifelse), รอแบบมีเงื่อนไข (เช่น waituntil), และคำสั่งจบการทำงานของโปรแกรม (เช่น stop, stop!, output) ซึ่งสามารถยกตัวอย่างได้ดังนี้

โปรแกรมต่อไปนี้จะทำให้มอเตอร์ A หมุนกลับไปกลับมา 10 ครั้ง

```
to flippy                                ; สร้างโปรแกรมที่ชื่อ flippy
  repeat 10 [a, onfor 10 rd]             ; ทำงานตามคำสั่งใน [ ] 10 ครั้ง
end                                       ; จบโปรแกรม flippy
```

สำหรับโปรแกรม 2 โปรแกรมต่อไปนี้เป็นตัวอย่างโปรแกรมที่จะทำให้มอเตอร์ A หมุนกลับไปกลับมาๆ ไม่มีวันสิ้นสุด

```
to flippy-forever-1                     ; สร้างโปรแกรมที่ชื่อ flippy-forever-1
  loop [a, onfor 10 rd]                  ; วนทำงานตามคำสั่งใน [ ] ไม่รู้จบ
end                                       ; จบโปรแกรม flippy-forever-1

to flippy-forever-2                     ; สร้างโปรแกรมที่ชื่อ flippy-forever-2
  a, onfor 10 rd                          ; สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน 1 วินาที และกลับชั่วคราวหมุน
  flippy-forever-2                       ; กลับไปทำงานตามโปรแกรมอีกครั้ง
end                                       ; จบโปรแกรม flippy-forever-2
```

จะสังเกตได้ว่าทั้ง 2 โปรแกรม จะให้ผลลัพธ์ออกมาเหมือนกัน แต่โปรแกรมที่ 2 จะเป็นวิธีการหลีกเลี่ยงการใช้คำสั่ง loop ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพมากกว่า

โปรแกรมต่อไปนี้จะทำการเปิดมอเตอร์ A แล้วรอจนกว่าสวิตช์ B ถูกกด แล้วจึงปิดมอเตอร์

```
to on-wait-off                           ; สร้างโปรแกรมที่ชื่อ on-wait-off
  a, on                                  ; สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน
  waituntil [switch2]                   ; รอจนกว่าสวิตช์ที่ต่อในช่องเซนเซอร์ 2 ถูกกด
  off                                    ; สั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน
end                                       ; จบโปรแกรม on-wait-off
```

โปรแกรมต่อไปนี้จะทำการเปิดมอเตอร์ A แล้วสั่งให้หน่วยตรวจสอบหรืออ่านค่าสวิตช์ B ซ้ำๆ ถ้าสวิตช์ถูกกดมอเตอร์ A จะหมุนไป "ทางนี้" แต่ถ้าสวิตช์ไม่ถูกกดมอเตอร์จะหมุนไป "ทางนั้น"


```

to switch-controls-direction      ; สร้างโปรแกรมที่ชื่อ switch-controls-direction
  a, on                          ; สั่งให้มอเตอร์ A ทำงาน
  loop [                          ; วนทำงานตามคำสั่งใน [ ] ไม่รู้จบ
    ifelse switch2 [thisway] [thatway] ; ถ้าสวิตช์2 ถูกกดให้ทำตาม [thisway]
  ]                               ; แต่ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขอื่นๆ ให้ทำตาม [thatway]
end                               ; จบโปรแกรม switch-controls-direction

```

คำสั่งเกี่ยวกับการคำนวณ (Numbers)

+	การบวก
-	การลบ
*	การคูณ
/	การหาร
%	การหารแบบเอาเศษ เช่น $7 \div 5 = 1$ เศษ 2 ผลลัพธ์คือ 2
=	การเท่ากับ ใช้ในการเปรียบเทียบ
>	การมากกว่า ใช้ในการเปรียบเทียบ
<	การน้อยกว่า ใช้ในการเปรียบเทียบ
เงื่อนไข1 and เงื่อนไข2	ตรรกะ และ เป็นคำสั่งคำนวณตรรกศาสตร์ ซึ่งตรรกะนี้จะ เป็น “จริง” เมื่อทั้ง เงื่อนไข1 และ เงื่อนไข2 เป็นจริง
เงื่อนไข1 or เงื่อนไข2	ตรรกะ หรือ เป็นคำสั่งคำนวณตรรกศาสตร์ ซึ่งตรรกะนี้จะ เป็น “จริง” เมื่อ เงื่อนไข1 หรือ เงื่อนไข2 เป็นจริง หรือเป็นจริงทั้งคู่
เงื่อนไข1 xor เงื่อนไข2	ตรรกะ และหรือ เป็นคำสั่งคำนวณตรรกศาสตร์ ซึ่งตรรกะนี้จะ เป็น “จริง” เมื่อ <i>เงื่อนไขใดเงื่อนไข</i> หนึ่งเป็นจริง และอีก <i>เงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่ง</i> เป็นเท็จ
not คำ	ตรรกะ ไม่ ใช้ในการกลับสถานะตรรกศาสตร์ จากจริงเป็นเท็จ หรือจากเท็จเป็นจริง
random	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสุ่มค่าตัวเลข ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 32767

GoGo Board ใช้ระบบตัวเลขขนาด 16 บิต ซึ่งหมายความว่าค่าตัวเลขที่สามารถใช้งานได้จะอยู่ระหว่าง -32768 ถึง +32767 สำหรับการใช้อุปกรณ์ทางคณิตศาสตร์จะต้องมีการเว้นวรรคทั้งสองด้านเสมอ เช่น ต้องการบวก 3 กับ 4 ต้องเขียนเป็น 3 + 4 (เว้นวรรคหน้าและหลังเครื่องหมายบวก) ไม่ใช่ 3+4

ในการคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์ใน GoGo Board นั้นไม่ได้ใช้ระบบลำดับความสำคัญของเครื่องหมายคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานทั่วไป แต่จะถือเอาตามลำดับการเขียนเรียงจากซ้ายไปขวา ยกตัวอย่างเช่น $3 + 4 * 5$ จะมีค่าเท่ากับ 35 เพราะ GoGo Board จะทำ $3 + 4$ แล้วคูณผลลัพธ์ด้วย 5 (ซึ่งต่างจากมาตรฐานการประมวลผลในภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป ซึ่งจะถือว่า * สำคัญกว่า + ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็น $4*5$ แล้วบวกด้วย 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 23) ดังนั้นถ้าต้องการให้ GoGo Board คำนวณในแบบปกติ ให้ใช้วงเล็บช่วยกำหนดลำดับการคำนวณก่อนหลัง เช่น $(3 + (4 * 5))$ ค่าที่ได้คือ 23

คำสั่งเกี่ยวกับการส่งค่าและรับค่า (Input and Output)

การรับค่า (Inputs) เราสามารถกำหนดโปรแกรม ให้ทำการรับค่าได้ ซึ่งค่าดังกล่าวจะกลายเป็นตัวแปรของโปรแกรมนั้นๆ (local variable) การกำหนดการรับค่าจะทำได้โดยใช้เครื่องหมาย colon (:) เช่น โปรแกรมชื่อ flash จะมีการรับค่าหนึ่งค่า (ชื่อว่า n) ค่าที่รับเข้ามานี้ถูกใช้ในการกำหนดจำนวนครั้งการวนรอบของคำสั่ง repeat

```
to flash :n ; สร้างโปรแกรมชื่อ flash พร้อมคำสั่งการรับค่า :n
  repeat :n [a, onfor 5 wait 5] ; ทำงานตามคำสั่งใน [ ] จำนวน n ครั้ง
end ; จบโปรแกรม flash
```

เมื่อเรียกใช้โปรแกรมนี้นี้จะต้องตามด้วยค่าตัวเลขหนึ่งค่าเสมอ เช่น flash 5, flash 10, flash 20, ฯลฯ โปรแกรมสามารถรับค่ากี่ค่าก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติจะขึ้นอยู่กับหน่วยความจำที่เหลือน้อยของ GoGo Board

การส่งค่า (Outputs) โปรแกรมสามารถส่งค่ากลับได้โดยใช้คำสั่ง output เมื่อโปรแกรมเรียกใช้คำสั่งดังกล่าวแล้ว โปรแกรมดังกล่าวจะจบการทำงานทันที เช่น โปรแกรม detect จะทำการส่งค่า 0, 1, หรือ 2 ขึ้นอยู่กับค่าของเซนเซอร์ 1

```
to detect ; สร้างโปรแกรมชื่อ
  if sensor1 < 30 [output 1] ; ถ้า sensor1 < 30 ให้ส่งค่า 1 แล้วหยุดทำงานโปรแกรมนั้น
  if sensor1 > 50 [output 2] ; ถ้า sensor1 > 50 ให้ส่งค่า 2 แล้วหยุดทำงานโปรแกรมนั้น
  output 3 ; ให้ส่งค่า 3 แล้วหยุดทำงานโปรแกรมนั้น
end ; จบโปรแกรม
```

ในตัวอย่างนี้ถ้าค่าเซนเซอร์นี้น้อยกว่า 30 โปรแกรมจะส่งค่า 1 แต่ถ้าค่าเซนเซอร์มากกว่า 30 คำสั่งถัดไปจะทำงาน ซึ่งจะทดสอบว่าถ้าค่าดังกล่าวน้อยกว่า 50 โปรแกรมจะส่งค่า 2 สุดท้ายถ้าค่าเซนเซอร์ไม่น้อยกว่า 50 โปรแกรมจะส่งค่า 3

ข้อควรระวัง ถ้าตัดสินใจใช้คำสั่ง output แล้ว จะต้องตรวจสอบให้แน่ใจเสมอว่าโปรแกรมนั้นจะมีการส่งค่าไม่ว่าในกรณีใดๆ (นั่นคือโปรแกรม จะส่งค่าบ้างไม่ส่งค่าบ้างไม่ได้) การทำงานของ GoGo Board จะล้มเหลวทันที ถ้าโปรแกรมนั้นจบการทำงานโดยไม่มีการส่งค่า

คำสั่งประกาศตัวแปรและกำหนดค่า (Global Variables)

global [ชื่อตัวแปร]	เป็นคำสั่งสร้างตัวแปร เช่น <code>global [n1 n2]</code> เป็นการสร้างตัวแปรขึ้นมา 2 ตัว ชื่อ <code>n1</code> และ <code>n2</code> โดยสามารถกำหนดได้สูงสุด 16 ตัวแปร
set ชื่อตัวแปร	เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปรที่สร้างขึ้นจากคำสั่ง <code>global</code> เช่น <code>setn1 3</code> เป็นการกำหนดให้ตัวแปร <code>n1</code> มีค่าเท่ากับ 3
array [ชื่ออะเรย์ ขนาดของอะเรย์]	เป็นคำสั่งสร้างอะเรย์ เพื่อให้สำหรับการบันทึกต่างๆ ลงในหน่วยความจำถาวร เช่น <code>array [cat 50, dog 25]</code> เป็นการสร้างอะเรย์ที่ชื่อ <code>cat</code> ที่มีขนาดสำหรับเก็บค่าเท่ากับ 50 ตำแหน่ง และอะเรย์ที่ชื่อ <code>dog</code> ที่มีขนาดสำหรับเก็บค่าเท่ากับ 25 ตำแหน่ง ขึ้นมา สำหรับคำสั่งที่ใช้ในการอ่านค่าจากอะเรย์ที่สร้างขึ้นคือ aget และ aset สำหรับการเขียนค่า
aget ชื่ออะเรย์ ตำแหน่ง	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการอ่านค่าจากอะเรย์ เช่น <code>send aget cat 31</code> เป็นการส่งให้ส่งค่าที่อ่านจากอะเรย์ที่ชื่อ <code>cat</code> ตำแหน่งที่ 31 ไปแสดงยัง <code>monitor</code>
aset ชื่ออะเรย์ ตำแหน่ง ค่า	เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเขียนค่าลงในอะเรย์ เช่น <code>aset cat 31 1000</code> เป็นการสั่งให้เขียนข้อมูล 1000 ลงในอะเรย์ <code>cat</code> ตำแหน่งที่ 31

การประกาศตัวแปรและการกำหนดค่าของ GoGo Board นั้นจะใช้คำสั่ง `global` และ `set` ตามลำดับ โดยตัวแปร `global` นี้จะถูกจัดเก็บในหน่วยความจำชั่วคราว (RAM) ซึ่งจะต้องมีไฟเลี้ยงอยู่เสมอ ดังนั้นค่าตัวแปรจะสูญหายเมื่อปิด GoGo Board ในกรณีที่ต้องการให้ข้อมูลคงอยู่แม้ไม่มีไฟเลี้ยง ให้ใช้คำสั่ง "บันทึก" และ "เรียกคืน" ค่า หรือเก็บข้อมูลในรูปแบบอะเรย์ (array) โดยหน่วยความจำแบบนี้ไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยง ซึ่งสามารถพิจารณาตัวอย่างการใช้งานได้ดังนี้

โปรแกรม `demo1` จะทำการสร้างตัวแปร `global` ชื่อ `n` แล้วกำหนดให้ค่าที่อ่านได้จาก `sensor1` เก็บไว้ในตัวแปร `n` แล้วนำตัวแปร `n` ไปเปรียบเทียบกับ ถ้าตัวแปร `n` มีค่าน้อยกว่า 50 มอเตอร์ A จะทำงาน 1 วินาที แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 70 มอเตอร์ B จะทำงาน 1 วินาที

```

global [n]                ; สร้างตัวแปรชื่อว่า n
to demo1                  ; สร้างโปรแกรมชื่อ demo
  setn sensor1             ; กำหนดตัวแปร n ให้มีค่าเท่ากับ sensor1
  send n                   ; ส่งค่าตัวแปร n ไปแสดงยัง monitor
  if n < 50 [a, onfor 10]   ; ถ้าค่า n น้อยกว่า 50 ให้ A เปิด 1 วินาที
  if n > 70 [b, onfor 10]   ; ถ้าค่า n มากกว่า 70 ให้ B เปิด 1 วินาที
  demo                     ; ให้ทำงานตามโปรแกรม demo อีกครั้ง
end                         ; จบโปรแกรม

```

โปรแกรม `demo2` เป็นโปรแกรมสร้างอะเรย์ และเขียนข้อมูลที่อ่านได้จากเซนเซอร์ลงในอะเรย์ที่สร้างขึ้น

```

to demo2                ; สร้างโปรแกรมชื่อ demo 3
    array [cat 10 dog 50] ; สร้างอะเรย์ cat ขนาด 10 ตำแหน่ง และอะเรย์ dog ขนาด 50 ตำแหน่ง
    aset cat 11 sensor1   ; เขียนข้อมูลที่อ่านได้จาก sensor1 ลงในอะเรย์ cat ตำแหน่งที่ 11
    aset dog 31 sensor2   ; เขียนข้อมูลที่อ่านได้จาก sensor2 ลงในอะเรย์ dog ตำแหน่งที่ 31
end                        ; จบโปรแกรม

สำหรับโปรแกรม demo3 เป็นโปรแกรมอ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในอะเรย์ไปแสดงยัง monitor
to demo3                ; สร้างโปรแกรมชื่อ demo 3
    send clicks 11        ; อ่านค่าตำแหน่ง 11 จากอะเรย์ที่ชื่อ clicks ไปแสดงยัง monitor
    send clacks 31        ; อ่านค่าตำแหน่ง 31 จากอะเรย์ที่ชื่อ clacks ไปแสดงยัง monitor
end                        ; จบโปรแกรม

```

คำสั่งบันทึกและเรียกคือข้อมูล (Data Recording and Playback)

setdp ตำแหน่ง	เป็นคำสั่งใช้กำหนดหรือระบุตำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล
resetdp	เป็นคำสั่งใช้กำหนดหรือระบุให้ค่าตัวชี้ตำแหน่งกลายเป็น 0 เพื่อให้กลับไปชี้ข้อมูลตัวแรกอีกครั้ง
record ค่า	เป็นคำสั่งให้เขียนข้อมูลลงในตำแหน่งปัจจุบัน แล้วเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งไปยังตำแหน่งถัดไป
recall ค่า	เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านข้อมูลจากตำแหน่งปัจจุบัน เมื่ออ่านแล้วให้เลื่อนตัวชี้ตำแหน่งไปยังตำแหน่งถัดไป
erase ตำแหน่ง	เป็นคำสั่งที่กำหนดให้ข้อมูลในตำแหน่งระบุกลายเป็น 0 แล้วเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งมาที่ตำแหน่งดังกล่าวด้วย

GoGo Board มีหน่วยความจำอะเรย์ หรือพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลขนาด 3,200 ตำแหน่ง ซึ่งเราสามารถใส่คำสั่ง record เพื่อบันทึกข้อมูล และ recall เพื่ออ่านข้อมูลที่ได้นบันทึกไว้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

โปรแกรม record-data เป็นโปรแกรมบันทึกค่าที่ได้จาก sensor1 ลงในหน่วยความจำทุกๆ 1 วินาที จนครบ 10 ตำแหน่ง

```

to record-data                ; สร้างโปรแกรม record-data
    setdp 0                    ; ระบุตำแหน่งของพื้นที่ที่ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล
    repeat 10 [record sensor1 wait 10] ; บันทึกค่าที่อ่านได้จาก sensor1 จำนวน 10
    ครั้ง                        ;
end                            ; จบโปรแกรม record-data

```

ส่วนโปรแกรม recall-data จะเป็นโปรแกรมอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำไปแสดงที่หน้าต่าง มอนิเตอร์ทุก 0.5 วินาที จนครบ 10 ตำแหน่ง

```
to recall-data                ; สร้างโปรแกรมชื่อ recall-data
  setdp 0                    ; ระบุตำแหน่งของพื้นที่ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูล
  repeat 10 [send recall wait 5] ; อ่านค่าที่ถูกบันทึกไว้ แล้วส่งไปยัง monitor จำนวน 10 ครั้ง
end                            ; จบโปรแกรม recall-data
```

ข้อควรระวัง GoGo Board ไม่มีการตรวจสอบว่าการบันทึกข้อมูลเกินขอบเขตหรือไม่ (มากกว่า 3,200 ตำแหน่ง) ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความผิดพลาดกับข้อมูลหรือโปรแกรมส่วนอื่น

คำสั่งเกี่ยวกับการสื่อสารทางพอร์ตอนุกรม (Serial Communication)

send คำ	เป็นคำสั่งส่ง คำ ต่างๆ ผ่านทางพอร์ตอนุกรม (serial port) ไปแสดงยัง monitor เช่น send sensor1 เป็นการส่งค่าที่อ่านได้จากตัวตรวจจับที่ 1 ไปแสดงยัง monitor
serial	เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับอ่านค่า หรือรายงานค่า ที่ได้รับทางพอร์ตอนุกรม (serial port)
newserial?	เป็นคำสั่งตรวจสอบการรับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม (serial port) โดยจะมีสถานะเป็น “จริง” เมื่อได้รับข้อมูล และถ้าไม่ได้รับข้อมูลจะมีสถานะเป็น “เท็จ”

GoGo Board สามารถส่งและรับข้อมูลระหว่างกันผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ได้โดยใช้คำสั่ง send และ serial ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีคำสั่ง newserial? ทำการตรวจสอบการได้รับค่าทางพอร์ตอนุกรม โดยจะมีสถานะเป็น “จริง” เมื่อได้รับข้อมูล และเป็น “เท็จ” ถ้าไม่ได้รับข้อมูล

ลองพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้ GoGo Board ตัวที่หนึ่งจะใช้โปรแกรมชื่อ sender เพื่อทำการส่งข้อมูลไปยัง GoGo Board ตัวที่สอง, โดยค่าที่ส่งจะเป็นค่าสุ่มระหว่าง 0 ถึง 2

```
to sender                    ; สร้างโปรแกรมชื่อ sender
  send random % 3           ; ส่งเศษผลหารตัวเลขที่เกิดจากการสุ่มกับ 3 ออกทาง serial
port                          port
  beep                      ; ส่งเสียง “บี๊”
  wait 30                   ; รอ 3 วินาที
  sender                    ; กลับไปทำงานตามโปรแกรม sender อีกครั้ง
end                          ; จบโปรแกรม sender
```

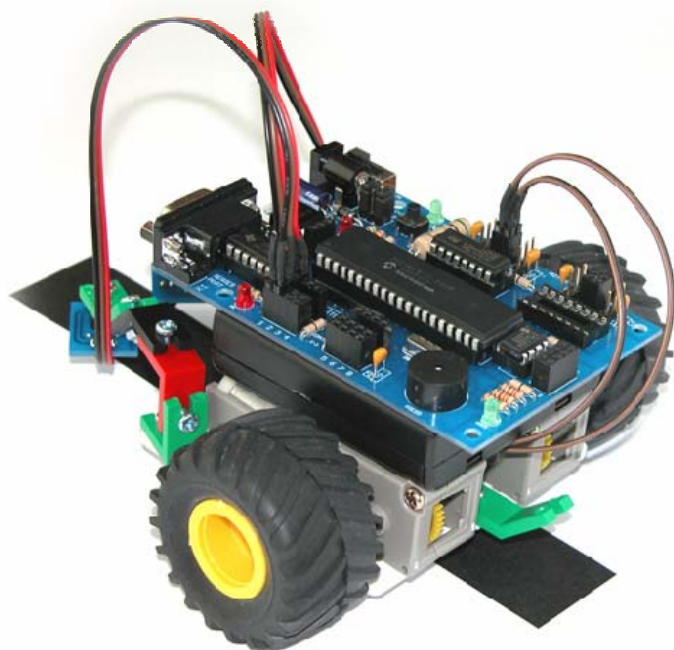
คำสั่ง `random % 3` จะสร้างค่า 0, 1, หรือ 2 ซึ่งเป็นผลจากการใช้เครื่องหมาย "หารเอาเศษ" ค่าที่ได้จะถูกส่งโดยคำสั่ง `send` หลังจากนั้น ก็จะส่งเสียง beeps และรอ 3 วินาที ก่อนที่จะวนส่งค่าออกไปอีกครั้ง

ใน GoGo Board ตัวที่สองจะใช้โปรแกรม ชื่อ `doit` เพื่อทำการรับค่าที่ GoGo Board ตัวที่หนึ่งส่งออกมา แล้วจะทำการเปิดมอเตอร์ A, มอเตอร์ B หรือเปิดทั้งมอเตอร์ A และ B ขึ้นอยู่กับค่าที่ได้รับ นี้

```

to doit                                ; สร้างโปรแกรมชื่อ doit
  waituntil [new serial?]              ; รอจนกว่าจะมีสัญญาณที่ส่งมาทาง serial port
  if serial = 0 [a, onfor 10]          ; ถ้าสัญญาณที่ส่งมามีค่าเท่ากับ 1 ให้ทำงาน [a, onfor
10]
  if serial = 1 [b, onfor 10]          ; ถ้าสัญญาณที่ส่งมามีค่าเท่ากับ 1 ให้ทำงาน [b, onfor
10]
  if serial = 2 [ab, onfor 10]         ; ถ้าสัญญาณที่ส่งมามีค่าเท่ากับ 1 ให้ทำงาน [ab, onfor
10]
  doit                                ; กลับไปทำงานตามโปรแกรม doit อีกครั้ง
end                                    ; จบโปรแกรม doit

```



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นายเชษฐ ศิริสวัสดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	วันจันทร์ที่ 9 เดือน กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2519
สถานที่เกิด	จังหวัดสกลนคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1063 ตำบลท่าแร่ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47230

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2536	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2540	สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2545	สำเร็จการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตรและการสอน (การสอนฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาหลักสูตรการศึกษาดุษฎีบัณฑิต (กศ.ด.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ