

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญานิพนธ์
ของ
อมฤทธิ์ บุพโต

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2548

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๑
๕๙๙๗๑๐๙๘๕
๑๙๙๗

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ
ของ
อมฤทธิ์ บุพโต

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

พฤษภาคม 2548

(๗)

๒๕๔๘

อมฤต บุษโศ. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ธนุกฤติ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชัย บวรกิตติวงศ์.

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีสอนปกติจากครูผู้สอน ส่วนกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยผู้เรียนสามารถใช้บทเรียนนี้ในรูปแบบ ปฏิสัมพันธ์ มีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนซึ่งเป็นแบบฝึกหัดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการสุ่มแต่ละครั้ง ของโปรแกรม ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการเรียน 12 คาบ หลังจากทั้งสองกลุ่มเรียนจบแล้วจึงทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น นอกจากนี้ผู้วิจัย ได้วัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของ นักเรียนกลุ่มทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดย วิธีสอนปกติไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียดีกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01

THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTERIZED LESSON ON LINEAR
PROGRAMMING FOR MATHAYOMSUKSA V STUDENTS.

AN ABSTRACT
BY
AMARIT BUPATO

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Mathematics
at Srinakharinwirot University
May 2005

Amarit Bupato. (2005). *The Development of Multimedia Computerized Lesson on Linear Programming for Mathayomsuksa V Students*. Master Thesis, M.Ed.(Mathematics). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committees : Assoc. Prof. Yongyuth Tanugrit, Asst. Prof. Apichai Bowarnkitiwong.

The purposes of this study were 1) to develop a Multimedia Computer Lesson on Linear Programming for Mathayomsuksa V students 2) to compare the mathematics learning achievement between different instructional methods and 3) to compare the attitude toward mathematics of the students in a experimental group, before and after learning through the Multimedia Computer Lesson on Linear Programming.

The subjects of this study consisted of Mathayomsuksa V students of Pattharaborphit school, Buriram in academic year 2004. The experimental and control groups consisted of 40 students each. The control group learned by traditional instructional approach while the experimental group studied the interactive Multimedia Computer Lesson on Linear Programming developed by the researcher. Moreover, there was a summative test which was randomly sampling by computer for each experimental student. It took 12 periods for both groups to study the material. Then, for both groups the achievement test developed by researcher was administered. A questionnaire on attitude toward mathematics was given to the experimental group before and after learning the Multimedia Computer Lesson.

The findings reveal the following:

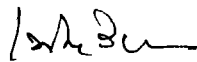
1. No significant difference at .05 in the mathematics learning achievement between different instructional methods.
2. Significant difference in the students' attitude toward mathematics in the experimental group, before and after learning through Multimedia Computer Lesson on Linear Programming was found to exist at the level of .01, with after learning having higher attitude mean score more than before learning.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการแข่งขัน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

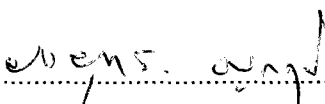
ของ
นายอมฤทธิ์ บุพโต

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



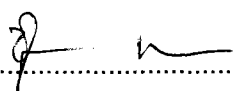
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่ !.... เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ยงยุทธ ธนุกฤติ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อภิชัย บวรกิตติวงศ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์เมตต์ แยมวงษ์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชุตินิวัณ เพ็ญเพียร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ฐนุกฤติ ประธาน
ควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิชัย บวรกิตติวงศ์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
ที่อุทิศเวลาอันมีค่า กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่ง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ได้
ปริญญานิพนธ์ที่มีความสมบูรณ์และมีคุณค่ามากขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ยงยุทธ ฐนุกฤติ อาจารย์เมตต์ แยมวงษ์
อาจารย์หนูชัย ภูอุดม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์บรรลุ ช่อชู อาจารย์บุญเยี่ยม โพธิ์เงิน ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ
ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และอำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือที่ใช้ในการ
พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เมตต์ แยมวงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุตินรณ เพ็ญเพียร
ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้ข้อคิดเห็นในสิ่งที่เป็ประโยชน์ต่อผู้วิจัยจนทำให้
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ ตลอดจนคณะครูโรงเรียน
ภัทรพิตรทุกท่านที่สนับสนุนและให้กำลังใจในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง
ไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณพี่สุภาพร บุพโต และบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่สนับสนุนและ
ให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณน้องๆ นิสิตปริญญาโทสาขาวิชาเอกคณิตศาสตร์ รุ่นปี 2545 ทุกคนที่ให้
ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณพรพิศ ศรีชาคำ
คุณอาคเนย์ ฉัตรบรรยงค์ และคุณจอน เมฆสว่าง ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำผู้วิจัยตลอดในการทำ
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายที่เกิดขึ้นจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่อง
บูชาแด่บิดา มารดา ตลอดจนครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อมฤทัย บุพโต

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	5
เนื้อหาที่พัฒนาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	6
ตัวแปรที่ศึกษา.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมติฐานของการวิจัย	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย.....	9
ความหมายของมัลติมีเดีย.....	9
ประเภทของมัลติมีเดีย.....	10
องค์ประกอบของมัลติมีเดีย.....	11
อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย.....	12
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	15
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	15
ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	18
ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	18
การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	19
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ	33
ความหมายของเจตคติ.....	33
องค์ประกอบของเจตคติ.....	34
กระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงของเจตคติ.....	35
สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	35

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	37
การวัดเจตคติ.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	38
งานวิจัยต่างประเทศ.....	38
งานวิจัยในประเทศ.....	40
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับกำหนดการเชิงเส้น.....	42
ประวัติความเป็นมาของกำหนดการเชิงเส้น.....	42
ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น.....	43
การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหา.....	44
งานวิจัยที่เกี่ยวกับกำหนดการเชิงเส้น.....	46
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	49
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	50
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	68
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	68
สมมติฐานของการวิจัย.....	68
วิธีดำเนินการวิจัย.....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
สรุปผลการวิจัย.....	70

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
อภิปรายผลการวิจัย.....	70
ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	74
ภาคผนวก.....	81
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	143

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัย.....	57
2	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์ การแปรผันของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5	62
3	ผลการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)....	62
4	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการ เชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ.....	63
5	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย.....	63
6	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย.....	65
7	ผลการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลต่างคะแนนเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test).....	66
8	ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	67
9	ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการ เชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	83

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
10	คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....	85
11	คะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	86

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 การนำเสนอบทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Progression).....	16
2 การนำเสนอบทเรียนแบบอิสระ (Freeform, Hyperjumping).....	17
3 การนำเสนอบทเรียนแบบวงกลม (Circular Path).....	17
4 ผลงานแสดงกระบวนการเรียนการสอน 9 ชั้นของกาเย.....	26
5 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	55

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น ทำให้เป็นคนที่มีสมบูรณ์ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และมีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). 2544 : 1) การจัดหลักสูตรและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถผลักดันให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภูมิภาค จึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้คนไทยมีทักษะ กระบวนการ และเจตคติที่ดีทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ. 2544 : 1)

การจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และหมวด 9 มาตรา 66 ได้กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 13,37-38) ดังนั้น หลักของการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญคือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ให้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อ และเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนเป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน (สสวท. 2544 : 188) นักเรียนที่ใช้วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดคำนวณ การเขียนกราฟ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จะสามารถพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ (Develop Mathematical Ideas) ดีขึ้น และนักเรียนจะสามารถพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์มากขึ้น หากโรงเรียนมีการจัดโปรแกรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์มากขึ้น โปรแกรมการเรียนการสอนควรนำอิเล็กทรอนิกส์เทคโนโลยีมาช่วยเพื่อให้เด็กทุกคนรู้ เข้าใจ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกที่เจริญไปด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2543 : 4-18) ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์ในปัจจุบันได้ส่งผลให้ประเทศต่าง ๆ

นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการด้านการศึกษา การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน เป็นแนวทางหนึ่งที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่จะเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น (วรรณวิภา สุทธเกียรติ. 2544 : 48) ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องรู้จัก มีส่วนเกี่ยวข้องและเรียนรู้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นวงการทางด้านการศึกษาในปัจจุบันจึงได้นำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กันมากขึ้น ดังที่นักพิทย วิจารณ์ (2546 : 35) ได้กล่าวว่า ในวงการศึกษามีการนำความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มี ประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษามากขึ้น โดยเฉพาะสื่อทางการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งก็เป็นผลผลิตมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ สื่อมัลติมีเดีย ปัจจุบันมีการตื่นตัวในการใช้มากขึ้น ประวิทย์ สุดแก้ว (2538 : 116) กล่าวถึงผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมบทเรียนได้ผลดีในแง่ประหยัดเวลาของผู้สอนและช่วยผู้เรียนทบทวนความรู้ โดยให้แนวคิดเพิ่มขึ้นจากการเรียนในห้องเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้เรียนตามความสามารถของตนเอง ผู้ที่เรียนเร็วก็สามารถเรียนล่วงหน้าไปได้ ส่วนผู้ที่เรียนช้าก็สามารถทบทวนบทเรียนได้เองโดยไม่จำกัด ลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนการสอนได้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นนวัตกรรมที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ผสมผสานกันอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหาความรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ อย่างมีแบบแผน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีทักษะและประสบการณ์ด้านการใช้งานคอมพิวเตอร์ก็สามารถเรียนรู้ได้โดยง่าย จึงทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งเหมาะกับยุคที่เครื่องคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงแต่มีสมรรถนะสูงขึ้น โดยระยะแรกการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นการนำเสนอเนื้อหาในรูปข้อความผสมกับภาพนิ่ง เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2530 มีการนำอุปกรณ์หลายประเภท เช่น เครื่องวีดิทัศน์ เครื่องฉายสไลด์ และเครื่องเสียงเชื่อมต่อกัน โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นแกนกลางทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ ทำให้สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงรวมกันได้ ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2535 ได้มีการปรับปรุงวิธีการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยสอดแทรกเนื้อหาในรูปของเสียงและภาพเคลื่อนไหวเข้าเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งบทเรียนที่มีการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะนี้เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (ปัทมาพร เย็นบำรุง. 2541 : 67) คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในด้านการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหรือตัวกลางที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์จะมีศักยภาพในการนำเสนอเนื้อหา และการโต้ตอบกับผู้เรียนเสมือนกับมีครู จนทำให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้อย่างเข้าใจ คล้ายกับมีครูเป็นผู้สอน ประกอบกับคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการนำเสนอได้ทั้งภาพและเสียงตลอดจนภาพเคลื่อนไหว จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์น่าสนใจและน่าเรียนมากขึ้น จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทแทนสื่อต่าง ๆ และสามารถสื่อสารกับผู้เรียนในลักษณะการสื่อสาร

สองทาง ผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ได้มาก ในรูปของภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้เรียน การพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และการแข่งขันกันในการตลาดทำให้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบมีราคาถูกลง อุปกรณ์ มัลติมีเดีย การ์ดเสียง ซีดีรอม กลายเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนการสอน การนำเสนอข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ สามารถนำเสนอได้สมบูรณ์ทั้งข้อความ ภาพประกอบ เสียงประกอบ และภาพเคลื่อนไหว ในรูปของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย พร้อมด้วยข้อจำกัดของการขาดแคลนบุคลากรทางการศึกษาที่มีความรู้ความสามารถเฉพาะด้าน ทำให้กลายเป็นข้อดีของคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียที่สามารถตอบรับการศึกษา ที่ตอบสนองความเสมอภาคทางการศึกษา โดยสามารถจัดบทเรียนเป็นรูปแบบบทเรียนสื่อผสมทางคอมพิวเตอร์ในรูปของแผ่นซีดีรอม เพื่อใช้สำหรับเรียนเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จึงเป็นการเรียนจากบทเรียนที่มีความสมบูรณ์ที่สุด และได้เรียนจากครูซีดีรอมที่มีความรู้เฉพาะด้านได้อย่างทั่วถึงทั่วประเทศได้อย่างแท้จริง (พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2542 : 29-30) ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นทางเลือกหนึ่งในการเรียนการสอนสามารถตอบสนองรูปแบบของการเรียนของนักเรียนที่แตกต่างกันได้ สามารถจำลองสภาพการณ์ของวิชาต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ได้ นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการลงมือปฏิบัติ สามารถที่จะทบทวนขั้นตอนและกระบวนการได้เป็นอย่างดี และนักเรียนสามารถจะเรียนหรือฝึกซ้ำได้ จึงกล่าวได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทางการสอนและการศึกษา

กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่ใช้ในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้แก่กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เทคนิคกำหนดการเชิงเส้นนั้นได้ถูกคิดค้นขึ้นเมื่อประมาณปี ค.ศ. 1930 ในประเทศรัสเซีย และได้มีการพัฒนาต่อมาจนกระทั่งปัจจุบันมีการนำเทคนิคนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ทั้งในด้านอุตสาหกรรม ธุรกิจการเงิน การเกษตร เศรษฐกิจ การขนส่ง แต่อุปสรรคที่เกิดขึ้นในการใช้เทคนิคกำหนดการเชิงเส้นก็คือ ผู้ใช้จะต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างตัวแบบกำหนดการเชิงเส้น และวิธีการแก้ปัญหา (สุกัญญา เรืองสุวรรณ. 2542 : 76) กำหนดการเชิงเส้นเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการใช้เทคนิควิธีทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวกับการใช้กราฟแสดงคำตอบในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด จุดมุ่งหมายของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนมองเห็นคุณประโยชน์ของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กราฟเพื่อสำรวจหาคำตอบเป็นการช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาโดยการค้นพบ ทำให้ได้เห็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และมีความเชื่อมั่นในหลักการทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Karen. 1996 : 383) ในช่วงชั้นที่ 4 กำหนดการเชิงเส้น อยู่ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 4 : พิชคณิต ซึ่งถ้านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องกำหนดการเชิงเส้นที่ดีแล้วสามารถที่จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูงขึ้นไปได้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2546 : 171) ได้สังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2546 จำนวน 58 เล่ม ผลการสังเคราะห์งานวิจัยในช่วงชั้นที่ 4 พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในสาระที่ 4 พิชคณิต สาระการเรียนรู้

เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ด้านตีความจากโจทย์ ด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ และด้านการคิดคำนวณ วรณรัตน์ วิบูลสุข (2539 : บทคัดย่อ) ได้วินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “กำหนดการเชิงเส้น” ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ผลการวิจัยพบว่า เมื่อจำแนกตามเนื้อหา การแก้โจทย์ปัญหกำหนดการเชิงเส้นโดยใช้กราฟ บกพร่องมากที่สุด เมื่อจำแนกตามจุดประสงค์ การกำหนดตัวแปรของปัญหาบกพร่องมากที่สุด และจากงานวิจัยความต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบโรงเรียน (ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา. 2541 : 86) พบว่า มีเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่นักเรียนมีความต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเนื้อหาที่กำหนดการเชิงเส้นเป็นเนื้อหาหนึ่งที่นักเรียนมีความต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ด้วย

ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จึงสนใจที่จะสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น เนื่องจากคิดว่าการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพ ตามลำดับ ขั้นตอนของการสอน ทำให้ผู้เรียนมองเห็นวิธีแก้ปัญหาที่ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจได้ รวดเร็ว จดจำได้นาน มีข้อบกพร่องทางการเรียนน้อยลง มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากกว่าการสอนโดยการบรรยายหรือใช้สื่อที่ไม่สามารถทำภาพให้เคลื่อนที่ได้ และตรงกับความต้องการบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบโรงเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียที่จะพัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในโรงเรียนที่ครูมีงานสอนมาก โรงเรียนที่ขาดแคลนครู คณิตศาสตร์ และจะเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในกรณีที่ นักเรียนขาดเรียนหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนในห้องเรียน นักเรียนจะสามารถเรียนทบทวนเนื้อหา ด้วยตนเองได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย บทเรียนนี้ยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามระดับความสามารถ มีความเหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งนี้เพราะการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ผู้เรียนมีส่วนลงมือกระทำกิจกรรมร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นรายบุคคลในลักษณะ ของการสื่อสารสองทาง ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเองโดยไม่ต้องรอหรือเร่ง ให้ไปพร้อม ๆ กับเพื่อนในห้องเรียน อีกทั้งนักเรียนจะสามารถเรียนรู้เนื้อหาเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ทั้งในเชิงทฤษฎีและฝึกปฏิบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ประกอบกับการใช้กราฟิกหรือภาพที่สมบูรณ์ เพื่อสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องในเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ตลอดจนมีการประเมินผลเพื่อทราบระดับ ความก้าวหน้าหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาในแต่ละตอน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนา ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของนักเรียนและเพื่อใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ให้คุ้มค่าและเกิด ประโยชน์สูงสุด และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตัวเองได้
2. เป็นแนวทางในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. เป็นแนวทางในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Sampling) จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน จำนวน 206 คน ซึ่งทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถ จากนั้นจับสลากเลือก 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ส่วนนักเรียนอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลาในการเรียนการสอนทั้งสิ้น 12 คาบ ๆ ละ 60 นาที

และใช้เวลาในการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ

3. เนื้อหาที่พัฒนาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เนื้อหาประกอบด้วย

- 3.1 ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น
 - 3.2 กราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
 - 3.3 การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น
 - 3.4 การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีกราฟ
 - 3.5 การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่าง ๆ
- โดยใช้เนื้อหาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ วิธีสอน 2 วิธี ได้แก่ วิธีสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับวิธีสอนปกติ

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น
- 4.2.2 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย** หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอ บทเรียนโดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ในการผสมผสานภาพนิ่ง ข้อความ (Text) กราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และเสียง (Sound) ในการเสนอบทเรียนที่ได้จัดเรียงไว้เป็นลำดับขั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และทบทวนบทเรียนด้วยตนเอง โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา ตัวอย่าง แบบฝึกหัด ที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบกลับบทเรียนที่เสนอโดยผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ และแสดงผลย้อนกลับทันทีที่ผู้เรียนทำเสร็จไม่ว่าผู้เรียนจะตอบถูกหรือผิด รวมทั้งแสดงผลการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมคำแนะนำการเรียน

2. **วิธีสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย** หมายถึง การสอนให้ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้บันทึกไว้ในรูปแผ่นซีดีซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผู้เรียนดูคำแนะนำและวิธีใช้จากคู่มือนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมตามที่ระบุไว้ในคู่มือและให้ความช่วยเหลือเฉพาะปัญหาที่เกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเท่านั้น

3. **วิธีสอนปกติ** หมายถึง การสอนที่ครูผู้สอนประจำโรงเรียนสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นโดยเนื้อหาอิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ

5. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น ท่าที ความพึงพอใจ

ของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งในทางบวกและทางลบ ก่อนและหลังจากได้ศึกษาด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอน ปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนดีกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ซึ่งได้เรียบเรียงไว้ตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย
 - 1.1 ความหมายของมัลติมีเดีย
 - 1.2 ประเภทของมัลติมีเดีย
 - 1.3 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย
 - 1.4 อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.1 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.2 ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.3 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.4.1 หลักการเบื้องต้นในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.4.2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการสอนเนื้อหา
 - 2.4.3 ขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.4.4 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 2.4.5 การปรับปรุงและการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ
 - 3.1 ความหมายของเจตคติ
 - 3.2 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 3.3 กระบวนการเกิดและการเปลี่ยนแปลงของเจตคติ
 - 3.4 สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.4 การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.5 การวัดเจตคติ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับกำหนดการแข่งขัน
 - 5.1 ประวัติความเป็นมาของกำหนดการแข่งขัน
 - 5.2 ความหมายของกำหนดการแข่งขัน

5.3 การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหา

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับกำหนดการเชิงเส้น

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

1.1 ความหมายของมัลติมีเดีย (Multimedia)

มัลติมีเดีย (Multimedia) มีผู้ให้ความหมายไว้อย่างต่าง ๆ กัน ดังนี้

ทอมสัน (Thomson. 1994 : 16) ให้ความหมายของคำว่า มัลติมีเดีย หมายถึง วิธีการทางคอมพิวเตอร์ของการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้การติดต่อสื่อสารในหลายรูปแบบ เช่น อักษรกราฟิก และเสียง โดยเน้นที่การมีปฏิสัมพันธ์ต่อผู้ใช้

ฮอล (Hall. 1996) ให้ความหมายของคำว่า มัลติมีเดีย คือ โปรแกรมซอฟต์แวร์ที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งรวมถึงการนำเสนอข้อความ สี รูปภาพกราฟิก (Graphic images) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Audio sound) และภาพยนตร์วีดิทัศน์ (Full motion) ส่วนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ จะเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่รับการตอบสนองจากผู้ใช้โดยใช้คีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) หรือตัวชี้ (Pointer) เป็นต้น

ภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2537 : 4) ได้ให้ความหมายว่า มัลติมีเดีย เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่าง ๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกันในลักษณะของการผสมผสานอย่างเป็นระบบ เช่น อาจสร้างโปรแกรมให้มีการนำเสนองานที่เป็นข้อความ มีการเคลื่อนไหวจากวีดิทัศน์ประกอบ หรือมีเสียงบรรยายสลับกันไป สื่อที่จะเข้ามารวมในระบบมัลติมีเดีย อาจจะเป็นทั้งสัญญาณเสียง และสัญญาณภาพ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นอุปกรณ์ที่มีขีดความสามารถสูงสามารถใช้งานต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย

ตามความหมายของศัพท์คอมพิวเตอร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2538 : 96) หมายถึง 1. สื่อหลายแบบ 2. สื่อประสม

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2538 : 26) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ การประสมประสาน อักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและภาพวีดิทัศน์ สื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่ผู้ใช้โปรแกรม

ไพโรจน์ คชชา (2540 : 11) ให้ความหมาย มัลติมีเดีย ว่า มาจากรากศัพท์ 2 คำ คือ Multi หมายถึง หลาย ๆ อย่าง มากมาย กับคำว่า Media หมายถึง สื่อที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารสรุปได้ว่า มัลติมีเดีย คือ โปรแกรมอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้น โดยการนำสื่อผสมผสานด้านเสียง ภาพข้อความ และคอมพิวเตอร์ ให้มาทำงานร่วมกันให้เป็นระบบที่สมบูรณ์

พัลลภ พิริยะสุวรรณค์ (2541 : 10) สรุปความหมายของมัลติมีเดียได้ว่า มัลติมีเดีย คือ การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์ (Video) เป็นต้น และถ้าผู้ใช้สามารถที่จะควบคุมสื่อให้นำเสนอออกมาตามต้องการได้จะเรียกว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) การปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้สามารถจะกระทำได้โดยผ่านทางคีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) หรือตัวชี้ (Pointer) เป็นต้น การใช้มัลติมีเดียในลักษณะปฏิสัมพันธ์ ก็เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรม รวมถึงดูสื่อต่าง ๆ ด้วยตัวเองได้ สื่อต่าง ๆ ที่นำมารวบรวมไว้ในมัลติมีเดีย เช่น ภาพ เสียง วีดิทัศน์ จะช่วยให้เกิดความหลากหลายในการใช้คอมพิวเตอร์อันเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในแนวทางใหม่ที่ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจ เพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

จากความหมายและคำจำกัดความที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยพอจะสรุปได้ว่า มัลติมีเดีย คือ การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด ได้แก่ ข้อความ เสียง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ เป็นต้น เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอและควบคุมระบบการทำงาน โดยเน้นที่การมีปฏิสัมพันธ์ต่อผู้ใช้

1.2 ประเภทของมัลติมีเดีย

ลินดา (Linda. 1995 : 6-8) ได้แบ่งประเภทของมัลติมีเดียไว้ดังนี้

1.2.1 มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา (Education) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอน

1.2.2 มัลติมีเดียเพื่อการฝึกอบรม (Training) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อการฝึกอบรม

1.2.3 มัลติมีเดียเพื่อความบันเทิง (Entertainment) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อความบันเทิง เช่น ภาพยนตร์ การ์ตูน เพลง เป็นต้น

1.2.4 มัลติมีเดียเพื่องานด้านข่าวสาร (Information Access) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลข่าวสารด้านต่าง ๆ

1.2.5 มัลติมีเดียเพื่อการค้นคว้า (Book Adaptation) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมความรู้ต่าง ๆ เช่น แผนที่ แผนที่ภูมิประเทศต่าง ๆ ทำให้การค้นคว้าเป็นไปอย่างสนุกสนาน

1.2.6 มัลติมีเดียเพื่องานขายและการตลาด (Sales and Marketing) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลการขาย แหล่งซื้อขายสินค้าต่าง ๆ

1.3 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

ฮอลล์ (พัลลภ พิริยะสุวรรณค์. 2542 : 14-16 ; อ้างอิงจาก Hall. 1996) กล่าวว่ามัลติมีเดีย นั้น สามารถสร้างขึ้นจากโปรแกรมประยุกต์หลาย ๆ โปรแกรม แต่อย่างไรก็ตามจะต้องประกอบด้วย 2 สื่อหรือมากกว่าตามองค์ประกอบ ดังนี้

- ตัวอักษร (text)
- ภาพนิ่ง (still graphic images)
- เสียง (audio sound)
- ภาพเคลื่อนไหว (animation)
- การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive links)
- ภาพยนตร์วีดิทัศน์ (full – motion video)

องค์ประกอบมัลติมีเดีย ซึ่งมีตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว การเชื่อมโยงแบบ ปฏิสัมพันธ์ และภาพยนตร์วีดิทัศน์ มีความสำคัญต่อการออกแบบ ดังนี้

1. ตัวอักษร

ตัวอักษร ถือว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย โปรแกรมประยุกต์โดยมากมีตัวอักษรให้ผู้เขียนเลือกได้หลาย ๆ แบบ และสามารถที่จะเลือกสีของ ตัวอักษรได้ตามต้องการ นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดขนาดของตัวอักษรได้ตามความเหมาะสม การโต้ตอบกับผู้ใช้ตัวอักษร รวมถึงการใช้ตัวอักษรในการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ได้ เช่น การคลิก ไปที่ตัวอักษรเพื่อเชื่อมโยงไปนำเสนอเสียง ภาพกราฟิก หรือเล่นวีดิทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้ ตัวอักษรยังสามารถนำมาจัดเป็นลักษณะของเมนู (menus) เพื่อให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะศึกษาได้ โดยคลิกไปที่บริเวณกรอบสี่เหลี่ยมของมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์

2. ภาพนิ่ง

ภาพนิ่งเป็นภาพกราฟิกที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่ายหรือภาพวาด เป็นต้น ภาพนิ่งมีบทบาทสำคัญต่อมัลติมีเดียมาก ทั้งนี้เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงของการเรียนรู้ด้วยการ มองเห็น ไม่ว่าจะเป็นดูโทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร ฯลฯ จะมีภาพเป็นองค์ประกอบเสมอ ดังคำกล่าว ที่ว่า “ภาพหนึ่งภาพมีคุณค่าเท่ากับคำถึงพันคำ” ดังนั้น ภาพนิ่งจึงมีบทบาทมากในการออกแบบ มัลติมีเดียที่มีตัวอักษรและภาพนิ่งเป็นปัจจัย ภาพนิ่งสามารถผลิตได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น การวาด (drawing) การสแกนภาพ (scanning) ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนจากภาพเป็นข้อมูลดิจิทัล

3. เสียง

เสียงในมัลติมีเดียจะจัดเก็บอยู่ในรูปของข้อมูลดิจิทัล และสามารถเล่นซ้ำได้จาก เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล การใช้เสียงในมัลติมีเดียเพื่อนำเสนอข้อมูล หรือสร้างสภาพแวดล้อม ให้น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น เสียงน้ำไหล เสียงหัวใจเต้น เป็นต้น เสียงสามารถใช้เสริมตัวอักษร หรือ นำเสนอวัตถุที่ปรากฏบนจอภาพได้เป็นอย่างดี เสียงที่ใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์สามารถบันทึก เป็นข้อมูลแบบดิจิทัลจากไมโครโฟน แผ่นซีดี เทปเสียงและวิทยุ เป็นต้น

4. ภาพเคลื่อนไหว

ภาพเคลื่อนไหวจะหมายถึงการเคลื่อนไหวของภาพกราฟิก เช่น การเคลื่อนไหวของลูกสูบและวาล์วในระบบการทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจระบบการทำงานของเครื่องยนต์ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นภาพเคลื่อนไหวจึงมีขอบข่ายตั้งแต่การสร้างภาพด้วยกราฟฟิกันอย่างง่าย จนถึงกราฟฟิกที่มีรายละเอียดแสดงการเคลื่อนไหว

5. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์

การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์จะหมายถึง การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการโดยใช้ตัวอักษรหรือปุ่มสำหรับที่สามารถเชื่อมโยงได้จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากตัวอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็จะมีลักษณะคล้ายกับปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์ หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าหาข้อมูลที่ต้องการ หรือเปลี่ยนหน้าต่างของข้อมูลต่อไป

6. ภาพยนตร์วีดิทัศน์

การใช้มัลติมีเดียในอนาคตจะเกี่ยวข้องกับการนำภาพยนตร์วีดิทัศน์ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิตอลรวมเข้าไปในโปรแกรมประยุกต์ที่เขียนขึ้น โดยทั่วไปของวีดิทัศน์จะนำเสนอด้วยเวลาจริงที่จำนวน 30 ภาพต่อวินาที ในลักษณะนี้จะเรียกว่า ดิจิตอลวีดีโอ (Digital Video) คุณภาพของดิจิตอลวีดีโอ จะทัดเทียมกับคุณภาพที่เห็นได้จากโทรทัศน์ ดังนั้นทั้งดิจิตอลวีดีโอ และเสียง จึงเป็นส่วนที่ผนวกเข้าไปสู่การนำเสนอและการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย วีดิทัศน์สามารถนำเสนอได้ทันทีด้วยจอคอมพิวเตอร์ ในขณะที่เสียงสามารถเล่นออกไปยังลำโพงภายนอกได้โดยผ่านการ์ดเสียง (sound card)

ดังนั้นในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียควรพิจารณาองค์ประกอบของมัลติมีเดียและความสำคัญต่อการออกแบบให้ครบถ้วน ซึ่งมีตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ และภาพยนตร์วีดิทัศน์ ซึ่งมีความสำคัญมากต่อการออกแบบบทเรียนเพื่อส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์น่าสนใจและสร้างความสนใจได้เป็นอย่างดี เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้มากขึ้น

1.4 อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย

ฟราเทอร์และพอลลิสเซน (พัลลภ พิริยะสุวรรณค์. 2542 : 20-22 ; อ้างอิงจาก Frater and Paulissen. 1994) ได้แนะนำอุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดียบนเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์

ใช้ประมวลผลและควบคุมและติดต่อแก้ไข ข้อมูล รูปภาพ เสียง ต้องเป็นคอมพิวเตอร์ชนิดความเร็วสูง เช่น พวก RISC Workstation (Sun, SiliconGraphics, HP, IBM RS6000, DEC station), Macintosh 11 CI หรือถ้าเป็นระดับพีซี จะต้องมีความเร็วหนึ่งซึ่งเรียกว่า MPC (Multimedia personal computer)

มาตรฐาน MPC คือมาตรฐานต่ำสุดของคอมพิวเตอร์ระดับพีซีที่สามารถใช้กับงานมัลติมีเดียได้ มาตรฐานนี้กำหนดขึ้นโดยคณะกรรมการที่เป็นตัวแทนผู้ผลิตผลิตภัณฑ์มัลติมีเดียสำหรับพีซีเพื่อประกันว่าคอมพิวเตอร์ที่ได้มาตรฐานนี้จะสามารถเล่นซอฟต์แวร์มัลติมีเดียได้อย่างแน่นอน ซึ่งในระยะแรกกำหนดขึ้นมานานแล้วสมัยที่ซีพียูยังมีราคาแพงอยู่มาก มาตรฐานระยะนั้นปัจจุบันเรียกว่า MPC level 1 ต่อมาเมื่อพีซีราคาถูกลงและผู้ใช้ต้องการคุณภาพและเสียงที่ดีขึ้นก็ได้กำหนดใหม่ เป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่สูงขึ้นกว่าเดิม และเรียกมาตรฐานอันนี้ว่า MPC level 2 ปัจจุบันมาตรฐาน MPC มีข้อกำหนดถึง level 3 โดยสามารถเปรียบเทียบได้ในตาราง ดังนี้

ความต้องการขั้นต่ำ	MPC level 1	MPC level 2	MPC level 3
ซีพียู (CPU)	386SX 16 Mhz ขึ้นไป	486SX 16 Mhz ขึ้นไป	Pentium 75 Mhz ขึ้นไป
หน่วยความจำ (RAM)	2 MB	4 MB	8 MB
ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk)	30 MB	160 MB	540 MB
การ์ดแสดงผล (Display)	640 x 480, 16 สี	640 x 480, 65,536 สี	800 x 600 DPI 1.6 MC
การ์ดเสียง (Sound)	8 bit อัตราการสุ่มเสียง 22.05 kHz	8 bit อัตราการสุ่มเสียง 44.1 kHz	16 bit อัตราการสุ่มเสียง 44.1 kHz
ซีดีรอม (CD-ROM)	ความเร็ว 150 KB/sec. ความจุ 550 MB	ความเร็ว 300 KB/sec. ความจุ 680 MB	ความเร็ว 600 KB/sec. ความจุ 680 MB
พอร์ต (Port)	MIDI I/O, Joystick, Parallel Port	MIDI I/O, Joystick, Parallel Port	MIDI I/O, Joystick, Parallel Port
ลำโพง (Speaker)	Mono	Stereo System	Stereo System และ Subwoofer

มาตรฐานนี้ใช้สำหรับผู้เล่นโปรแกรมสำเร็จรูปแบบมัลติมีเดียเท่านั้น ไม่ใช่ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรมมัลติมีเดีย สำหรับผู้ชอบพัฒนางานฟรีเซนต์ชัน หรืองาน CAI ควรใช้ซีพียูขนาด Pentium 120 MHz ขึ้นไป ใช้หน่วยความจำหลัก 16 MB ฮาร์ดดิสก์ขนาด 1 GB การ์ดวิดีโอควรเป็นแบบ SVGA 1024 x 1024, 65, 536 สี ขึ้นไป จอภาพแบบ non interlace, multisync ขนาด 17 นิ้ว ขึ้นไป

2. การ์ดเสียง (Sound card)

ทำหน้าที่สร้างเสียงแบบสเตอริโอทั้งเสียงพูดและเสียงดนตรี โดยเล่นกลับจากสัญญาณที่บันทึกไว้ หรือสร้างขึ้นใหม่ สามารถบันทึกเสียง และเล่นกลับแบบสเตอริโอได้ การสร้างเสียงขึ้นใหม่จากข้อมูลที่กำหนดให้ เรียกว่าการสังเคราะห์เสียง การ์ดพวกนี้สามารถสังเคราะห์เสียงเลียนแบบเครื่องดนตรีได้ทุกชนิด การ์ดที่มีคุณภาพสูงจะมีไอซีช่วยสังเคราะห์เสียงพูด (voice synthesizer) มีไอซีช่วยจำเสียงพูด (speech recognition) เมื่อประกอบกับซอฟต์แวร์จะสามารถเปลี่ยนข้อมูลเป็นเสียงพูด (text to speech) ได้ ตัวอย่างการ์ดพวกนี้เช่น Sound Blaster Pro, Sound Blaster

16 หรือ 32 AWE, Sound Blaster 16 ASP Multi CD (Sony, Panasonic, Mitsumi)

3. วีดิโอการ์ด (Video Card)

ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณภาพวีดิโอให้สามารถแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ได้ จอภาพคอมพิวเตอร์แสดงภาพโดยตรง ข้อมูลดิจิทัลที่อยู่บนวีดิโอแรม (หน่วยความจำสำหรับเก็บภาพ) ในขณะที่สัญญาณวีดิโอเป็นสัญญาณอนาล็อก ส่งเข้าจอภาพโทรทัศน์ได้โดยตรงไม่ต้องใช้หน่วยความจำ สามารถจับ (capture) สัญญาณวีดิโอลงบนเทปไว้ในหน่วยความจำแบบฮาร์ดดิสก์เพื่อทำการเล่นกลับมาดูได้ในภายหลังโดยไม่ต้องใช้เครื่องเล่นวีดิโอ ตัวอย่างวีดิโอในท้องตลาด เช่น Video Blaster Real Magic, MPEG Master เป็นต้น

4. จอภาพ (CRT Monitor)

ทำหน้าที่แสดงภาพสีบนจอ ต้องมีความเร็วในการสแกนภาพและสร้างภาพได้สูงกว่าจอโทรทัศน์ทั่ว ๆ ไป ความถี่ทาง horizontal & vertical sync สูงกว่า จำนวนเส้นต่อภาพมากกว่า ไม่สะท้อนแสง (nonglare) มีการกระจายรังสีต่ำ (low emission) ควรเป็นแบบ non-interlace เพื่อภาพจะได้ไม่ส่ายตา แบบราคาถูกเป็นแบบ interlace ซึ่งเป็นการสร้างภาพสอດแทรกกันสองครั้ง จึงจะได้ภาพเต็ม 1 ภาพ ทำให้มีการกระพริบที่อาจสังเกตได้และเคืองตาเมื่อใช้ไปนาน ๆ จอพวก workstation ควรใช้ขนาด 19 นิ้วขึ้นไป พวกพีซีควรใช้ 17 นิ้วขึ้นไป

จอภาพรับสัญญาณภาพเป็นสี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และทำการผสมสีเหล่านี้ตามความเข้มของสีทั้งสาม สามารถสร้างสีได้มากกว่า 16 ล้านสี

5. การ์ดสร้างสัญญาณภาพสี (video graphic array card)

ทำหน้าที่สร้างสัญญาณสี 3 สีส่งไปให้จอภาพ สำหรับพีซีทั่วไปจะเป็นการ์ดแยกต่างหาก คือเป็นเรียกว่า VGA card (video graphic array card) หรือที่คุณภาพสูงขึ้นไปก็จะเป็น SVGA (super VGA) สำหรับ SVGA ใช้ 8 บิตในการกำหนดสี ทำให้ได้สีไม่เกิน 256 สี คอมพิวเตอร์ต้องใช้ color look up table (CLUT) เพื่อทำการเปิดดูว่า จากสีจริงที่มนุษย์มองเห็นได้เป็นล้านสี สีที่ใกล้เคียง 256 สีที่สุด คือสีอะไร ภาพที่ได้จะให้สีเพี้ยนจนเห็นได้ชัด graphic adapter ชั้นดี จะใช้ 15 ถึง 24 บิตต่อหนึ่ง pixel ทำให้ได้สี 32768 (32x32x32) หรือ 16,777,216 (256x256x256) สีตามลำดับ

ขนาดของภาพเต็มจอจะประกอบด้วยจุดสี (pixel) แตกต่างกัน และสามารถเลือกได้ไม่เกินค่าสูงสุด แล้วแต่ชนิดของการ์ดที่ใช้ เช่น 648x480 pixel, 1024x1024 pixel

6. เครื่องขับซีดี-รอม (CD-ROM Drive)

เป็นเครื่องสำหรับอ่านข้อมูลจากแผ่นซีดีรอม สื่อในการเก็บข้อมูลที่ราคาต่อบิตต่ำ มีข้อมูลทั่วไป ดังนี้

แผ่นซีดี-รอม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ความหนา 1 มิลลิเมตร ความจุ 550 MB, 650 MB, 680 MB ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูล 150 KB/sec, 300 KB/sec, 600 KB/sec access time 350 msec, 450 msec

ถ้าไม่ได้ใช้วิธีบีบอัดมาช่วย CD-ROM 1 แผ่น สามารถบันทึกเสียงดนตรีได้นานประมาณ 74 นาที (CD-digital audio, high quality audio) สามารถบันทึกสัญญาณวีดีโอได้ประมาณ 90 นาที

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.1 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ออเทนและคณะ (Auten; et al. 1983) กล่าวถึงการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประเภทต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อสอนเนื้อหา (Tutorial Lesson)

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประเภทนี้ มักใช้สำหรับการสอนเนื้อหาใหม่ หรือเนื้อหาเฉพาะที่นักเรียนไม่เคยเรียน เมื่อเสนอเนื้อหาแล้ว จะมีแบบทดสอบเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียน แบบทดสอบนี้อาจจะเป็นคำถามประเภทปลายเปิด (Open-ended question) ให้นักเรียนหาคำตอบเอง หรือคำถามประเภทปลายปิด (Close-ended question) ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ถูกจากที่กำหนดมาให้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอเนื้อหาที่ดีจะต้องเสนอคำถามที่เป็นลำดับขั้นของเหตุผล (Logical progressions) ให้ตรงกับจุดมุ่งหมาย การนำเสนอเนื้อหาจะเสนอเนื้อหาในหน่วยย่อย ๆ แต่มีข้อความมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ใช้เพื่อฝึกและปฏิบัติ

2) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practices Lesson)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ เน้นการฝึกทักษะหลังจากที่นักเรียนได้เรียนบทเรียนนั้น ๆ ไปแล้ว ทักษะที่นำมาฝึกจะเป็นทักษะด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และภาษาต่าง ๆ จากง่ายไปหายาก และนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดจนครบทั้งหมด บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการฝึกจะเสนอเนื้อหาย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบเน้นการตั้งคำถามเฉพาะเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว นักเรียนตอบคำถามนั้นโดยสร้างคำตอบเองหรือเลือกคำตอบที่ถูกต้อง มีข้อมูลย้อนกลับเพื่อบอกผลของคำตอบโดยทันที บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการฝึกและปฏิบัตินั้นไม่ได้พยายามสอนแต่จะเป็นการรวบรวมการฝึกทักษะของบทเรียนที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว

3) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา (Problem Solving Lesson)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอเนื้อหา และบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ใช้ในสถานการณ์จำลอง ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการที่จะตอบสนองอย่างอิสระ กล่าวคือ จะมีคำถามซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ และเป็นคำถามที่ใช้ในชีวิตประจำวันจริง ๆ เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะต้องเสนอคำถามให้ต่อเนื่อง

กับคำตอบของนักเรียนในลักษณะบทสนทาระหว่างบุคคลสองคน บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนี้จะต้องป้อนข้อมูลเพื่อเป็นคำชี้แนะ (Key words) ให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อจะได้เอื้อต่อความคิดของนักเรียนแต่ละคน

4) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในสถานการณ์จำลอง (Simulation Lesson)

ลักษณะบทเรียนประเภทนี้ เป็นการจำลองของจริงเพื่อเป็นตัวอย่างแก่นักเรียน เพราะของจริงหรือสิ่งที่อยู่ในจินตนาการ บางครั้งอาจมีขนาดเล็กจนเกินไปทำให้ไม่สะดวกในการศึกษา หรือของบางอย่างอาจมีอันตรายหากเข้าไปศึกษาใกล้ชิด บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในสถานการณ์จำลองนี้ มักใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอะตอม การหมุนเวียนของโลหิต หรือแสดงภัยธรรมชาติอันเกิดจากแผ่นดินไหว

จากการจำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่กล่าวมา ผู้วิจัยคิดว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการสอนเนื้อหาและบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อฝึกและปฏิบัติมีความเหมาะสมที่จะนำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น เพื่อจะทำให้ให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาที่นำเสนอได้เป็นอย่างดี ตลอดจนนักเรียนสามารถฝึกทักษะในบทเรียนที่เรียนไปแล้วโดยที่ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบฝึก โดยมีการจัดเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก นอกจากนี้แล้วลักษณะของแบบทดสอบยังมีลักษณะเป็นแบบสุ่ม โดยนักเรียนสามารถเข้ามาทบทวนบทเรียนได้บ่อย ๆ เพราะข้อคำถามจะเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ไม่ตายตัว

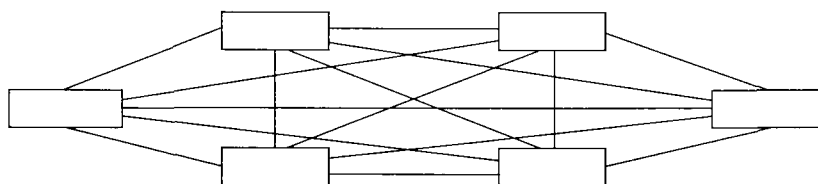
นอกจากนี้ กรีน (Green. 1993) ได้เสนอรูปแบบการสร้าง Flow Chart ในการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในรูปแบบต่าง ๆ ไว้ 5 รูปแบบ ดังนี้

1) แบบเส้นตรง (Linear Progression) มีลักษณะคล้ายกับหนังสือ ซึ่งมีโครงสร้างแบบเส้นตรง โดยเริ่มจากหน้าแรกต่อไปเรื่อย ๆ ถ้าไม่เข้าใจก็สามารถเปิดย้อนกลับไปได้ใหม่ได้ การเสนอผลงานแบบนี้มักจะอยู่ในรูปไฮเปอร์เทกซ์ ซึ่งใช้ข้อความเป็นหลัก ส่วนในการดำเนินเรื่องด้วยวีดิทัศน์ หรือแอนิเมชัน สามารถทำได้โดยใส่ในรูปเส้นตรง รวมถึงการใส่เสียงเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ อาจเรียกเป็น Electronics stories หรือไฮเปอร์มีเดีย ซึ่งเหมาะกับตลาดผู้บริโภคและสามารถใช้งานได้ดีในวงการธุรกิจโดยการเสนอผลงานเป็นมัลติมีเดีย



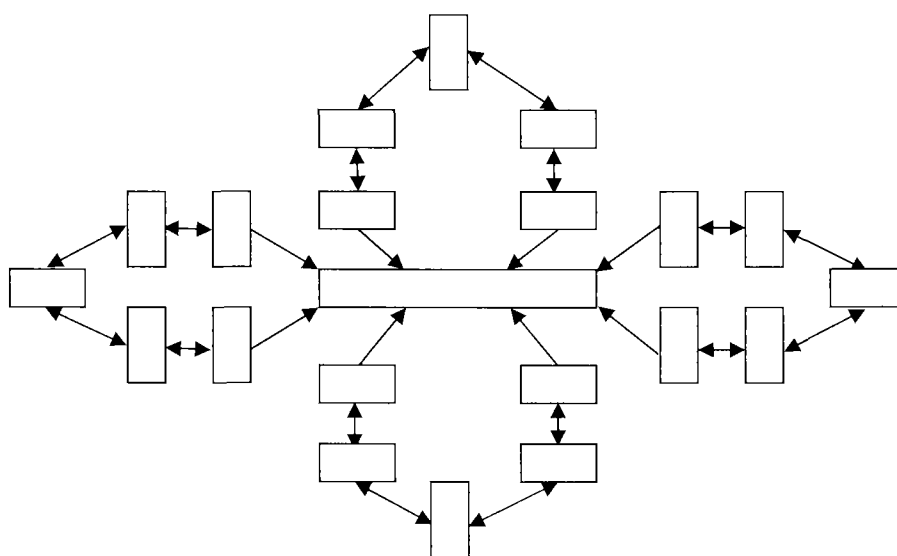
ภาพประกอบ 1 การนำเสนอบทเรียนแบบเส้นตรง (Linear progression)

2) แบบอิสระ (Freeform, Hyperjumping) รูปแบบนี้ให้อิสระในการใช้งานทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น เพราะระบบโครงสร้างภายในสามารถเชื่อมโยงจากเรื่องหนึ่งไปยังอีกเรื่องหนึ่งได้ ฉะนั้นผู้สร้างโปรแกรมจะต้องมีความเชี่ยวชาญในการออกแบบข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เสียงและวีดิทัศน์ เพื่อให้มีการเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน การชี้้นำเพื่อให้ผู้ใช้เข้าไปหาข้อมูลหรือศึกษาเนื้อหาได้อย่างง่ายและสะดวก แต่หากว่าออกแบบไม่ดีพออาจทำให้นักเรียนหลงทางได้ และไม่สามารถศึกษาเนื้อหาได้ตามจุดประสงค์ตามที่ได้วางเอาไว้



ภาพประกอบ 2 การนำเสนอบทเรียนแบบอิสระ (Freeform, Hyperjumping)

3) แบบวงกลม (Circular Path) เป็นรูปแบบนำเสนอ 멀티มีเดียแบบวงกลม แบบเส้นตรงชุดเล็ก ๆ หลายชุดมาเชื่อมต่อกันกลับคืนสู่เมนูใหญ่



ภาพประกอบ 3 การนำเสนอบทเรียนแบบวงกลม (Circular Path)

4) แบบฐานข้อมูล (Database) เสนอ 멀티มีเดียเป็นแบบฐานข้อมูล โดยการเพิ่มดัชนี (Index) เพื่อเพิ่มความสามารถในการค้นหา รูปแบบนี้สามารถให้รายละเอียดจากข้อความ รูปภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง โดยออกแบบให้ใช้งานง่าย ใช้ได้ทุกสถานการณ์ที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล ด้วยการเพิ่มความสามารถทางมัลติมีเดียเข้าไป

5) แบบผสม (Compound Document) เป็นการนำเสนอ 멀티มีเดียในรูปแบบผสมผสานทั้ง 4 แบบข้างต้นไว้ด้วยกัน ผู้ผลิตหรือผู้ออกแบบต้องอาศัยความชำนาญในการสร้างและบรรจุข้อมูลสื่อต่าง ๆ ตลอดจนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่ฐานข้อมูลให้ทำงานร่วมกับสเปรดชีต (Spread sheet) ได้อีกด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้รูปแบบผสม (Compound Document) ในการนำเสนอบทเรียน

2.2 ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

กฤษฎมณฑ์ วัฒนานรงค์ (2536 : 137) และณงนุช วรธนวหะ (2538 : 51) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ดังนี้

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถมาก ผู้สอนที่รู้เนื้อหาวิชาไม่สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเอง ต้องพึ่งพาอาศัยโปรแกรมเมอร์เป็นส่วนใหญ่
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในระดับชั้นสูง ๆ ของพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงด้านเจตคติ (Affective Domain) และด้านทักษะ (Psychomotor Domain) ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก
3. โปรแกรมที่มีการโต้ตอบได้ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบให้เลือกตอบ ซึ่งนักเรียนสามารถเดาได้ หากใช้มาก ๆ จะทำให้นักเรียนขาดทักษะในการอภิปราย
4. การเรียนการสอนเป็นรายบุคคล โดยให้นักเรียนแต่ละคนนั่งหน้าเครื่องคอมพิวเตอร์คนเดียวนั้นไม่ถูกต้อง ผิดความหมายเพราะนักเรียนแต่ละคนไม่ได้รับการส่งเสริมส่วนที่เก่งและส่วนที่อ่อน
5. เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ลดลง
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะนักเรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าการโต้ตอบกับผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเดียวกัน
7. นักเรียนบางประเภท โดยเฉพาะกลุ่มผู้ใหญ่ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นหรือเรียนไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนมากจะมีหลักในการออกแบบให้เรียนเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนการเรียนให้กับนักเรียน
8. ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์จะลดลงก็ตาม แต่สิ่งแวดล้อมของการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่เฉพาะในเขตตัวเมืองที่มีสภาพแวดล้อมที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี
9. นักเรียนและผู้สอนบางกลุ่ม คาดหวังว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลที่ได้รับอาจจะน้อยกว่าที่คาดหวัง ธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบด้วยปัจจัยอื่น ๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุน

2.3 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) และชัยวุฒิ จันมา (2539 : 36-37) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหาหน้าไว แทนที่นักเรียนจะเปิดหนังสือบทเรียนที่ละหน้า อาจเพียงแค่กดแป้นพิมพ์บนคอมพิวเตอร์ก็สามารถเลือกบทเรียนได้แล้ว
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถเสนอรูปภาพเคลื่อนไหว ซึ่งมีประโยชน์มากต่อบทเรียนที่มีภาพสลับซับซ้อนหรือเหตุการณ์ที่ควรเน้น
3. มีเสียงประกอบทำให้มีความน่าสนใจ และเพิ่มศักยภาพทางการเรียน
4. สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาไว้มากกว่าหนังสือเรียนได้หลายเท่า
5. นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้อย่างแท้จริง บทเรียนสามารถควบคุมและช่วยเหลือนักเรียนได้มาก
6. บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถบันทึกผลการเรียน ประเมินผลการเรียนซ้ำ ๆ ได้หลายครั้งโดยไม่จำกัด
7. สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2.4.1 หลักการเบื้องต้นในการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นจะต้องอาศัยการประยุกต์ของหลักจิตวิทยาทางการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งแต่ละท่านได้กล่าวถึงหลักการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ พอสรุปได้ดังนี้

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 31-34) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1. การรับรู้ (Perception) การเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าปราศจากการรับรู้ การรับรู้จึงเป็นบันไดขั้นแรกที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ ดังนั้น การเรียนรู้ที่ดีจะต้องเกิดจากการรับรู้ที่ถูกต้อง การรับรู้ที่ดีและถูกต้องของมนุษย์ จะเกิดขึ้นได้โดยการได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่เหมาะสม เพราะมนุษย์เราจะเลือกรับรู้สิ่งเร้าที่ตรงกับความสนใจของตนเอง มากกว่าสิ่งเร้าที่ไม่ตรงกับความสนใจ ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบจะต้องออกแบบสิ่งเร้าที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน ได้แก่ อายุ เพศ เป็นต้น
2. การจดจำ (Memory) การที่มนุษย์จะสามารถเรียนรู้สิ่งใดแล้วสามารถจดจำสิ่งนั้นได้ดีและสามารถนำมาใช้ในภายหลังได้นั้น ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถจัดเก็บความรู้ที่ได้นั้นไว้อย่างเป็นระเบียบ โดยการจัดโครงสร้างขององค์ความรู้ให้เป็นระเบียบ นอกจากนั้น การที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนหรือทำซ้ำมาก ๆ ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญและจดจำได้ดีอีกด้วย ดังนั้น เทคนิคที่สำคัญของการเรียนรู้ที่ดีที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดีจึงอาศัยหลักเกณฑ์ทั้ง 2 ประการคือ

1) การช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระเบียบ (Organize) โครงสร้างขององค์ความรู้ โดยการจัดโครงสร้างของเนื้อหาบทเรียนให้เป็นระเบียบและแสดงให้ผู้เรียนเห็น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีเกี่ยวกับแผนภูมิโน้ตส์ (Concept Mapping) ในปัจจุบันนั่นเอง

2) การให้ผู้เรียนฝึกและทำซ้ำมาก ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญ และสามารถจดจำได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีเกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกและการทำซ้ำ (Law of Practice and Repetition) ดังนั้น จึงควรออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยให้มีแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกปฏิบัติ ให้ผู้เรียนได้ฝึกเพื่อให้เกิดทักษะและจดจำได้ดี

3. การมีส่วนร่วม (Participation) และการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของผู้เรียนในการเรียน การให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งได้แก่ การให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมหรือปฏิบัติในลักษณะต่าง ๆ รวมถึงการมีการโต้ตอบกับบทเรียน จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี โดยนอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจบทเรียนอย่างต่อเนื่อง อันเป็นลักษณะการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น (Active Learning) แล้วยังทำให้เกิดความรู้และทักษะใหม่ ๆ ในตัวผู้เรียนด้วย ดังนั้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรออกแบบให้บทเรียนมีกิจกรรมและการโต้ตอบที่เหมาะสมกับเนื้อหา และทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับจากบทเรียน

4. แรงจูงใจ (Motivation) การสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี บทเรียนที่สามารถสร้างแรงจูงใจที่ดีจะทำให้ผู้เรียนอยากเรียน และเรียนด้วยความสนุกสนาน ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรให้ความสนใจและศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแรงจูงใจที่ดี เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบบทเรียน ให้สามารถสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสมกับผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ

จากทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจของเลปเปอร์ (Lepper) ได้แบ่งแรงจูงใจออกเป็น 2 ลักษณะคือ แรงจูงใจภายนอกและแรงจูงใจภายใน แรงจูงใจภายนอกเป็นแรงจูงใจที่เป็นสิ่งภายนอกตัวผู้เรียน เช่น คำจ้ำจรัส รางวัล หรือคำชมเชย เป็นต้น ส่วนแรงจูงใจภายในเป็นแรงจูงใจภายในตัวของผู้เรียนเอง เช่น ความสนใจอยากเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน เป็นต้น ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า แรงจูงใจภายในเป็นแรงจูงใจที่ช่วยให้ผู้เรียนเรียนอย่างสนุกสนานและมีความสนใจต่อบทเรียนอย่างแท้จริง ในขณะที่แรงจูงใจภายนอกอาจทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนน้อยลง เนื่องมาจากเป้าหมายของการเรียนเป็นเพียงการได้เล่นเกมสนุก ๆ หรือการได้รางวัลหลังจากการเรียนเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม การสร้างแรงจูงใจควรจะอยู่ในระดับที่เหมาะสม เช่น การให้การเสริมแรงทางบวก ได้แก่ การให้รางวัลหรือคำชมเชย หากมากเกินไปอาจทำให้ผู้เรียนไม่ตื่นตัว และเกิดความเบื่อหน่ายได้ หรือการให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ หากมากเกินไปอาจทำให้เกิดผลเสีย เนื่องจากผู้เรียนอาจใช้เวลาไปกับสิ่งอื่นที่ไม่ใช่วัตถุประสงค์ที่แท้จริงของบทเรียนมากเกินไป เป็นต้น

5. การถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of Learning) การถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ซึ่งเป็นเป้าหมายสุดท้ายของการเรียนรู้นั่นเอง บทเรียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ดีนั้น จะต้องเป็นบทเรียนที่มี

ความใกล้เคียงหรือเหมือนจริงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงมากที่สุด

6. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) นักจิตวิทยามีความเชื่อเกี่ยวกับทฤษฎีของความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเชื่อว่ามนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจ ความถนัด ความสามารถ อารมณ์ สติปัญญา เป็นต้น ซึ่งทำให้ในการเรียนรู้ นั้น ผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าแตกต่างกัน นอกจากนั้นวิธีการเรียนรู้ของแต่ละคนก็แตกต่างกัน ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบบทเรียนให้มีความยืดหยุ่นเพื่อที่จะตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้ก็เป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบของสื่อประเภทคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว

อเลสซีและทรอลลีป (Alessi and Trollip. 1991 : 11-13) ได้กล่าวถึงทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive Theory) ว่ามีความสำคัญที่สุดต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ องค์ประกอบจากทฤษฎีปัญญานิยมที่ต้องคำนึงถึงสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แก่

1. การรับรู้และการใส่ใจ (Perception and Attention) การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับ การใส่ใจกับสิ่งเร้าและรับรู้สิ่งที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง องค์ประกอบที่อาจจะช่วยให้เกิดการรับรู้ของนักเรียนคือ การออกแบบการนำเสนอ เช่น รายละเอียดของเนื้อหาและการมีลักษณะเหมือนจริง การใช้สีและเสียงประกอบ รูปแบบและขนาดของตัวอักษร การเคลื่อนไหวและตำแหน่งของสิ่งที่นำเสนอบนจอภาพ นอกจากนั้นควรคำนึงถึงระดับความสามารถ ความสนใจ ความรู้พื้นฐานของนักเรียน ความยากของเนื้อหา และลำดับการดำเนินเนื้อหา องค์ประกอบเหล่านี้จะให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนตลอดเวลา

2. ความจำ (Memory) เนื้อหาที่เรียนรู้อาจจะต้องเก็บไว้ในความจำและสามารถนำออกมาใช้ได้ หลักสองประการที่จะช่วยในการจำของนักเรียนคือ หลักการจัดและรวบรวม (Organization) และหลักการกระทำซ้ำ (Repetition) การเรียนเนื้อหาใหม่ของนักเรียน หากนักเรียนใช้หลักการจัดและรวบรวมยังไม่เหมาะสม อาจจะใช้หลักการกระทำซ้ำเพื่อช่วยในการจำของนักเรียน

3. ความเข้าใจ (Comprehension) เมื่อนักเรียนรับรู้จากสิ่งเร้าและนำเก็บไว้ในความจำแล้ว นักเรียนจะต้องสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์จึงควรประกอบด้วยกิจกรรมที่จะประเมินความสามารถของนักเรียนด้านนี้ เช่น การใช้แบบทดสอบปรนัยหรือแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเติมคำตอบสั้น ๆ

4. การเรียนรู้โดยการแสดงพฤติกรรมหรือการกระทำ (Active Learning) นักเรียนควรจะได้เรียนรู้โดยการกระทำ ไม่ใช่การเรียนรู้โดยการสังเกต การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ จะทำให้นักเรียนสามารถรับรู้ เข้าใจความรู้ใหม่และเกิดทักษะการออกแบบให้โปรแกรมบทเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนสามารถกระทำได้โดยง่าย เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถในด้านนี้เหนือกว่าสื่อชนิดอื่น

5. แรงจูงใจ (Motivation) องค์ประกอบที่จะช่วยให้บทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นที่น่าสนใจและสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น ควรจะต้องคำนึงถึงการสร้างความท้าทาย

สร้างความกระตือรือร้นแก่นักเรียน และการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการควบคุมบทเรียน คอมพิวเตอร์ จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและเกิดการเรียนรู้ ดังเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสถานการณ์จำลอง และเกมการศึกษา

6. สภาพการควบคุม (Locus of Control) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรจะคำนึงถึงการควบคุมลำดับการนำเสนอ การควบคุมเนื้อหาและวิธีการ ตลอดจนองค์ประกอบอื่น ๆ ทั้งนักเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรจะมีส่วนร่วมในการควบคุมการเรียนการสอน

7. การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of Learning) นักเรียนควรจะสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความจริง ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้นจากนักเรียนได้รับการฝึกหัด การมีปฏิสัมพันธ์ การมีลักษณะเหมือนจริงของการสอนและวิธีการใช้งานในบทเรียนคอมพิวเตอร์

8. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียน วิธีการนำเสนอและกิจกรรมควรจะสนองตอบและสอดคล้องตามระดับความสามารถของนักเรียน ควรมีระบบให้ความช่วยเหลือหรือนำนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่ำ

เฮนนาฟินและเพค (Hannafin and Peck, 1988 : 46-50) ได้กล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องอาศัยหลักการและการประยุกต์จากทฤษฎีการเรียนรู้ พฤติกรรมนิยม (Behavioral Learning Theory) ซึ่งเน้นความสำคัญของสิ่งเร้า พฤติกรรมการตอบสนองซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ และการเสริมแรงซึ่งจะช่วยทำให้เกิดพฤติกรรม นอกจากนั้นการออกแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพจะต้องอาศัยทฤษฎีปัญญานิยม ซึ่งมีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากผู้เรียนรับสิ่งเร้าผ่านกระบวนการสัมผัส แล้วจัดรูปแบบเก็บไว้ในความจำระยะสั้น (Short-term Storage) และเปลี่ยนรูปหรือที่เรียกว่าการเข้ารหัส (Encoding) เก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long-term Storage) หลังจากนั้นสามารถเรียกสิ่งที่เรียนแล้วมาใช้ได้

2.4.2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการสอนเนื้อหา

ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นั้น นักออกแบบต้องมีความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับความสามารถในการพัฒนาโปรแกรม เนื่องจากเป็นสื่อที่ใช้การผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์และศิลปะ คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจึงเป็นแหล่งรวมเทคโนโลยีต่าง ๆ ทั้งการเขียนโปรแกรมสร้างงานคอมพิวเตอร์ จนถึงเทคโนโลยีกราฟิกและเสียง โปรแกรมมัลติมีเดียที่ดีจะต้องประกอบไปด้วยปัจจัยหลายปัจจัย เช่น การออกแบบที่ดี เทคนิคที่แปลกใหม่ และการทำงานที่ไม่สะดุด และในการสร้างมัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ดีนั้นควรจะให้ผู้ใช้สามารถข้ามบทเรียนที่เข้าใจหรือเรียนรู้แล้วไปได้ ในขณะที่ผู้ใช้ก็ระดับที่เรียนรู้ได้ช้ากว่าความสามารถที่จะทบทวนบทเรียนที่ยังไม่เข้าใจได้

กีเสิร์ทและฟูเทรล (Geisert and Futrell. 1990 : 89-90) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบศึกษาเนื้อหาให้มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบดังกล่าวคือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การวัดผลเชิงพฤติกรรม และกระบวนการสอนที่มีประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะต้องกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แน่นอนและมีการวัดผลเพื่อตรวจสอบผู้เรียนว่าประสบผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์ดังกล่าวหรือไม่ ส่วนกระบวนการสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น ควรเป็นไปตามกระบวนการเรียนรู้ด้านสติปัญญาของกาเย (Gagne) ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอน และนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบศึกษาเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เฟอเรนซ์และวอคเคิลล์ (Ference and Vockell. 1994 : 25-31)

เมอร์ริลล์ (Merrill. 1992 : 77-79) และสกุรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 42-47) กล่าวคือ

1. ได้รับความสนใจของผู้เรียน
2. นำเสนอจุดประสงค์ของบทเรียน
3. ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน
4. นำเสนอเนื้อหา บรรยายด้วยตัวอักษร กราฟิกและอื่น ๆ โดยใช้วิธีการนำเสนอ

ที่เหมาะสม

5. ให้ตัวอย่างหรือกิจกรรมประกอบเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
6. นำเสนอโจทย์หรือปัญหาให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซึ่งสอดคล้องตามจุดประสงค์
7. ให้ผลย้อนกลับเมื่อผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ทั้งในกรณีที่ผู้เรียนตอบได้ถูกต้องและไม่ถูกต้องก็ตาม หากผู้เรียนตอบผิดควรให้คำแนะนำเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนและอาจจะให้กระทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

8. ประเมินผลการกระทำของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบเพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์หรือไม่

9. ส่งเสริมวิธีการถ่ายโยงความรู้และความคงทนในการจำ ซึ่งให้เห็นถึงวิธีการที่จะนำความรู้ไปใช้เพื่อประโยชน์ในการเรียนครั้งต่อไป

องค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหรือนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ควรจะต้องคำนึงถึงคือคุณภาพของบทเรียน มีนักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บางท่านได้ให้ความคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะของโปรแกรมบทเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบศึกษาเนื้อหาที่มีประสิทธิภาพ ไว้ดังนี้

แฮนนาฟินและเพค (Hannafin and Peck. 1988 : 17-23) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพไว้ 12 ประการ คือ

1. โปรแกรมบทเรียนต้องพัฒนาขึ้นตามจุดประสงค์ จุดประสงค์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญซึ่งจะต้องมีความชัดเจน และชี้ได้ชัดว่าเนื้อหาใดเป็นเนื้อหาที่สำคัญสำหรับผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจ มีแรงจูงใจในการเรียน และแสดงการตอบสนองตามที่กำหนดไว้

2. ควรเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน ระดับความรู้ ทักษะ ความสามารถของผู้เรียน ทั้งความสามารถในการอ่านและการทำความเข้าใจด้านภาษา ตลอดจนความสามารถทาง

คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง และควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับองค์ประกอบเหล่านั้น

3. ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีศักยภาพที่จะสามารถประเมินผลการตอบสนองของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะต้องมีประสิทธิภาพมากกว่าหนังสือแบบเรียน การให้ผู้เรียนมีโอกาสได้โต้ตอบมาก จะทำให้สามารถทราบถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียนว่าบรรลุตามจุดประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่

4. ควรมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล เหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองสอดคล้องตามผลของการตอบสนอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรมีส่วนซ่อมเสริมความรู้และการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนตามสมควร

5. ควรดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนอยู่ตลอดเวลาผู้เรียนก็จะเกิดความตั้งใจ กระตือรือร้นที่จะเรียนซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

6. ควรให้ความรู้สึกในทางที่ดีแก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ในลักษณะที่เกิดความพึงพอใจ มีกำลังใจที่จะเรียน ควรจะได้รับคำชมเชยในกรณีที่ตอบได้ถูกต้อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรหลีกเลี่ยงการลงโทษในกรณีที่ผู้เรียนตอบไม่ถูกต้อง

7. ควรแสดงผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนอย่างหลากหลายเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายการเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ควรแสดงผลย้อนกลับในหลาย ๆ รูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลย้อนกลับในทางบวก ควรหลีกเลี่ยงการแสดงผลย้อนกลับที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนต้องการลองตอบผิด

8. ควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน ผู้เรียนควรมีความสามารถเรียนได้อย่างอิสระและสมบูรณ์โดยมีต้องได้รับการช่วยเหลือ และควรคำนึงถึงความเหมาะสมของเวลาเรียน สถานที่เรียน นอกจากนั้นหากบทเรียนคอมพิวเตอร์มีเสียงประกอบด้วยไม่ควรให้เสียงนั้นไปรบกวนผู้เรียนอื่น

9. ควรมีการประเมินผลผู้เรียนอย่างเหมาะสม การใช้คำถามควรใช้ภาษาที่ผู้เรียนคุ้นเคย มีความหมาย ไม่ง่ายจนเกินไป มีความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ และการตัดสินใจคำตอบควรจะต้องชัดเจน

10. ควรใช้ขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ ไม่ควรใช้เพียงตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ควรแสดงด้วยกราฟิกประกอบ มีการเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสม และมีเสียงประกอบเพื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

11. โปรแกรมบทเรียนต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักการออกแบบการสอนเช่นเดียวกับการผลิตสื่อการสอนชนิดอื่น ซึ่งจะต้องประกอบด้วยหลายขั้นตอน ควรจะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน บอกจุดประสงค์ บอกทักษะเบื้องต้นและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียน นำเสนอลำดับของเนื้อหาอย่างเหมาะสม ให้ผลย้อนกลับ ประเมินผลการเรียน และแจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบ

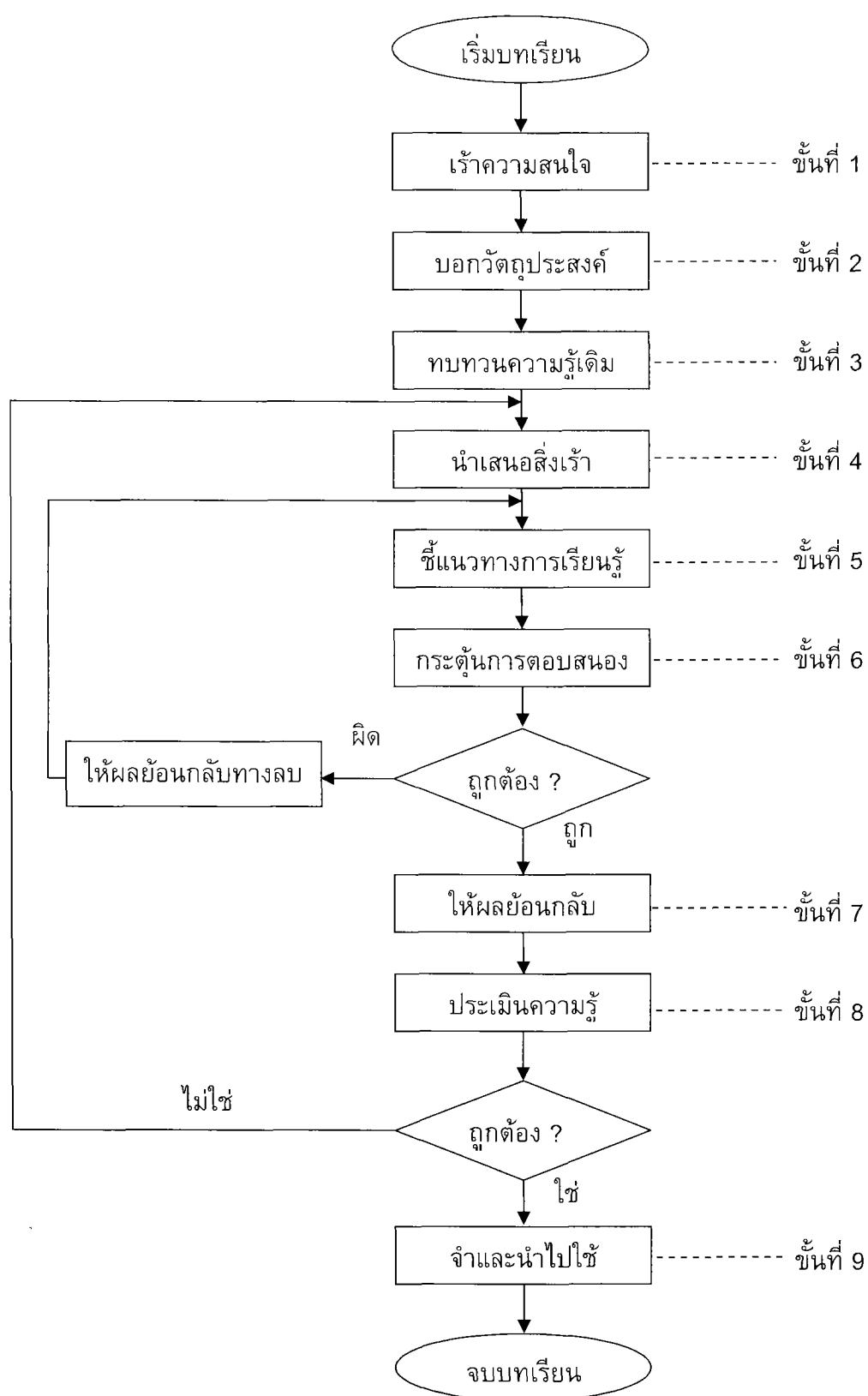
12. บทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องได้รับการประเมินในทุก ๆ ด้าน ต้องมีการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ในด้านคุณภาพการสอน ประสิทธิภาพ ความเหมาะสมของการแสดงผลบนจอภาพ การใช้เสียงประกอบ และความถูกต้องของเนื้อหาที่น่าสนใจ ตลอดจนการสร้างความสนใจ และสร้างเจตคติที่ดีให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

ลอคคาร์ด (Lockard. 1990 : 172-173) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบศึกษาเนื้อหา ไว้ดังนี้

1. โปรแกรมบทเรียนที่ดีจะต้องพัฒนามโนคติของผู้เรียนตามลำดับ โดยผู้เรียนไม่เกิดความสับสน
2. ใช้วิธีการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสม
3. มีการใช้กราฟิกและเสียงประกอบ
4. การทดสอบก่อนการเรียนและหลังการเรียนต้องมีความเที่ยงตรง
5. มีการทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของผู้เรียน
6. สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
7. ผู้เรียนสามารถควบคุมการดำเนินเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้
8. ผู้เรียนสามารถควบคุมการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละกรอบโดยสามารถให้แสดงย้อนกลับได้
9. สามารถบันทึกคะแนนหรือผลการเรียนของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ เพื่อประโยชน์สำหรับผู้สอนสามารถนำไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน และของทั้งชั้นเรียนได้

นอกจากนั้นในการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนเพื่อให้มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและวัสดุการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535 : 50)

จากแนวคิดเกี่ยวกับหลักการพัฒนามาตรฐานบทเรียนคอมพิวเตอร์ของอเลสซีและทอรอลลิป แชนนาฟินและเพค กล่าวได้ว่า หลักการหรือทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ก็คือ ทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม ซึ่งเน้นการศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยการเรียนรู้ จะสามารถสังเกตภายนอกได้ เน้นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมและแรงเสริมซึ่งจะช่วยให้พฤติกรรมเกิดขึ้น และทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยม ซึ่งเน้นความสำคัญของผู้เรียนและศึกษาว่าเมื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้น จะมีการเปลี่ยนแปลงอะไรบ้างในตัวบุคคล (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2536 : 135) ทั้งสองทฤษฎีดังกล่าวเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนามาตรฐานบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนามาตรฐานบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้กล่าวมาแล้วทุกท่าน ต่างก็ให้หลักการในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดเป็นขั้นตอนซึ่งประยุกต์มาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นตอนของกาเย สรุปรูปเป็นผังงาน (Lockard. 1990 : 214) ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ผังงานแสดงกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับหลักการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์ จะเห็นว่ากระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย เป็นประโยชน์ในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และขั้นตอนดังกล่าวเป็นแบบแผนที่ดีในการสอนเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แต่การสอนเนื้อหาในบางหน่วยการเรียนรู้อาจจะใช้ขั้นตอนไม่ครบถ้วนทั้ง 9 ขั้น ซึ่งแล้วแต่ความเหมาะสม นอกจากนั้นในกระบวนการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะอาศัยผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบผลของการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน

2.4.3 ขั้นตอนในการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ในการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นั้น มีผู้เสนอขั้นตอนการพัฒนามาตรเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ไว้ดังนี้

ลินด์สตรอม (Lindstrom. 1994) กล่าวถึงการเริ่มดำเนินการสร้างและพัฒนาอาจมีขั้นตอน ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายในการผลิต ต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย หลักการในการผลิต และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในแต่ละหัวข้อ ซึ่งจะช่วยจำกัดเนื้อหาที่จะใช้ในการผลิต
2. เตรียมเนื้อหา ขั้นนี้จะเตรียมโดยทำเป็นลักษณะโครงร่างเนื้อหาหรือเตรียมเป็นเนื้อหาโดยละเอียดก็ได้
3. การวางโครงเรื่อง การเสนอเนื้อหาของสื่อใดก็ตาม จะมีการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ กันออกไป จะย่อเนื้อหา หรือขยายเนื้อหาออกไปเล็กน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่าจะนำเสนอไปใช้กับใคร แนวทางการนำเสนอเรื่องหรือเนื้อหาที่คือการวางโครงเรื่องนั่นเอง ดังนั้นการวางโครงเรื่องจึงเป็นการนำเอาเนื้อหามากำหนดเรื่องราวใหม่ตามลำดับเหตุการณ์ ลำดับข้อ ความยากง่าย เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปเขียนบท หรือกำหนดภาพที่จะใช้แสดงในลักษณะการประมวลเรื่องทั้งหมด

4. การเขียนบท

4.1 ทำแผ่นวางแผนและแผ่นเรื่อง (story card and story board) เนื้อเรื่องที่วางโครงเรื่องและลำดับไว้แล้ว จะต้องนำมาทำเป็นแผ่นวางแผน โดยต้องจินตนาการออกเป็นภาพที่มองเห็นได้ ภาพที่ปรากฏจะแสดงถึงสิ่งที่ต้องการจะสื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ภาพไม่ควรซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจและสื่อได้ตรงเป้าหมายมากที่สุด จากนั้นจึงเริ่มเรียงถ้อยคำให้น้อยที่สุดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในส่วนที่ยังขาดหายไป หรือในส่วนที่ก่อให้เกิดความสับสน

เมื่อได้ทำแผ่นวางแผนแล้วก็ควรนำไปเรียงบนบอร์ดตามลำดับเรื่อง เรียกว่า แผ่นเรื่อง ขั้นตอนนี้อาจลำดับภาพเสียใหม่ก็ได้ถ้าเห็นว่าเหมาะสมหรืออาจต้องตัดทอน หรือเพิ่มเติม หรือแก้ไขข้อความ หรือรูปภาพจนเห็นว่าดีที่สุด

4.2 การเขียนบท (script) การเขียนบทเป็นการลอกภาพและคำบรรยายจากสตอรี่บอร์ดมาเขียนเป็นบท โดยถือเอาโอกาสที่แก้ไขข้อบกพร่องบางอย่าง และกำหนดเสียงประกอบ เสียงดนตรี และอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันระหว่างภาพและเสียง

5. กำหนดตารางปฏิบัติการทางเทคนิคและการดำเนินการผลิต เป็นขั้นตอนที่ต้องแจกแจงรายละเอียดของงานออกมาเป็นงานแต่ละด้านให้ชัดเจน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกและป้องกันความผิดพลาด และการเสียเวลาในการลงมือปฏิบัติ

6. การเขียนคู่มือการใช้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง ตามที่ผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ ผู้ผลิตจึงควรเขียนคู่มือการใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- รายละเอียดเกี่ยวกับตัวสื่อ
- จุดมุ่งหมายของสื่อ นั้น ๆ
- ใช้เพื่อรายวิชาใด ใช้ที่ไหน ใช้อย่างไร และใช้กับเนื้อหาอื่นใดได้อีก
- เนื้อหาที่ละเอียดเป็นอย่างไร
- กิจกรรมที่ควรจัดขึ้นขณะใช้สื่อ หรือหลังจากใช้สื่อแล้ว
- คำถามก่อนเรียนหรือหลังเรียน
- อุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ที่อาจนำมาประกอบมีอะไรบ้าง ฯลฯ

7. ทดลองใช้สื่อกับกลุ่มเป้าหมาย เมื่อได้ผ่านกระบวนการผลิตแล้ว จะยังไม่ทราบว่าสื่อของเราที่ผลิตขึ้นมีคุณภาพหรือไม่ หรือมีข้อบกพร่องอย่างไร จนกว่าจะได้นำไปทดลองใช้จริง ในขั้นแรกผู้ผลิตต้องตรวจสอบด้วยตนเองก่อน ทั้งภาพ เสียง หรือคำบรรยายว่ามีความถูกต้องตามบทหรือไม่ ต่อไปจึงนำสื่อที่ผลิตเสร็จแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง โดยใช้แบบวัดผลและประเมินผล 2 แบบ คือ

7.1 วัดผลในตัวเอง เพื่อต้องการทราบถึงความรู้สึกของกลุ่มเป้าหมายในด้านของข้อดี ข้อเสียของสื่อที่สร้างขึ้น โดยประเมินในด้าน

- ความพอใจในลักษณะของภาพที่ปรากฏ
- ความเข้าใจในเนื้อเรื่อง
- ระยะเวลาที่เสนอเรื่อง ความเร็วช้าในการนำเสนอ
- ความสนใจในขณะที่ชมสื่อนั้น ๆ เป็นต้น

7.2 วัดผลในแง่ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ คือมีการทำแบบทดสอบก่อนการใช้สื่อและหลังการใช้สื่อ เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงในการเรียนรู้ข่าวสารของสื่อนั้น ๆ การวัดผลในแง่นี้ต้องใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัด และนำคะแนนของแบบทดสอบมาเปรียบเทียบกันเป็นรายข้อ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผู้ตอบถูกและผิด จึงทำให้ทราบประสิทธิภาพของสื่อได้

การจัดทำข้อสอบให้ทำโดยแจกแจงจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ และควรทำข้อสอบแบบเลือกตอบ จะทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบและประเมินผล

8. ปรับปรุงสื่อที่ผลิตขึ้น นำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะในการประเมินผล มาปรับปรุงสื่อที่ผลิตขึ้นอีกครั้งหนึ่ง โดยย้อนกลับไปปรับปรุงกระบวนการ จนกระทั่งได้ชุดสื่อที่

สมบูรณ์เพื่อเอาไว้ใช้ หรือเผยแพร่ต่อไป

9. ผลิตออกเป็นจำนวนมากเพื่อออกสู่สาธารณชน หลังจากที่ได้ทดลองและปรับปรุงสื่อที่ผลิตขึ้นตามวิธีการข้างต้นแล้ว ก็เชื่อได้ว่าสื่อที่ผลิตขึ้นนั้นมีคุณภาพดีพอที่จะนำไปสู่กลุ่มเป้าหมายได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ จึงทำการผลิตเป็นจำนวนมากในรูปของการสำเนา จัดพิมพ์เอกสาร คู่มือการใช้ และเผยแพร่ในรูปของการให้ยืม จำหน่าย หรือแจกจ่ายไปยังหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง หากมีวิธีการใช้ที่ยุ่งยากก็ควรจัดฝึกอบรมการใช้ จึงบรรลุเป้าหมายของการผลิตสื่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง

ผลของการออกแบบมัลติมีเดียทางการเรียนการสอนจะได้ผลดีเพียงใด ขึ้นอยู่กับ การออกแบบและการวางแผนอย่างรอบคอบของผู้ผลิตเอง เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นจะสามารถแก้ไขปรับปรุง ได้อย่างถูกต้องและตรงจุด

อเลสซีและทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1991 : 245-248) ได้เสนอขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดความต้องการและจุดประสงค์ของบทเรียน
 2. รวบรวมเอกสารและวัสดุที่จำเป็นในการพัฒนาบทเรียน
 3. ศึกษาเนื้อหาของบทเรียนให้ชัดเจน
 4. ระดมความคิดที่ทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาบทเรียน
 5. ออกแบบการสอนซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยแนวคิดที่ดีที่สุดจากการวิเคราะห์เนื้อหาและการเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการสอน
 6. เขียนผังงานของบทเรียนเพื่อบอกทิศทางของการดำเนินเนื้อหาและแสดงการมีปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการเรียนรู้
 7. เขียนเรื่องราวบทเรียนบนกระดาน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องกำหนดรายละเอียดของเนื้อหา ทั้งที่เป็นตัวอักษรและรูปภาพประกอบ รวมทั้งคำถาม ผลย้อนกลับและสิ่งอื่น ๆ ที่จะแสดงบนจอภาพคอมพิวเตอร์
 8. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนการแปลงจากภาพบนกระดานที่ได้เตรียมการเอาไว้ตามลำดับขั้นตอน ให้กลายเป็นโปรแกรมสำหรับคอมพิวเตอร์
 9. ผลิตสื่ออื่น ๆ ที่สนับสนุน ได้แก่ คู่มือสำหรับนักเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือทางเทคนิค และอุปกรณ์การสอนรวมถึง ตารางงาน แผนผัง รูปภาพ และแบบฝึกหัด
 10. ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ทราบผลการทดลองนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้และมีการปรับปรุงแก้ไขให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ
- อรรถพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 144) ได้สรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียไว้ 11 ขั้นตอน ดังนี้
1. เลือกเนื้อหาและกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป
 2. วิเคราะห์นักเรียน
 3. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

4. วิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นหน่วยย่อย
5. ออกแบบบทเรียนโปรแกรม
6. สร้างบทเรียนโปรแกรมตามแบบ
7. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
8. ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
9. ทดลองหาประสิทธิภาพ
10. นำไปใช้
11. ประเมินผลและปรับปรุง

2.4.4 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างโปรแกรมบทเรียนเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการสร้างรวมไปถึงการทดสอบการทำงานของโปรแกรมบทเรียน และการปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนการจัดทำคู่มือประกอบการใช้งาน ช่วงโชติ พันธุเวช (2535 : 51-52) ได้แบ่งวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การสร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งแยกเป็น 2 ระบบคือ
 - 1.1 ระบบนิพนธ์โปรแกรมบทเรียน (Authoring System)
 - 1.2 ระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
2. การสร้างด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง เป็นกระบวนการที่ผู้พัฒนาโปรแกรมจะต้องมีความรู้และประสบการณ์ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังจะต้องสิ้นเปลืองเวลาและต้องอาศัยความอดทนในการพัฒนาโปรแกรม ส่วนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของโปรแกรมสำเร็จรูปและความเหมาะสมที่จะนำไปใช้สอนในรูปแบบต่าง ๆ ส่วนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยระบบนิพนธ์บทเรียนนั้น ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบนิพนธ์บทเรียนคอมพิวเตอร์ขึ้นหลายระบบ แต่ละระบบก็มีประสิทธิภาพสูง เช่น Authorware Professional, Course Builder, Quest Authoring System, IconAuthor, WISSE, TenCore Producer และ Mentor/Macvideo (Marrill. 1992 : 225)

Authorware Professional เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถด้านมัลติมีเดีย วิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้วย Authorware Professional ไม่ต้องมีขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม แต่จะเป็นการทำงานโดยใช้สัญลักษณ์ (Icon) โดยการนำสัญลักษณ์ไปเรียงไว้บนเส้นผั่งงาน เพื่อกำหนดการทำงานหรือการแสดงผลและความสัมพันธ์ของกรอบแต่ละกรอบ โปรแกรม Authorware Professional นั้นจะต้องทำงานอยู่ภายใต้ระบบปฏิบัติการ

ของ Microsoft Windows (สมศักดิ์ ลิ้มเกิด. 2536 : 4) นอกจากนั้น ประดิษฐ์ ธรรมทัต (Pradit Thammatat. 1993 : 51-53) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้ผลสรุปว่า โปรแกรม Authorware Professional สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพในการนำเสนอเนื้อหา ตัวอย่าง การคำนวณ การตัดสินใจ การสร้างภาพและเสียงประกอบ คำถามและการฝึกปฏิบัติ ตลอดจนสามารถประเมินผลคำตอบของนักเรียนได้ ดังนั้น โปรแกรม Authorware Professional จึงเป็นโปรแกรมหนึ่งที่น่าจะเหมาะสมกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ และหลังจากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์เสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรจะจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานสำหรับนักเรียนและเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนจะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ คู่มือที่จะจัดทำขึ้นควรประกอบด้วยรายละเอียดใน 3 หัวข้อ ตามแนวคิดของเคมป์และสเมลลี (Kemp and Smellie. 1989 : 29) กล่าวคือ อธิบายรายละเอียดของระบบคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ชี้แจงวัตถุประสงค์ของบทเรียน และอธิบายขั้นตอนการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์

2.4.5 การปรับปรุงและการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

หลังการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์และคู่มือประกอบการใช้งานแล้ว 3 ชั้นแรก ผู้วิจัยจะดำเนินการตรวจสอบข้อผิดพลาดของบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยจะต้องตรวจสอบทุก ๆ กรณีที่เป็นไปได้ที่นักเรียนจะใช้ตลอดบทเรียน และต้องใช้การตรวจสอบหลาย ๆ ครั้ง หากมีเมนูให้นักเรียนเลือกจะต้องทดลองใช้ทุก ๆ เมนูเลือก เพื่อตรวจสอบการทำงานของจุดแตกกิ่งในบทเรียนคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นควรตรวจสอบความชัดเจนของคู่มือใช้งานด้วย

ในการประเมินประสิทธิภาพเพื่อการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ ก่อนที่จะนำไปใช้งานกับกลุ่มเป้าหมาย มีแนวความคิดและวิธีการประเมินเพื่อการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์พอสรุปได้ดังนี้

เมอร์ริลล์ (Merril. 1992 : 121-128) ได้ในแนวคิดในการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่จำหน่ายทั่วไปและที่พัฒนาขึ้นเอง ควรจะพิจารณาถึงเกณฑ์ 2 ประการสำหรับการประเมินดังนี้

1. เกณฑ์ในด้านการสอน ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของจุดประสงค์ของบทเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ พิจารณาการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ และประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับผลลัพธ์ทางการเรียนที่ต้องการหรือไม่ นอกจากนั้นควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของการใช้ยุทธวิธีการสอน

2. เกณฑ์ในการนำเสนอ ควรจะแยกพิจารณาออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

2.1 รูปแบบบนจอภาพ (Screen Format) การออกแบบบนจอภาพ

ควรพิจารณาถึงขีดความสามารถในการนำเสนอเนื้อหาซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรและกราฟฟิก

ควรพิจารณาข้อความที่แสดงบนจอภาพว่ามีความถูกต้องในด้านต่าง ๆ หรือไม่ เช่น หลักไวยากรณ์ การเว้นวรรค การตัดคำและควรให้นักเรียนสามารถอ่านได้โดยง่าย

2.2 การชี้นำ (Navigation) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรพิจารณาถึงวิธีการควบคุมการนำเสนอกรอบของเนื้อหาใหม่หลังจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาในกรอบเดิมแล้ว โดยทั่วไปควรให้นักเรียนควบคุมการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละกรอบแทนการควบคุมของคอมพิวเตอร์ อาจจะกำหนดปุ่มบนแป้นพิมพ์ที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนใช้กดเพื่อแสดงกรอบของเนื้อหาใหม่ การแสดงผลบนจอภาพควรแสดงข้อความก่อนจนนักเรียนอ่านข้อความเรียบร้อยแล้วจึงแสดงตามด้วยภาพ ควรหลีกเลี่ยงการเน้นจุดสนใจมากกว่าหนึ่งแห่งในเวลาเดียวกันบนจอภาพหนึ่ง ๆ ควรให้นักเรียนสามารถควบคุมการแสดงย้อนกลับของกรอบเนื้อหาเดิมได้ในบางโอกาส

2.3 ความง่ายในการใช้งาน (Easy of Use) การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรพิจารณาถึงความสะดวกสำหรับนักเรียนที่ต้องการค้นหาเนื้อหาที่สนใจ การบอกตำแหน่งของการเรียนในบทเรียนที่กำลังใช้งานและควรบอกถึงวิธีการที่นักเรียนจะกระโดดข้ามไปยังจุดต่าง ๆ ในบทเรียนได้โดยสะดวก โดยทั่วไปบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรมีเมนูให้นักเรียนเลือกตลอดจนมีเมนูย่อยตามความจำเป็น ควรมีรายการเมนูแสดงเพื่อให้นักเรียนเลือกได้โดยสะดวก ซึ่งอาจจะกำหนดให้เลื่อนแถบสว่างไปตามเมนู หรือกำหนดปุ่มเฉพาะบนแป้นพิมพ์สำหรับการเลือกของนักเรียน นอกจากนั้นควรจะมีระบบการให้ความช่วยเหลืออื่น ๆ ที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน

2.4 การปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เกณฑ์ที่สำคัญประการหนึ่งในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์กับนักเรียน โดยทั่วไปบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะได้รับกรอบแบบเพื่อให้โอกาสนักเรียนได้มีการโต้ตอบอย่างมากพอ และอย่างเหมาะสม และให้ผลย้อนกลับทั้งทางบวกและทางลบ พร้อมทั้งให้แสดงข้อความในลักษณะการแนะนำเมื่อนักเรียนตอบไม่ถูกต้อง

เบรมเบิล และ เมสัน (Bramble and Mason. 1985 : 171-172) ได้ให้ข้อแนะนำในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ว่าควรพิจารณาคุณลักษณะสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. ด้านเนื้อหา บทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องมีเนื้อหาถูกต้องและมีคุณค่าทางการศึกษาทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์จะต้องเป็นไปตามความต้องการของหลักสูตร

2. ด้านการสอน วิธีการสอนควรจะใช้ที่เหมาะสมและเกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ การนำเสนอเนื้อหาควรมีทั้งข้อความ ภาพ สี เสียง และควรเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถควบคุมการนำเสนอเนื้อหาได้ นอกจากนั้น วิธีการสอนควรจะเป็นวิธีการที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน

3. ด้านเทคโนโลยี การแสดงผลบนจอภาพควรชัดเจนและมีประสิทธิภาพ นักเรียนสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ง่ายและอิสระ การออกแบบควรใช้ขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่เพื่อส่งเสริมและช่วยนักเรียนให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้น

ส่วนกระบวนการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ แฮนนอฟิน และ เพค (Hannafin and Peck. 1988 : 300-302) ได้แบ่งขั้นตอนการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การประเมินหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินตั้งแต่เริ่มออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในขั้นนี้เป็นกระบวนการที่ไม่เป็นทางการเพื่อพิจารณาปัญหาสำคัญที่เกี่ยวกับการวางแผนการออกแบบ ซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านการสอนและเนื้อหา และจะต้องอาศัยข้อมูลจากนักเรียนโดยทดลองใช้ครั้งละคน เพื่อช่วยตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบไว้และมีการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับผู้ออกแบบเพื่อสรุปหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์

2. การประเมินกลุ่มย่อย (Small-group Evaluation) เป็นขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการในระหว่างที่การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เกือบจะเสร็จสมบูรณ์ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการยอมรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ และความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่ค่อนข้างเป็นทางการมากขึ้น การดำเนินการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนซึ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยและเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมาย การรวบรวมข้อมูลจากการทดลองใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ของนักเรียน อาจจะกระทำได้โดยการสัมภาษณ์ การสังเกต และการบันทึกข้อมูล

3. การประเมินทดสอบภาคสนาม (Field Test Evaluation) เป็นขั้นตอนที่ใช้ดำเนินการเมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์เสร็จสมบูรณ์ นำไปทดลองใช้งานอย่างเป็นทางการ ในขั้นตอนนี้ปัญหาที่เกิดและการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์จะเกิดขึ้นน้อยมาก มีการประเมินผลการเรียนและวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คาดหวังและที่นักเรียนได้รับ

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นควรจะมีการประเมินผลทุกขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เริ่มจากการประเมินจุดประสงค์ ความถูกต้องของเนื้อหา การใช้ยุทธวิธีการสอนและการออกแบบซึ่งรวมทั้งการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ และการออกแบบหน้าจอภาพ ตลอดจนการประเมินผลจากการใช้งาน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ

3.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติเป็นสภาพทางจิตหรืออารมณ์ของมนุษย์ มีนักจิตวิทยาและมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติไว้หลายแนว ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1956 : 336) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง อารมณ์ที่ซับซ้อนของบุคคล ในอันที่จะยอมรับ หรือไม่ยอมรับ ชอบหรือไม่ชอบ ต่อสิ่งของหรือสภาพการณ์

เทอร์สโตน (Thurstone, 1967 : 77) กล่าวว่า “เจตคติเป็นการแสดงออกทางด้านผลรวมของความโน้มเอียงและความรู้สึก ความมื่อคติ ความรู้สึกที่เกิดขึ้นอยู่ในใจมาก่อน ความคิด ความกลัว การบังคับขู่เข็ญ และการลงความเห็นของมนุษย์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง”

กู๊ด (Good, 1973 : 48) ได้ให้คำจำกัดความของเจตคติไว้ว่า เจตคติคือ ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะหนึ่ง อาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่าง บุคคลหรือสิ่งใด ๆ เช่น รัก

เกลียดหรือกลัว หรือไม่พอใจมากนักน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้น

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ (2519 : 14) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า หมายถึง ทำที่ความคิดเห็น ความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ภายหลังที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น พฤติกรรมเช่นนี้อาจจะไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสังเกตได้และวัดได้จากพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งนั้น โดยแสดงออกให้เห็นในลักษณะความเชื่อ ทำทางความคิดเห็น ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

1. เจตคติเชิงนิมาน เป็นการแสดงออกในลักษณะของความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน ปฏิบัติตามด้วยความเต็มใจ
2. เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในลักษณะตรงข้ามกับเจตคติเชิงนิมาน เช่น ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ร่วมมือ ไม่ทำตาม
3. เจตคติที่เป็นกลาง เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่เป็นทั้งเจตคติเชิงนิมานและเจตคติเชิงนิเสธ แต่อยู่ระหว่างกลางไม่เข้าข้างใดข้างหนึ่ง เช่น รู้สึกเฉย ๆ ไม่ถึงกับชอบหรือเกลียด เป็นต้น

เจตคติ (Attitude) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า “Aptus” แปลว่า โน้มเอียงเหมาะสม (นงลักษณ์ อ่วยสุข. 2536 : 39; อ้างอิงจาก Allport. 1967 : 3)

จากความหมายของเจตคติที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือการตอบสนองต่อสิ่งนั้นไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ภายหลังจากที่บุคคลได้สัมผัสกับสิ่งนั้น ๆ เช่น เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ชอบ ไม่ชอบ รู้สึกเฉย ๆ เป็นต้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น

3.2 องค์ประกอบของเจตคติ

ไทแอนดิสและประภาเพ็ญ สุวรรณ (พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์. 2536 : 70 ; อ้างอิงจาก Triandis. 1971 : 3 และ ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 3-4) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้หรือความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้น ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการที่จะสรุปรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยประเมินผลสิ่งเร้านั้น ๆ
2. องค์ประกอบด้านทำที่ความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า ต่างเป็นผลเนื่องมาจากการที่บุคคลประเมินผลสิ่งเร้านั้นแล้วว่าพอใจหรือไม่พอใจ ชอบหรือไม่ชอบ ดีหรือเลวอย่างไร

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) คือ ความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกของบุคคลที่ได้มาจากการประเมินผล

3.3 กระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงของเจตคติ

กระบวนการเกิดเจตคติมี 3 ประการ คือ (เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ. 2546 : 48 ; อ้างอิงจาก ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2520 : 82-83 และ Kelmam. 1958 : 51-90)

1. การยินยอม (Compliance) การยินยอมจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลยอมรับสิ่งที่มีอิทธิพลต่อตัวเขาและเพื่อมุ่งหวังจะเกิดความพึงพอใจจากบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีอิทธิพลนั้น

2. การเลียนแบบ (Identification) การเลียนแบบเกิดขึ้นเมื่อบุคคลยอมรับสิ่งเร้าหรือกระตุ้น ซึ่งการยอมรับนี้เป็นผลมาจากการที่เขาต้องการที่จะสร้างความสัมพันธ์ที่ดีหรือที่พึงพอใจระหว่างตัวเขากับบุคคลหรือกลุ่มคนอื่น

3. ความต้องการ (Internalization) จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นยอมรับสิ่งที่มีอิทธิพลเหนือกว่า อันสืบเนื่องมาจากสิ่งนั้นตรงกับความต้องการภายในของบุคคลนั้น

ไทรแอนดิส (นงลักษณ์ อ่วยสุข. 2536 ; อ้างอิงจาก Triandis. 1971 : 3) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเจตคติไว้ดังนี้

1. ได้รับข้อมูลใหม่จากบุคคลหรือสื่อมวลชน
2. ได้รับประสบการณ์ตรงหรือความกระทบกระเทือนใจ
3. ถูกบังคับให้ปฏิบัติไม่ตรงกับเจตคติของตน
4. การศึกษาทางจิตเพื่อให้เข้าใจเหตุผลที่ถูกต้องขึ้น
5. เปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมใหม่

จะเห็นได้ว่า เจตคติของบุคคลสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้สถานการณ์หลาย ๆ อย่างดังที่กล่าวมาแล้ว ในทำนองเดียวกันเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้

3.4 สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

อุทัย เพชรช่วย (2536 : 3-7) ได้สรุปถึงสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การขาดความรู้ความเข้าใจรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องของนามธรรมจึงเป็นการยากที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ นอกจากนี้การสอนของครูจะเน้นการฝึกโดยการให้ผู้เรียนกระทำซ้ำ ๆ โดยไม่คำนึงถึงความพร้อม ความรู้ความสามารถและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียน จึงเป็นการยากที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในความคิดรวบยอดของสิ่งที่เรียน อันจะเป็นตัวทำลายความอยากรู้อยากเห็น ทำลายความกระตือรือร้นของผู้เรียน

ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน

2. การไม่สามารถที่จะนำเอาสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากการสอนของผู้สอนขาดการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน ขาดการนำเอาเหตุการณ์ที่พบเห็นจริงในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวในการจัดกิจกรรม และที่สำคัญขาดการเน้น “กระบวนการคิดในใจ” ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำเอาสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ได้ การนำเอาสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ไม่ได้จะกลายเป็นความคับข้องใจ เบื่อหน่าย ทำให้สูญเสียความเชื่อมั่น จะมองตนเองว่าเป็นคนขาดความสามารถ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเรียนการสอนโดยตรง ซึ่งทำให้ไม่อยากเรียน กลายเป็นคนที่มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียน

3. การได้รับมอบหมายให้ทำแบบฝึกหัดหรือการบ้านที่น่าเบื่อหน่ายซ้ำซากและยากเกินไป ในเรื่องของการทำแบบฝึกหัดหรือการบ้านนั้น มีทั้งฝ่ายที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติการให้แบบฝึกหัดหรือการบ้านนั้น ผู้สอนส่วนใหญ่มักให้โดยไม่มีการชี้แจงให้ผู้เรียนได้มองเห็นความสำคัญของการทำแบบฝึกหัดหรือการบ้าน ยังคงให้โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน และที่สำคัญยังให้โดยไม่คำนึงถึงเวลาที่เด็กมี คือให้มากและในรูปแบบที่ซ้ำซาก ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเบื่อไม่อยากทำ ซึ่งก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียน

4. การจัดกิจกรรมการสอนของผู้สอนไม่น่าสนใจ จากสภาพการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยทั่ว ๆ ไป พบว่ายังมีผู้สอนอีกจำนวนไม่น้อยที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่น่าสนใจ และไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งจะลดความกระตือรือร้นในการเรียน ลดแรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียนให้เหลือน้อยลง ในขณะเดียวกันก็จะก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่อยากเรียนและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียน

5. การไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน ความสำเร็จหรือการประสบความสำเร็จถือเป็นความต้องการของมนุษย์ ในส่วนของผู้เรียนนั้นความสำเร็จในการเรียนย่อมเป็นที่ต้องการของผู้เรียนทุกคน แต่เนื่องจากการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์เป็นการเรียนในเรื่องที่เกี่ยวกับนามธรรมทำให้เข้าใจยาก มีปัญหาในด้านการเรียนมากกว่าการเรียนในวิชาอื่น ๆ จำนวนผู้เรียนที่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนจึงมีค่อนข้างมาก ไม่ว่าจะเป็นมองในแง่ของการตอบคำถาม การทำแบบฝึกหัดหรือการบ้าน จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้ใจ กลัว ไม่อยากทำ ไม่อยากตอบ เพราะกลัวความล้มเหลวหรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก เลยทำให้ไม่อยากคิด ไม่อยากเรียน และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนในที่สุด

จากสาเหตุที่กล่าวมาผู้วิจัยได้คิดค้นหาวิธีการที่จะสอนอย่างไรให้ผู้เรียนเกิดความชอบที่จะเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น เพื่อหวังว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อันหลากหลายจากการเรียนในบทเรียน ประสบความสำเร็จในการเรียน และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนในที่สุด

3.5 การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

อุทัย เพชรช่วย (2536 : 3-7) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และจะต้องแสดงการมีเจตคติที่ดีนั้นให้ปรากฏแก่ผู้เรียน ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการเตรียมการสอน เตรียมสื่อ อุปกรณ์ เตรียมห้องเรียน เตรียมตัวผู้เรียน เข้าสอนตรงเวลา อยู่สอน พูดคุย เป็นกันเอง ชี้แนะ ให้กำลังใจตลอดเวลาที่ทำการสอน และทุกช่วงเวลาที่ผู้เรียนต้องการ รวมตลอดไปถึงการขยันและเอาใจใส่ต่อการสอนอย่างเสมอต้นเสมอปลาย

2. ผู้สอนจะต้องมีเจตคติที่ดีต่อผู้เรียน มีความคาดหวังและมีความเชื่อมั่นว่าผู้เรียนจะต้องสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนสอนได้ และที่สำคัญผู้สอนจะต้องแสดงความคาดหวัง แสดงความเชื่อมั่นดังกล่าวให้ผู้เรียนได้รับรู้ เช่น การที่ผู้สอนพูดกับผู้เรียนว่า “สมัยที่ครูเรียน ครูก็ทำผิดพลาดเหมือนกับนักเรียนนี้แหละ ครั้งที่หนึ่งผิด ครั้งที่สองผิด ครั้งที่สามผิด ครั้งที่สี่ผิด ครั้งที่ห้าจะต้องถูกจนได้ เพราะครูเห็นแล้วว่านักเรียนเป็นคนขยัน” นั่นถือเป็นกลยุทธ์อย่างหนึ่งที่จะต้องมีให้กับผู้เรียนทุกคนโดยไม่เลือกที่รักมักที่ชัง

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนให้มีความรู้สึกว่าได้ประสบผลสำเร็จในการเรียน อาจจะโดยการซักถามในสิ่งที่คาดว่าผู้เรียนจะต้องตอบได้ หรือการให้งาน ให้แบบฝึกหัด หรือให้การบ้านในเรื่องที่ผู้สอนมั่นใจและแน่ใจว่าผู้เรียนจะทำได้สำเร็จ ทั้งนี้เพื่อสร้างความรู้สึที่ดีให้เกิดแก่ผู้เรียน

4. จัดกิจกรรมหรือเลือกใช้วิธีการหรือเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ตื่นเต้น ตื่นใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความฉงนสนเท่ห์ สงสัย อยากรู้ อยากเห็น อยากศึกษาค้นคว้าต่อไป และเกิดความรู้สึที่ว่าจริง ๆ แล้วคณิตศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่น่าเรียนน่าค้นคว้า และเมื่อผู้เรียนคิดได้ ทำได้ ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้สึรักที่จะเรียนหรือเรียกว่ามีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชานี้

5. สนับสนุนให้ผู้เรียนโดยเฉพาะผู้เรียนที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนได้มีโอกาสได้แสดงความสามารถทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือในจุดใดจุดหนึ่งตามที่ผู้สอนจะเห็นสมควร เช่น อาจให้ผู้เรียนเป็นผู้สาธิตกิจกรรมการเรียนในบางกิจกรรม โดยการนัดแนะ ซักข้อมความเข้าใจไว้ล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึว่าผู้สอนมองเห็นคุณค่า เป็นที่ยอมรับ ทั้งของผู้สอนและเพื่อน

6. พยายามสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้เกิดความอบอุ่นและเป็นกันเอง ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ต้องมีความเข้าใจ เป็นมิตร ยอมรับ ตลอดจนได้ให้ความช่วยเหลือแสดงออกให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึอบอุ่น เกิดความรู้สึเป็นกันเอง กล่าวที่จะซักถามข้อข้องใจและพูดคุยด้วย ซึ่งบรรยากาศดังกล่าวจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรักในตัวผู้สอน มีเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่สอน

3.6 การวัดเจตคติ

วิวัฒน์ชัย อยู่ยืนยง (2521 : 21) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติว่าทำได้หลายวิธี เช่น

1. การออกแบบสัมภาษณ์ (Survey Interview) โดยอาจจะเป็นคำถามประเภทให้เลือกตอบ โดยกำหนดไว้ให้แล้ว เช่น ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ หรืออาจใช้คำถามประเภทเปิดโอกาสให้ผู้ตอบตอบได้อย่างอิสระ เต็มที่ (Open-ended Question)
2. การแบ่งช่วงสเกล (Scaling Technique) หรือการใช้ช่วงการแบ่งการวัดออกตามความคิดเห็นเป็น 5 ช่วง เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นต้น
3. วิธีพิเศษ (Special Technique) ในการวัดเจตคติผู้ตอบอาจจะตอบไม่ตรงกับความจริง ทั้งนี้เพราะค่านิยมและประเพณี วัฒนธรรมของท้องถิ่น เป็นเช่นนั้น ดังนั้นเราควรจะใช้วิธีทางอ้อม เพื่อใช้วัดโดยไม่ให้ผู้ตอบทราบที่กำลังทดสอบอะไรอยู่ โดยอาจใช้วิธีการให้บรรยายความรู้สึกและประสบการณ์จากรูปภาพที่นำมาให้ดู

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เมลิน-โคนีเฆโรส (Melin-Conejeros. 1992 : online) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้โปรแกรมระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของผู้เรียนวิชาแคลคูลัส ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสใช้โปรแกรมระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการทำแบบฝึกหัดในห้องปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดซึ่งเหมือนกันโดยใช้กระดาษและดินสอเท่านั้น ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

แคมป์เบล (Campbell. 1994 : online) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลของการใช้ระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อสรุปผลของการใช้ระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ในระดับวิทยาลัย การวิจัยครั้งนี้มีแบบแผนการทดลองเป็น pretest – posttest ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนการสอนมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นซึ่งวัดผลจาก 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2) ความเข้าใจมโนคติ และ 3) คะแนนเจตคติทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มควบคุมมีจำนวน 2 กลุ่ม 86 คน ใช้การสอนปกติโดยมีกระดานดำและชอล์กเท่านั้นเป็นสื่อการสอน และกลุ่มทดลองมีจำนวน 2 กลุ่ม 89 คน สอนโดยใช้ระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือประกอบการบรรยาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจมโนคติสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนด้านเจตคติกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ฟรีเดนเบิร์ก (Fredenberg. 1993 : online) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยมอนตানা ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้วิจัยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มทดลองซึ่งเรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ และมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเสริมในห้องปฏิบัติการ ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนตามปกติและมีการบ้านเสริมการเรียน ผลการศึกษาสรุปได้ว่าทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่แตกต่างกัน และทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ในทางปฏิบัติสูงในระดับเดียวกัน

รินาลดี (Rinaldi. 1997 : online) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการสอนโดยครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 22 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่สองสอนโดยครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

คาร์เตอร์ (Carter. 1999 : online) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนของนักเรียนอาชีวศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กับการสอนโดยใช้วิธีปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียน 6 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพของการเรียนดีกว่านักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้วิธีปกติ

ไมเยอร์ (Myers. 1999 : online) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาและการทดสอบซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในรายวิชา discrete mathematics ซึ่งการศึกษาเรื่องนี้ผู้วิจัยพยายามแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีด้านมัลติมีเดียสามารถเสริมการเรียนรู้ในรายวิชานี้ได้อย่างไร โปรแกรมมัลติมีเดียมี 2 ส่วนคือ แบบสอนเสริมและแบบทดสอบ ผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วน โดยเนื้อหาส่วนแรกสอนโดยใช้การบรรยาย 1 ชั่วโมงและสอนโดยใช้โปรแกรมมัลติมีเดียในห้องปฏิบัติการ 2 ชั่วโมง เนื้อหาส่วนที่สองใช้การสอนโดยการบรรยายเพียงอย่างเดียว โดยมีการสอบ 2 ครั้ง คือกลางภาคและปลายภาค ผลการสอบกลางภาคแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันระหว่างหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดียและไม่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย ในการสอบปลายภาค คะแนนเฉลี่ยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดียเป็น 70% คะแนนเฉลี่ยของหัวข้ออื่น ๆ ได้เพียง 57% และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนุกกับการใช้ซอฟต์แวร์นี้ และเชื่อว่าซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยพวกเขาในการเตรียมตัวสอบ การใช้ซอฟต์แวร์มัลติมีเดียได้เปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้บรรยายมาเป็นผู้คอยให้คำปรึกษากับนักเรียน การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทำให้เกิดผลทางบวกในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน

โฮลเดรน (Holdren. 2002 : online) ได้ทำการศึกษางานวิจัยเรื่องผลของการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาพีชคณิต โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 146 คน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกสอนโดยใช้

สื่อคอมพิวเตอร์ และอีกกลุ่มสอนแบบบรรยาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

4.2 งานวิจัยในประเทศ

บรรพต สุวรรณประเสริฐ และประทีป ตริณโสภาส (2537 : 42-43) ทำการวิจัยเรื่อง การผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผู้ทดลองใช้รู้สึกชอบโปรแกรม มัลติมีเดียเพื่อใช้สอนหลักคณิตศาสตร์ 86% ผู้ทดลองใช้รู้สึกชอบโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อใช้สอน หลักคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ดี 79% ผู้ทดลองใช้รู้สึกว่าตนได้เรียนรู้ วิธีการใหม่ ๆ จากโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนหลักคณิตศาสตร์ 80% และไม่เห็นด้วยกับ ความรู้สึกนี้ 20% ผู้ทดลองใช้รู้สึกว่าโปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียน เข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น 84% ผู้ทดลองใช้ไม่มีความรู้สึกนี้ 16% และผู้ทดลองใช้รู้สึกว่า โปรแกรมมัลติมีเดียเพื่อสอนหลักคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสำคัญและเป็นเรื่องจำเป็นในปัจจุบันที่ รายวิชาต่าง ๆ ควรผลิตโปรแกรมเช่นนี้สอนรายวิชานั้น 86% และผู้ทดลองใช้ไม่เห็นด้วยกับ ความรู้สึกนี้ 12%

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาวิจัยโดยการพัฒนาโปรแกรม มัลติมีเดียเพื่อใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ วิชาเอก คณิตศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 28 คน และคณาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 5 คน รวม 33 คน ใช้เวลาทดลองจำนวน 8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 คาบ ๆ ละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ผู้วิจัยสามารถใช้ โปรแกรมมัลติมีเดียและไมโครซอฟต์วินโดวส์ไทย มาผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดียสอนคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งทำให้โปรแกรมได้ภาพและเสียงชัดเจน ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่า ควรให้กระทรวงศึกษาธิการจัดตั้งหน่วยงานผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการเรียน การสอน ส่งป้อนให้กับโรงเรียนต่าง ๆ ได้มีใช้กันทั่วถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงเรียนในถิ่นที่ห่างไกล ความเจริญ เพราะจะช่วยแก้ไขการขาดแคลนครูที่มีความรู้ความสามารถได้ และนักเรียนในชนบท สามารถเรียนรู้กับวิทยาการใหม่ได้ด้วยตนเอง และเสนอให้ทบวงมหาวิทยาลัยร่วมกับกระทรวง ศึกษาธิการจัดอบรมครูระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาให้มีความรู้ความสามารถในการผลิต โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้นำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

ธ.ธง พวงสุวรรณ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย เรื่องอินทิกรัล ระดับมหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามขั้นตอน การพัฒนา 8 ขั้น ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนิสิตกลุ่มที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนิสิตกลุ่มที่เรียนตามปกติไม่มีความ แตกต่างกัน 2) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับวิธีสอนหรือกล่าวได้ว่า ผลที่เกิดจากการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจะไม่แตกต่างกันในระดับใด ๆ ของความรู้พื้นฐาน

ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และ 3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้พัฒนาขึ้นน่าจะมีความเหมาะสมสำหรับนิสิต นักศึกษาใช้เรียนด้วยตนเอง หรือเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหาเรื่องอินทิกรัลจำกัดเขตของฟังก์ชันพีชคณิต และการประยุกต์ทางเรขาคณิตในวิชาแคลคูลัส มีข้อเสนอแนะ คือ 1) ควรใช้วิธีสอนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนโดยตรงหรือเพื่อเสริมการเรียนรู้สำหรับนิสิต นักศึกษา ผนวกเข้ากับวิธีสอนตามปกติ และ 2) ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมอื่นๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พัลลภ พิริยะสรวงศ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ออกแบบและพัฒนาอัลติมีเดียแบบฝึกโดยใช้รูปแบบการควบคุมการเรียนต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 180 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและชนิดของแบบฝึกไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) ชนิดของแบบฝึกที่ต่างกันมีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่างกันมีผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางเรียนจากอัลติมีเดียแบบฝึกรูปแบบการควบคุมการเรียนภายในกับรูปแบบการควบคุมการเรียนภายนอก มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5) กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเรียนจากอัลติมีเดียแบบฝึกรูปแบบการควบคุมการเรียนภายในกับรูปแบบการควบคุมการเรียนภายนอก มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 6) กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเรียนจากอัลติมีเดียแบบฝึกรูปแบบการควบคุมการเรียนภายในกับเรียนจากแบบฝึกในห้องเรียนปกติ มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนธิชา แสงแก้ว (2546 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์อัลติมีเดีย เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 35 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีสอนปกติจากครูผู้สอน ส่วนกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์อัลติมีเดีย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งโปรแกรมสำเร็จรูปและโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเอง แนวโน้มของผลการวิจัยซึ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มีทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับบทบาทของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์อัลติมีเดียสามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์อัลติมีเดียและจากครูเป็นผู้สอนไม่แตกต่างกัน สามารถพัฒนาความรู้ของผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมและกึ่งนามธรรม การที่จะสอนให้นักเรียน

เข้าใจนั้น จะต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก และสื่อที่จะนำมาสอนนั้นต้องมีความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนยากจะเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาวิธีการที่จะเสนอเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยการนำคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ในการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดมโนคติ เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกำหนดการเชิงเส้น

5.1 ประวัติความเป็นมาของกำหนดการเชิงเส้น

นิกร วัฒนพนม (2535 : 2-3) ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของกำหนดการเชิงเส้น ดังนี้ ปัญหาทั่วไปของกำหนดการเชิงเส้น มีการพัฒนาและนำไปประยุกต์ใช้อย่างเข้มข้นขึ้น ครั้งแรกเมื่อเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 1947 โดยมีหัวหน้าคณะทำงานคือ ยอร์ชบี ดานท์ซิก (George B. Dantzig) และ มาร์แชล วูด (Marshall Wood) พร้อมทั้งทีมผู้ร่วมงานในกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา ในช่วงนั้นคณะทำงานชุดนี้ได้รับมอบหมายให้วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประยุกต์คณิตศาสตร์และเทคนิคที่เกี่ยวข้องต่อปัญหาการวางแผนและการวางแผนโปรแกรมทางทหาร ภารกิจที่ได้รับมอบหมายนั้นทำให้ดานท์ซิก ได้เสนอวิธีการดังนี้ “ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กรขนาดใหญ่ เป็นแบบจำลองของกำหนดการเชิงเส้น ทำให้บรรลุเป้าหมายสูงสุด โดยทำให้ฟังก์ชันเชิงเส้นเป้าหมายมีค่าต่ำสุด” เพื่อพัฒนาความคิดของดานท์ซิก ต่อมาในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1948 กองทัพอากาศสหรัฐฯ ได้จัดตั้งคณะวิจัยคณะหนึ่งภายใต้ชื่อโครงการ สกู๊ป (Scoop: Scientific Computation of Optimum Program) ซึ่งโครงการนี้ เป็นโครงการที่มีส่วนสำคัญยิ่งในการพัฒนาและประยุกต์แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นอย่างเป็นทางการ ในช่วงต้นกำหนดการเชิงเส้นส่วนใหญ่นำไปประยุกต์ในวงการทหาร และทางเศรษฐศาสตร์ในตัวแบบ input-output ของ Leontief และปัญหาเกมส์ ต่อจากนั้นก็แพร่หลายในปัญหาทางด้านอุตสาหกรรม ด้านสังคม และปัญหาที่อยู่อาศัย

ในปี ค.ศ. 1947 ผู้เริ่มต้นสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นคือ ดานท์ซิก (Dantzig) พร้อมกันนั้นยังได้เสนอวิธีการที่เป็นระบบในการแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้น เรียกว่า วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) แต่ก่อนหน้านั้นในปี ค.ศ. 1939 นักคณิตศาสตร์ชาวรัสเซีย ชื่อ แอล วี แคนโตโรวิช (L.V. Kantorovich) ได้เสนอแบบจำลองและการแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นเกี่ยวกับปัญหาขององค์กร และปัญหาการวางแผนการผลิต ในปี ค.ศ. 1941 ฮิทช์ค็อก (Hitchcock) ก็ได้เสนอตัวอย่างการแก้ปัญหาทางด้านปัญหาการขนส่ง ในปี ค.ศ. 1947 คูปแมน (Koopmans) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาเดียวกัน และในปี ค.ศ. 1945 สติกลเลอร์ (Stigler) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาทางโภชนาการ

การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการแก้ปัญหาแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นได้ประสบผลสำเร็จครั้งแรกที่องค์กร National Bureau of Standard ของสหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนมกราคม ค.ศ. 1952 ตั้งแต่นั้นปัญหาคำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีการซิมเพล็กซ์ได้พัฒนาเป็น

โปรแกรม (Computer program หรือ Software) ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ จนกระทั่งปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูป (Software package) ที่สามารถนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer หรือ Microcomputer) ได้

ในปี ค.ศ. 1984 ได้เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญอีกก้าวหนึ่งของวิชากำหนดการเชิงเส้น เมื่อนาเรนดรา คาร์มาร์คาร์ (Narendra Karmarkar) ได้เสนอผลงานวิจัยใหม่ทางด้านทฤษฎีกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งเป็นวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหา กำหนดการเชิงเส้น เรื่อง “A New Polynomial-time Algorithm for Linear Programming” วิธีการของเอ็นคาร์มาร์คาร์ (Karmarkar's Algorithm) สามารถนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นขนาดใหญ่ได้ดี ในมหาวิทยาลัยบางแห่งได้เริ่มบรรจุเป็นเนื้อหาหลักสูตรในการสอนนักศึกษา แต่ยังไม่บรรลุผลสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากความยากในการสอน และสมาคมการวิจัยดำเนินงานแห่งสหรัฐอเมริกาได้จัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการในวิธีการคาร์มาร์คาร์ เมื่อเดือนตุลาคม ค.ศ. 1987 ผลของการประชุมปฏิบัติการครั้งนั้น ได้อภิปรายถึงวิธีการของคาร์มาร์คาร์ที่ยากในการสอน ว่าเพราะเป็นวิธีการพิสูจน์ที่ยุ่งยาก และซับซ้อนมาก และเป็นวิธีการที่แตกต่างไปจากวิธีซิมเพล็กซ์เป็นอย่างมาก นอกจากนั้นถ้าจะสร้างความเข้าใจในรูปเรขาคณิตต้องเขียนรูป 3 มิติ ไม่สามารถเขียนเป็นรูป 2 มิติได้ และถ้าเป็นปัญหขนาดเล็กละก็เสียเวลามากในการคำนวณ ต่างจากวิธีการซิมเพล็กซ์ที่คำนวณหาผลลัพธ์ด้วยมือได้แต่ถ้าเป็นปัญหขนาดใหญ่วิธีของคาร์มาร์คาร์สามารถคำนวณหาผลลัพธ์ได้ผลดี

ประกอบ จีรिति (2535 : 1) กล่าวว่า แดนท์ซิก (George B. Dantzig) นับได้ว่าเป็นบิดาของกำหนดการเชิงเส้น ทั้งนี้เพราะเป็นผู้ที่เริ่มสร้างรูปแบบทั่วไปของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นและพัฒนาวิธีการอย่างมีระบบ ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นในปี พ.ศ. 2490 วิธีการหาคำตอบดังกล่าวยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบันภายใต้ชื่อว่า วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex method)

5.2 ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น

เฟิร์ริง (Feiring. 1986 : 8) กล่าวว่า กำหนดการเชิงเส้น คือเซตย่อยของกำหนดการเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Programming) ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการมากที่สุด

ซัลตัน (Sultan. 1993 : 1) กล่าวว่า กำหนดการเชิงเส้นเป็นการศึกษาถึงวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการจัดการกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด

นิกร วัฒนพนม (2535 : 1) ได้กล่าวถึงความหมายของกำหนดการเชิงเส้นว่า หมายถึงแบบจำลอง (Model) ทางคณิตศาสตร์เพื่อแทนความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ตัวแปรทางคณิตศาสตร์แทนระดับกิจกรรมในการตัดสินใจ และพัฒนาเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ในรูปฟังก์ชันคณิตศาสตร์ ซึ่งฟังก์ชันคณิตศาสตร์นี้มีคุณสมบัติเป็นฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) ถ้าอยู่ในรูปเรขาคณิต 2 มิติ จะเป็นเส้นตรง ถ้าอยู่ในรูปเรขาคณิต 3 มิติ จะเป็นรูประนาบ (plane)

เพอร์หงส์ โชติกอาภา (2535 : 1) ได้กล่าวถึงกำหนดการเชิงเส้นว่า เป็นเทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวางแผนจัดการกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่กำหนด เช่น ให้ได้กำไรสูงสุด หรือวางแผนให้มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด การวางแผนนี้เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดในองค์กรนั้น ๆ ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน เงินทุน หรือสิ่งอื่น ๆ ที่จำเป็นในการผลิตหรือการบริการ ตัวอย่างของปัญหาที่นำมาประยุกต์ใช้กับกำหนดการเชิงเส้นคือ ปัญหาการหาสัดส่วนการผลิตของอาหารสัตว์ ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต การจัดตารางการผลิต การจัดสรรงบประมาณ และการเลือกแนวทางการขนส่งเพื่อให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด

จากความหมายของกำหนดการเชิงเส้นที่กล่าวมา ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่า กำหนดการเชิงเส้นเป็นเทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดสรรทรัพยากร หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการมากที่สุด เช่น ได้กำไรสูงสุด ค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นต้น ซึ่งกำหนดการเชิงเส้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

5.3 การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหา

เจสส์ (Gass. 1975) กล่าวถึง การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นไปใช้ในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ประยุกต์กับการเกษตร (Agricultural applications) ซึ่งเกี่ยวข้องถึงเศรษฐกิจของฟาร์ม ผลผลิตของฟาร์ม การสนองธรรมชาติแก่ฟาร์ม และงานด้านการจัดการของฟาร์มในปัญหาต่าง ๆ
2. เงื่อนไขและข้อตกลง (Contract awards) ซึ่งเกี่ยวข้องกับด้านการทำสัญญาต่าง ๆ
3. การประยุกต์ทางอุตสาหกรรม (Industrial applications) เช่น อุตสาหกรรมเคมี ถ่านหิน เหล็ก เหล็กกล้า กระดาษ ปิโตรเลียม การบินพาณิชย์ การติดต่อ และอื่น ๆ
4. การวิเคราะห์เศรษฐกิจ (Economic analysis) เกี่ยวกับการเลือกสรร การลงทุนต่าง ๆ การหาแนวทางเพื่อกำไรของกิจการร้านค้า ปัญหาด้านการวิเคราะห์ตลาด การควบคุมคุณภาพด้านโภชนาการ
5. การประยุกต์กับทางทหาร (Military applications) เกี่ยวกับปัญหาการบิน ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนนักบิน เครื่องบิน และงบประมาณ และยังประยุกต์กับยุทธวิธีในการดำเนินการรบซึ่งขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของทรัพยากรอื่น ๆ
6. การบริหารงานบุคคล (Personnel assignment) ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและคุณภาพของคนที่ใช้ในเวลาจำกัด
7. การบัญชีและการควบคุมการผลิต (Production scheduling and inventory control)

8. การออกแบบโครงสร้าง (Structural design) รวมไปถึงพื้นฐานด้านวิศวกรรม เช่น การควบคุมค่าความสามารถของวัสดุอุปกรณ์ เพื่อไม่ให้ใช้งานเกินที่อุปกรณ์นั้นจะทนได้ หรือการควบคุมคุณภาพต่าง ๆ

9. การวิเคราะห์การจราจร (Traffic analysis) ที่เกี่ยวกับการใช้สัญญาณจราจรใน รอบวงจรของไฟเขียวไฟแดง และที่เกี่ยวกับการควบคุมเวลาของสัญญาณการเปิดการปิด

10. ปัญหาการขนส่งและทฤษฎีเครือข่าย (Transportation problems and Network theory)

11. ปัญหาสายทางของเซลแมน (Traveling-salesman problem) เพื่อที่จะได้สายงาน ที่ดีที่สุดในการดำเนินงานที่สมบูรณ์

12. ประยุกต์อื่น ๆ (Other applications) เช่น เกี่ยวกับการควบคุมด้านพลังงานต่าง ๆ และที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดำเนินงาน (Operations research) และการประยุกต์อื่น ๆ

ประกอบ จิริกิติ (2535 : 2) กล่าวถึง ตัวอย่างการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้นที่พบเห็น โดยทั่วไป ได้แก่

1. ปัญหาการผลิต (product mix problem) เป็นการพิจารณาหาปริมาณสินค้าแต่ละประเภทที่ควรจะมีการผลิต เพื่อที่จะให้การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ไม่ว่าจะเป็น เครื่องจักร วัตถุดิบ แรงงาน นั้นเป็นไปอย่างเหมาะสม เพื่อที่จะได้ผลตอบแทนสูงสุด

2. ปัญหาการผสมสาร (blending problem) เป็นการพิจารณาหาปริมาณสารหรือ วัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาผสมกันหรือนำมาใช้ในการผลิตสินค้าประเภทต่าง ๆ ตามคุณสมบัติ ที่ได้กำหนดไว้ เพื่อที่จะได้มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด

3. ปัญหาการขนส่ง (transportation problem) เป็นการพิจารณาหาปริมาณสินค้าที่จะ ทำการขนส่งจากแหล่งผลิตสินค้าไปยังผู้บริโภคหรือจุดหมายปลายทาง เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการ ขนส่งต่ำสุด หรือส่งสินค้าถึงจุดหมายปลายทางได้เร็วที่สุด

4. ปัญหาการมอบหมายงาน (assignment problem) เป็นการพิจารณาการ มอบหมายงานที่จะต้องทำให้กับบุคลากรหรือเครื่องจักร เพื่อให้งานที่ได้รับการมอบหมายแล้วเสร็จ ในเวลาที่เร็วที่สุด หรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยสุด

5. ปัญหาการลงทุน (investment project selection) เป็นการพิจารณาจัดสรรเงิน ลงทุนในโครงการลงทุนต่าง ๆ เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด

6. ปัญหาการเลือกสื่อโฆษณา (media selection) เป็นการพิจารณาเลือกสื่อโฆษณา ชนิดต่าง ๆ เพื่อให้ข้อมูลหรือข่าวสารที่ต้องการเผยแพร่ออกสู่เป้าหมายเป็นจำนวนมากที่สุด หรือ โดยเสียค่าใช้จ่ายในการโฆษณาน้อยที่สุด

7. ปัญหาการตัดกระดาษ (trim loss problem) เป็นการพิจารณารูปแบบหรือวิธีการ ตัดกระดาษ (หรือสินค้าอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน เช่น การตัดผ้า การตัดแผ่นเหล็ก) เพื่อ ที่จะหารูปแบบการตัดกระดาษขนาดมาตรฐานที่มีอยู่ออกเป็นขนาดและปริมาณต่าง ๆ ตามความ ต้องการ เพื่อที่จะให้มีเศษ (ส่วนที่ใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้) น้อยที่สุด

8. ปัญหาทางด้านการทหาร อาจนำเอากำหนดการเชิงเส้นมาใช้ในการพิจารณาวางแผนการส่งกำลังบำรุง การเลือกกำหนดจำนวนอาวุธยุทโธปกรณ์ การกำหนดยุทธศาสตร์ ฯ

กำหนดการเชิงเส้นสามารถจะปรับใช้ได้กับปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะฟังก์ชันจุดประสงค์อาจใช้ได้ในรูปแบบ ค่าไร ค่าใช้จ่าย การสูญเสีย เศษเหลือ จำนวนคนงานที่น้อยที่สุดที่จะจ้าง ฯลฯ ส่วนเงื่อนไขบังคับอาจอยู่ในรูปของข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่หรือที่อาจจะหาได้ ข้อจำกัดด้านการตลาด ข้อจำกัดด้านคุณภาพ

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับกำหนดการเชิงเส้น

งานวิจัยต่างประเทศ

เบนสัน (Benson. 1989 : online) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคอมพิวเตอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์เป็นเครื่องมือในการสอนเรื่องการกำจัดของเกาส์จอร์แดน (Gauss-Jordan elimination) และกำหนดการเชิงเส้น กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการศึกษาเนื้อหาและกลุ่มควบคุมเรียนเนื้อหาเดียวกันกับกลุ่มทดลองแต่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ สมมติฐานในการวิจัยคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่คะแนนผลสัมฤทธิ์เรื่องการกำจัดของเกาส์จอร์แดนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลอง ส่วนเจตคติต่อคอมพิวเตอร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม

สมิธ (Smith. 1991 : online) ได้ทำการวิจัยเรื่องการบูรณาการของระบบพีชคณิตคอมพิวเตอร์ DERIVE เข้ากับการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 กลุ่ม INT เป็นกลุ่มที่ใช้ DERIVE ในการสาธิตและให้นักเรียนใช้โปรแกรมนี้ด้วย กลุ่มที่ 2 กลุ่ม NINT เป็นกลุ่มที่ใช้ DERIVE ในการสาธิตเพียงอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ยาวูซ (Yavuz. 2003 : online) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกหัดในชั้นเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน เนื้อหาที่ใช้คือเรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยเป็นการประเมินแบบฝึกหัดในการเรียนกำหนดการเชิงเส้นที่ชื่อว่า LEGO ซึ่งทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 กลุ่มที่แตกต่างกัน สองกลุ่มแรกได้รับการนำเสนอแบบฝึกหัด LEGO ที่แตกต่างกัน ในขณะที่อีกกลุ่มหนึ่งใช้เป็นกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า หากไม่คำนึงถึงการนำเสนอของโปรแกรม LEGO ที่แตกต่างกันแล้ว แบบฝึกหัด LEGO ทำให้ความเข้าใจในเรื่อง

กำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่ใช้การนำเสนอแบบฝึกหัด LEGO ที่แตกต่างกัน ความสามารถในการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเห็นได้จากคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน

งานวิจัยในประเทศ

วรรณรัตน์ วิบูลสุข (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ผลการวิจัยพบว่า 1) เมื่อจำแนกตามเนื้อหา พบว่านักศึกษามีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดในเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาคำหนดการเชิงเส้นโดยใช้กราฟ ร้อยละ 47.85 ในเนื้อหาเรื่อง กำหนดการเชิงเส้นในระบบสองมิติพบข้อบกพร่องร้อยละ 14.52 และมีข้อบกพร่องน้อยที่สุดในเนื้อหาเรื่อง ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ร้อยละ 11.83 2) เมื่อจำแนกตามจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า นักศึกษามีข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 การกำหนดตัวแปรของปัญหา ร้อยละ 50.54 มีข้อบกพร่องในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 10 การคำนวณค่าจากสมการวัตถุประสงค์ ร้อยละ 49.46 และมีข้อบกพร่องน้อยที่สุดในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 7 การกำหนดสมการวัตถุประสงค์ ร้อยละ 6.99

สุกัญญา เรืองสุวรรณ (2542 : 76-83) ได้ทำการแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ด้วย Excel Solver พบว่าคำสั่ง Solver ของโปรแกรม Excel นั้นเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นได้ดี ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านกำหนดการเชิงเส้น นอกจาก Solver แล้วยังมีโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นอีกมากมาย อาทิ เช่น LINDO, QSB+, GAMS เป็นต้น ทำให้การแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นทำได้ง่ายขึ้น ช่วยให้ผู้ใช้หาทางเลือกที่ดีที่สุดในการผลิตสินค้าได้เร็วขึ้น ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงการผลิตหรือพัฒนาระบบงานให้ดีขึ้น

วรทัศน์ ขจิตวิษยานุกูล และ ชาวลิต มีเชาว์ (2546 : 104-108) ได้นำกำหนดการเชิงเส้นมาใช้ในกระบวนการผสม (Linear Programming for Blending Process in Industry) โดยได้นำเสนอการใช้โปรแกรมเอ็กเซลซึ่งเป็นโปรแกรมตารางคำนวณที่มีการใช้งานทั่วไปมาช่วยคำนวณแก้ปัญหาเชิงเส้นเช่นเดียวกับโปรแกรมเฉพาะทาง (Linear Programming) อาทิเช่น LINDO หรือ LINGO โดยนำความรู้และเทคนิคการวิจัยดำเนินงานมาแก้ปัญหาเชิงเส้นตรงโดยใช้โปรแกรมทั่วไปแทนโปรแกรมเฉพาะทาง และได้ยกตัวอย่างกระบวนการผสม (Blending Process) เพื่อแสดงถึงวิธีการแก้ปัญหา หลังจากได้นำไปใช้ในโรงงานพบว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตเนื่องจากวัตถุดิบได้ถึง 15 %

จากเอกสารและงานวิจัยทั้งในและนอกประเทศที่กล่าวมาจะเห็นว่า กำหนดการเชิงเส้นมีความสำคัญในการนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ สามารถลดต้นทุนการผลิต ทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน จากความสำคัญนี้ทำให้มีการพัฒนาโปรแกรมกำหนดการเชิงเส้นด้วยโปรแกรมต่าง ๆ อยู่ตลอดเพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้ และ

มีการศึกษาพัฒนารูปแบบการสอนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเห็นความสำคัญ ดังกล่าวจึงได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในเรื่องนี้ขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน เห็นความสำคัญในเนื้อหา มองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการ แก้ปัญหาได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อ ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Sampling) จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน จำนวน 206 คน ซึ่งทาง โรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถ จากนั้นจับสลากเลือก 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ส่วนนักเรียนอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

- 2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 2.2 คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
- 2.4 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการแข่งขัน เส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในการวิจัยนี้ ได้ใช้แนวความคิดของ
ลินด์สตรอม แชนนาฟินและเพค อะเลสซีและทรอลลิป ชวงโซติ พันธุเวช และอรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์
กำหนดขั้นตอนการพัฒนาบทเรียน รวม 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นที่ 2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นที่ 3 การเขียนผังงานสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นที่ 4 การสร้างกรอบของเนื้อหาและผลย้อนกลับ

ขั้นที่ 5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นที่ 6 การจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ขั้นที่ 7 การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 1

ขั้นที่ 8 การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 2

แต่ละขั้นตอนได้ดำเนินการภายใต้การควบคุมและการให้คำแนะนำจากคณะกรรมการ
ควบคุมการทำปฏิญาณพันธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม เนื้อหา และวิธีสอน มีรายละเอียดในการ
ดำเนินการโดยลำดับคือ

ขั้นที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา

ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องกำหนดการแข่งขัน เส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยศึกษาจากหนังสือเรียนและคู่มือครู รายวิชาคณิตศาสตร์ ม.5 เล่ม 3 ค 015 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.
2533) ของ สสวท. โดยยึดสาระการเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2544

ในขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา ได้กำหนดลำดับของเนื้อหาและแยกเนื้อหา
ออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- | | |
|---|-------------|
| 1. ความหมายของกำหนดการแข่งขัน | จำนวน 1 คาบ |
| 2. กราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร | จำนวน 2 คาบ |
| 3. การสร้างแบบจำลองกำหนดการแข่งขัน | จำนวน 3 คาบ |
| 4. การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการแข่งขันโดยวิธีกราฟ | จำนวน 3 คาบ |
| 5. การประยุกต์กำหนดการแข่งขันในปัญหาต่าง ๆ | จำนวน 3 คาบ |

การศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา โดยกำหนดแยกเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้
เพื่อกำหนดเป็นมโนทัศน์ที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถนำไปเขียนผังงาน และกรอบของ
สาระเนื้อหาได้ต่อไป นอกจากนั้นได้กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับหน่วยการเรียนรู้

แต่ละหน่วย สำหรับเป็นแนวทางการประเมินผลหลังเรียนว่าผู้เรียนประสบผลสำเร็จตามจุดประสงค์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้แบบฝึกหัดสำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการนำเสนอสาระเนื้อหาและกิจกรรมของบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยประยุกต์จากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย จากนั้นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอน ตรวจสอบความเหมาะสมที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ผลจากการออกแบบการสอน วิธีการนำเสนอสาระเนื้อหาและกิจกรรมของบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จะประกอบด้วยกระบวนการนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ย่อย
2. หัวข้อย่อยของเนื้อหา
3. จุดประสงค์ของบทเรียน
4. ได้รับความสนใจหรือนำเสนอปัญหา หรือทบทวนความรู้เดิม
5. เสนอสาระเนื้อหาโดยใช้ตัวอักษร ภาพกราฟิก การเคลื่อนไหวของตัวอักษร และภาพ ตลอดจนเสียงประกอบการบรรยาย พร้อมทั้งมีคำถามหรือสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนองและให้ผลย้อนกลับทั้งในกรณีที่ผู้เรียนตอบสนองได้ถูกต้องและไม่ถูกต้อง
6. เสนอตัวอย่างประกอบการนำเสนอสาระเนื้อหา
7. เสนอตัวอย่างหรือปัญหาให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติหรือเสนอคำถามพร้อมทั้งให้ผลย้อนกลับเมื่อผู้เรียนได้ตอบสนอง
8. สรุปสาระเนื้อหาที่สำคัญเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์
9. ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน โดยใช้แบบฝึกหัด เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียน

ประสบผลสำเร็จตามจุดประสงค์หรือไม่

ขั้นที่ 3 การเขียนผังงานสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะกำหนดให้แต่ละหน่วยการเรียนรู้เป็นรายการหลักในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามต้องการและแยกเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหามากออกเป็นรายการย่อย เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการเรียนและการทบทวนเนื้อหาของผู้เรียน จากนั้นจึงเขียนผังงานแสดงโครงสร้างเมนูรายการของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของผังงานที่จะพัฒนาขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต่อไป

ขั้นที่ 4 การสร้างกรอบเนื้อหาและผลย้อนกลับ

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการ โดยออกแบบการแสดงผลบนจอภาพคอมพิวเตอร์ลงในกระดาษ ให้แต่ละกรอบที่แสดงผลบนจอภาพ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนบนจะเป็นกรอบที่แสดง

ขอบทเรียน วันและเวลาปัจจุบัน ส่วนกลางของกรอบเป็นบริเวณที่ใช้แสดงสาระเนื้อหาที่น่าสนใจ และส่วนล่างของกรอบจะเป็นบริเวณที่แสดงเมนูรายการที่ให้ผู้เรียนสามารถคลิกไปยังหน้าถัดไป หรือย้อนกลับไปยังหน้าที่ผ่านมาแล้วได้ และเมนูรายการเพื่อออกจากบทเรียน รายชื่อผู้เรียน นอกจากนั้นยังแสดงหมายเลขหน้าจากจำนวนหน้าทั้งหมด และแสดงข้อความเพื่อการโต้ตอบ ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับผู้เรียน

การออกแบบในแต่ละกรอบเพื่อแสดงเนื้อหาและผลย้อนกลับ จะดำเนินการโดยสร้างกรอบมโนติย่อยจนครบถ้วนตามเนื้อหาในแต่ละหน่วย โดยพิจารณาจากความต่อเนื่องของกรอบ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนติที่ต่อเนื่องกัน พร้อมทั้งกำหนดภาพประกอบ ข้อความ ตลอดจนเสียง ประกอบในแต่ละกรอบเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอนตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อความ ภาพประกอบ และข้อความที่นำไปใช้เป็นเสียงประกอบ นอกจากนั้นได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน ตรวจสอบความเหมาะสมของการออกแบบการนำเสนอสาระเนื้อหาในแต่ละกรอบ

ขั้นที่ 5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการสร้างโดยมีการเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คือ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ PENTIUM III ความเร็ว 1.60 กิกะเฮิร์ซ มีหน่วยความจำ 256 เมกะไบต์ ฮาร์ดดิสก์ความจุ 40 กิกะไบต์ จอภาพสี และการดิสก์พร้อมลำโพง 1 คู่ และได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพนธ์บทเรียน คือ Authorware Professional 6.0 เพื่อสร้างโปรแกรมหลักแสดงเมนู โปรแกรมนำเสนอแบบทดสอบ และบทเรียน ตามกรอบเนื้อหาที่ออกแบบไว้ในขั้นที่ 4 นอกจากนี้ยังมีโปรแกรม Maple 7.0 เพื่อการนำเสนอกราฟและการคำนวณทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างโปรแกรมหลักเพื่อแสดงเมนูสำหรับผู้เรียนเลือกเรียนในแต่ละหน่วย การเรียน และเมื่อผู้เรียนเลือกหน่วยการเรียนแล้ว โปรแกรมหลักจะทำหน้าที่ในการเรียกโปรแกรมย่อยในแต่ละเมนูให้ทำงาน จากนั้น ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมหลักและให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของโปรแกรมหลักเพื่อให้ง่ายแก่การใช้งานของผู้เรียน

2. สร้างแบบรูป (Pattern) ของโปรแกรมย่อยและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงสาระเนื้อหาตามกรอบของเนื้อหาที่ได้ออกแบบไว้ในลักษณะของกรอบต่อเนื่องกัน เพื่อบรรจุสาระเนื้อหาจนครบถ้วน พร้อมทั้งสร้างแบบรูปของโปรแกรมย่อยและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนำเสนอข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งได้สร้างและออกแบบไว้แล้ว จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมย่อย และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของวิธีการนำเสนอสาระเนื้อหา

3. ใช้แบบรูปของโปรแกรมย่อยที่สร้างไว้ในขั้นที่ 2 เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงสาระเนื้อหาตามกรอบของเนื้อหาจนครบถ้วนตามที่สร้างไว้ในทุกหน่วยการเรียนรู้

4. บันทึกเสียงแต่ละข้อความที่ใช้ประกอบการนำเสนอสาระเนื้อหาทั้งหมดลงในเครื่องคอมพิวเตอร์จนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ แล้วจึงนำเสียงประกอบที่บันทึกนั้นบรรจุลงในโปรแกรมบทเรียน โดยปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมบทเรียนให้สอดคล้องกับเสียงประกอบ จากนั้น ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและวิธีสอนตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

5. นำโปรแกรมบทเรียนของแต่ละหน่วยเรียนมาเชื่อมโยงเข้าในโปรแกรมหลัก และทดสอบการทำงานของระบบโปรแกรมบทเรียนทั้งหมด จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้งหมด

ขั้นที่ 6 การจัดทำคู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดทำคู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. บทนำ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. รายชื่อหน่วยการเรียนรู้
4. อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
5. วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียน
6. วิธีการเรียน
7. รายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้พร้อมตารางงาน
8. แบบฝึกหัด

นอกจากนั้นเขียนคู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินกิจกรรมการสอนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย คู่มือดังกล่าวประกอบด้วยรายละเอียดตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. บทนำ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้
3. รายชื่อหน่วยการเรียนรู้
4. อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
5. การบรรจุโปรแกรมลงฮาร์ดดิสก์และโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์

มัลติมีเดีย

6. วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียน
7. ข้อตกลงการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
8. วิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

เมื่อสร้างคู่มือประกอบการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรียบร้อยแล้ว
แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรม คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้ทรงคุณวุฒิ
เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 7 การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ครั้งที่ 1

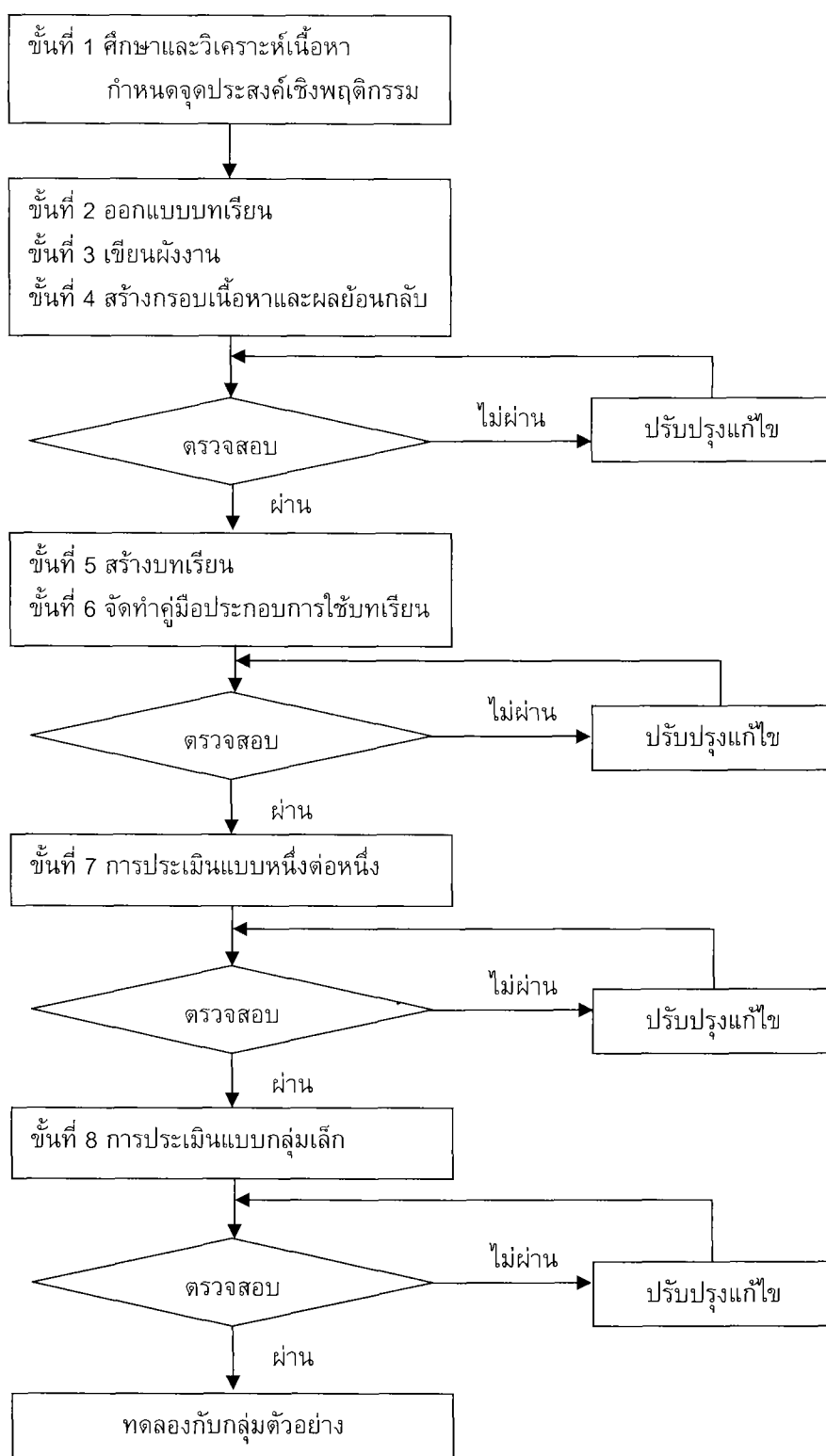
ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 1 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยให้นักเรียนดังกล่าวเรียนเนื้อหา
จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งผู้วิจัยคอยสังเกต บันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนและสอบถาม
ผู้เรียนในเรื่องข้อบกพร่องของบทเรียน เช่น ลักษณะคำถามไม่ชัดเจน คำอธิบายอ่านแล้วไม่เข้าใจ
เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดไปตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขบทเรียนและคู่มือการใช้งาน
แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบ

ขั้นที่ 8 การทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ครั้งที่ 2

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะสุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนภัทรบพิตร
อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 5 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยทดลองเรียนจากบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวเรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
หลังจากผู้เรียนเรียนจบแล้ว ผู้วิจัยและผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายข้อบกพร่องของบทเรียน
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียน และคู่มือการใช้งาน
ให้สอดคล้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการควบคุม
ปริญญาโทตรวจสอบ

จากขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียข้างต้น สามารถสรุปขั้นตอนการ
สร้างบทเรียนเป็นแผนภาพ ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการ เชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบหลังการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยสร้างโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น

3.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ แบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยมีผู้เชี่ยวชาญหนึ่งท่านเป็นครูผู้สอนกลุ่มควบคุม ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา สำนวนภาษา และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของคำถามแต่ละข้อ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินของบุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์ (2527 : 69) ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องตามจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ว่าข้อสอบนั้นวัดได้สอดคล้องตามจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องตามจุดประสงค์

3.2.4 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ IOC (Index of Item-Objective Congruence) และเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.66 ขึ้นไป

3.2.5 นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 3.2.4 ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนนันทบุรีพิตร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ที่เคยเรียนเรื่องกำหนดการเชิงเส้นมาแล้ว โดยใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง 30 นาที

3.2.6 วิเคราะห์แบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบที่ได้จากการสอบในข้อ 3.2.5 มาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของกรมวิชาการ (2546 : 121-122) ดังนี้

แบบทดสอบปรนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อดังนี้ ข้อที่ตอบ

ถูกต้องให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

แบบทดสอบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบที่พิจารณาจากการแสดงวิธีการในการหาคำตอบ และความถูกต้องของคำตอบในแต่ละข้อดังนี้

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบอัตนัย

คะแนน/ ความหมาย	ผลการทำงานที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
3 : ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน
2 : พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบถูกต้องครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ
1 : ควรแก้ไข	การแสดงวิธีทำไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง
0 : ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์

3.2.7 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 3.2.6 มาวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ดังนี้

แบบทดสอบปรนัย หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก และเลือกข้อสอบ ข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 25 ข้อ

แบบทดสอบอัตนัย หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก และเลือกข้อสอบ ข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 2 ข้อ

3.2.8 นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 3.2.7 ซึ่งเป็นข้อที่ได้คัดเลือกไว้ไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งแบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85

3.3 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติ ดังนี้

3.3.1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติจากเอกสาร หนังสือ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบสอบถามวัดเจตคติ

3.3.2 สร้างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของสมพร แมลงกู๋ (2541 : 203-207) โดยข้อคำถามประกอบด้วยข้อความทั้งใน

เชิงนิมานและเชิงนิเสธ ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

สำหรับข้อคำถามในเชิงนิมาน มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

- 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

สำหรับข้อคำถามในเชิงนิเสธ มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

- 1 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- 2 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- 4 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- 5 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของคะแนนของผู้เรียนในกลุ่มทดลองสำหรับผลการวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ ใช้เกณฑ์ที่อาศัยแนวคิดตามแนวการเสนอแนะของ บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 100) ดังนี้

- | | | | |
|-------------|-------------|---------|--------------------|
| คะแนนเฉลี่ย | 1.00 – 1.49 | หมายถึง | เห็นด้วยน้อยที่สุด |
| คะแนนเฉลี่ย | 1.50 – 2.49 | หมายถึง | เห็นด้วยน้อย |
| คะแนนเฉลี่ย | 2.50 – 3.49 | หมายถึง | เห็นด้วยปานกลาง |
| คะแนนเฉลี่ย | 3.50 – 4.49 | หมายถึง | เห็นด้วยมาก |
| คะแนนเฉลี่ย | 4.50 – 5.00 | หมายถึง | เห็นด้วยมากที่สุด |

3.3.3 นำแบบสอบถามวัดเจตคติจำนวน 30 ข้อ เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3.4 นำแบบสอบถามวัดเจตคติในข้อ 3.3.3 ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่เคยทดลองเรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ซึ่งแบบสอบถามวัดเจตคตินี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.98

3.3.5 นำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

4.1 สุ่มห้องเรียนแบบเกาะกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน จากนั้นจับสลากเลือกห้องเรียนห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

4.2 ให้กลุ่มทดลองตอบแบบสอบถามวัดเจตคติก่อนเรียนใช้เวลา 10 นาที และให้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีการสอนปกติจากผู้สอนประจำวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียน ทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการเรียน 12 คาบ คาบละ 60 นาที ซึ่งเป็นเวลาเรียนตามตารางปกติของโรงเรียน

4.3 เมื่อเรียนจบแล้ว ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ แบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วตรวจและบันทึกคะแนน

4.4 ให้นักเรียนกลุ่มทดลองตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนใช้เวลา 10 นาที

4.5 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผัน

5.2 ทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นไม่แตกต่างกัน โดยดำเนินการทดสอบตามลำดับ ดังนี้

5.2.1 ทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนทั้งสองกลุ่มโดยใช้ การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)

5.2.2 ถ้าคะแนนจากข้อ 5.2.1 มีการแจกแจงปกติ จะเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้สถิติทดสอบ t (t-test for Independent Samples) ถ้าคะแนนจากข้อ 5.2.1 ไม่ใช้การแจกแจงปกติ จะเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มโดยใช้การทดสอบแมน-วิทนี (Mann – Whitney Test)

5.3 ทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนดีกว่าก่อนเรียน โดยดำเนินการทดสอบตามลำดับดังนี้

5.3.1 ทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลต่างของคะแนนจากการตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งก่อนและหลังทดลอง โดยใช้การทดสอบลิลล์ฟอร์ส (Lilliefors Test)

5.3.2 ถ้าผลต่างของคะแนนจากข้อ 5.3.1 มีการแจกแจงปกติ จะเปรียบเทียบคะแนนเจตคติก่อนทดลองกับหลังทดลองโดยใช้การทดสอบ t (t-test for Dependent Samples) ถ้าคะแนนจากข้อ 5.3.1 ไม่มีการแจกแจงปกติ จะเปรียบเทียบคะแนนเจตคติก่อนทดลองกับหลังทดลองโดยใช้การทดสอบลำดับเครื่องหมายวิลโคซอน (Wilcoxon Signed Rank Test)

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ค่าสถิติ ดังนี้

6.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต(Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และสัมประสิทธิ์การแปรผัน

6.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

6.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดเจตคติ ได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

6.4 สถิติเพื่อการทดสอบสมมติฐาน

6.4.1 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ไม่แตกต่างกัน ได้แก่ การทดสอบลิลล์ฟอร์ส (Lilliefors Test) การทดสอบ t (t-test for Independent Samples) หรือการทดสอบแมน - วิทนี (Mann – Whitney Test)

6.4.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนดีกว่าก่อนเรียน ได้แก่ การทดสอบลิลล์ฟอร์ส (Lilliefors Test) การทดสอบ t (t-test for Dependent Samples) หรือการทดสอบลำดับเครื่องหมายวิลโคซอน (Wilcoxon Signed Rank Test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษาค้นคว้าตามลำดับดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ โดยใช้การทดสอบ t (t – test for Independent Samples)
4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
5. การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลต่างคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)
6. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบ t (t – test for Dependent Samples)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ข้อมูลที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ ได้แก่ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนโรงเรียนภัทรบพิตร จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 80 คน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น เป็นแบบปรนัย จำนวน 25 ข้อ แบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ และคะแนนของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จำนวน 40 คน ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม (คะแนน)	ค่าเฉลี่ย เลขคณิต ($\bar{x}$)	ร้อยละของค่าเฉลี่ย เลขคณิตคิดจาก คะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	สัมประสิทธิ์ การแปรผัน (c.v)
กลุ่มทดลอง	40	33	22.70	68.79	2.94	0.129
กลุ่มควบคุม	40	33	21.77	65.97	3.74	0.172

จากตาราง 2 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนกลุ่มทดลองเท่ากับ 22.70 และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของนักเรียนกลุ่มควบคุมเท่ากับ 21.77 ส่วนคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีการกระจายน้อยกว่าคะแนนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

2. การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test) ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ (L)	ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ .01
กลุ่มทดลอง	40	0.143	0.163
กลุ่มควบคุม	40	0.105	0.163

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนปกติ มีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ .01

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ โดยใช้การทดสอบ t (t – test for Independent Samples) ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าสถิติ (t)	ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ .05
กลุ่มทดลอง	40	1.228	1.685
กลุ่มควบคุม	40		

จากตาราง 4 จะเห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ปรากฏผลดังตาราง 5 และตาราง 6 ดังนี้

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ข้อ	ข้อความ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ	3.90	0.50	เห็นด้วยมาก
2.	การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน	3.27	0.55	เห็นด้วยปานกลาง
3.	ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.00	0.64	เห็นด้วยปานกลาง
4.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ	2.92	0.73	เห็นด้วยปานกลาง
5.	ฉันชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะวิชาที่ต้องท่องจำ	2.72	0.78	เห็นด้วยปานกลาง
6.	ฉันชอบหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทายความคิดอยู่เสมอ	2.60	0.78	เห็นด้วยปานกลาง

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
7.	วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย	2.80	0.65	เห็นด้วยปานกลาง
8.	ฉันสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วกว่าวิชาอื่น	2.70	0.65	เห็นด้วยปานกลาง
9.	ฉันสามารถตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาอื่น	2.72	0.68	เห็นด้วยปานกลาง
10.	คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดีขึ้น	3.65	0.86	เห็นด้วยมาก
11.	ฉันไม่สนุกกับการคิดคำนวณที่ซับซ้อน	2.70	0.88	เห็นด้วยปานกลาง
12.	ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์	2.72	0.64	เห็นด้วยปานกลาง
13.	ฉันไม่ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์	2.75	0.71	เห็นด้วยปานกลาง
14.	ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรมหรืองานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	2.95	0.68	เห็นด้วยปานกลาง
15.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก	2.90	0.81	เห็นด้วยปานกลาง
16.	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่นมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์	2.80	0.88	เห็นด้วยปานกลาง
17.	ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	2.82	0.87	เห็นด้วยปานกลาง
18.	ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.07	0.76	เห็นด้วยปานกลาง
19.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	3.62	0.70	เห็นด้วยมาก
20.	ฉันมีความมั่นใจมากเวลาคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์	2.82	0.64	เห็นด้วยปานกลาง
21.	ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่ยู่อรอบตัวให้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	2.62	0.77	เห็นด้วยปานกลาง
22.	ฉันอยากให้เพื่อนๆ ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้	3.77	0.97	เห็นด้วยมาก
23.	ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์	2.12	0.79	เห็นด้วยมาก
24.	ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มชั่วโมงเรียนวิชาอื่นแทน	3.12	0.82	เห็นด้วยปานกลาง
25.	ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน	2.65	0.97	เห็นด้วยปานกลาง
26.	ฉันชอบตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.77	0.77	เห็นด้วยปานกลาง
27.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่อยากใช้ความพยายาม	3.67	0.94	เห็นด้วยมาก
28.	ฉันรู้สึกรำคาญเมื่อพ่อแม่หรือครู ถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.02	0.83	เห็นด้วยปานกลาง
29.	คนเรียนเก่งคณิตศาสตร์ชอบถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่โดยไม่มีเหตุผล	3.15	0.80	เห็นด้วยปานกลาง
30.	ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การคิดเงินทอน ฯลฯ	3.85	0.77	เห็นด้วยมาก
รวมทั้งฉบับ		3.01	0.76	เห็นด้วยปานกลาง

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนกลุ่มทดลองหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ข้อ	ข้อความ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ	4.42	0.50	เห็นด้วยมาก
2.	การเรียนรู้คณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน	3.92	0.42	เห็นด้วยมาก
3.	ฉันสนุกกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.67	0.66	เห็นด้วยมาก
4.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ฉันมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้อยู่เสมอ	3.75	0.54	เห็นด้วยมาก
5.	ฉันชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่นๆ โดยเฉพาะวิชาที่ต้องท่องจำ	3.92	0.66	เห็นด้วยมาก
6.	ฉันชอบหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ยากและท้าทายความคิดอยู่เสมอ	3.67	0.57	เห็นด้วยมาก
7.	วิชาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย	3.45	0.90	เห็นด้วยปานกลาง
8.	ฉันสามารถเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้รวดเร็วกว่าวิชาอื่น	3.50	0.64	เห็นด้วยมาก
9.	ฉันสามารถตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาอื่น	3.40	0.59	เห็นด้วยปานกลาง
10.	คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดีขึ้น	4.10	0.67	เห็นด้วยมาก
11.	ฉันไม่สนุกกับการคิดคำนวณที่ซับซ้อน	3.25	0.84	เห็นด้วยปานกลาง
12.	ฉันขยันทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์	3.42	0.71	เห็นด้วยปานกลาง
13.	ฉันไม่ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์	3.32	0.89	เห็นด้วยปานกลาง
14.	ฉันสบายใจเมื่อได้ทำกิจกรรมหรืองานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.65	0.53	เห็นด้วยมาก
15.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนสนุก	3.72	0.64	เห็นด้วยมาก
16.	ฉันชอบทำแบบฝึกหัดวิชาอื่นมากกว่าวิชาคณิตศาสตร์	3.20	0.79	เห็นด้วยปานกลาง
17.	ฉันรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์	3.12	0.61	เห็นด้วยปานกลาง
18.	ฉันชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.32	0.66	เห็นด้วยปานกลาง
19.	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล	4.27	0.60	เห็นด้วยมาก
20.	ฉันมีความมั่นใจมากเวลาคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์	3.30	0.65	เห็นด้วยปานกลาง
21.	ฉันชอบคิดถึงสิ่งที่อยู่รอบตัวให้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ	3.45	0.75	เห็นด้วยปานกลาง
22.	ฉันอยากให้เพื่อนๆ ทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ได้	4.50	0.64	เห็นด้วยมากที่สุด
23.	ฉันรู้สึกหนักใจเมื่อเข้าสอบวิชาคณิตศาสตร์	2.85	0.83	เห็นด้วยปานกลาง
24.	ฉันคิดว่าควรลดชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเพิ่มชั่วโมงเรียนวิชาอื่นแทน	3.95	0.85	เห็นด้วยน้อย
25.	ฉันรู้สึกประหม่าหรือกลัว เมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน	3.20	1.02	เห็นด้วยปานกลาง
26.	ฉันชอบตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.47	0.64	เห็นด้วยปานกลาง
27.	คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยากถ้าใช้ความพยายาม	4.32	0.53	เห็นด้วยมาก

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อ	ข้อความ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
28.	ฉันรู้สึกรำคาญเมื่อพ่อแม่หรือครู ถามปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3.77	0.77	เห็นด้วยน้อย
29.	คนเรียนเก่งคณิตศาสตร์ชอบถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่โดยไม่มีเหตุผล	3.72	0.88	เห็นด้วยน้อย
30.	ฉันชอบนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันเสมอ เช่น การคิดเงินทอน ฯลฯ	4.30	0.61	เห็นด้วยมาก
รวมทั้งฉบับ		3.66	0.69	เห็นด้วยมาก

จากตาราง 5 และตาราง 6 พบว่าเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ในทุกประเด็นของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น มีระดับความคิดเห็นในทิศทางบวกสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

5. ทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลต่างคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลล์ฟอर्स (Lilliefors Test) ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลต่างคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลล์ฟอर्स (Lilliefors Test)

จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการทดลอง (คน)	ค่าสถิติ (L)	ค่าวิกฤติที่ระดับนัยสำคัญ .01
40	0.102	0.163

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าผลต่างคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีการแจกแจงปกติที่ระดับนัยสำคัญ .01

6. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความคิดเห็นจากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การทดสอบ t (t – test for Dependent Samples) ปรากฏผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวนนักเรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		ค่าวิกฤติ
กลุ่มตัวอย่าง	ผลต่างคะแนน	ผลต่างคะแนน	ค่าสถิติ (t)	ที่ระดับนัยสำคัญ
ก่อนและหลัง	ก่อนและหลังการทดลอง	ก่อนและหลังการทดลอง		.01
การทดลอง (คน)	($\bar{d}$)	(S_d)		
40	19.725	13.891	8.980	2.426

จากตาราง 8 พบว่าผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้นสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ที่ระดับนัยสำคัญ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ไม่แตกต่างกัน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการเรียนดีกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนภัทรบพิตร จังหวัดบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้สอน 12 คาบ
2. คู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสำหรับครูผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และสำหรับนักเรียน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น แบบปรนัย จำนวน 25 ข้อ และแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเองในชั้นพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียและในชั้นทดลองสำหรับกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือจากอาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นผู้สอนโดยวิธีการสอนปกติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน จากนั้นจับสลากเลือกห้องเรียนห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม
2. ให้นักเรียนกลุ่มทดลองตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ใช้เวลาประมาณ 10 นาที จากนั้นผู้วิจัยให้กลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดย 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง มีคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบการเรียน ใช้เวลาในการเรียน 12 คาบ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีการสอนปกติ โดยอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้สอน ใช้เวลาในการเรียน 12 คาบ
3. หลังจากกลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจบแล้วให้ตอบแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียน ใช้เวลา 10 นาที
4. หลังจากนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียนครบ 12 คาบแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัยและอัตนัยที่ได้วิเคราะห์แล้วจำนวน 27 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากทดลองแล้วผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามลำดับดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การแปรผันของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ โดยใช้การทดสอบ t ($t - \text{test for Independent Samples}$)

4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

5. การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของผลต่างคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบลิลลี่ฟอर्स (Lilliefors Test)

6. การเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การทดสอบ t (t – test for Dependent Samples)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีสอนปกติไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียดีกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่ระดับนัยสำคัญ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถแยกผลการอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนปกติไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของเมลิน-โคนิเฆโรส (Melin-Conejeros. 1992 : online) ฟรีเดนเบิร์ก (Fredenberg. 1993 : online) รินาลดี (Rinaldi. 1997 : online) โฮลเดรน (Holdren. 2002 : online) ธ.ธง พวงสุวรรณ (2540 : บทคัดย่อ) และชนธิชา แสงแก้ว (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าผู้ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์และผู้ที่เรียนโดยวิธีสอนปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก

1.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้เรียบเรียงเนื้อหาโดยเริ่มจากการทบทวนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสมการและระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการและระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งเป็นการจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายากตามลำดับ เริ่มจากการ

อธิบายสิ่งที่เป็นความรู้พื้นฐานเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาใหม่ แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ง่ายขึ้น

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นนี้มีจุดเด่นหลายประการ เช่น การใช้ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงประกอบการนำเสนอเนื้อหา นอกจากนี้ในบทเรียนมีการ ถามตอบพร้อมให้การเสริมแรงทันที ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนและส่งผลโดยตรงต่อการเรียนซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (Skinner) ที่กล่าวว่า บทเรียนควรมีการเสริมแรงโดยให้ ข้อมูลป้อนกลับอย่างทันทีทันใด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาพร สาธุการ. 2540 : 109-119) และบทเรียนยังส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้โต้ตอบกับบทเรียนมากที่สุด กล่าวคือนักเรียนทุกคนได้ตอบคำถามที่กำหนดไว้ในบทเรียนด้วยตนเอง การที่นักเรียนศึกษาด้วยตนเองตามระดับความสามารถทำให้เกิดความ สบายใจ นักเรียนเรียนซ้ำสามารถใช้เวลาเรียนได้เต็มที่และเรียนซ้ำจนกว่าจะเข้าใจโดยไม่รบกวน ผู้อื่น นักเรียนที่ขาดเรียนสามารถเรียนทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองได้ นักเรียนทุกคนจึงมีโอกา สที่จะ เรียนได้ตามจุดประสงค์ของบทเรียน

1.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องกำหนดการเชิงเส้น ที่พัฒนาขึ้นได้ผ่านการ ปรับปรุงแก้ไข ตรวจสอบ และการให้คำแนะนำจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและ ผู้เชี่ยวชาญ ทั้งในด้านเนื้อหา วิธีสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการวัดผล ในแต่ละหัวข้อของ บทเรียนจะมีการสรุปเนื้อหาไว้ในตอนท้าย มีแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเป็น แบบสุ่ม เพราะยังได้ทำแบบฝึกหัดมากเท่าใดการเรียนรู้ย่อมมั่นคงมากขึ้นด้วย ตลอดจนมีโปรแกรม การตรวจสอบคำตอบ เพื่อให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้และทราบข้อบกพร่องในการ เรียนรู้ของตนเอง

1.4 ในขั้นตอนการทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในครั้งที่ 1 ได้นำข้อมูลจากการสังเกตและสอบถามนักเรียนในขณะที่ใช้บทเรียนมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องของบทเรียน และดำเนินการปรับปรุงในเรื่องความถูกต้องของเนื้อหา ลักษณะของ แบบฝึกหัด เสียงบรรยายประกอบบทเรียน และสร้างภาพประกอบเพิ่มเติม ซึ่งเป็นไปตามแนวคิด ของ สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 44-47) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าการเสนอภาพที่มีเนื้อหาประกอบกับ ข้อความที่สั้นและเข้าใจได้ง่ายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะช่วยทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้ ข้อความเพียงอย่างเดียว และการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 2 หลังจาก ที่ให้นักเรียนทดลองใช้บทเรียน ได้นำข้อมูลที่ร่วมกันอภิปรายกับนักเรียนที่ทดลองใช้ แล้วดำเนินการ ปรับปรุงในเรื่องการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนให้มากขึ้น จัดกิจกรรมการเรียนให้ สมดุลกับเวลา ลดเนื้อหาที่ไม่จำเป็น ความถูกต้องของเนื้อหา ข้อความที่เฉลย และคำแนะนำการใช้ บทเรียน จึงทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียดีกว่า ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่ระดับนัยสำคัญ .01 อาจเป็นผลมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

2.1 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ สบายใจ กับการเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำและปานกลาง ซึ่งจากการสังเกตและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตั้งใจเรียนดี มีความพอใจ สนุกกับการเรียนและอยากให้มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ในเนื้อหาอื่นๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ด้วยซึ่ง สอดคล้องกับผลวิจัยของไมเยอร์ (Myers. 1999 : online) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนุกกับการใช้ซอฟต์แวร์และเชื่อว่าซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยพวกเขาในการเตรียมตัวสอบ การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้เปลี่ยนบทบาทของครูจากผู้บรรยายมาเป็นผู้คอยให้ คำปรึกษากับนักเรียน การใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทำให้เกิดผลทางบวกในการ เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 รูปแบบการเรียนที่ยืดหยุ่นตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้นักเรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเองที่แตกต่างกัน นักเรียนสามารถเรียนซ้ำหรือ ทบทวนเนื้อหาได้ตามต้องการโดยไม่จำกัดเรื่องจำนวนครั้งและเวลาจนกว่าจะเข้าใจ ซึ่งเห็นได้จาก นักเรียนทบทวนบทเรียนในคาบเรียนที่ว่างและนำบทเรียนกลับไปเรียนหรือทบทวนเนื้อหาที่บ้านได้ ซึ่งเป็นวิธีการเรียนที่แตกต่างจากการเรียนทั่วไปในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนได้รับวิธีการเรียนรู้ แบบใหม่ ชอบวิธีการเรียนแบบนี้ เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์ (2536 : บทคัดย่อ) พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นและเจตคติที่ดีต่อ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีแรงจูงใจมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การเลือกใช้โปรแกรมในการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต้องเหมาะสมกับ เนื้อหา ง่ายต่อการแสดงกราฟิก มีการเคลื่อนไหว มีเสียง สามารถเชื่อมโยงไปยังโปรแกรมสนับสนุน อื่นๆ ที่ต้องการได้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจบทเรียนตลอดเวลา ผู้เรียนสามารถเรียนได้โดยการ ดำเนินไปของโปรแกรมไม่ติดขัด

2. เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจึงต้องเป็นผู้ที่ใฝ่ศึกษาหาความรู้และมีความรับผิดชอบ ดังนั้นผู้สอนที่จะนำบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปใช้ จึงควรฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองก่อนที่จะ เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียและมีการตรวจแบบฝึกหัดหลังการเรียนอยู่เสมอ เพื่อ ประเมินความเข้าใจของผู้เรียนและเป็นการทดสอบว่าผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาไปแล้วจริงหรือไม่

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นสามารถนำมาใช้สอนได้ และเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น นำไปสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียน กล้าแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามจากความเข้าใจของตนเองมากขึ้น รวมทั้งนักเรียนสามารถเรียนซ้ำหรือทบทวนเนื้อหาต่างๆ ตามความต้องการจนเกิดความเข้าใจ

4. ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง เพื่อนำไปใช้สอนโดยตรงหรือสอนเสริมเพื่อทบทวนเนื้อหาสำหรับนักเรียน ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาในโรงเรียนที่ครูมีงานสอนมาก โรงเรียนที่ขาดแคลนครูคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดเรียนหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนในห้องเรียน นักเรียนสามารถเรียนหรือทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งน่าจะเกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดขึ้นจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยกำหนดให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยตนเองแบบ 1 คนต่อเครื่อง และแบบ 2 คนต่อเครื่องโดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือ

2. ควรมีการศึกษาวิจัยถึงองค์ประกอบอื่นๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เช่น ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ระยะเวลาในการเรียน สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

3. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่นๆ ที่เป็นนามธรรม เช่น จำนวนจริง เวกเตอร์ 3 มิติ จำนวนเชิงซ้อน เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กฤษมันต์ วัฒนารงค์. (2536). เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ขนิษฐา ชานนท์. (2532, ฉบับปฐมฤกษ์). เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน. เทคโนโลยีทางการศึกษา. 1(1) : 7-13.
- ชนธิชา แสงแก้ว. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ช่วงโชติ พันธุเวช. (2535). การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์. วารสารรามคำแหง. 15(3) : 50-61.
- ชัยวุฒิ จันมา. (2539, มกราคม). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย. วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน. 6(57) : 36-37.
- เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ. (2546). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธ.ธง พวงสุวรรณ. (2540). การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเรื่องอินทิกรัล ระดับมหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นงนุช วรรณหะ. (2538, มกราคม-มีนาคม). คอมพิวเตอร์ศึกษาในระดับโรงเรียน. คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาสหประชาชาติ. 27(1) : 43-53.
- นงลักษณ์ อ่วยสุข. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในโครงการพัฒนาความเป็นเลิศของนักเรียน จังหวัดสุพรรณบุรีที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีเรียนแบบสหร่วมใจกับวิธีเรียนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- น้ำทิพย์ วิสารทะ. (2546, มีนาคม-เมษายน). มาเรียนให้สนุกกับ MicroWorlds Pro กันดีกว่า. การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 31(123) : 35-37.

- นิกร วัฒนพนม. (2535). *การโปรแกรมเชิงเส้นเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2538). *รายงานการวิจัย เรื่อง การผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บรรพต สุวรรณประเสริฐ; และ ประทีป ตีรณโอภาส. (2537). *รายงานการวิจัยเรื่องการผลิตมัลติมีเดียเพื่อใช้สอนคณิตศาสตร์*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญนนัดพงษ์. (2527). *การทดสอบแบบอิงเกณฑ์: แนวคิดและวิธีการ*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์. *สสวท*. 23(90) : 26.
- ประกอบ จิรกิต. (2535). *การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม*. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- ประวิทย์ สุดแก้ว. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). ห้องเรียนใน ค.ศ.2000. *วิทยาศาสตร์ มข*. 23(3) : 112-118.
- ปัทมาพร เย็นบำรุง. (2541, พฤษภาคม-สิงหาคม). เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาทางไกล. *สุโขทัยธรรมาธิราช*. 11(2) : 66-73.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543, มกราคม-มีนาคม). ความเคลื่อนไหว ... เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000. *สสวท*. 28(108) : 4-18.
- พรเทพ เมืองแมน. (2544). *การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์. (2536). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อผู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท*. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2541, ตุลาคม-ธันวาคม). มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน. *พัฒนาเทคนิคศึกษา*. 11(28) : 9-14.
- _____. (2542). *การออกแบบและการพัฒนามัลติมีเดียแบบฝึกโดยใช้รูปแบบการควบคุมการเรียนต่างกัน*. ปรินญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพชรหงส์ โชติโกภา. (2535). *เอกสารประกอบการสอนสำหรับกระบวนวิชา การวางแผนเชิงคณิตศาสตร์*. เชียงใหม่: ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์.

- ไพโรจน์ คชชา. (2540). *คู่มือการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตัวโปรแกรมซอฟต์แวร์*.
กรุงเทพฯ: คอมแพคท์พริ้นท์.
- ภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์. (2537). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา*.
เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2538). *ศัพท์คอมพิวเตอร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ
: ราชบัณฑิตยสถาน.
- วรทัศน์ ขจิตวิยานกุล; และ เชาวลิต มีเชาว์. (2546, January-June). การนำโปรแกรม
เชิงเส้นตรงมาใช้ในกระบวนการผสม. *BU ACADEMIC REVIEW*. 2(1) : 104-108.
- วรรณรัตน์ วิบูลสุข. (2539). *การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการ
เชิงเส้น ของนักศึกษามหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร
มหาบัณฑิต. (ศึกษาศาสตร์-การสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.*
- วรรณวิภา สุทธเกียรติ. (2544). *หลากหลายวิธีกับการใช้ ICT เพื่อการเรียนการสอน*.
กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- วิวัฒน์ชัย อยู่ยืนยง. (2521). *ทัศนคติที่มีต่อการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาส่งเสริมการเกษตร
ของนิสิตปริญญาโทสาขาวิชานี้ ที่เข้าศึกษาในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา
2518-2519 ถึง 2520-2521. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. (เกษตรศาสตร์).*
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2546). *การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
ในวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. (การศึกษาคณิตศาสตร์).*
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา. (2541). *วิจัยความต้องการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ
โรงเรียน*. กรุงเทพฯ: ศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สภาพร สาธุการ. (2540). *การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา*.
ทับแก้ว. นครปฐม. 10(1) : 109-119.
- สมบุญ ชาติพงษ์. (2519). *การประเมินผลหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์การศึกษา
ดุสิตบัณฑิต. (การวิจัยและการพัฒนาหลักสูตร).* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สมพร แผลงภู. (2541). การพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. ปรินญาณพนธ์การศึกษาคุษฏีบัณฑิต. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ ลี้มเกิด. (2536). มัลติมีเดียช่วยการเรียนการสอน. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระดับชาติ เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สิริพร ทิพย์คง. (2537). แนวโน้มการสอนคณิตศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ เล่มที่ 14 หน่วยที่ 13 นนทบุรี สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุกัญญา เรืองสุวรรณ. (2542, เมษายน-มิถุนายน). การแก้ปัญหาการกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ด้วย Excel Solver. วิทยาศาสตร์ มข. 27(2) : 76-83.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2535). การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารรามคำแหง. 15(3) : 40-49.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2536). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2530). คอมพิวเตอร์เพื่อการสอน. กรุงเทพฯ: คราฟแมนเพลส.
- อุทัย เพชรช่วย. (2536, กุมภาพันธ์). จะสร้างเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียนได้อย่างไร. ประชากรศึกษา. 43(3) : 3-7.
- Alessi, Stephen M.; & Trollip, Stanley R. (1991). *Computer-Based Instruction : Methods and Development*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Auten, Anne.; Kathleen, Jaycox.; & Standford, Sally N. (1983). *Computers in the English Classroom : A Primer for Teachers*. Urbana, 11 : ERIC Clearinghouse on Reading and Communication Skills and National Council of Teachers of English.
- Benson, Carol Trinko. (1989). *Effect of Computer Instruction in Finite Mathematics on Student Achievement and Attitude*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9004078>. Retrieved July 29, 2004.
- Bramble, Willeam J.; & Mason, Emanuel J. (1985). *Computer in Schools*. San Francisco: McGraw-Hill.
- Campbell, Clyde Preston. (1994). *A Study of The Effects of Using a Computer Algebra System in College Algebra*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9543411>. Retrieved July 29, 2004.

- Carter, Faye Isobel. (1999). *The Effects of Computer-Assisted Instruction on Vocational Education High School Students*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9417924>. Retrieved July 29, 2004.
- Feiring, Bruce R. (1986). *Linear Programming an Introduction*. California: Sage Publications.
- Ference, Pamela R.; & Vockell, Edward L. (1994, July-August). Adult Learning Characteristics and Effective Software Instruction, *Educational Technology*. 25-31.
- Fredenberg, Virgil Grant. (1993). *Supplemental Visual Computer-Assisted Instruction and Student Achievement in Freshman College Calculus*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9417924>. Retrieved July 29, 2004.
- Gass, Saul I. (1975). *Linear Programming*. 4th ed. New York: McGraw-Hill.
- Geisert, Paul.; & Futrell, Mynga. (1990). *Teachers, Computers, and Curriculum : Microcomputers in the Classroom*. USA: Allyn and Bacon.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Green, Babara.; et al. (1993). *Technology Edge : Guide to Multimedia*. New Jersey: New Riders.
- Guilford, J.P. (1956). *Fundamental Statistics in Psychology and Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Hall, Tom L. (1996). *Utilizing Multimedia ToolBook 3.0*. New York: Boyd & Fraser.
- Hannafin, Michael J.; & Peck, Kyle L. (1988). *The Design, Development, and Evaluation of Instructional Software*. New York: Macmillan.
- Holdren, Lori Smellegar. (2002). *Effects of Computer-mediated Learning Instruction on Community College Intermediate algebra Students' Attitudes and Achievement*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/3071308>. Retrieved July 29, 2004.
- Karen, B. Smith. (1996). Guided Discovery, Visualization, and Technology Applied to the New Curriculum for Secondary Mathematics. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 15(4) : 383-393.
- Kemp, Jerrold E.; & Smellie, Don C. (1989). *Planning, Producing and Using Instructional Media*. 6th ed. New York: Harper&Row.
- Linda, Tway. (1995). *Multimedia in Action*. Academic Press.
- Lindstrom, Robert L. (1994). *Multimedia Presentations*. McGraw-Hill.

- Lockard, James.; Peter, D. Abrams.; & Wesley, A. Marry. (1990). *Microcomputers for Educators*. 2nd ed. Harper Collins.
- Melin-Conejeros, Juan. (1992). *The Effect of Using a Computer Algebra System in a Mathematics Laboratory on the Achievement and Attitude of Calculus Students*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9939529>. Retrieved July 29, 2004.
- Merrill, Paul F.; et al. (1992). *Computers in Education*. 2nd ed. Allyn and Bacon.
- Myers, Kenneth Russell. (1999). *Topics in Discrete Mathematical Structures : Development and Trial of a Computer Multimedia Software*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9939529>. Retrieved July 29, 2004.
- Pradit Thammatat. (1993). A Research for the Development of Computer-Assisted Instruction in the Course 'Introduction to Microcomputer. *Journal of Regional Education Center (REC), Computer Education*, 2: 51-53.
- Rinaldi, Iris Lillian. (1997). *A Study of the Effects of Computer-Assisted Instruction and Teacher Instruction on Achievement in Mathematics*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/1384652>. Retrieved August 5, 2004.
- Smith, Karan Barbee. (1991). *An Integration of The Computer Algebra System DERIVE into Instruction of Linear Programming*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9200846>. Retrieved August 20, 2004.
- Sultan, Alan. (1993). *Linear Programming an Introduction with Applications*. San Diego: Academic Press.
- Thomson, S.A. (1994). *Upgrading Your PC to Multimedia*. Indianapolis: Que Corporation.
- Thurstone, L.L. (1967). *Attitude Theory Measurment*. New York : John Wiley and Sons.
- Yavuz, Veli Alpagut. (2003). *The Effectiveness of Interactive In-Class Exercises on Learning: A Case From Linear Programming Education*. (Online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/3098895>. Retrieved August 9, 2004.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 9 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 27 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.73	0.45	15	0.60	0.30
2	0.58	0.65	16	0.45	0.50
3	0.78	0.25	17	0.60	0.50
4	0.5	0.30	18	0.43	0.25
5	0.73	0.25	19	0.43	0.25
6	0.68	0.35	20	0.45	0.50
7	0.43	0.25	21	0.40	0.40
8	0.48	0.25	22	0.78	0.35
9	0.25	0.30	23	0.63	0.55
10	0.50	0.20	24	0.45	0.50
11	0.33	0.25	25	0.50	0.40
12	0.53	0.25	26	0.53	0.75
13	0.50	0.30	27	0.50	0.65
14	0.58	0.55			

หมายเหตุ : ข้อที่ 26, 27 เป็นข้อสอบแบบอัตนัย

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (α) เท่ากับ 0.85

ภาคผนวก ข

- คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและ
กลุ่มทดลอง
- คะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ตาราง 10 คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการ
 เชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (คะแนนเต็ม 33
 คะแนน)

คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	คะแนน กลุ่มควบคุม	คนที่	คะแนน กลุ่มทดลอง	คะแนน กลุ่มควบคุม
1	23	25	21	24	21
2	19	23	22	22	15
3	22	16	23	23	18
4	21	27	24	20	16
5	21	19	25	25	25
6	20	25	26	27	19
7	23	25	27	21	23
8	23	24	28	26	22
9	29	25	29	19	19
10	20	27	30	21	21
11	21	29	31	28	21
12	17	28	32	26	23
13	18	26	33	20	21
14	23	27	34	28	23
15	25	25	35	20	20
16	19	17	36	23	16
17	24	19	37	26	20
18	24	17	38	27	21
19	24	17	39	21	24
20	21	19	40	24	23

ตาราง 11 คะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและ
หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 150 คะแนน)

คนที่	คะแนนเจตคติ ก่อนเรียน	คะแนนเจตคติ หลังเรียน	คนที่	คะแนนเจตคติ ก่อนเรียน	คะแนนเจตคติ หลังเรียน
1	93	117	21	80	97
2	93	91	22	83	93
3	95	115	23	75	111
4	99	100	24	83	110
5	107	110	25	91	104
6	84	107	26	83	124
7	91	114	27	95	103
8	80	98	28	76	123
9	82	105	29	101	110
10	105	113	30	84	104
11	99	114	31	96	119
12	99	124	32	86	120
13	84	109	33	84	110
14	91	103	34	102	117
15	107	108	35	89	112
16	85	93	36	93	95
17	61	125	37	89	120
18	79	115	38	110	112
19	92	116	39	101	117
20	84	89	40	99	132

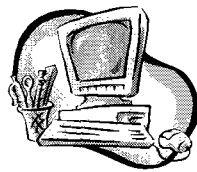
ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 27 ข้อ เวลา 1.30 ชั่วโมง

คำชี้แจง

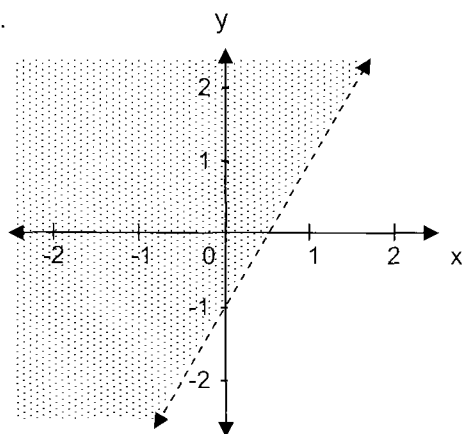
1. แบบทดสอบนี้มี 2 ตอน จำนวน 27 ข้อ ดังนี้
 ตอนที่ 1 เป็นแบบปรนัยมี 25 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน
 ตอนที่ 2 เป็นแบบอัตนัยมี 2 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน
2. แบบทดสอบแบบปรนัย ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในข้อ ก – ง แล้วเขียนเครื่องหมาย **X** ลงในกระดาษคำตอบ
3. แบบทดสอบอัตนัย ให้นักเรียนแสดงวิธีทำลงในกระดาษที่แจกให้
4. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบเป็นอันขาด
5. เมื่อทำข้อสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือหมดเวลา ให้นักเรียนส่งแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบคืนอาจารย์ผู้ควบคุมห้องสอบ



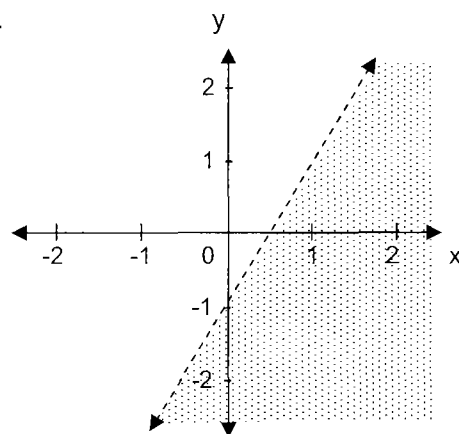
ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในข้อ ก – ง แล้วเขียนเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. กราฟของอสมการ $3y > 6x - 3$ คือข้อใด

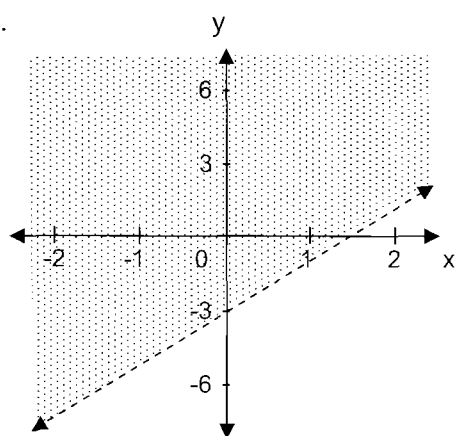
ก.



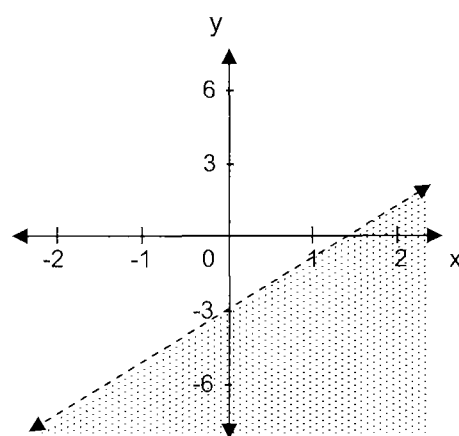
ข.



ค.

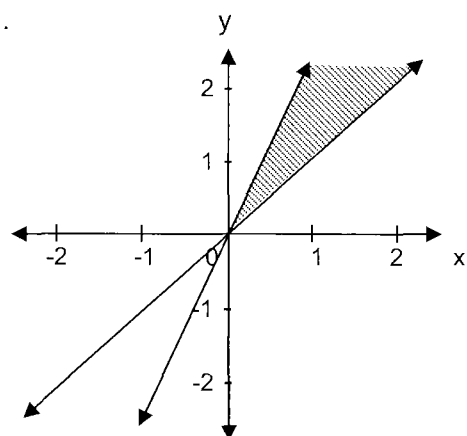


ง.

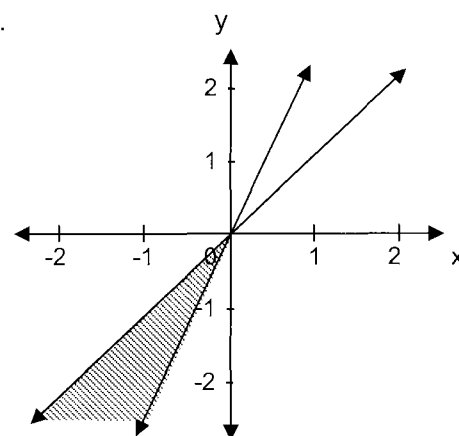


2. กราฟของระบบอสมการ $x - y \geq 0$,
 $3x - y \leq 0$ คือข้อใด

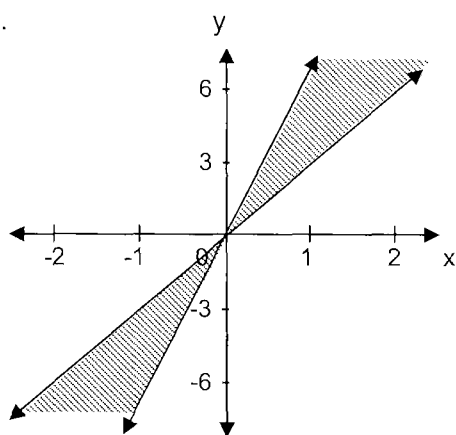
ก.



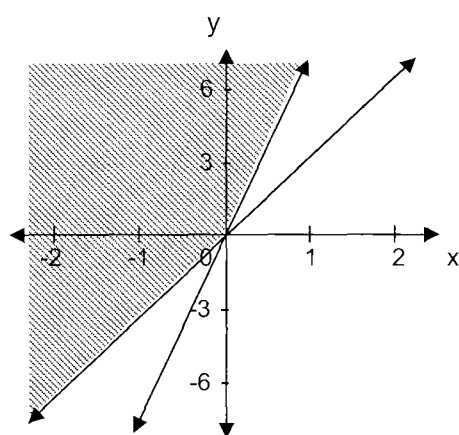
ข.



ค.

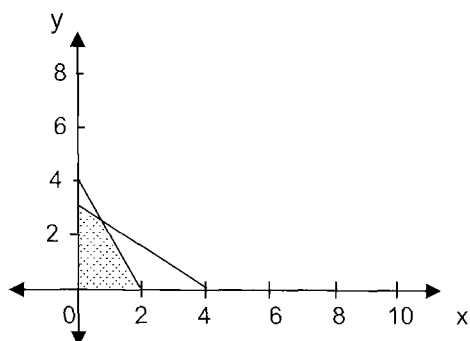


ง.

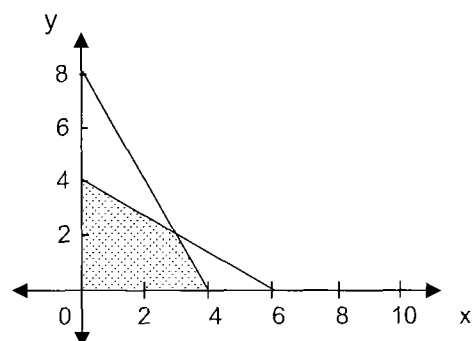


3. กราฟของระบบอสมการ $2x + 3y \leq 12$,
 $2x + y \leq 8$,
 $x \geq 0$, $y \geq 0$ คือข้อใด

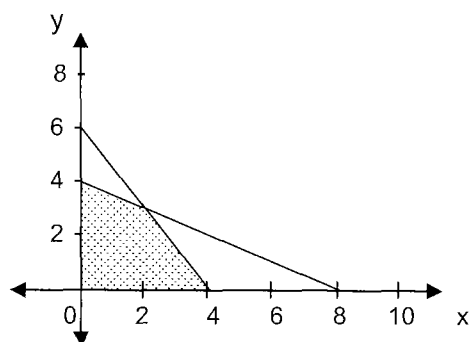
ก.



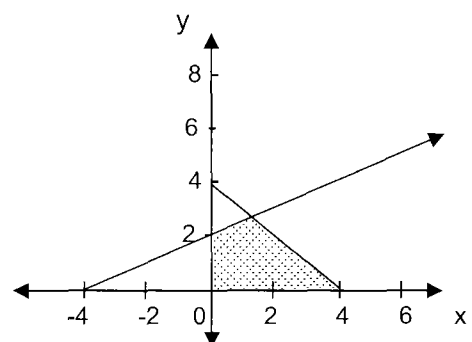
ข.



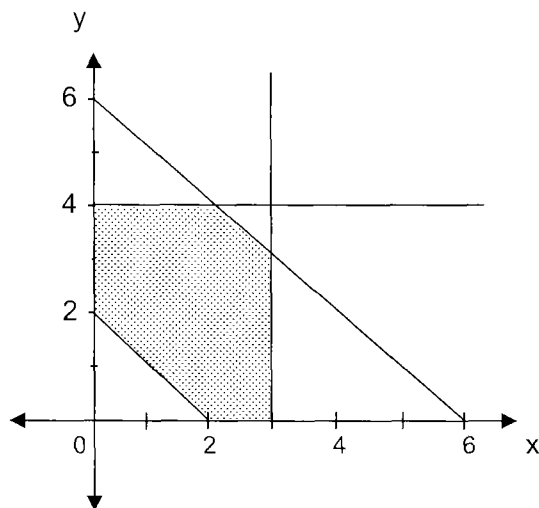
ค.



ง.



4. บริเวณที่แรเงาในรูปที่กำหนดให้ เป็นกราฟของระบบสมการในข้อใดต่อไปนี้



ก. $x + y - 6 \leq 0$

$x + y - 2 \leq 0$

$0 \leq x \leq 3$

$0 \leq y \leq 4$

ข. $x + y - 6 \geq 0$

$x + y - 2 \geq 0$

$0 \leq x \leq 3$

$0 \leq y \leq 4$

ค. $x + y - 6 \leq 0$

$x + y - 2 \geq 0$

$0 \leq x \leq 3$

$0 \leq y \leq 4$

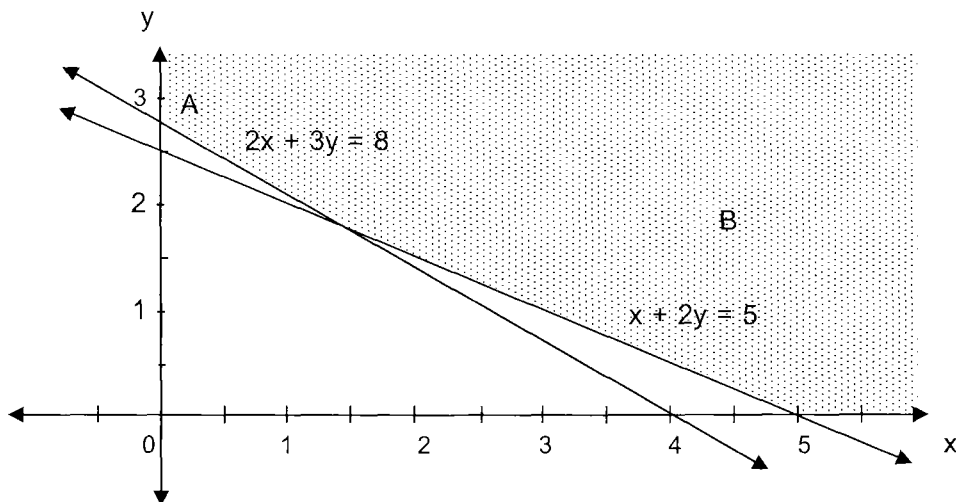
ง. $x + y - 6 \geq 0$

$x + y - 2 \leq 0$

$0 \leq x \leq 3$

$0 \leq y \leq 4$

5. จากกราฟที่กำหนดให้ คำนวณอันดับของ จุด A , จุด B และ จุด C ตามลำดับคือข้อใด



ก. $A(0, \frac{8}{3})$, $B(1, 2)$, $C(4, 0)$

ข. $A(0, \frac{8}{3})$, $B(1, 2)$, $C(5, 0)$

ค. $A(0, \frac{8}{3})$, $B(2, 1)$, $C(4, 0)$

ง. $A(\frac{8}{3}, 0)$, $B(2, 1)$, $C(5, 0)$

6. จุดตัดของเส้นขอบเขตของพื้นที่ที่สอดคล้องกับอสมการ $2x + y \leq 20$ และ $2x + 5y \leq 36$ คือข้อใด

ก. จุด (8,4)

ข. จุด (4,12)

ค. จุด (8,36)

ง. จุด (14,-8)

7. กำหนดสมการจุดประสงค์ $P = 3x + 3y$ โดยมีอสมการข้อจำกัดดังนี้

$$2x + y \leq 8,$$

$$x + 2y \leq 8,$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

จงหาค่าสูงสุดของ P

ก. 15

ข. 16

ค. 17

ง. 18

8. กำหนด $P = ax + 2y$ และมีเงื่อนไขข้อจำกัด ดังนี้

$$2x + 3y \leq 12$$

$$2x + y \leq 8$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

กำหนดให้ค่าสูงสุดของ P เท่ากับ 13 แล้ว a มีค่าเท่ากับข้อใดต่อไปนี้

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 13

9. ค่าต่ำสุดของ C ตามเงื่อนไขข้อจำกัดที่กำหนดให้นี้ คือข้อใด

$$\text{สมการจุดประสงค์ : } C = 4x + 10y$$

$$\text{อสมการข้อจำกัด : } 3x + 4y \geq 12$$

$$3x + 4y \geq 12$$

$$x + 3y \geq 6$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

ก. 16.4

ข. 18.7

ค. 24

ง. 21.6

จากโจทย์ต่อไปนี้จงตอบคำถามข้อ 10 – 12

โรงงานแห่งหนึ่งผลิตกาวยางตามใบสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งตกลงกันในส่วนผสมต้องมีวัตถุดิบชนิด M 60 หน่วย วัตถุดิบชนิด N 80 หน่วย โรงงานสามารถซื้อส่วนผสมของกาวยางได้จากบริษัท A และบริษัท B ส่วนผสมที่สั่งซื้อจากบริษัท A และบริษัท B ต่อหน่วยจะประกอบด้วยวัตถุดิบชนิด M

และ N ดังตาราง ราคาส่วนผสมต่อหน่วยที่ซื้อจากบริษัท A และ B คือ 6 บาท และ 2.50 บาท ตามลำดับ

บริษัท	วัตถุดิบชนิด M	วัตถุดิบชนิด N	ราคาส่วนผสม
A	2	4	6 บาทต่อหน่วย
B	1	1	2.50 บาทต่อหน่วย

โรงงานควรซื้อส่วนผสมจากบริษัท A และบริษัท B เพื่อนำมาผลิตกาวยางให้มีคุณภาพตามที่ลูกค้าสั่งอย่างละเท่าใด จึงจะเสียเงินน้อยที่สุด

10. ตัวแปรของปัญหานี้คือข้อใด

- ก. ปริมาณวัตถุดิบชนิด M และวัตถุดิบชนิด N
- ข. ปริมาณส่วนผสมที่ซื้อจากบริษัท A และบริษัท B
- ค. ราคาที่ซื้อวัตถุดิบชนิด M และชนิด N
- ง. ราคาของส่วนผสมจาก A และ B

11. ข้อใดเป็นข้อจำกัดของปัญหา

- ก. จำนวนเงินที่ต้องใช้น้อยที่สุด
- ข. ราคาส่วนผสมต่อหน่วยของบริษัท A และบริษัท B
- ค. ปริมาณวัตถุดิบชนิด M และชนิด N ในส่วนผสม
- ง. ปริมาณส่วนผสมของแต่ละบริษัท

12. คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

- ก. ซื้อวัตถุดิบจากบริษัท A 20 หน่วย
- ข. ซื้อส่วนผสมจากบริษัท B 30 หน่วย
- ค. ซื้อส่วนผสมจากบริษัท A 10 หน่วย และบริษัท B 40 หน่วย
- ง. ซื้อวัตถุดิบจากบริษัท A 10 หน่วย และบริษัท B 4 หน่วย

จากโจทย์ต่อไปนี้จงตอบคำถามข้อ 13 – 16

ครอบครัวชยันนิกสิกรมีอาชีพทำสวนผลไม้ พวกเขาพบว่าพืชขนาดเล็กต้องใช้พื้นที่ปลูกแปลงละ 150 ตารางเมตร และยาฆ่าแมลง 2 กิโลกรัม พืชขนาดใหญ่ต้องใช้พื้นที่ปลูกแปลงละ 200 ตารางเมตร และยาฆ่าแมลง 1 กิโลกรัม ถ้าพวกเขาเตรียมพื้นที่ปลูก 5,000 ตารางเมตร และยาฆ่าแมลง 50 กิโลกรัม โดยพบว่าได้รับกำไรสูงสุดจากพืชขนาดเล็กแปลงละ 2,900 บาท และพืชขนาดใหญ่แปลงละ 3,800 บาท อยากทราบว่า ครอบครัวชยันนิกสิกรต้องปลูกพืชแต่ละขนาดอย่างละกี่แปลง

เมื่อให้ x เป็นตัวแปรการตัดสินใจในพืชขนาดเล็ก

y เป็นตัวแปรการตัดสินใจในพืชขนาดใหญ่

13. ตัวแปรการตัดสินใจ แทนสิ่งใดต่อไปนี้

- ก. ปริมาณพืชแต่ละขนาดที่ปลูกในแต่ละแปลง
- ข. ปริมาณพื้นที่ที่ใช้ในการปลูกพืชแต่ละแปลง
- ค. จำนวนเงินที่ได้รับจากการปลูกพืชแต่ละขนาด
- ง. จำนวนแปลงของพืชแต่ละขนาดที่ปลูกทั้งหมด

14. อสมการข้อจำกัดของโจทย์คือข้อใด

ก. $150x + 200y \leq 5000$

$2x + y \leq 50$

ค. $2x + 150y \leq 5000$

$x + 200y \leq 50$

ข. $150x + 2y \leq 5000$

$200x + y \leq 50$

ง. $2x + y \leq 5000$

$150x + 200y \leq 50$

15. ขอบเขตของตัวแปรคือข้อใด

ก. $x > 0, y \geq 0$

ค. $x \geq 0, y \geq 0$

ข. $x \geq 0, y > 0$

ง. $x > 0, y > 0$

16. สมการจุดประสงค์ของโจทย์นี้คืออะไร

ก. $P = 2x + y$

ค. $P = 5000x + 50y$

ข. $P = 150x + 200y$

ง. $P = 2900x + 3800y$

จากโจทย์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 17

บริษัทผลิตอาหารสุนัขแบบถุงสองชนิด กำหนดส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ชนิดที่หนึ่งว่าทุก กิโลกรัมต้องบรรจุโปรตีน 100 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 150 กรัม ผลิตภัณฑ์ชนิดที่สองทุกกิโลกรัม ต้องบรรจุโปรตีน 50 กรัม และคาร์โบไฮเดรต 200 กรัม ถ้าต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่หนึ่งเป็น 48 บาทต่อกิโลกรัม และชนิดที่สอง 30 บาทต่อกิโลกรัม โดยระบุว่าทุกถุงต้องบรรจุโปรตีนอย่างน้อย 400 กรัม และคาร์โบไฮเดรตอย่างน้อย 1,100 กรัม จงหาจำนวนกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่ใช้ ต่อถุง เพื่อให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุด

เมื่อให้ x แทน จำนวนกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ชนิดที่หนึ่ง

y แทน จำนวนกิโลกรัมของผลิตภัณฑ์ชนิดที่สอง

17. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของกำหนดการเชิงเส้นในโจทย์ปัญหานี้ คืออะไร

ก. $P = 48x + 30y$

$100x + 150y \leq 400$

$50x + 200y \leq 1100$

$x \geq 0, y \geq 0$

ข. $P = 48x + 30y$

$100x + 50y \geq 400$

$150x + 200y \geq 1100$

$x \geq 0, y \geq 0$

$$\text{ค. } P = 30x + 48y$$

$$100x + 150y \leq 400$$

$$50x + 200y \leq 1100$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

$$\text{ง. } P = 30x + 48y$$

$$100x + 50y \geq 400$$

$$150x + 200y \geq 1100$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

จากโจทย์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 18 – 21

โรงงานผลิตลูกชิ้นแห่งหนึ่งผลิตลูกชิ้นสองชนิดจากกุ้งและแป้ง โดยแต่ละถุงของลูกชิ้นชนิดแรก ประกอบด้วยกุ้ง 300 กรัม และแป้ง 100 กรัม แต่ละถุงของลูกชิ้นชนิดที่สองประกอบด้วยกุ้ง 200 กรัม และแป้ง 200 กรัม ถ้าโรงงานมีเนื้อกุ้งที่ต้องใช้ในแต่ละวันเป็น 144 กิโลกรัม (144,000 กรัม) และมีแป้ง 90 กิโลกรัม (90,000 กรัม) และลูกชิ้นชนิดแรกขายได้กำไรถุงละ 30 บาท ลูกชิ้นชนิดที่สองขายได้กำไรถุงละ 40 บาท จงคำนวณหาจำนวนลูกชิ้นแต่ละชนิดที่ผลิตได้ในแต่ละวัน ว่าเป็นชนิดใดที่ถุงเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด

เมื่อให้ x แทน จำนวนถุงของลูกชิ้นชนิดแรกที่ผลิตได้ในแต่ละวัน

y แทน จำนวนถุงของลูกชิ้นชนิดที่สองที่ผลิตได้ในแต่ละวัน

18. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของโจทย์นี้คืออะไร

$$\text{ก. } P = 30x + 40y$$

$$300x + 100y \leq 144000$$

$$200x + 200y \leq 90000$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

$$\text{ค. } P = 30x + 40y$$

$$300x + 200y \leq 144000$$

$$100x + 200y \leq 90000$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

$$\text{ข. } P = 30x + 40y$$

$$300x + 100y \geq 144000$$

$$200x + 200y \geq 90000$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

$$\text{ง. } P = 30x + 40y$$

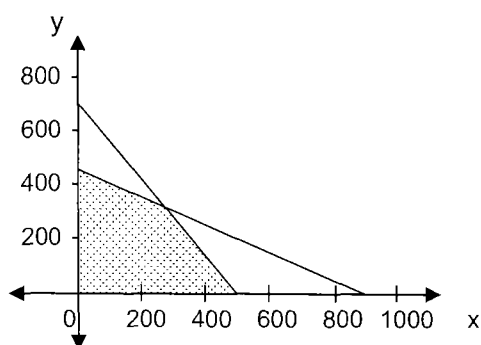
$$300x + 200y \geq 144000$$

$$100x + 200y \geq 90000$$

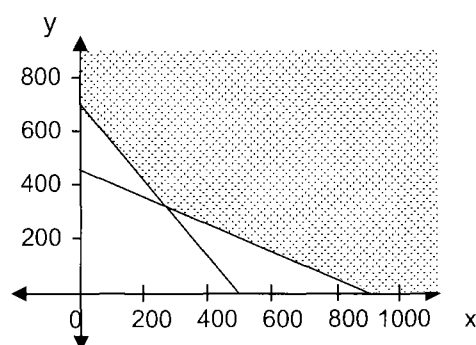
$$x \geq 0, y \geq 0$$

19. กราฟของคำตอบของระบบสมการที่ได้ในข้อ 18. คือข้อใด

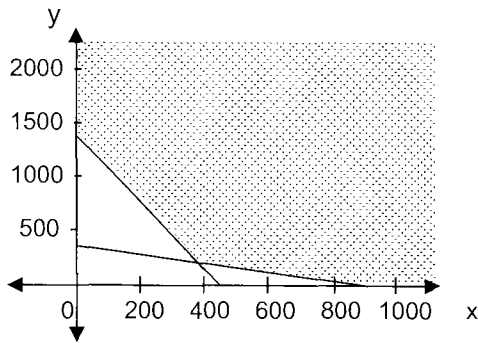
ก.



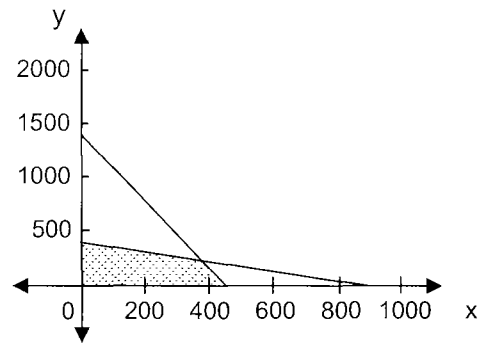
ข.



ค.



ง.



20. ค่าสูงสุดของสมการวัตถุประสงค์ ในข้อ 18. มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 14,400 บาท

ข. 18,000 บาท

ค. 20,250 บาท

ง. 20,700 บาท

21. จำนวนลูกชิ้นแต่ละชนิดที่ผลิตได้ในแต่ละวันเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด คือข้อใด

ก. ลูกชิ้นชนิดแรกต้องผลิต 315 ถู่งต่อวัน และชนิดที่สองต้องผลิต 270 ถู่งต่อวัน

ข. ลูกชิ้นชนิดแรกต้องผลิต 270 ถู่งต่อวัน และชนิดที่สองต้องผลิต 585 ถู่งต่อวัน

ค. ลูกชิ้นชนิดแรกต้องผลิต 300 ถู่งต่อวัน และชนิดที่สองต้องผลิต 270 ถู่งต่อวัน

ง. ลูกชิ้นชนิดแรกต้องผลิต 270 ถู่งต่อวัน และชนิดที่สองต้องผลิต 315 ถู่งต่อวัน

จากโจทย์ต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 22 – 25

อุปกรณ์ก่อสร้างชนิด A ใช้เวลาผลิตด้วยเครื่องจักร 2 ชั่วโมง และผลิตด้วยแรงงานคน 2 ชั่วโมง อุปกรณ์ก่อสร้างชนิด B ใช้เวลาผลิตด้วยเครื่องจักร 1 ชั่วโมง และผลิตด้วยแรงงานคน 4 ชั่วโมง โรงงานมีเวลาสำหรับผลิตเครื่องจักร 150 ชั่วโมงและแรงงานคน 300 ชั่วโมง โรงงานต้องการกำไรสูงสุด โดยที่อุปกรณ์ก่อสร้างชนิด A ได้กำไรชิ้นละ 150 บาท อุปกรณ์ก่อสร้างชนิด B ได้กำไรชิ้นละ 100 บาท

ถ้าให้ x แทนจำนวนชิ้นที่ผลิตชนิด A

y แทนจำนวนชิ้นที่ผลิตชนิด B

22. สมการจุดประสงค์ คือ ข้อใด

ก. $P = 3x + 2y$ ข. $P = x + 2y$ ค. $P = 150x + 100y$ ง. $P = 100x + 150y$

23. ข้อใดคืออสมการข้อจำกัด

ก. $2x + y \leq 150$ ข. $3x + 2y \leq 150$ $2x + 4y \leq 300$ $x + 2y \leq 300$ $x \geq 0, y \geq 0$ $x \geq 0, y \geq 0$

ภาคผนวก ง

คู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

- สำหรับครูผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
- สำหรับนักเรียน

คู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สำหรับครูผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

เรื่อง

กำหนดการเชิงเส้น
(Linear Programming)

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



โดย...นายอมฤทธิ บุปโต

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายของกำหนดการเชิงเส้น
2. นักเรียนสามารถเขียนกราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
3. นักเรียนสามารถหาคำตอบของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
4. นักเรียนสามารถเขียนแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหากำหนดการเชิงเส้นได้
5. นักเรียนสามารถแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นเพื่อหาค่าสูงสุดและต่ำสุดโดยวิธีกราฟได้
6. นักเรียนสามารถหาค่าสมการจุดประสงค์โดยใช้จุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นบริเวณคำตอบได้
7. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่าง ๆ ได้

รายชื่อหน่วยการเรียนรู้

1. ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 1 คาบ)
2. กราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (จำนวน 2 คาบ)
3. แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 3 คาบ)
4. การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 3 คาบ)
5. การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่างๆ (จำนวน 3 คาบ)

1. ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 1 คาบ)

เนื้อหา

กำหนดการเชิงเส้นเป็นการนำเอาความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการหาค่าสูงสุด และ ต่ำสุดของตัวแปรที่กำหนดในรูปของฟังก์ชันเชิงเส้น มาใช้แก้ปัญหาในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ ตามข้อจำกัดที่กำหนด ให้ได้ผลมากที่สุด ซึ่งฟังก์ชันที่มีตัวแปรไม่เกินสามตัวสามารถใช้กราฟในการแก้ปัญหาได้

ความคิดรวบยอด กำหนดการเชิงเส้นเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

จุดประสงค์

1. บอกความหมายของกำหนดการเชิงเส้นได้
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายของกำหนดการเชิงเส้น

2. กราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (จำนวน 2 คาบ)

เนื้อหา

1. การเขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรอย่างง่าย สามารถทำได้โดยใช้จุด 2 จุดคือ จุดที่ตัดแกน x และจุดที่ตัดแกน y การสร้างกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นการสร้างกราฟทุก ๆ สมการ บนแกนพิกัดฉากเดียวกัน

2. กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรมี 3 ลักษณะคือ เป็นกราฟที่ขนานกัน กราฟที่ตัดกัน และกราฟที่เป็นเส้นตรงเดียวกัน

3. กราฟของอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นกราฟของคู่อันดับ (x,y) ซึ่งสัมพันธ์กันตามเงื่อนไขที่กำหนด อสมการเชิงเส้นสองตัวแปรที่มี x,y เป็นตัวแปร a,b,c เป็นค่าคงตัว โดยที่ a,b ไม่เท่ากับศูนย์ มีรูปแบบทั่วไปดังนี้

$$ax + by < c \quad , \quad ax + by > c$$

$$ax + by \leq c \quad , \quad ax + by \geq c$$

4. การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เริ่มจากการเขียนกราฟของสมการเชิงเส้น แล้วพิจารณาหาจุด (x,y) ที่สอดคล้องกับอสมการที่กำหนด

5. การเขียนกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร เป็นการสร้างกราฟของทุกอสมการบนแกนพิกัดฉากเดียวกัน คู่อันดับ (x,y) ที่อยู่ในบริเวณที่เป็นส่วนร่วมของทุกอสมการจะเป็นคำตอบของระบบอสมการ

ความคิดรวบยอด

กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเกิดจากการสร้างกราฟทุกสมการที่กำหนดให้บนแกนพิกัดฉากเดียวกัน

กราฟของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรเกิดจากการสร้างกราฟทุกอสมการที่กำหนดให้บนแกนพิกัดฉากเดียวกัน

จุดประสงค์

1. เขียนกราฟของสมการและระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
2. หาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้อง
3. เขียนกราฟของอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
4. เขียนกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
5. หาคำตอบของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ถูกต้อง

3. แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 3 คาบ)

เนื้อหา

1. แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นประกอบด้วย สมการจุดประสงค์ของปัญหา อสมการข้อจำกัดหรือเงื่อนไขของปัญหา และข้อกำหนดของตัวแปร

2. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของปัญหากำหนดการเชิงเส้น

2.1 แปลจุดประสงค์ของปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2.2 แปลข้อจำกัดของปัญหาให้อยู่ในรูปอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2.3 กำหนดให้ตัวแปรต้องไม่เป็นลบ

ความคิดรวบยอด การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นต้องแปลโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการจุดประสงค์ และอสมการข้อจำกัด เพื่อเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์

1. บอกจุดประสงค์ของปัญหาได้
2. เขียนจุดประสงค์ของปัญหาในรูปสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
3. บอกข้อจำกัดหรือเงื่อนไขของปัญหาได้
4. เขียนข้อจำกัดของปัญหาในรูปอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
5. เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหากำหนดการเชิงเส้นได้

4. การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของปัญหากำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีกราฟ (จำนวน 3

คาบ)

เนื้อหา

1. การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นที่มีตัวแปรสองตัวโดยวิธีกราฟ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรของปัญหาด้วยกราฟบนระนาบแกนพิกัดฉาก
2. จากแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น เขียนกราฟของทุกอสมการข้อจำกัดบนแกนพิกัดฉากเดียวกัน บริเวณที่เป็นคำตอบคือบริเวณที่เขตคำตอบในแต่ละอสมการอินเตอร์เซกชันกัน
3. กราฟของสมการจุดประสงค์จะเป็นกราฟเส้นตรง กราฟของสมการจุดประสงค์ที่มีค่าต่างๆ กันจะเป็นเส้นขนานกัน
4. กราฟของสมการจุดประสงค์ที่อยู่ในบริเวณคำตอบของทุกอสมการข้อจำกัดที่ให้ค่าต่ำสุดจะอยู่ใกล้จุด (0,0) มากที่สุด
5. กราฟของสมการจุดประสงค์ที่อยู่ในบริเวณคำตอบของทุกอสมการข้อจำกัดที่ให้ค่าสูงสุดจะอยู่ห่างจากจุด (0,0) มากที่สุด
6. คำตอบของปัญหากำหนดการเชิงเส้น หาได้จากจุดมุมของบริเวณที่เป็นคำตอบ

ความคิดรวบยอด การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นโดยวิธีกราฟ สามารถหาจุด (x,y) ที่เป็นคำตอบของปัญหาที่จุดมุมของบริเวณเขตคำตอบของระบบอสมการข้อจำกัด

จุดประสงค์

1. เมื่อกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหากำหนดการเชิงเส้นให้นักเรียนสามารถเขียนกราฟของอสมการข้อจำกัดทุกอสมการบนแกนพิกัดฉากเดียวกันได้ถูกต้อง
2. บอกบริเวณที่เป็นคำตอบของกราฟของอสมการข้อจำกัดได้ถูกต้อง

3. เขียนกราฟของสมการจุดประสงค์ที่มีค่าต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
4. หาคำตอบของสมการจุดประสงค์ที่ต้องการหาค่าสูงสุดและต่ำสุดได้

5. การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่าง ๆ (จำนวน 3 คาบ)

เนื้อหา

1. กำหนดการเชิงเส้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาต่าง ๆ เช่น ในวงการธุรกิจ เพื่อหาค่าต่ำสุดของต้นทุน หรือการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ในทางวิทยาศาสตร์ใช้หาส่วนผสมของอาหารในปริมาณน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ธาตุอาหารครบถ้วน
2. การแก้ปัญหาที่กำหนดการเชิงเส้นต้องกำหนดตัวแปรของปัญหา จุดประสงค์ของปัญหา ข้อจำกัดของปัญหา นำมาสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น เพื่อสร้างกราฟของสมการข้อจำกัดหาบริเวณที่เป็นคำตอบ
3. การหาพิภพของจุดมุมบริเวณที่เป็นคำตอบ ทำได้โดยแก้สมการที่มาจากสมการข้อจำกัด
4. การหาคำตอบของปัญหามหาหนดการเชิงเส้น ใช้การแทนค่าจุดมุมบริเวณที่เป็นคำตอบลงในสมการจุดประสงค์ แล้วเปรียบเทียบหาคำตอบที่ดีที่สุด
5. บริเวณคำตอบของกราฟที่เป็นรูปปิดสามารถหาจุด (x,y) ที่ทำให้สมการจุดประสงค์มีค่าต่ำสุดหรือสูงสุดได้
6. สำหรับบริเวณคำตอบของกราฟที่เป็นรูปเปิด อาจจะหาจุด (x,y) ที่ทำให้สมการจุดประสงค์มีค่าต่ำสุดหรือสูงสุดได้

ความคิดรวบยอด เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาในการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ สามารถใช้กำหนดการเชิงเส้นมาแก้ปัญหาได้

จุดประสงค์

1. สามารถบอกจุดมุมของกราฟที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นบริเวณเซตคำตอบได้
2. หาพิภพของจุดมุมของบริเวณเซตคำตอบได้
3. หาคำตอบของสมการจุดประสงค์จากจุดมุมของบริเวณคำตอบที่เป็นรูปปิดได้
4. หาคำตอบของสมการจุดประสงค์จากจุดมุมของบริเวณคำตอบที่เป็นรูปเปิดได้
5. หาคำตอบของปัญหามหาหนดการเชิงเส้นโดยวิธีกราฟได้

➤ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

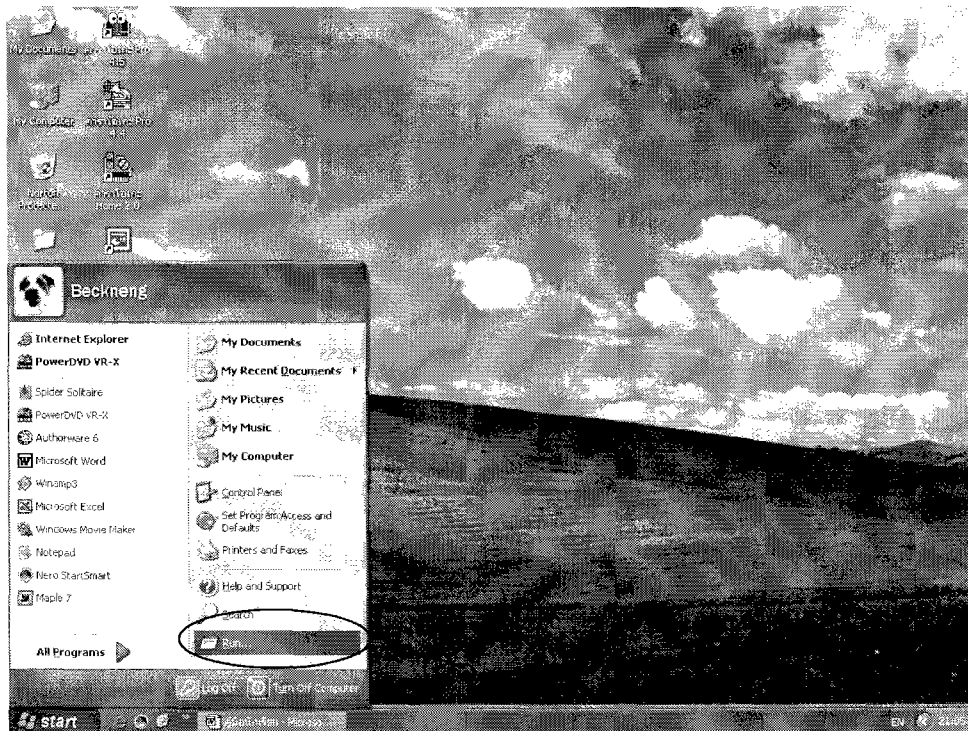
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่น Pentium 200 MHz. ขึ้นไป
2. Ram 64 MB
3. CD-ROM
4. หูฟัง

5. โปรแกรม Authorware Professional 6.0
6. โปรแกรม Maple 7.0

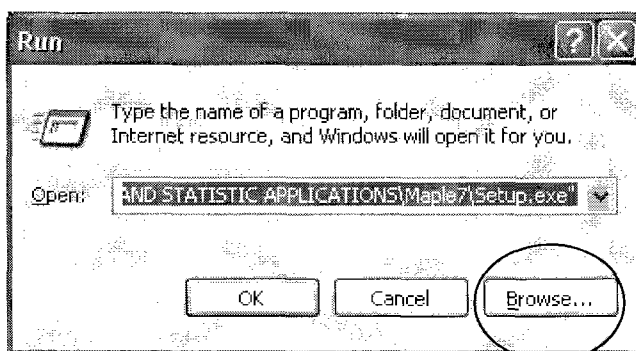
➡ วิธีการบรรจุโปรแกรมลงฮาร์ดดิสก์และโครงสร้างของบทเรียน

1. การติดตั้งโปรแกรม Authorware Professional 6.0

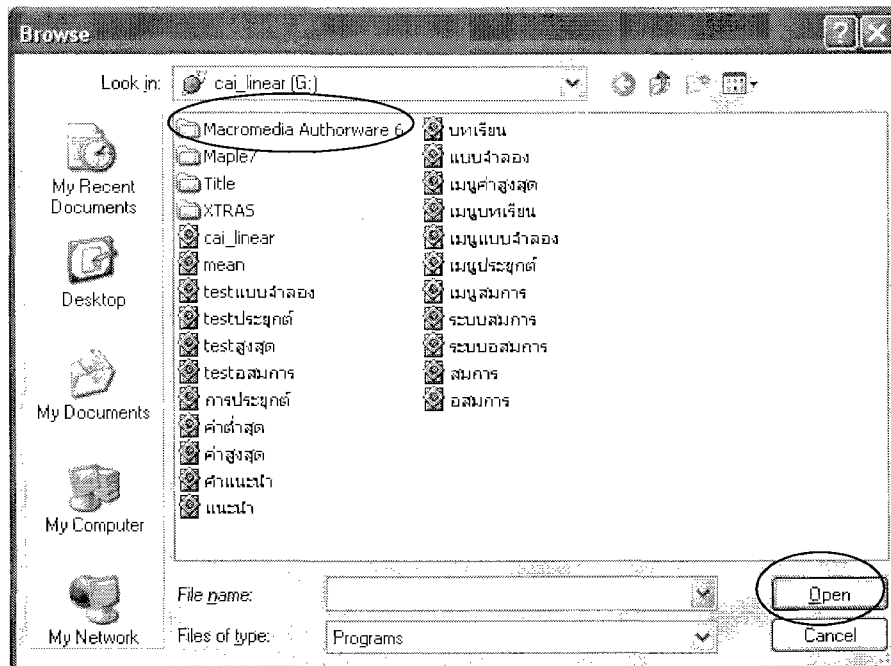
- 1.1 นำแผ่นโปรแกรม Authorware Professional 6.0 ใส่ไว้ใน Drive D
- 1.2 เลือกรายการ Start --> Run จะปรากฏจอภาพ ดังรูป



1.3 เมื่อเลือกรายการ Run จะปรากฏจอภาพ ดังรูป

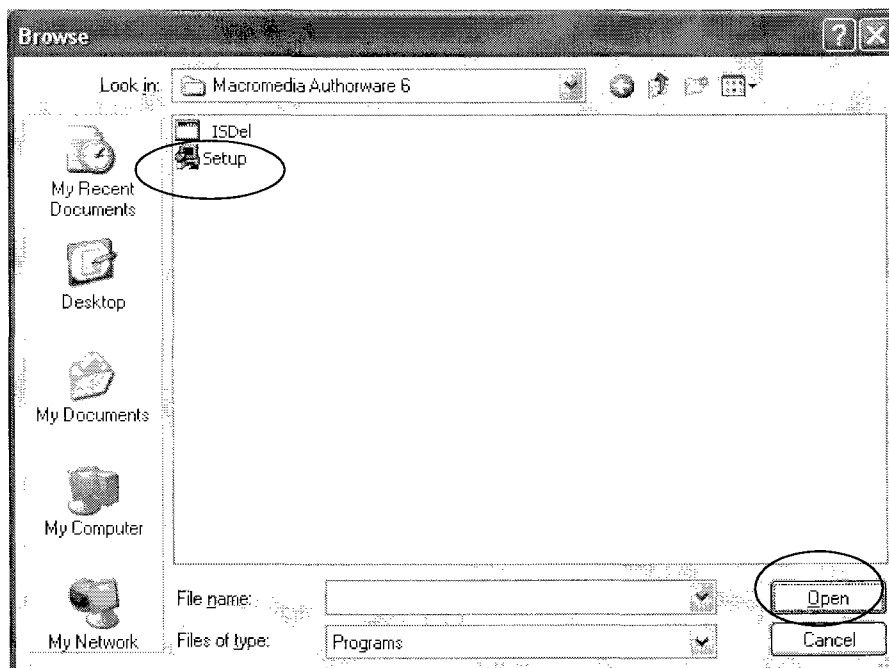


1.4 เลือกรายการ Browse จะปรากฏจอภาพ ดังรูป

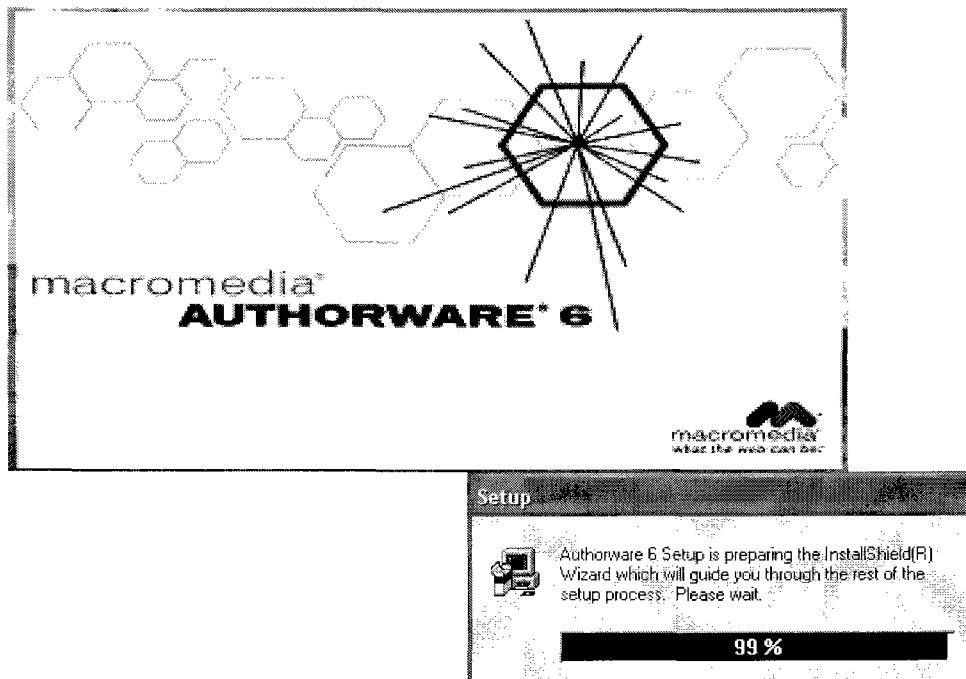


1.5 จากนั้นที่ Look in : เลือก Drive D (หรือ Drive ที่ใส่แผ่นโปรแกรม Authorware Professional 6.0) จากนั้นเลือกรายการ Macromedia Authorware v6.0

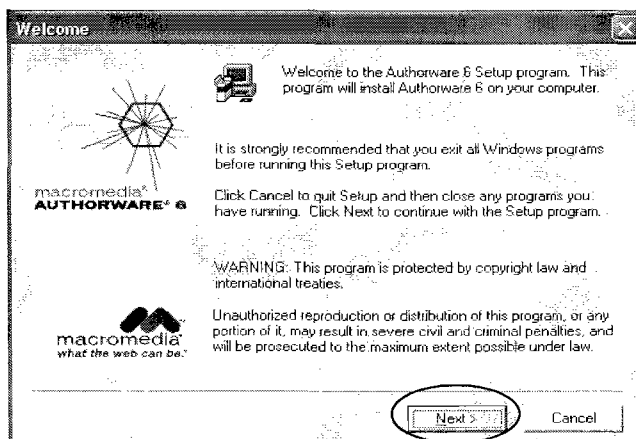
1.6 เมื่อเข้าสู่ Folder Macromedia Authorware v6.0 แล้วเลือก SetUp



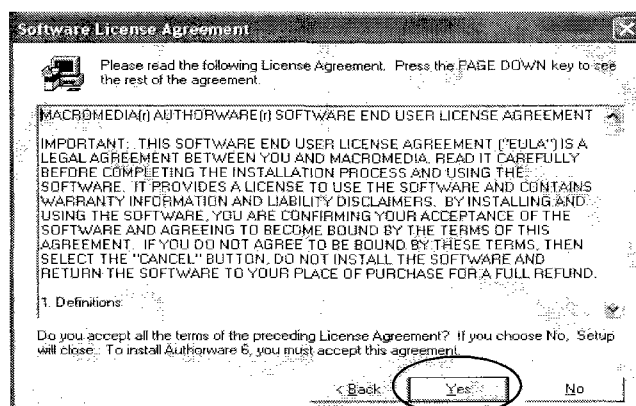
1.7 เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการติดตั้งโปรแกรม Authorware Professional 6.0



1.8 เลือก Next

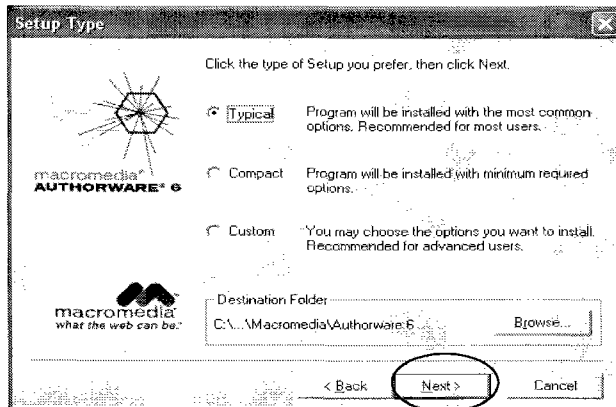


1.9 เลือก Yes

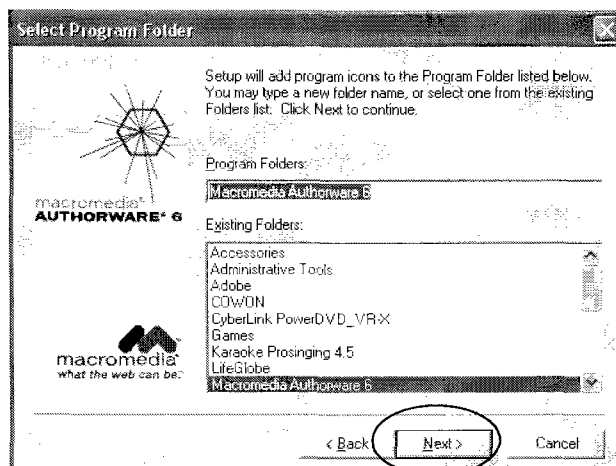


1.10 เลือกรูปแบบการติดตั้ง ซึ่งจะมีให้เลือก 3 แบบ ดังนี้

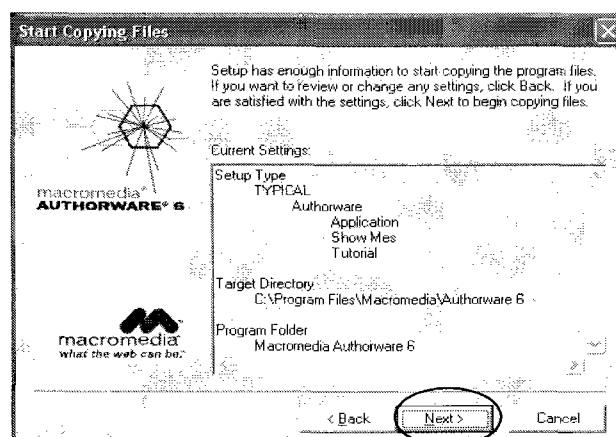
- * Typical เป็นการติดตั้งแบบทั่วไปซึ่งจะติดตั้งตามแบบที่มีในแผ่น CD
- * Compact เป็นการติดตั้งแบบประหยัดเนื้อที่ในฮาร์ดดิสก์ หรือติดตั้งบาง Option ที่จำเป็นเท่านั้น
- * Custom เป็นการติดตั้งแบบที่ผู้ใช้เลือกติดตั้งเอง



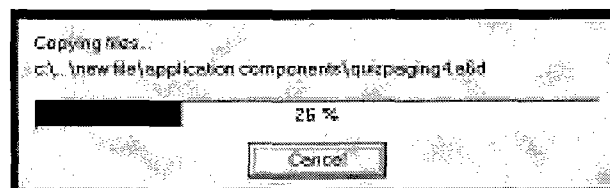
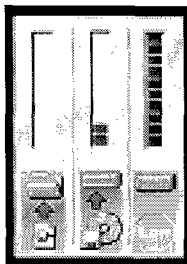
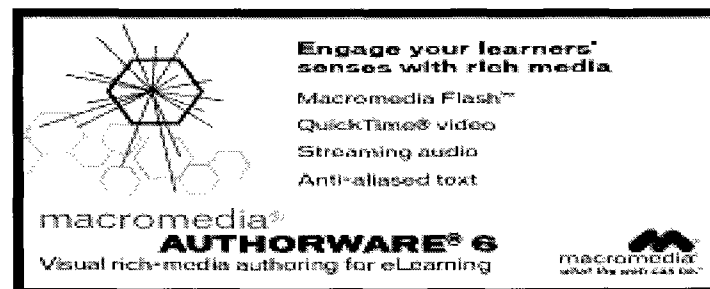
1.11 เลือก Next



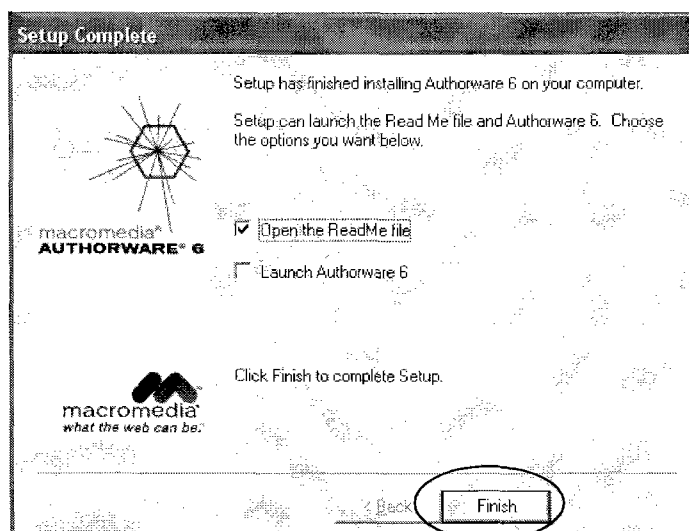
1.12 เลือก Next



1.13 เครื่องคอมพิวเตอร์กำลังติดตั้งโปรแกรม



1.14 เลือก Finish

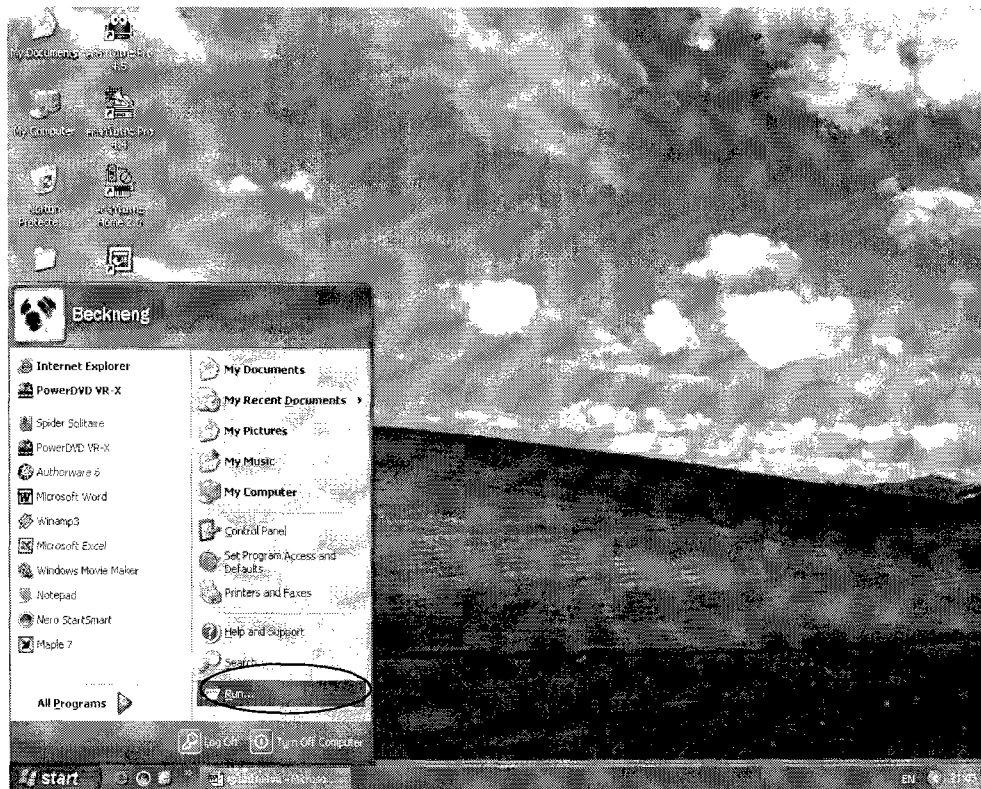


1.15 การเข้าโปรแกรมให้ใส่ serial number ซึ่งอยู่ในแผ่นโปรแกรมชื่อไฟล์ serial

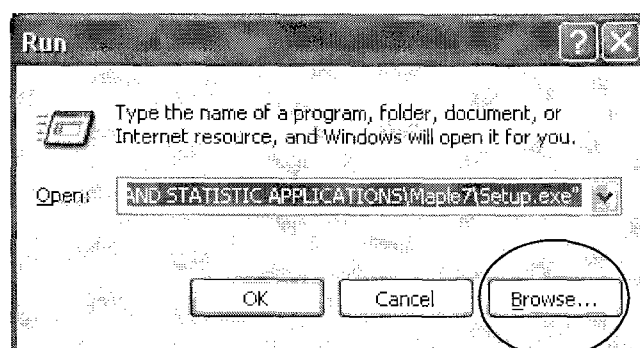
2. การติดตั้งโปรแกรม Maple 7.0

2.1 นำแผ่นโปรแกรม Maple 7 ใส่ไว้ใน CD – ROM

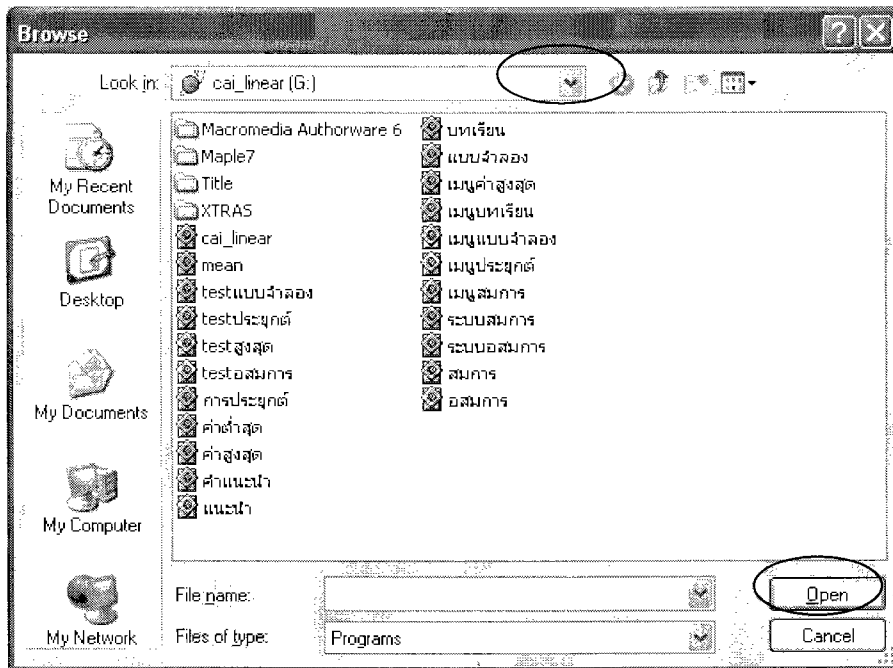
2.2 เลือกรายการ Start --> Run จะปรากฏจอภาพ ดังรูป



2.3 เมื่อเลือกรายการ Run... จะปรากฏจอภาพ ดังรูป

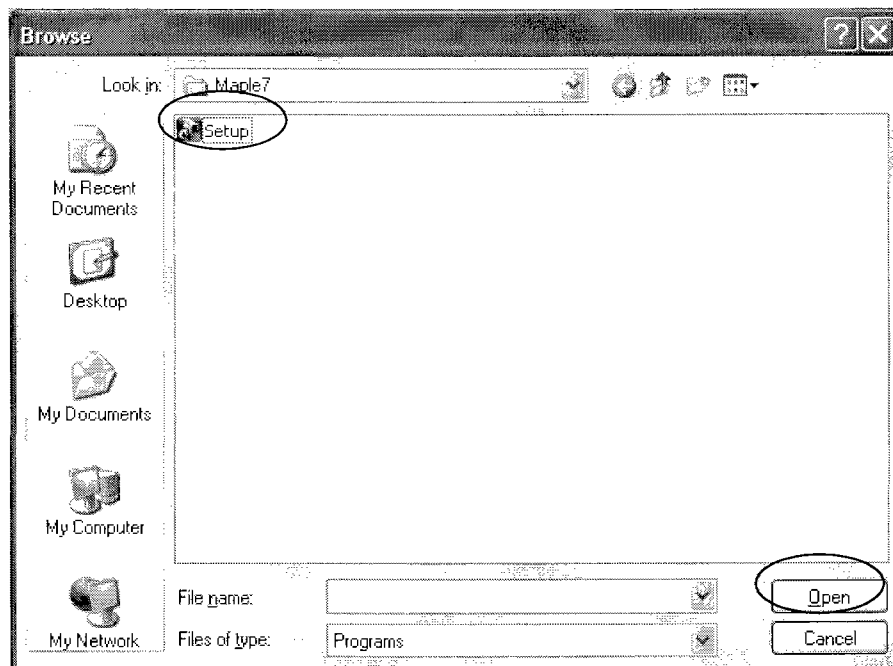


2.4 เลือกรายการ Browse จะปรากฏจอภาพดังรูป

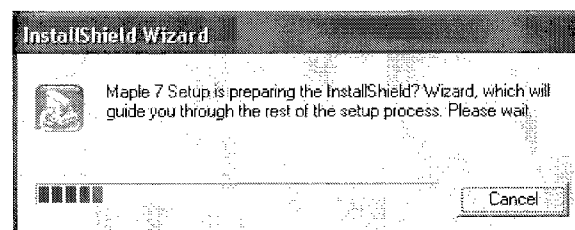
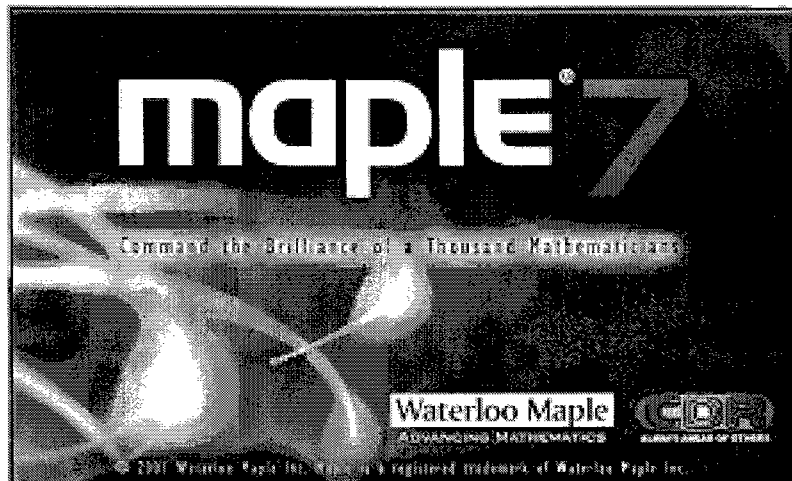


2.5 จากนั้นที่ Look in : เลือก Drive ที่ใส่แผ่นโปรแกรม Maple 7 จากนั้นเลือกรายการ Maple 7

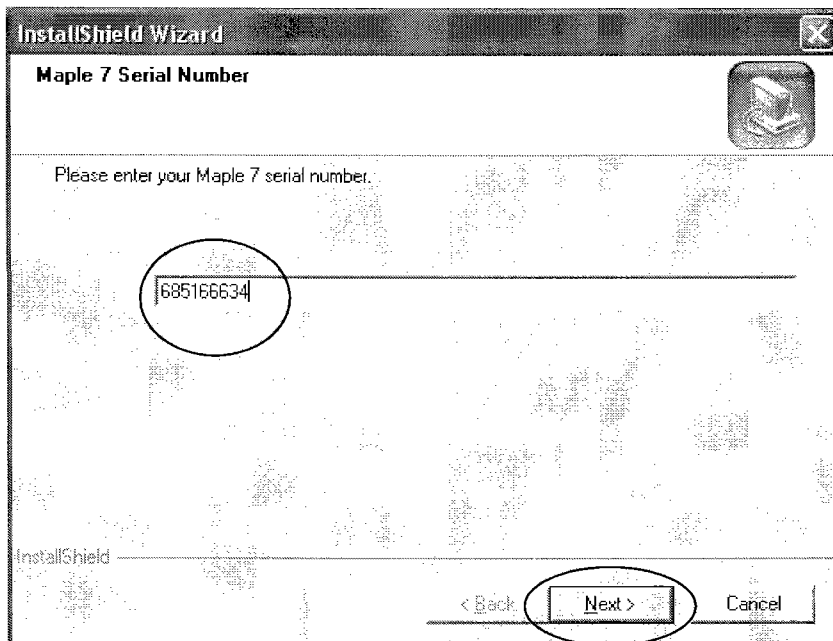
2.6 เมื่อเข้าสู่ Folder Maple7 แล้วเลือก SetUp



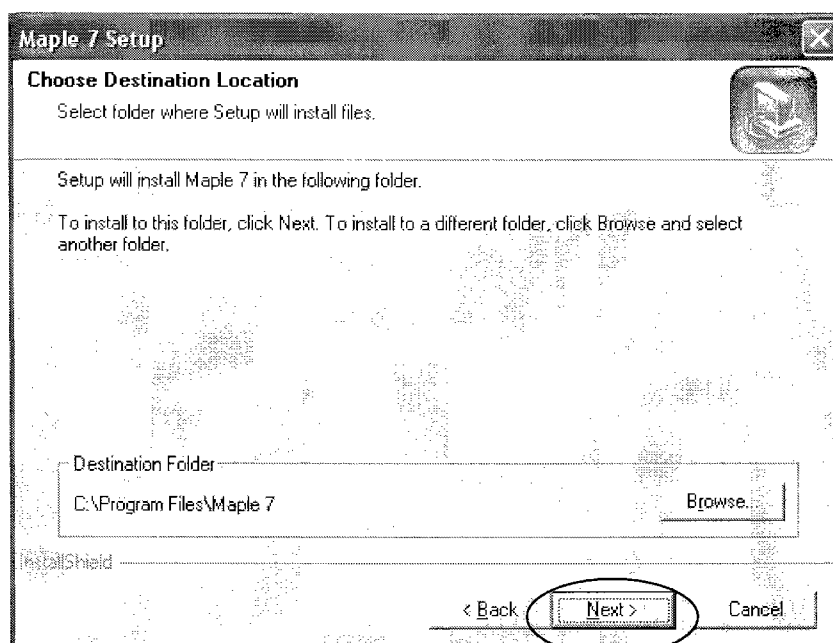
2.7 เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการติดตั้งโปรแกรม Maple 7 เลือก Next



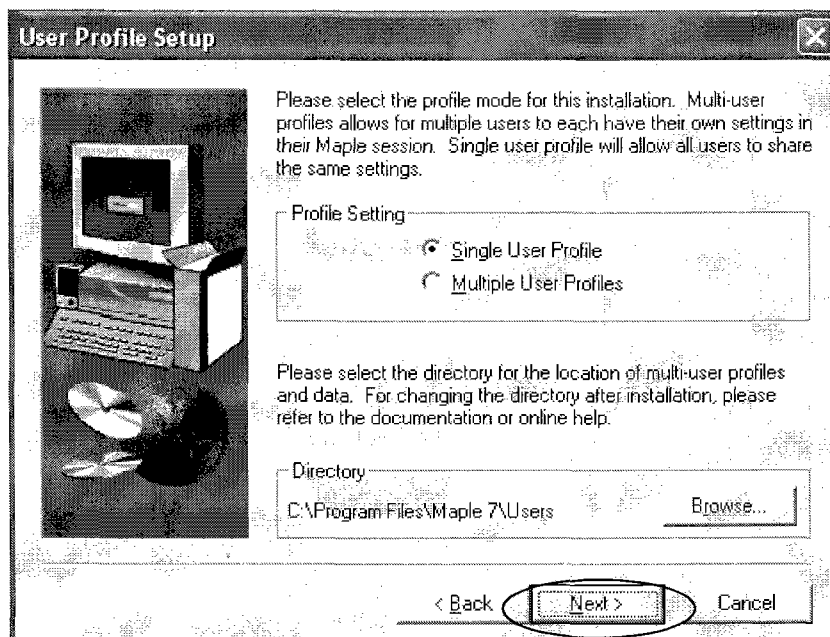
- 2.8 จากนั้นจะปรากฏจอภาพ ดังรูป ให้ใส่ serial number คือ 685166634 (หรือเปิดดูที่แผ่นโปรแกรม) แล้วเลือก Next



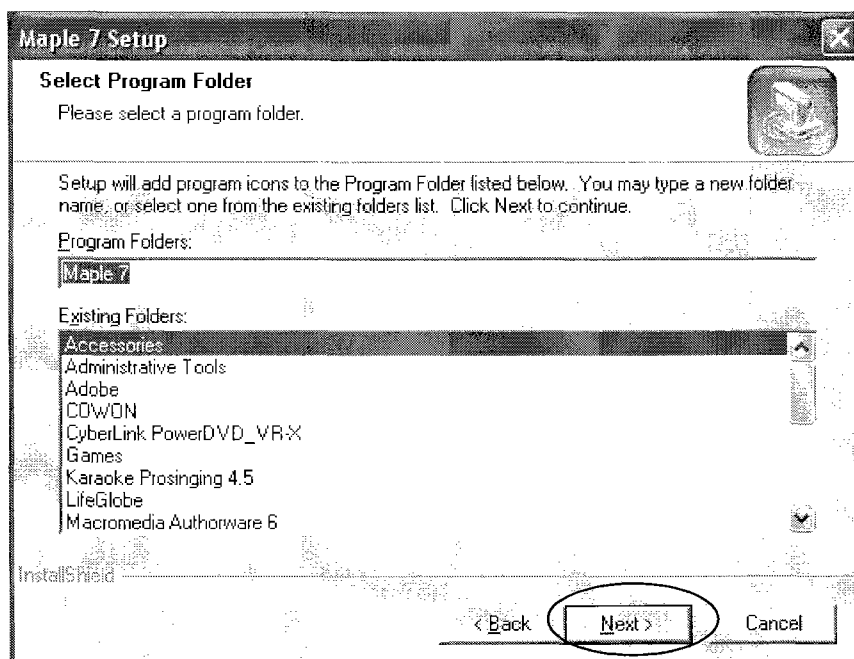
- 2.9 เลือก Next (Browse เลือกโปรแกรมลงที่ C:\Program Files เท่านั้น)



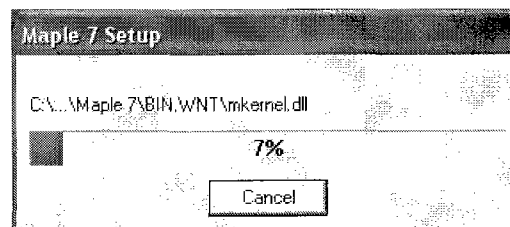
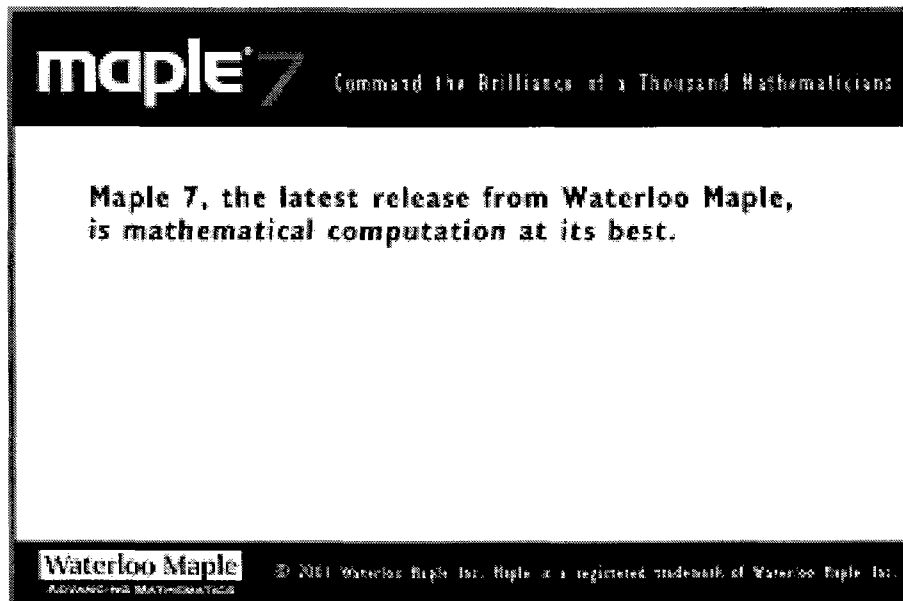
2.10 เลือก Next



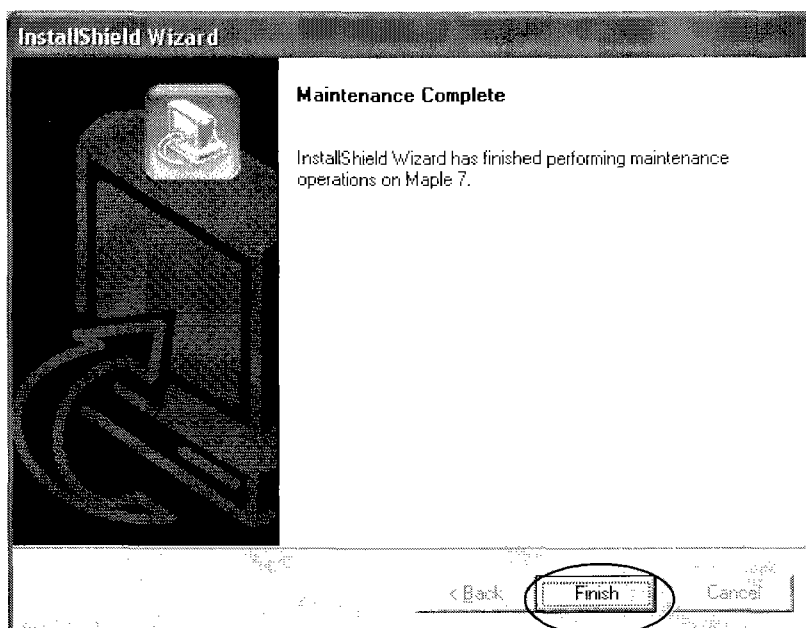
2.11 เลือก Next อีกครั้งหนึ่ง



2.12 เครื่องคอมพิวเตอร์กำลังติดตั้งโปรแกรม



2.13 จากนั้นเลือก Finish

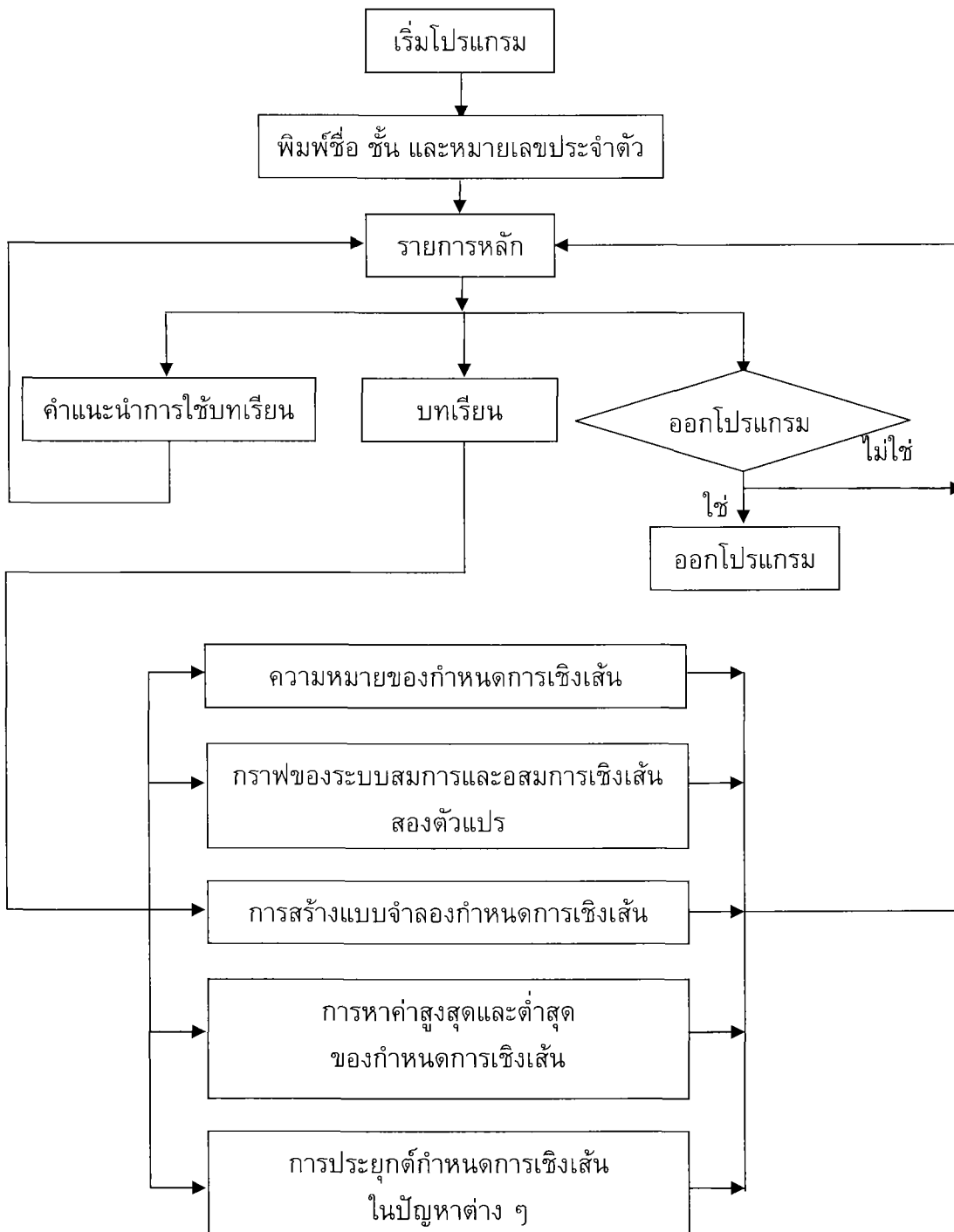


2.14 เมื่อติดตั้งโปรแกรม Maple 7 ไว้ใน DRIVE C:\ เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

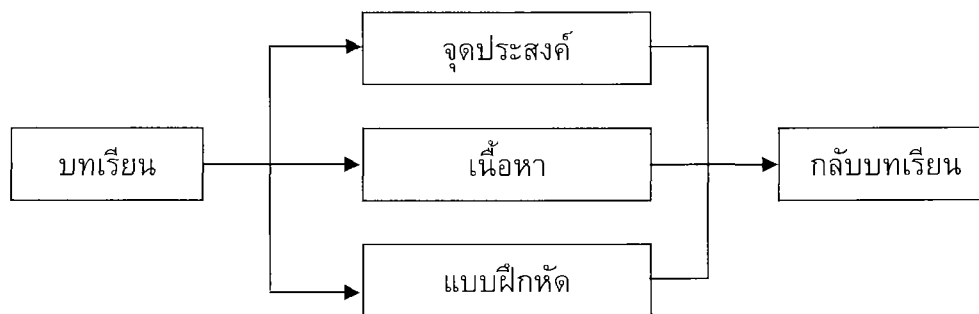
- สร้าง NEW Folder ชื่อ w_maple ไว้ใน DRIVE C:\
- คัดลอก File จากแผ่นโปรแกรมบทเรียนชื่อ equal , inequal , max2 , min2 จำนวน 4 File ไปไว้ใน C:\w_maple\ จึงเป็นการเสร็จการติดตั้งโปรแกรม
- วิธีการใช้โปรแกรมจะอยู่ในบทเรียน

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ผังงานแสดงรายการหลักของบทเรียน



ผังงานแสดงรายการย่อยในแต่ละบทเรียน



➤ วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียน

มีวิธีการใช้ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 นำแผ่น CD ใส่ช่อง CD-ROM DRIVE จากนั้นแผ่น CD จะทำการ Autorun เปิดโปรแกรมบทเรียนขึ้นมา

วิธีที่ 2 นำแผ่น CD ดังกล่าวใส่ในช่อง DRIVE D (หรือช่องที่มี CD-ROM DRIVE บรรจุอยู่) แล้ว Copy ใส่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

1. ใส่แผ่น CD เปิดโปรแกรม Window Explore
2. ใช้เมาส์ดับเบิลคลิกที่ DRIVE D (หรือ DRIVE ที่เราบรรจุแผ่นโปรแกรมลงไป)
3. คลิกที่ Edit แล้วเลือก Select All
4. เลือก Copy จากเมนู Edit แล้วเลือก Drive ที่ต้องการทำสำเนาลงในเครื่อง เช่น ถ้าเลือกลง Drive C ให้คลิกที่ Drive C
5. คลิกขวาเลือก New เลือก New Folder
6. ตั้งชื่อ Folder ที่สร้างว่า "CAI_LINEAR" คลิกเข้าไปใน Folder กด Paste
7. เลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยนำเมาส์ดับเบิลคลิกที่ "CAI_LINEAR"

ทั้งนี้วิธีการดังกล่าวข้างต้นผู้ใช้จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

➤ ข้อตกลงการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ถ้าอาจารย์ผู้สอนหรือผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ไม่ได้บรรจุโปรแกรมลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้ปฏิบัติดังนี้

1. เมื่อถึงคาบเรียนให้อาจารย์ผู้ควบคุมแจกแผ่นโปรแกรมที่บรรจุในรูป CD ให้กับนักเรียน โดยเช็คชื่อนักเรียนทุกครั้ง
2. ให้นักเรียนเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

3. แนะนำวิธีการนำแผ่น CD ใส่บน CD-ROM Drive (Drive D หรือ ช่องที่มี CD-ROM Drive) เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมที่จะทำงาน
4. โปรแกรมจะทำการ Autorun และเข้าบทเรียนได้เลย
5. เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาที่กำหนดให้จบก่อนหมดเวลา นักเรียนสามารถที่จะเรียนเนื้อหาอื่นหรือทบทวนเนื้อหาที่ผ่านมาได้
6. ก่อนหมดเวลาให้แนะนำวิธีการออกจากโปรแกรม และการปฏิบัติเมื่อเกิดปัญหา
7. เมื่อหมดเวลาเรียนให้นักเรียนนำแผ่น CD ออกจากเครื่อง และปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับเครื่องคอมพิวเตอร์
8. อาจารย์ผู้ควบคุมตรวจความเรียบร้อย แล้วรับแผ่น CD คืนจากนักเรียน

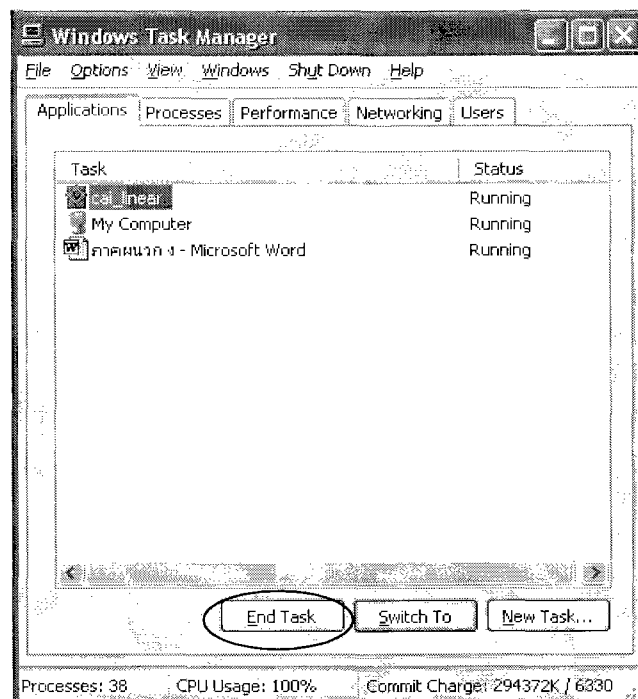
ถ้าอาจารย์ผู้สอนได้บรรจุโปรแกรมบทเรียนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้แล้ว ให้ปฏิบัติคล้ายกับวิธีการดังกล่าวข้างต้น ยกเว้นไม่ต้องแจกแผ่นโปรแกรม ซึ่งข้อตกลงดังกล่าวข้างต้นอาจารย์ผู้ควบคุมอาจสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

➤ วิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

ปัญหา ➡ เครื่องคอมพิวเตอร์หยุดการทำงาน โปรแกรมค้าง หรือออกจากโปรแกรมไม่ได้

วิธีแก้ปัญหา ➡ กดปุ่ม Ctrl + Alt + Del จำนวน 1 ครั้ง จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป

- ⊙ ถ้าต้องการปิดโปรแกรมเลือก End Task
- ⊙ ถ้าต้องการปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เลือก Shut Down



คู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สำหรับนักเรียน

เรื่อง

กำหนดการเชิงเส้น
(Linear Programming)
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

➤ จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจความหมายของกำหนดการเชิงเส้น
2. นักเรียนสามารถเขียนกราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
3. นักเรียนสามารถหาคำตอบของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
4. นักเรียนสามารถเขียนแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหากำหนดการเชิงเส้นได้
5. นักเรียนสามารถแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นเพื่อหาค่าสูงสุดและต่ำสุดโดยวิธีกราฟได้
6. นักเรียนสามารถหาค่าสมการจุดประสงค์โดยใช้จุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นบริเวณคำตอบได้
7. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่าง ๆ ได้

➤ รายชื่อหน่วยการเรียนรู้

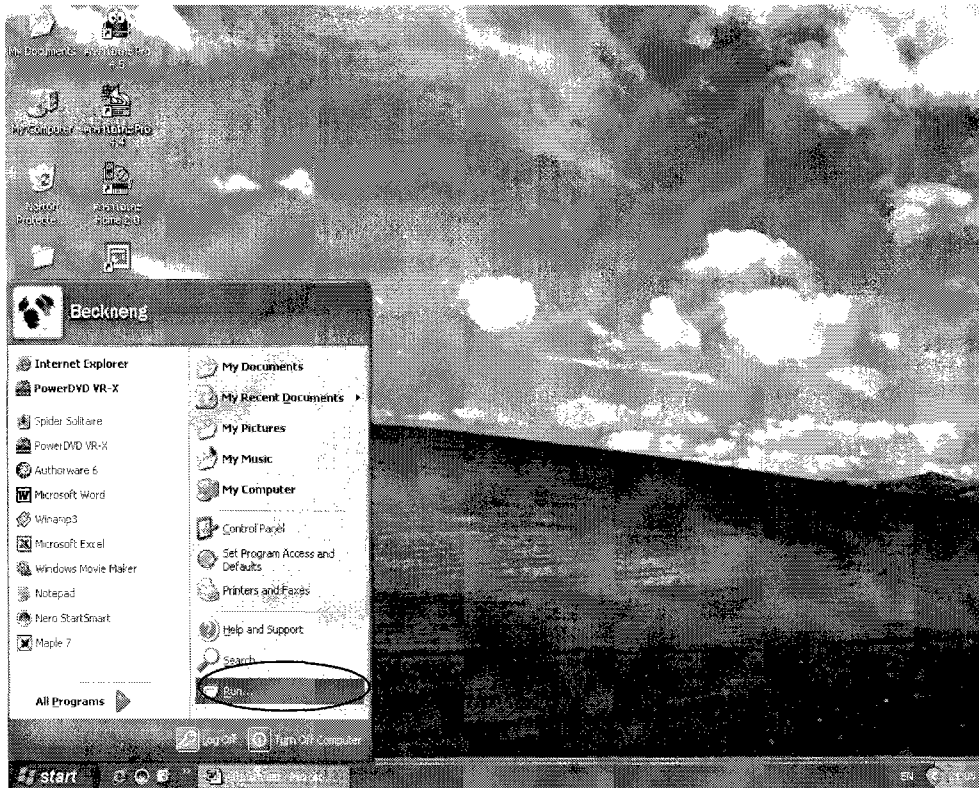
1. ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 1 คาบ)
2. กราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร (จำนวน 2 คาบ)
3. แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 3 คาบ)
4. การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการเชิงเส้น (จำนวน 3 คาบ)
5. การประยุกต์กำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่างๆ (จำนวน 3 คาบ)

➤ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

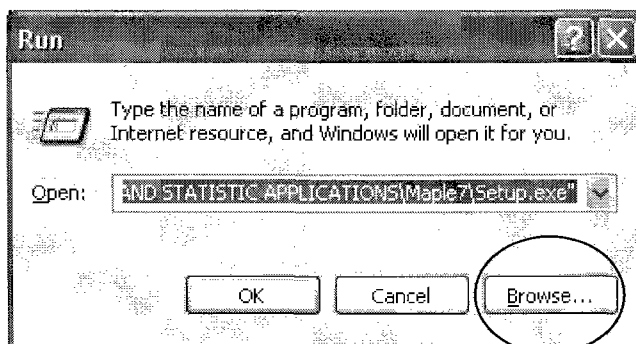
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่น Pentium 200 MHz. ขึ้นไป
2. Ram 64 MB
3. CD-ROM
4. หูฟัง
5. โปรแกรม Authorware Professional 6.0
6. โปรแกรม Maple 7.0

ก่อนใช้โปรแกรมบทเรียนให้นักเรียนติดตั้งโปรแกรม Maple 7.0 (กรณีที่ครูผู้สอนยังไม่ลงโปรแกรมไว้ในเครื่อง) ให้ปฏิบัติ ดังนี้

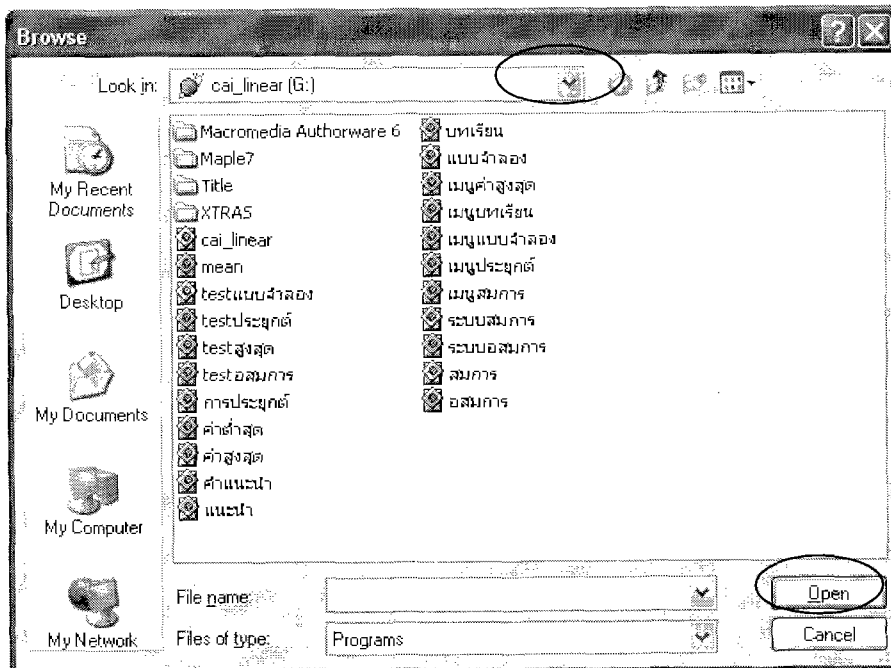
- (1) นำแผ่นโปรแกรม Maple 7 ใส่ไว้ใน CD – ROM
- (2) เลือกรายการ Start --> Run จะปรากฏจอภาพ ดังรูป



- (3) เมื่อเลือกรายการ Run... จะปรากฏจอภาพ ดังรูป

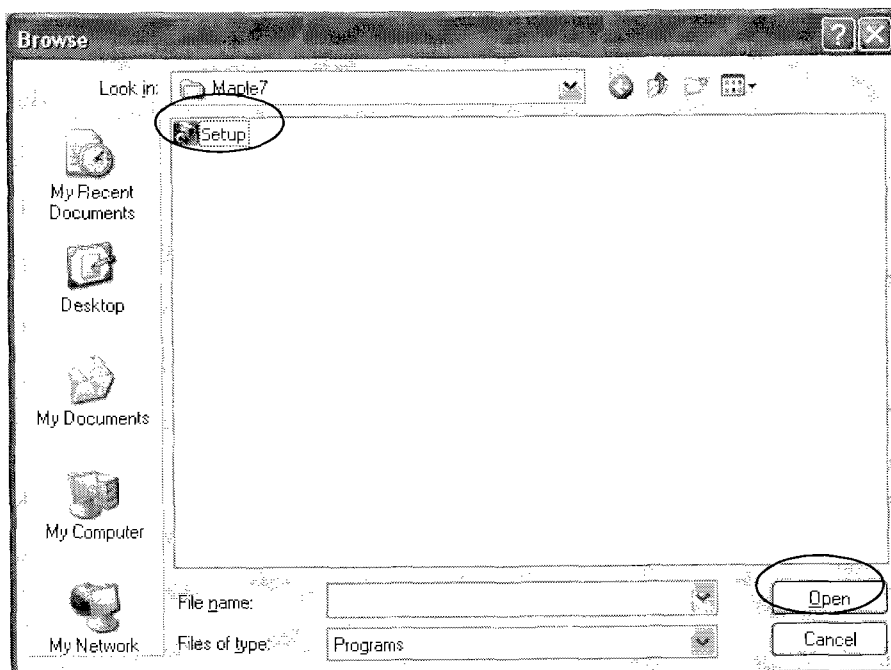


(4) เลือกรายการ Browse จะปรากฏจอภาพดังรูป

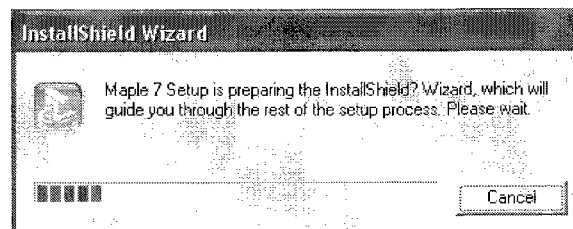
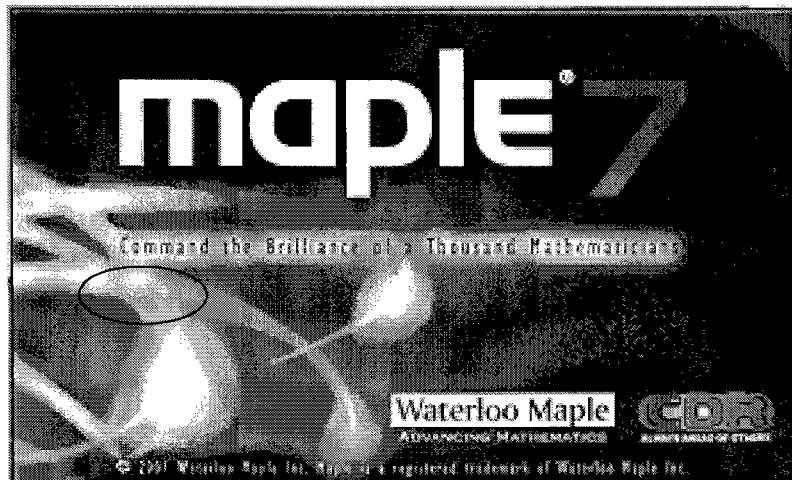


(5) จากนั้นที่ Look in : เลือก Drive ที่ใส่แผ่นโปรแกรม Maple 7 จากนั้นเลือกรายการ Maple 7

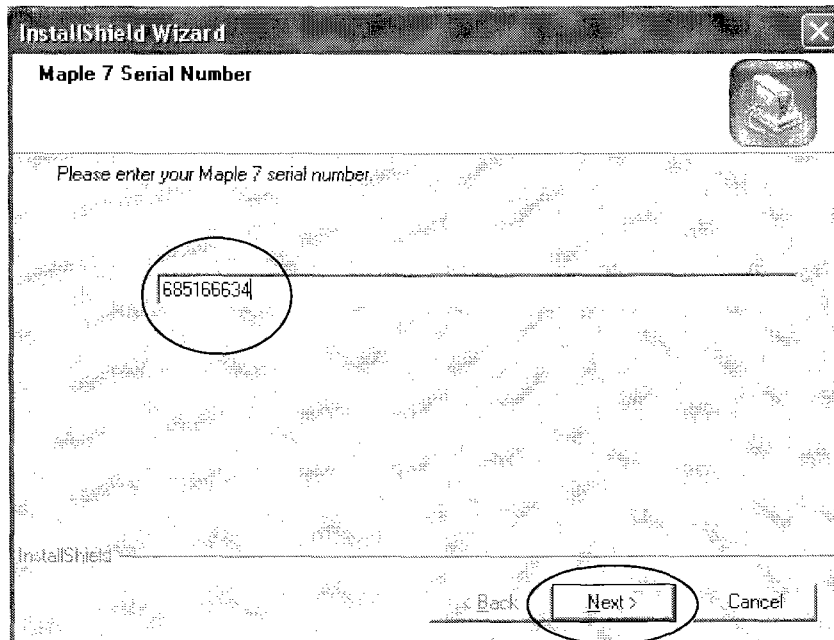
(6) เมื่อเข้าสู่ Folder Maple7 แล้วเลือก SetUp



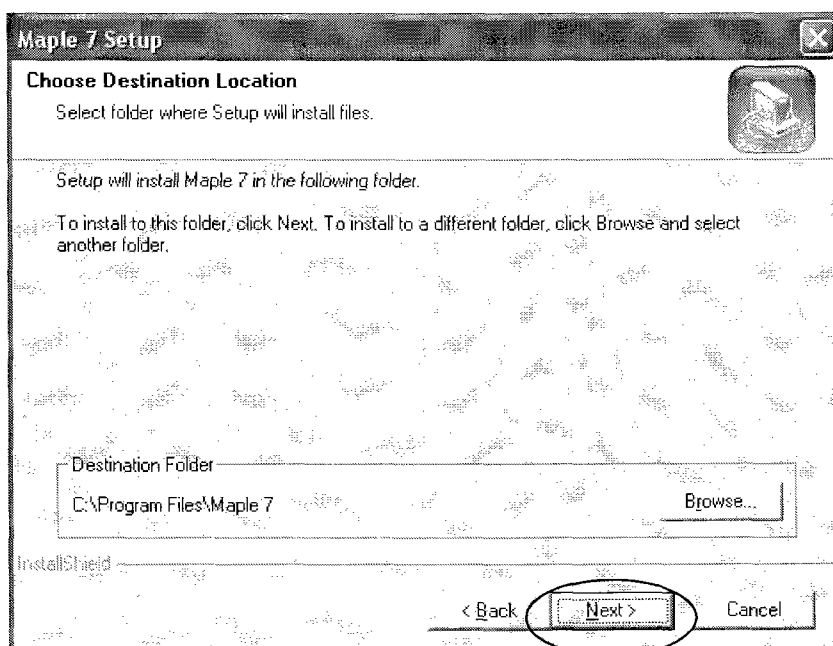
(7) เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการติดตั้งโปรแกรม Maple 7 เลือก Next



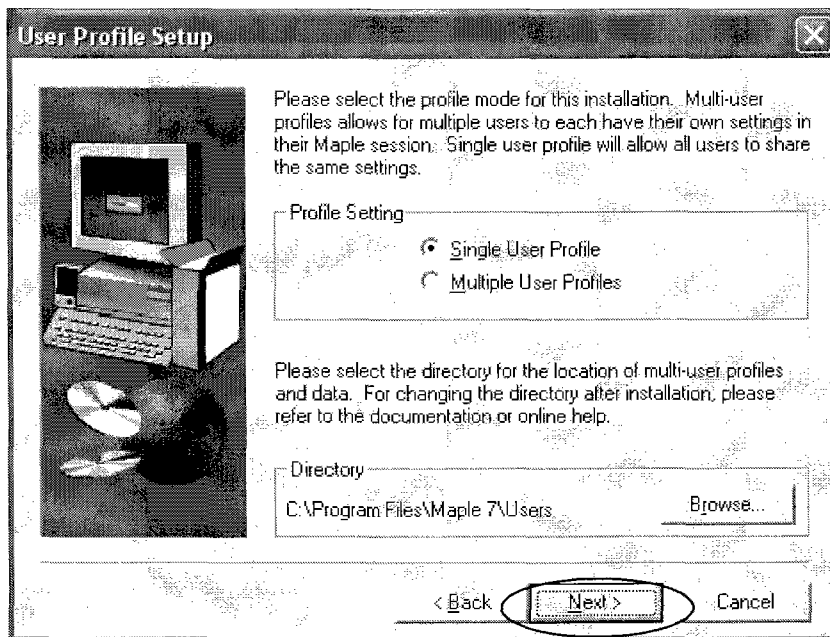
- (8) จากนั้นจะปรากฏจอภาพ ดังรูป ให้ใส่ serial number คือ 685166634 (หรือเปิดดูที่แผ่นโปรแกรม) แล้วเลือก Next



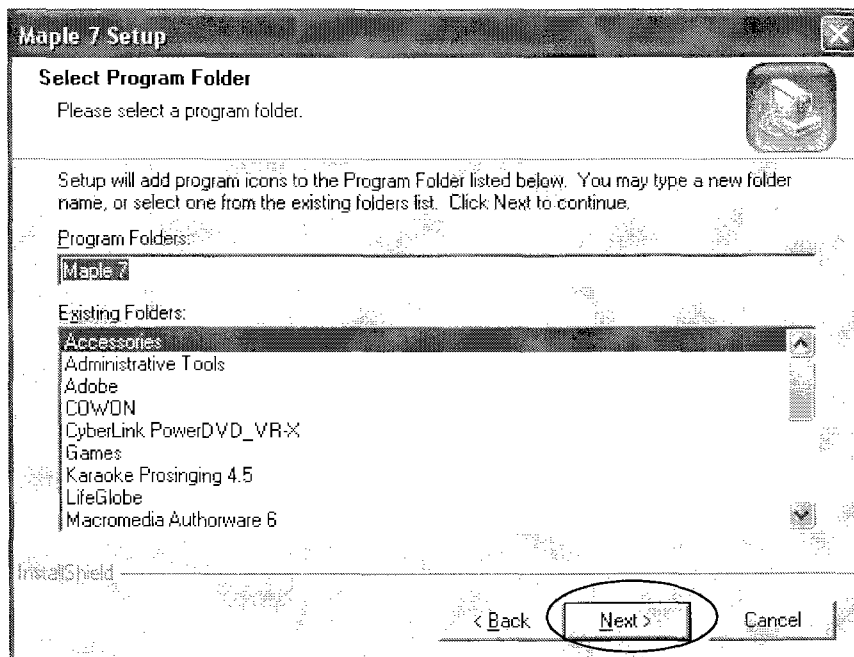
- (9) เลือก Next (Browse เลือกโปรแกรมลงที่ C:\Program Files เท่านั้น)



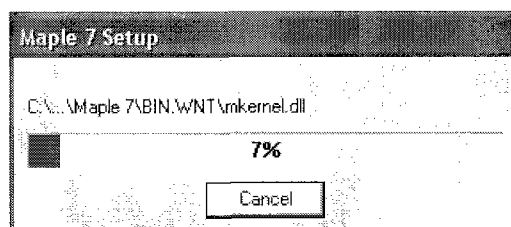
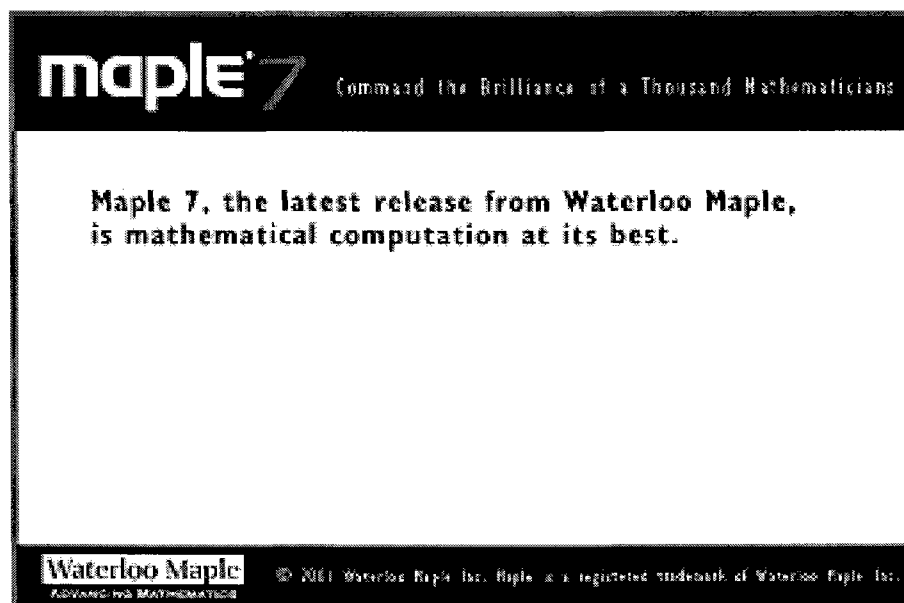
(10) เลือก Next



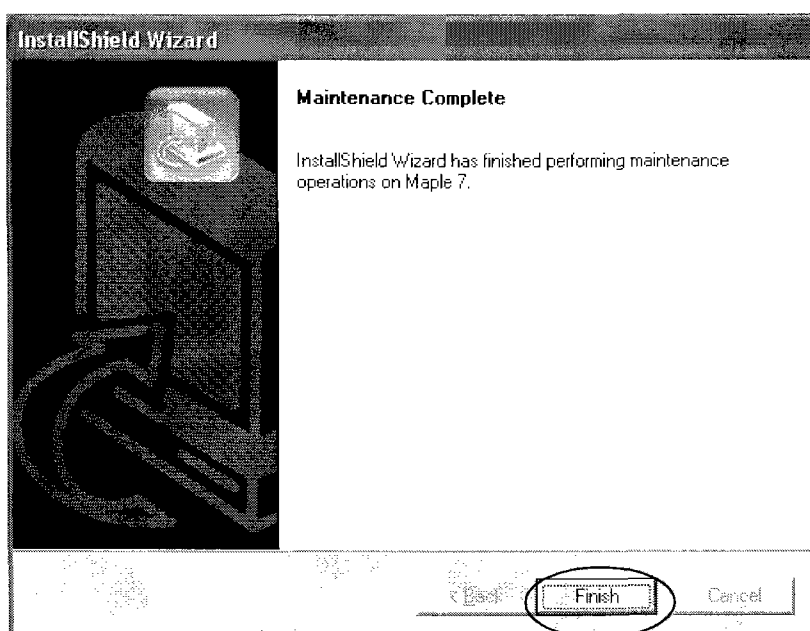
(11) เลือก Next อีกครั้งหนึ่ง



(12) เครื่องคอมพิวเตอร์กำลังติดตั้งโปรแกรม



(13) จากนั้นเลือก Finish



(14) เมื่อติดตั้งโปรแกรม Maple 7 ไว้ใน DRIVE C:\ เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

- สร้าง NEW Folder ชื่อ w_maple ไว้ใน DRIVE C:\
- คัดลอก File จากแผ่นโปรแกรมบทเรียนชื่อ equal , inequal , max2 , min2 จำนวน 4 File ไปไว้ใน C:\w_maple\ จึงเป็นการเสร็จการติดตั้งโปรแกรม
- วิธีการใช้โปรแกรมจะอยู่ในบทเรียน

➤ วิธีการใช้โปรแกรมบทเรียน

1. เมื่อถึงคาบเรียนให้นักเรียนนำแผ่นโปรแกรมที่บรรจุในรูป CD จากอาจารย์ผู้ควบคุม
2. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์
3. นำแผ่น CD ใส่บน Drive D
4. โปรแกรมจะทำการ Autorun และเข้าบทเรียนได้เลย
5. เมื่อหมดเวลาเรียนให้นักเรียนนำแผ่น CD ออกจากเครื่อง และปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับเครื่องคอมพิวเตอร์
6. นำแผ่น CD คืนให้กับอาจารย์ผู้ควบคุม

➤ วิธีการเรียน

นักเรียนควรศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ทุกหัวข้อตามลำดับที่จัดเรียงไว้หน้าเมนู ดังนี้

1. เริ่มต้นเข้าสู่บทเรียน



2. ให้นักเรียนกรอก ชื่อ – นามสกุล ชั้น และ เลขประจำตัว ก่อนเข้าสู่บทเรียน

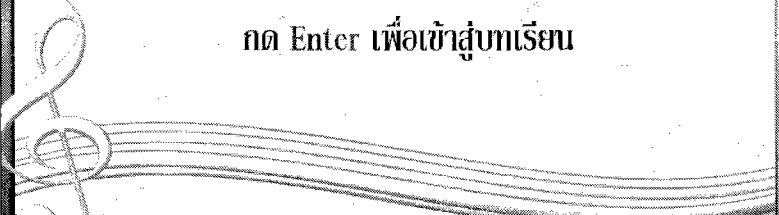
กรณกรอกข้อมูลก่อนเข้าสู่บทเรียน

ชื่อ - นามสกุล

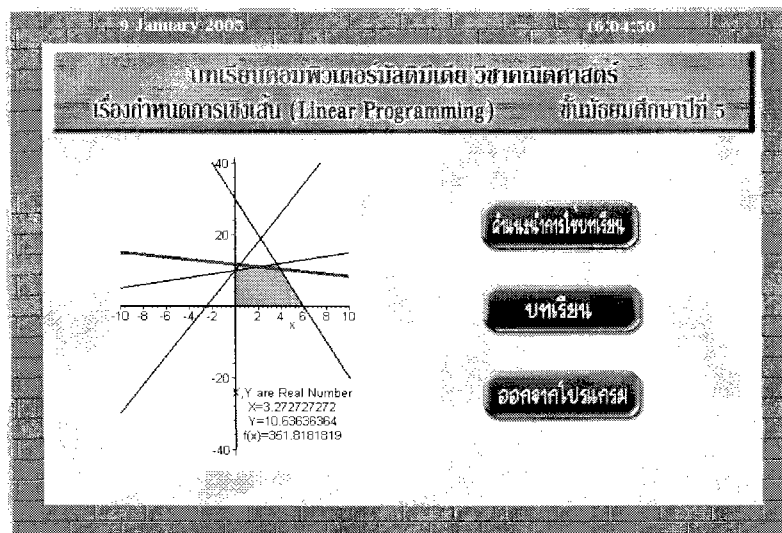
เลขประจำตัว

ชั้น

กด Enter เพื่อเข้าสู่บทเรียน

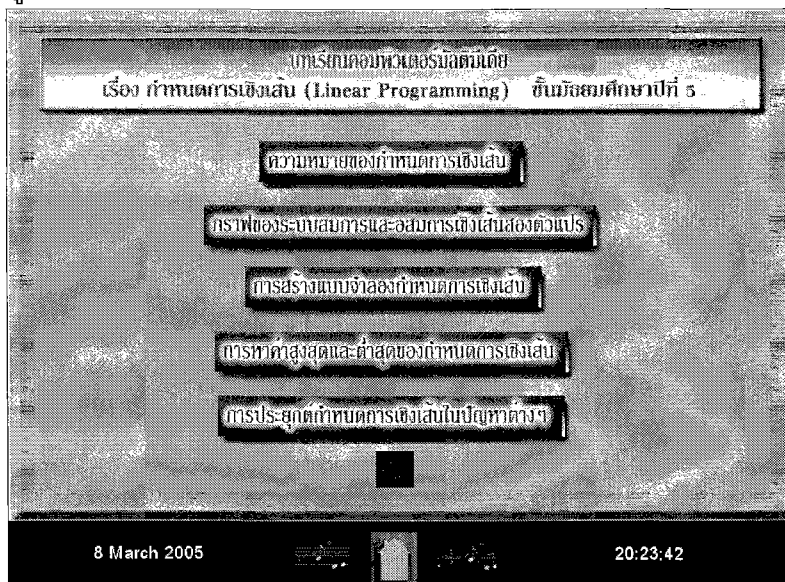


3. เมนูหลัก ประกอบด้วย



- คำแนะนำการใช้บทเรียน ให้นักเรียนศึกษาข้อแนะนำการใช้ การพิมพ์คำตอบ
- วิธีการใช้ปุ่มต่าง ๆ ให้เข้าใจ ก่อนที่จะศึกษาเนื้อหาบทเรียนต่อไป
- บทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาต่าง ๆ ที่นักเรียนจะต้องศึกษา
- ออกจากโปรแกรม เมื่อนักเรียนต้องการออกจากโปรแกรม
- ถ้าเลือก YES หมายถึง ออกจากโปรแกรมบทเรียนกลับเข้าสู่ Windows
- ถ้าเลือก NO หมายถึง กลับเข้าสู่โปรแกรมบทเรียนเหมือนเดิม

4. เมนูบทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ ดังภาพ



ในแต่ละหัวข้อมีรายละเอียด ดังนี้

- (1) จุดประสงค์การเรียนรู้
- (2) เนื้อหา
- (3) แบบฝึกหัด

5. ให้นักเรียนศึกษาหัวข้อตามที่อาจารย์ผู้ควบคุมได้กำหนดไว้ให้เข้าใจ

6. หลังจากที่นักเรียนศึกษาหัวข้อที่กำหนดเข้าใจแล้ว และมีเวลาเหลือให้นักเรียนเลือกเรียนหัวข้อที่นักเรียนสนใจได้ หรือ เรียนหัวข้อที่ยังไม่เข้าใจ

7. หลังจากที่นักเรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด แล้วส่งอาจารย์ผู้สอนในวันถัดไป

➡ รายละเอียดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้พร้อมตารางงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

หน่วย ที่	จำนวน คาบ	ชื่อหน่วยการ เรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตารางงาน
1	1	ความหมาย ของกำหนด การเชิงเส้น	เมื่อเรียนจบหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. บอกความหมายของกำหนดการเชิงเส้นได้ 2. มีความรู้ความเข้าใจความหมายของกำหนด การเชิงเส้น	- ศึกษาวิธีการ ใช้โปรแกรม ก่อนเรียน - ให้จดบันทึก
2	2	กราฟของ ระบบสมการ และอสมการ เชิงเส้น สองตัวแปร	เมื่อเรียนเรียนจบหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. เขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 2. เขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 3. หาคำตอบของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ได้ถูกต้อง	- ให้จดบันทึก บทเรียนลง ในสมุด

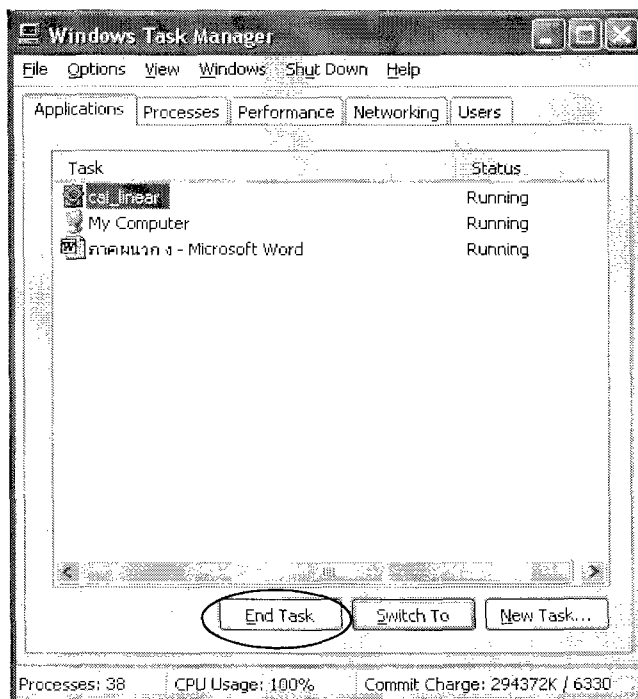
หน่วย ที่	จำนวน คาบ	ชื่อหน่วยการ เรียน	จุดประสงค์การเรียนรู้	ตารางงาน
			4. เขียนกราฟของอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 5. เขียนกราฟของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ 6. หาคำตอบของระบบอสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้ ถูกต้อง	- เมื่อเรียนจบ หน่วยนี้แล้ว ให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัด
3	3	แบบจำลอง กำหนดการเชิง เส้น	เมื่อเรียนเรียนจบหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. บอกจุดประสงค์ของปัญหาได้ 2. เขียนจุดประสงค์ของปัญหาในรูปสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรได้ 3. บอกข้อจำกัดของปัญหาได้ 4. เขียนข้อจำกัดของปัญหาในรูปอสมการเชิงเส้นสอง ตัวแปรได้ 5. เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหา กำหนดการเชิงเส้นได้	- ให้จัดบันทึก บทเรียนลงในสมุด - เมื่อเรียนจบ หน่วยนี้แล้ว ให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัด
4	3	การหาค่า สูงสุดและ ต่ำสุดของ กำหนดการเชิง เส้น	เมื่อเรียนจบหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. เมื่อกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหา กำหนดการเชิงเส้นให้ นักเรียนสามารถเขียนกราฟ ของอสมการข้อจำกัดทุกอสมการบนแกนพิกัดฉาก เดียวกันได้ถูกต้อง 2. บอกบริเวณที่เป็นคำตอบของกราฟของอสมการข้อ จำกัดได้ถูกต้อง 3. เขียนกราฟของสมการจุดประสงค์ที่มีค่าต่างๆ ได้ ถูกต้อง 4. หาคำตอบของสมการจุดประสงค์ที่ต้องการหาค่า สูงสุดและต่ำสุดได้	- ให้จัดบันทึก บทเรียนลงในสมุด - เมื่อเรียนจบ หน่วยนี้แล้ว ให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัด
5	3	การประยุกต์ กำหนดการเชิง เส้นในปัญหา ต่างๆ	เมื่อเรียนจบหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถ 1. สามารถบอกจุดมุมของกราฟที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม ในบริเวณเซตคำตอบได้ 2. หาพิกัดของจุดมุมของบริเวณเซตคำตอบได้ 3. หาคำตอบของสมการจุดประสงค์จากจุดมุมของ บริเวณเซตคำตอบที่เป็นรูปปิดได้ 4. หาคำตอบของสมการจุดประสงค์จากจุดมุมของ บริเวณเซตคำตอบที่เป็นรูปเปิดได้ 5. หาคำตอบของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นโดยวิธี กราฟได้	- ให้จัดบันทึก บทเรียนลงในสมุด - เมื่อเรียนจบ หน่วยนี้แล้ว ให้นักเรียน ทำแบบฝึกหัด

➡ วิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

ปัญหา ➡ เครื่องคอมพิวเตอร์หยุดการทำงาน โปรแกรมค้าง หรือออกจากโปรแกรมไม่ได้

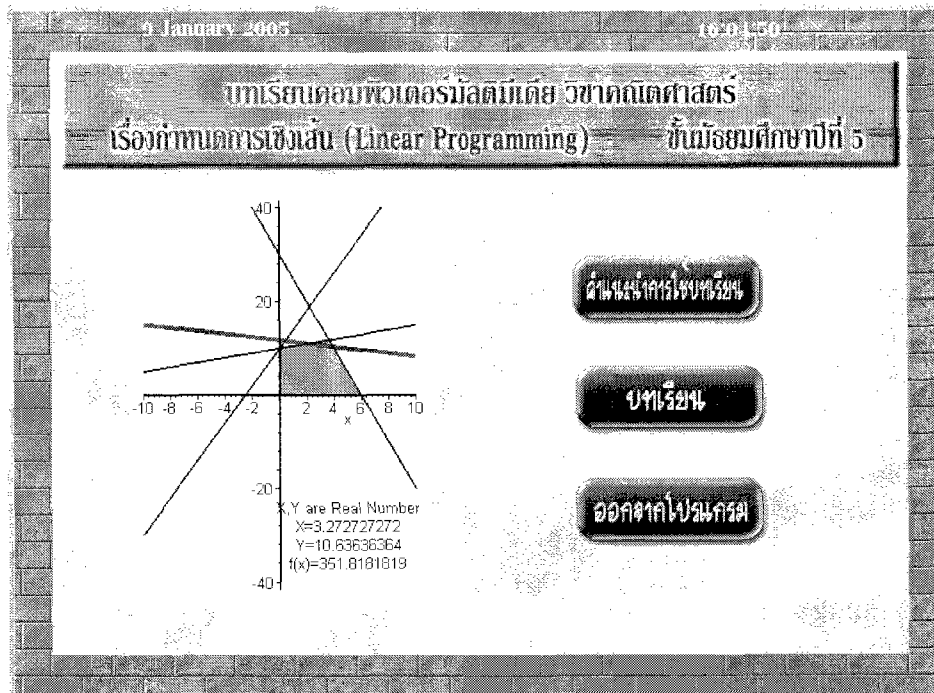
วิธีแก้ปัญหา ➡ กดปุ่ม Ctrl + Alt + Del จำนวน 1 ครั้ง จะปรากฏหน้าจอ ดังรูป

- ถ้าต้องการปิดโปรแกรมเลือก End Task
- ถ้าต้องการปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เลือก Shut Down



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย



บทเรียนคอมพิวเตอร์มีเดีย
เรื่อง การกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ความหมายของการกำหนดการเชิงเส้น

กราฟของระบบสมการและอสมการเชิงเส้นสองตัวแปร

การสร้างแบบจำลองการกำหนดการเชิงเส้น

การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของการกำหนดการเชิงเส้น

การประยุกต์การกำหนดการเชิงเส้นในปัญหาต่างๆ

8 March 2005 20:23:42

File

กำหนดการเชิงเส้น := ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น

page 1

ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น

กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเทคนิคเชิงคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวางแผนจัดการกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามเป้าหมายที่กำหนด เช่น ให้ได้กำไรสูงสุด หรือ วางแผนให้มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด การวางแผนนี้เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ในองค์กรนั้น ๆ ได้แก่ วัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน เงินทุน หรือสิ่งอื่น ๆ ที่จำเป็นในการผลิตหรือการบริการ

กำหนดการเชิงเส้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

8 March 2005 20:55:52

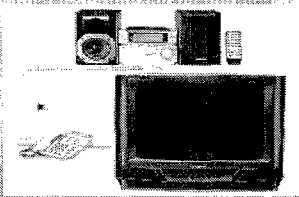
File

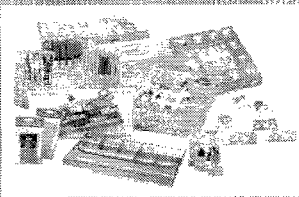
กำหนดการเชิงเส้น := ความหมายของกำหนดการเชิงเส้น

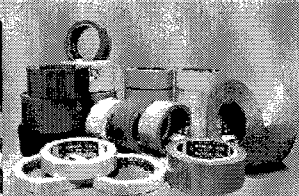
page 2

ตัวอย่าง การนำกำหนดการเชิงเส้นมาประยุกต์ใช้กับปัญหาดังกล่าว

1. ปัญหาการผลิตสินค้า









8 March 2005 21:00:27

กำหนดการเชิงเส้น เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 1947
 ด้วยการตัดสินใจของ จอร์จ บี. ดันตซิก (George B. Dantzig)
 ด้วยวัตถุประสงค์ทางการทหาร ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2



George B. Dantzig

แนวคิดและวิธีการพื้นฐานของกำหนดการเชิงเส้น คือ การใช้สมการเชิงเส้น
 และอสมการเชิงเส้น หาค่าที่เหมาะสมที่สุดที่จะไปใช้กับปัญหาที่เกิดขึ้น
 ซึ่งการหาค่าดังกล่าวทำได้หลายวิธี
 แต่ในบทเรียนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการหาค่าโดยใช้กราฟเท่านั้น

8 March 2005 22:11:57

การสร้างแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น



จุดประสงค์
การเรียนรู้

แบบจำลอง
กำหนดการ
เชิงเส้น

Check
it
out!

แบบฝึกหัด

8 March 2005 21:03:51

File กำหนดการเชิงเส้น ระบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น จุดประสงค์การเรียนรู้ Page 1

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกจุดประสงค์ของปัญหาได้
2. เขียนจุดประสงค์ของปัญหาในรูปสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
3. บอกข้อจำกัดของปัญหาได้
4. เขียนข้อจำกัดของปัญหาในรูปสมการเชิงเส้นสองตัวแปรได้
5. เขียนแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นของปัญหาคำหนดการเชิงเส้นได้
6. เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่กำหนดให้ได้

8 March 2005 21:10:14

File วิดีจางาน Help กำหนดการเชิงเส้น ระบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น ระบบจำลองทางคณิตศาสตร์ page 5

แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Model)

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective Function) หรือ สมการจุดประสงค์
2. เงื่อนไขบังคับ (Constraint) หรือ อสมการข้อจำกัด
3. ข้อจำกัดของตัวแปร (เช่น ค่าของ x และ y ต้องไม่เป็นจำนวนลบ)

8 March 2005 21:15:27

File วิดีโอตรวจสอบ Help

กำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ page 10

ตัวอย่างที่ 2 จงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหาต่อไปนี้

บริษัทแห่งหนึ่งต้องการผลิตสินค้า 2 ชนิด คือ ชนิด A และชนิด B สินค้าชนิด A มีกำไรชิ้นละ 10 บาท และสินค้าชนิด B มีกำไรชิ้นละ 12 บาท ในการผลิตสินค้าชนิด A ต้องใช้เวลาในการผลิต 2 นาที ในเครื่องจักรเครื่องที่ 1 และ 1 นาทีในเครื่องจักรเครื่องที่ 2 แต่ในการผลิตสินค้าชนิด B ใช้เวลา 1 นาที ในเครื่องจักรเครื่องที่ 1 และ 3 นาทีในเครื่องจักรเครื่องที่ 2 ถ้าในการผลิตครั้งนี้มีเวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง สำหรับเครื่องจักรเครื่องที่ 1 และ 5 ชั่วโมงสำหรับเครื่องจักรเครื่องที่ 2

วิธีทำ ก่อนอื่นเรานำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทั้งหมดมาแยกแยะเพื่อให้เข้าใจง่าย ดังตารางต่อไปนี้

	เครื่องจักร 1	เครื่องจักร 2	กำไร
สินค้าชนิด A	2 นาที	1 นาที	10 บาท
สินค้าชนิด B	1 นาที	3 นาที	12 บาท
เวลาการผลิต(นาที)	180 นาที	300 นาที	

8 March 2005 21:21:37

File วิดีโอตรวจสอบ Help

กำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ page 11

ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

	เครื่องจักร 1	เครื่องจักร 2	กำไร
ชนิด A (x)	2 นาที	1 นาที	10 บาท
ชนิด B (y)	1 นาที	3 นาที	12 บาท
เวลาการผลิต(นาที)	180 นาที	300 นาที	

โจทย์ถามว่า ต้องการผลิตสินค้าแต่ละชนิดจำนวนเท่าใด จึงจะได้กำไรมากที่สุด

ตัวแปรที่เราต้องกำหนด คือ จำนวนชิ้นของสินค้าแต่ละชนิด

สมการจุดประสงค์ คือ ฟังก์ชันของกำไร

ให้ x คือ จำนวนชิ้นของสินค้าชนิด A ที่ผลิต

y คือ จำนวนชิ้นของสินค้าชนิด B ที่ผลิต

ดังนั้น ถ้า P แทนกำไรแล้ว

$P = 10x + 12y$ ← สมการจุดประสงค์

8 March 2005 21:26:47

File วิเคราะห์ข้อสอบ Help

กำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ page 12

 ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

	เครื่องจักร 1	เครื่องจักร 2	กำไร
ชนิด A (x)	2 นาที	1 นาที	10 บาท
ชนิด B (y)	1 นาที	3 นาที	12 บาท
เวลาการผลิต(นาที)	180 นาที	300 นาที	

หาเงื่อนไขบังคับ (สมการข้อจำกัด)

1. หาเงื่อนไขบังคับเกี่ยวกับเวลา

เครื่องจักรเครื่องที่ 1 มีเวลาเดินเครื่องไม่เกิน 180 นาที นั่นคือ

$$2x + y \leq 180$$

เครื่องจักรเครื่องที่ 2 มีเวลาเดินเครื่องไม่เกิน 300 นาที นั่นคือ

$$x + 3y \leq 300$$

8 March 2005 21:32:06

File วิเคราะห์ข้อสอบ Help

กำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ page 13

 ตัวอย่างที่ 2 (ต่อ)

	เครื่องจักร 1	เครื่องจักร 2	กำไร
ชนิด A (x)	2 นาที	1 นาที	10 บาท
ชนิด B (y)	1 นาที	3 นาที	12 บาท
เวลาการผลิต(นาที)	180 นาที	300 นาที	

ดังนั้น สรุปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สมการจุดประสงค์ : $P = 10x + 12y$

สมการข้อจำกัด : $2x + y \leq 180$

$x + 3y \leq 300$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

← แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

8 March 2005 21:38:24

File วิธิตจจลลอบ Help

กำหนดการเชิงเส้น $\Rightarrow$ การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการเชิงเส้น $\Rightarrow$ การหาค่าสูงสุด

page 14

ตัวอย่าง 1.
 จงหาค่ามากที่สุดของ $P = 5x + 3y$ เมื่อกำหนด
 อสมการข้อจำกัด ดังนี้ $2x + 4y \leq 80$
 $5x + 2y \leq 80$
 $x \geq 0$
 $y \geq 0$

วิธีทำ 1. เขียนกราฟของระบบสมการข้อจำกัด
 สร้างกราฟของระบบสมการได้อย่างไร ?
 - สร้างกราฟของอสมการ $x \geq 0$ และ $y \geq 0$
 กราฟที่ได้อยู่ในจุดภาคที่ 1
 - สร้างกราฟของอสมการ $2x + 4y \leq 80$
 ในจุดภาคที่ 1
 กราฟตัดแกน x ที่จุด $(40, 0)$
 กราฟตัดแกน y ที่จุด $(0, 20)$

- สร้างกราฟของอสมการ $5x + 2y \leq 80$
 ในจุดภาคที่ 1
 กราฟตัดแกน x ที่จุด $(16, 0)$
 กราฟตัดแกน y ที่จุด $(0, 40)$
 เซตคำตอบของระบบสมการ คือ บริเวณสีฟ้า

8 March 2005 21:47:04

File วิธิตจจลลอบ Help

กำหนดการเชิงเส้น $\Rightarrow$ การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการเชิงเส้น $\Rightarrow$ การหาค่าสูงสุด

page 15

ตัวอย่าง 1. (ต่อ)

2. หาจุดมุมของรูปหลายเหลี่ยม
 ให้นักเรียนหาจุดตัด O, A, B, C ต่อไป ?
 O (0,0) A (0,20)
 B (10,15) C (16,0)
 (จุดบนของ B) (จุดบนของ C)

3. นำจุดมุมไปแทนค่าในสมการจุดประสงค์
 ดังตาราง

จุดมุม (x,y)	$P = 5x + 3y$
O (0,0)	0
A (0,20)	
B (10,15)	?
C (16,0)	?

8 March 2005 21:53:59

File วิดีจวลงลบ Help

ข้อปฏิบัติ

นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้เมื่อศึกษาเนื้อหาเรื่องนี้เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยปฏิบัติตามนี้

- นักเรียนจะได้โจทย์ที่ไม่เหมือนกัน
- ต้องทำแบบฝึกหัดให้ครบทุกข้อ (จำนวน 8 ข้อ)
- ตัดสอใจกยลงใบสมุดของนักเรียน
- ทำแบบฝึกหัดมาส่งครูผู้สอนในวบต่อไป

เริ่มทำ

8 March 2005 22:04:07

File วิดีจวลงลบ Help

แบบฝึกหัด เรื่อง การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของกำหนดการเชิงเส

Page 2

ข้อ 2.

ข้อ -

$$P = 2x + 10y$$

อสมการข้อจำกัด :

$$5x + 2y \geq 40$$

$$x + 2y \geq 20$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 3$$

จงหาค่าสูงสุดของ P ตามเงื่อนไขข้อจำกัดที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในสมุดตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. สร้างกราฟของระบบอสมการข้อจำกัด
2. หาจุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นผลก้าของระบบอสมการ
3. แทนค่าจุดมุมในระบบการจุดประสงค์
4. หาจุดมุมที่ทำให้สมการจุดประสงค์ค่าสูงสุด

8 March 2005 22:08:07

ภาคผนวก จ
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

1. อาจารย์เมตต์ แยมวงษ์
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ
2. อาจารย์ธนชัย ภูอุดม
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ
3. นายบรรลุ ช่อชู
หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนภัทรบพิตร
จังหวัดบุรีรัมย์
4. นายบุญเยี่ยม โพธิ์เงิน
อาจารย์สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โรงเรียนภัทรบพิตร จังหวัดบุรีรัมย์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายอมฤทธิ์ บุพโต
วันเดือนปีเกิด	15 พฤษภาคม 2515
สถานที่เกิด	อำเภอนาเชือก จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	435/32 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนภัทรบพิตร อ.เมือง จ.บุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านนางเลิ้ง จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2531	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรพ์ จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2534	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรพ์ จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2538	ค.บ. (คณิตศาสตร์) สถาบันราชภัฏเลย จังหวัดเลย
พ.ศ. 2548	กศ.ม. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ