

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุष्มิชวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

สารนิพนธ์
ของ
ธาริน น้อยตระกูล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
พฤษภาคม 2550

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุष्มิชวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

สารนิพนธ์
ของ
ธาริน น้อยตระกูล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

บทคัดย่อ

ของ

ธาริน น้อยตระกูล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

พฤษภาคม 2550

ธาริน ปุ้ยตระกูล.(2550). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโฆษวิทยาสาธาปัตย์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี. สารนิพนธ์ กศ.ม.
(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์
ที่ปรึกษาสารนิพนธ์. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญฤทธิ์ คงคาเพชร.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโฆษ
วิทยาสาธาปัตย์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี และหาประสิทธิภาพ
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นตามเกณฑ์ 85/85

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะ
สถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 48 คน ได้มาโดยวิธีการ
สุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในทดลอง คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
คือ ค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโฆษวิทยาสาธาปัตย์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อ
มัลติมีเดียอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/88.25

THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTERIZED INSTRUCTION
ON "ARCHITECTURAL ACOUSTICS"
FOR STUDENTS IN BACHELOR'S DEGREE PROGRAM IN ARCHITECTURE

AN ABSTRACT
BY
THARIN PUYTRAKOOL

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education Degree in Educational Technology
at Srinakharinwirot University

May 2007

Tharin Puytrakool. (2007). *The Development of Multimedia Computerized Instruction on "Architectural Acoustics" for Students in Bachelor's Degree Program in Architecture*. Master's Project, M.Ed. (Educational Technology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst.Prof. Boonyarith Kongkapetch.

The purposes of this study were to develop multimedia computerized instruction on "Architectural Acoustics" for students in Bachelor's degree program in Architecture and to find out its efficiency according to the set of 85/85 criterion.

The samples for this study were 48 students in Bachelor's degree program in Architecture at Silpakorn University, during the second semester of the 2006 academic year. They were assigned to three groups by simple random sampling. The study instruments were a computerized instructional unit on "Architectural Acoustics" for students in Bachelor's degree program in Architecture, an achievement test, and expert evaluation forms. Percentage and mean were statistics used for data analysis.

The result revealed that a quality of the computer multimedia instruction was ranked in a very good level by content experts and a good level by educational technology experts. The efficiency of the computerized instruction on "Architectural Acoustics" for Architecture students in Bachelor's degree program was 88.33/88.25.

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาและค้นคว้าสำเร็จลงได้ด้วยดีจนเป็นสารนิพนธ์ที่สมบูรณ์ฉบับนี้ผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญฤทธิ์ คงคาเพชร ที่ได้กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขสารนิพนธ์ จนสำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ บุญส่ง ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทาน แก้ไข และให้คำแนะนำในเรื่องสถิติในการศึกษาค้นคว้า พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการทำสารนิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์พิลาศ เกื้อมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์อลิศรา เจริญวานิช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญชัย อินทรสุนานนท์ คุณวิดี พันนาไส คุณโยธิน ฤทธิพงษ์สุทธิธิด์ คุณต่อเกียรติ สุวรรณทัต ที่ได้กรุณาสละเวลาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือพร้อมให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ และคุณทองไผ่รำ ปุ้ยตระกูล ที่ให้กำลังใจในการทำงานตลอดมา ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกท่านที่เอื้อเฟื้อตลอดมา ขอขอบคุณคุณกาญจนา จันทรสระแก้ว ที่ช่วยเหลือทุกสิ่งทุกอย่างที่ขาดหายไปในงานวิจัยเล่มนี้ พี่กุลิตา ทศนพิทักษ์ ที่ให้ความรู้เรื่องสถิติในการปฏิบัติจริง ขอขอบคุณเพื่อนๆ ชาวเทคโนโลยีการศึกษาทุกคนที่มีน้ำใจช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดมา และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

ธาริน ปุ้ยตระกูล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.....	6
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล.....	30
เนื้อหาวิชาอุปกรณ์ประกอบอาคาร II เรื่อง อุโมงค์วิทยาศาสตร์.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเสียง.....	52
3 วิธีดำเนินการวิจัย	53
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	54
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	60
ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	66
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	66
ความสำคัญของการวิจัย.....	66
ขอบเขตของการวิจัย.....	66
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย	67
การดำเนินการพัฒนาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล	70
สรุปผลการวิจัย	70
อภิปรายผล.....	71
ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	73
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก	80
ภาคผนวก ข.....	82
ภาคผนวก ค	100
ภาคผนวก ง.....	103
ภาคผนวก จ.....	105
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	109

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	56
2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา	61
3 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย	62
4 ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 2	64
5 ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 3	65

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างการศึกษา กับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา	9
2 โครงสร้างการนำเสนอ 멀티มีเดียแบบเส้นตรง	19
3 โครงสร้างการนำเสนอ 멀티มีเดียแบบอิสระ	20
4 โครงสร้างการนำเสนอ 멀티มีเดียแบบวงกลม	20

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาในอนาคต เป็นที่คาดหมายกันว่าจะต้องตอบสนองต่อผู้เรียนในสองลักษณะ คือ การเรียนการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ และการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล และมีการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามาใช้มากมายหลายประเภท โดยเข้ามาในรูปของสื่อการเรียนการสอนแบบและเทคนิควิธีการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการศึกษาระบบทางไกล เครือข่ายการเรียนรู้ การศึกษาแบบศูนย์การเรียนรู้ การศึกษาที่ใช้เครื่องช่วยสอนประกอบหรือการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Learning how to learn) มากที่สุด ช่วยลดการพึ่งพาครูอาจารย์ลง (วิทยากร เชียงกูล. 254:155)

จากคุณลักษณะพิเศษและคุณลักษณะเด่นของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีต่อการดำเนินการทางการศึกษา ประกอบกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นไปอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ทำให้เกิดเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วยสอนที่ง่ายต่อการใช้ และมีประสิทธิภาพเมื่อนำมาใช้ในการดำเนินการทางการศึกษา ดังที่นักการศึกษาเห็นพ้องกันว่าแนวโน้มของการดำเนินการทางการศึกษาในอนาคต จะมีการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาใหม่ๆ เข้ามาใช้มากขึ้น ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (เสรี เพิ่มชาติ. 2530:173) และรูปแบบของสื่อการเรียนที่จะสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเป็นลักษณะของสื่อประสมและสื่อสำเร็จรูปที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สื่อการเรียนระบบสื่อสารทางไกลจะมีบทบาทมากขึ้น สื่อการเรียนที่ใช้ประกอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์จะถูกพัฒนาและนำเข้ามาใช้ในการดำเนินการทางการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้เข้ามามีบทบาททางด้านการศึกษาอย่างมาก เนื่องจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถนำเสนอได้ทั้งภาพและเสียง สามารถจำลองภาพและเสียงที่ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพและได้ยินเสียงที่จะเกิดขึ้นในสถานที่ที่ไม่สะดวกที่จะไปเห็นและได้ยินเสียงด้วยตัวเองได้ อีกทั้งสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี สามารถตอบสนองข้อมูล que ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที อันเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพ สามารถลดเวลาและค่าใช้จ่าย ตลอดจนช่วยให้บรรลุ

วัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยผู้เรียนสามารถจะศึกษาได้ตามสะดวก สามารถเรียนได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียน

ในการจัดการเรียนวิชาอุปกรณ์อาคาร II เรื่องอุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม ซึ่งมีเนื้อหาหลักที่เกี่ยวกับเสียงเพื่อใช้ในการออกแบบออกแบบอาคาร สถานที่ ให้มีการรับฟังเสียงที่มีประสิทธิภาพ เช่นโรงละคร หอประชุม ห้องฟังดนตรี เป็นต้น ในการจัดการเรียนการสอนมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจพื้นฐานของเสียงและพฤติกรรมของเสียงในสภาวะแวดล้อมต่างๆ สามารถนำเอาความรู้พื้นฐานมาใช้ในการออกแบบเสียงในสภาวะแวดล้อมต่างๆ ในงานออกแบบสถาปัตยกรรม จากวัตถุประสงค์ทางการเรียน ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านต่างๆ ของเสียง เช่น ระดับของเสียง ความเร็วของเสียง การสะท้อนและการดูดกลืนของเสียง นอกจากศึกษาในด้านทฤษฎีแล้ว ผู้เรียนควรมีประสบการณ์การรับฟังเสียงจากสถานการณ์ต่างๆ ด้วย

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ทางการเรียนที่เป็นรูปธรรม ในกระบวนการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคการถ่ายทอดความรู้และใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชาอุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม ยังขาดสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม รวมทั้งเวลาเรียนที่ไม่สัมพันธ์กับเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ครบทุกเนื้อหาวิชา ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีกรวยประสบการณ์ของเดล (Edgar Dale) โดยมีหลักการว่า “มนุษย์จะเรียนรู้ได้ดีขึ้นหากการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์รูปธรรม และการเรียนรู้จะน้อยลงหากการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์นามธรรม” (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2523:19) ดังนั้นผู้เรียนควรเรียนรู้จากการได้รับฟังเสียงในปรากฏการณ์ต่างๆ แทนการเรียนรู้ผ่านภาพจำลองของ เสียง ซึ่งในการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สามารถจำลองปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ ได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถรับฟังเสียงจริงซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

จากความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียดังกล่าว จึงเห็นว่า มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาการเรียนการสอนเรื่องอุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรมได้ เพราะจะทำให้ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้โดยการได้เห็นและได้ยินปรากฏการณ์ของเสียงที่เกิดจากสถานการณ์ต่างๆ ได้ โดยไม่ต้องไปยังสถานที่จริง หรือต้องสร้างสถานที่จริงขึ้นมา อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ ตามเวลาที่ตนสะดวกด้วย ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในเนื้อหาดังกล่าว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร
นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชาอุปกรณ์อาคาร II ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 91 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง
นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชาอุปกรณ์อาคาร II ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 48 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น
 1. การทดลองครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน
 2. การทดลองครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน
 3. การทดลองครั้งที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
เรื่อง อุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ วิชาอุปกรณ์อาคาร II หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้
เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง
 - ความหมายของเสียง
 - คุณลักษณะของเสียง
 - แอมพลิจูด
 - ความถี่ของเสียง
 - ความเร็วของเสียง

- ความเข้มของเสียง

- ทิศทางของต้นกำเนิดเสียง

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

- การสะท้อนของเสียง

- การสอดแทรกของเสียง

- การเลี้ยวหักมุมของเสียง

- การกระจายของเสียง

- การดูดกลืนของเสียง

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย** หมายถึง สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองที่ใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน เรื่อง อุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ที่มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และบทเรียน มีแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย** หมายถึง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง อุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาและทางสื่อมัลติมีเดีย และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองตามขั้นตอนเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จนได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

3. **เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย** หมายถึง ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ตามเกณฑ์ 85/85

85 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละเฉลี่ยที่นักศึกษาทั้งหมดทำได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ อย่างน้อยร้อยละ 85

85 ตัวหลัง หมายถึง ค่าร้อยละเฉลี่ยที่นักศึกษาทั้งหมดทำได้จากแบบทดสอบหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้ อย่างน้อยร้อยละ 85

4. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ของนักศึกษาที่ได้รับหลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อุโมงค์วิทยา สถาปัตยกรรม ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
 - ความหมายของการวิจัยและพัฒนา
 - หลักการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา
 - การดำเนินการวิจัยและพัฒนา
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - ความหมายคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - ประเภทของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - องค์ประกอบของมัลติมีเดีย
 - อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย
 - เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย
 - รูปแบบการนำเสนอมัลติมีเดีย
 - การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
 - การนำมัลติมีเดียมาใช้ในการศึกษา
 - งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนรายบุคคล
 - ความหมายของการศึกษารายบุคคล
 - ทฤษฎีการเรียนการสอนรายบุคคล
 - รูปแบบของการศึกษารายบุคคล
 - งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษารายบุคคล

4. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรวิชาอุปกรณ์อาคาร II ส่วนอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์
 - เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง
 - เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ
 - เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเสียง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

ความหมายของการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา หมายถึง การวิจัยซึ่งเกิดจากความพยายามที่จะสร้างผลผลิตและกระบวนการบางอย่างตามหลักการและตามระเบียบวิธีการวิจัย ที่สามารถรับรองคุณภาพและประสิทธิภาพของผลผลิตและกระบวนการ เมื่อนำผลนั้นไปใช้ ซึ่งรูปแบบการวิจัยและพัฒนาเป็นการแก้ปัญหาทางด้านการศึกษางานประการ ซึ่งผู้ดำเนินโครงการจะต้องออกแบบสร้างสรรค์และพัฒนาผลผลิตด้วยการทดลองประเมินผล และป้อนข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับปรุงผลผลิตนั้นให้พัฒนาขึ้นทั้งด้านคุณภาพ และประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (เบรื่อง กุมุท; และทิพย์เกสร บุญอำไพ. 2536:2) ซึ่งแบ่งการวิจัยและพัฒนาระบบต่างๆ ได้ดังนี้

- 1.การวิจัยและพัฒนาระบบสื่อการสอน เช่น ระบบสื่อการสอนรายบุคคล ระบบชุดการสอน และระบบสื่อประสม

- 2.การวิจัยและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

- 3.การวิจัยและพัฒนาด้านการบริหารเทคโนโลยีการศึกษา

- 4.การวิจัยและพัฒนาด้านการบริการเทคโนโลยีการศึกษา

- 5.การวิจัยและพัฒนาด้านการประเมินและติดตามการบริหารและบริหารเทคโนโลยีการศึกษา

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2530:742) ได้ให้ความหมายของการวิจัยว่า “การค้นคว้าเพื่อหาข้อมูลอย่างถี่ถ้วนตามหลักวิชา”

อำนาจ ช่างเรียน (2533:26 – 28) กล่าวถึงการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยพัฒนาทางการศึกษาว่า การวิจัยทางการศึกษามุ่งค้นคว้าความรู้ใหม่ โดยการวิจัยพื้นฐาน หรือมุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน โดยการวิจัยประยุกต์ แม้ว่าการวิจัยประยุกต์ทางการศึกษาหลายโครงการจะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา เช่น การวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีสอน หรืออุปกรณ์การสอน ผู้วิจัยอาจพัฒนาสื่อหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาสำหรับการสอนแต่ละแบบ แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ใช้

สำหรับการทดสอบสมมุติฐานของการวิจัยแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่ได้มีการพัฒนาไปสู่การนำไปใช้ในโรงเรียนทั่วไป

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2530:5) ได้ให้ความหมายของการวิจัยว่า หมายถึง กระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ หรือกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้เพื่อตอบปัญหาที่มีอยู่อย่างมีระบบและมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เกย์ (Gay. 1976:8) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนา (Research & Development (R&D)) ไว้ดังนี้ การวิจัยและพัฒนา หมายถึง การพัฒนาองค์ประกอบที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งผลผลิตทางการศึกษา ได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน สื่อการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สื่อการสอนประเภทต่างๆ และการจัดระบบ การวิจัยและพัฒนาจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ เช่น วัตถุประสงค์ บุคลากร และเวลาในการทำให้สมบูรณ์ ผลวิจัยของการพัฒนาจะทำให้ได้มาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการและได้รายละเอียดที่เฉพาะเจาะจงและจะสมบูรณ์เมื่อผลผลิตถูกนำไปทดสอบภาคสนามและหาประสิทธิภาพให้อยู่ในระดับที่ได้มาตรฐาน

บอร์กและกอล (Borg & Gall. 1989:782-783) ได้ให้ความหมายของการวิจัยและพัฒนาไว้ดังนี้ การวิจัยและพัฒนา หมายถึง กระบวนการในการพัฒนา และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา โดยผลิตภัณฑ์ไม่ได้หมายความว่าเฉพาะ ตำรา พิล์มประกอบการเรียนการสอน หรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่รวมถึงวิธีการและโปรแกรมการศึกษา และจุดเน้นของการวิจัยและพัฒนา ในปัจจุบันนี้ปรากฏในฐานะเป็นพื้นฐานของโครงการพัฒนา โปรแกรมระบบการเรียนที่สลับซับซ้อน ที่รวมการพัฒนาด้านเครื่องมือ และการอบรมบุคลากร เพื่อให้สามารถทำงานเหมาะสมกับงาน

กล่าวโดยสรุป การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คือความพยายามที่จะสร้างผลผลิตและกระบวนการบางอย่างตามหลักการและระเบียบวิธีวิจัย เป็นการแก้ปัญหาการศึกษาบางประการโดยอาศัยวิธีการต่างๆ

หลักการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

อำนาจ ช่างเรียน (2533:26 – 28) กล่าวถึงการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยพัฒนาทางการศึกษาว่า การวิจัยทางการศึกษามุ่งค้นคว้าความรู้ใหม่ โดยการวิจัยพื้นฐาน หรือมุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน โดยการวิจัยประยุกต์ แม้ว่าการวิจัยประยุกต์ทางการศึกษาหลายโครงการจะมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา เช่น การวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีสอน หรืออุปกรณ์การสอน ผู้วิจัยอาจพัฒนาสื่อหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาสำหรับการสอนแต่ละแบบ แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ใช้สำหรับการทดสอบสมมุติฐานของการวิจัยแต่ละครั้งเท่านั้น ไม่ได้มีการพัฒนาไปสู่การนำไปใช้ในโรงเรียนทั่วไป

การวิจัยและพัฒนาเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อทดสอบแนวคิดหรือสิ่งประดิษฐ์ที่มุ่งพัฒนา ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ที่พัฒนาไปสู่การใช้สำหรับโรงเรียนทั่วไป บอร์กและกอลล์ (Borg & Gall. 1989:771-798) ได้กล่าวถึงหลักการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาไว้ดังนี้ คือ การวิจัยและพัฒนาการศึกษา (Educational Research and Development หรือ R & D) เป็นการพัฒนาการศึกษาโดยพื้นฐานของการวิจัยเป็นกลยุทธ์หรือวิธีการสำคัญวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา โดยเน้นหลักการและเหตุผลของผลผลิตทางการศึกษา อันหมายถึง วัสดุครุภัณฑ์ทางการศึกษา ได้แก่ หนังสือ แบบเรียน ฟิล์ม เทปเสียง เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา (R & D) มีความแตกต่างจากการวิจัยการศึกษาประเภทอื่นๆ อยู่ 2 ประการ (พทุทธ์ ศิริบรรณพิทักษ์. 2531:21-24) คือ

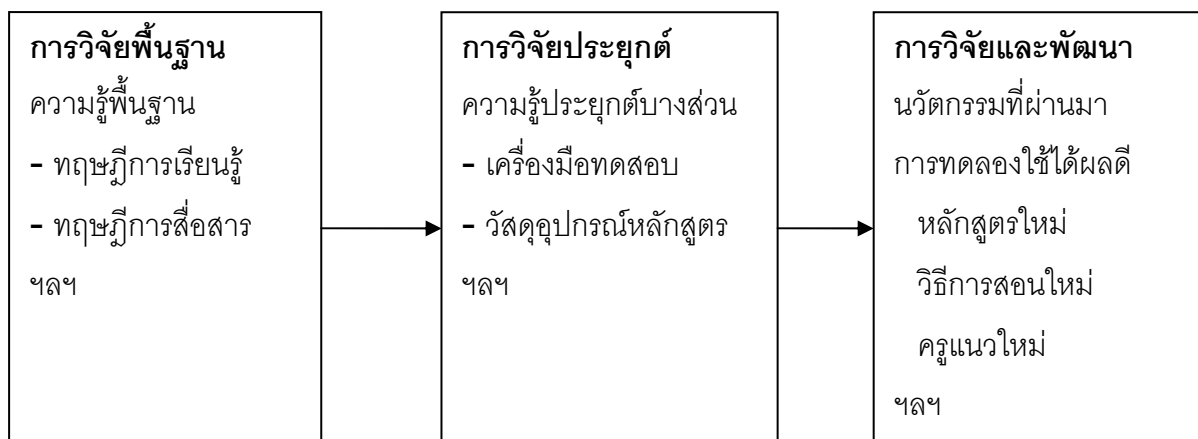
1. เป้าประสงค์/จุดมุ่งหมาย (Goal)

การวิจัยทางการศึกษามุ่งค้นคว้าความรู้ใหม่ โดยการวิจัยพื้นฐานหรือมุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน โดยการวิจัยประยุกต์ แต่การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษามุ่งพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา แม้ว่าการวิจัยประยุกต์ทางการศึกษาหลายโครงการได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา เช่น การวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการสอนหรืออุปกรณ์การสอน ผู้วิจัยอาจพัฒนาสื่อหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา สำหรับการสอนแต่ละแบบแต่ละผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแต่ละครั้งเท่านั้นไม่ได้พัฒนาไปสู่การใช้สำหรับสถานศึกษาทั่วไป

2. การนำไปใช้ (Utility)

การวิจัยทางการศึกษา มีช่องว่างระหว่างผลการวิจัยกับการนำไปใช้จริง คือ ผลการวิจัยทางการศึกษาจำนวนมากอยู่ในตู้ไม่ได้รับการพิจารณานำไปใช้ นักการศึกษาและนักวิจัยจึงหาทางลดช่องว่างดังกล่าวโดยวิธีที่เรียกว่า การวิจัยพัฒนา

อย่างไรก็ตามการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา มิใช่สิ่งที่ทดแทนการวิจัยทางการศึกษาแต่เป็นเทคนิควิธีที่จะเพิ่มศักยภาพของการวิจัยทางการศึกษาให้มีผลต่อการจัดการทางศึกษา คือ เป็นตัวเชื่อมเพื่อแปลงไปสู่ผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่ใช้ประโยชน์ได้จริงในโรงเรียนทั่วไป ดังนั้นการใช้กลยุทธ์การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา เพื่อปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการศึกษา จึงเป็นการใช้ผลวิจัยทางการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยพื้นฐานหรือการวิจัยประยุกต์ให้เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น สามารถสรุปความสัมพันธ์และความแตกต่างดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่าง

การศึกษากับการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา

การดำเนินการวิจัยและพัฒนา

บอร์ก และกอลล์ (Borg & Gall, 1989:784 – 785) ได้กล่าวถึงขั้นตอนสำคัญของการวิจัยและพัฒนาไว้ 10 ขั้นตอน ดังนี้

3. กำหนดผลผลิตและรวบรวมข้อมูลที่จะทำการพัฒนาที่จะพัฒนา

ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าผลผลิตทางการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาคืออะไร โดยการกำหนดถึงลักษณะทั่วไป รายละเอียดของการใช้และวัตถุประสงค์ของการใช้รวมถึงการศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสังเกตภาคสนามที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผลผลิตการศึกษาที่กำหนดที่สนับสนุนการวิจัยและพัฒนา เกณฑ์ในการเลือกกำหนดผลผลิตการศึกษาที่จะวิจัยและพัฒนาอาจมี 4 ข้อ คือ

1. ต้องตรงกับความต้องการที่จำเป็น
2. ความก้าวหน้าทางวิชาการมีเพียงพอในการที่จะพัฒนาผลผลิตที่กำหนดได้หรือไม่
3. บุคลากรที่มีอยู่มีทักษะความรู้ และประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัยและพัฒนานั้นหรือไม่
4. ผลผลิตนั้นจะพัฒนาขึ้นในเวลาอันสมควรได้หรือไม่
4. ขั้นตอนการวางแผนการวิจัย และพัฒนา

การวางแผนการวิจัยและพัฒนาประกอบด้วย กำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ผลผลิต ประเมินการค่าใช้จ่าย กำลังคน และระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ การพิจารณาผลสืบเนื่องจากผลผลิต

5. ขั้นพัฒนารูปแบบขั้นต้นของการผลิต

ในขั้นตอนการพัฒนารูปแบบจะเป็นขั้นตอนการออกแบบและจัดทำผลผลิตทางการศึกษาตามที่กำหนดไว้ เช่น ต้องออกแบบหลักสูตร เตรียมวัสดุอุปกรณ์ คู่มือการอบรม เอกสารในการอบรม และเครื่องมือประเมินผล

6. ขั้นทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 1

โดยการนำเอาผลผลิตที่ออกแบบและจัดเตรียมไว้ไปทำการทดลองใช้ เพื่อทดสอบคุณภาพ ขั้นตอนของการทดสอบผลผลิตนี้ใช้โรงเรียน จำนวน 1 – 3 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ประมาณ 6 – 12 คน ทำการประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ รวบรวมผลของข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์

7. ขั้นปรับปรุงผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1

นำผลผลิตที่ได้รับการเสนอแนะจากผลของการทดลองครั้งที่ 1 มาพิจารณาปรับปรุงใหม่

8. ขั้นทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 2

การดำเนินการขั้นตอนนี้ จะนำผลผลิตที่ทำการปรับปรุงไปแล้วไปทดลองเพื่อการทดสอบหาคุณภาพของผลผลิตตามวัตถุประสงค์ โรงเรียนที่ใช้จำนวน 5 – 15 โรงเรียน ใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณ 30 – 100 คน ทำการประเมินผลในเชิงปริมาณในลักษณะทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) นำผลไปเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ของการใช้ผลผลิต อาจจะมีกลุ่มควบคุมการทดลองด้วยก็ได้

9. ขั้นปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 2

โดยปรับปรุงผลผลิตที่ได้รับ และจากการเสนอแนะจากทดลองครั้งที่ 2 มาพิจารณาปรับปรุงใหม่

10. ขั้นทดลองหรือทดสอบผลผลิตครั้งที่ 3

ทำการทดลองเพื่อทดสอบคุณภาพของการใช้ผลผลิตนำผลิต ใช้กลุ่มตัวอย่างประมาณ 40 – 200 คน ประเมินผลโดยการใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผล

11. ขั้นปรับปรุงผลผลิตครั้งที่ 3 (ครั้งสุดท้าย)

เป็นการปรับปรุงผลผลิตและเสนอแนะจากผลที่ได้จากการทดลองผลผลิตภาคสนาม หรือครั้งที่ 3 แบบปฏิบัติการ

12. การนำไปใช้

โดยการรายงานถึงผลผลิตที่ได้กับที่ประชุมใหญ่และวารสารเพื่อเผยแพร่และติดต่อกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในทางการศึกษาหรือหน่วยงานที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำผลผลิตไปเผยแพร่ไปใช้ในโรงเรียนต่างๆ หรือติดต่อเพื่อผลิตและจำหน่ายต่อไป

กล่าวโดยสรุปแล้ว การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คือ การสร้างและพัฒนาผลผลิตเพื่อแก้ปัญหาทางการศึกษาบางประการ ด้วยกระบวนการตามหลักการและระเบียบวิธีวิจัย ที่สามารถรับรองคุณภาพและประสิทธิภาพของผลผลิตได้ว่ามีคุณภาพ และประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ความหมายของมัลติมีเดีย

คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงมาก สามารถใช้ร่วมกับสื่ออื่นๆ ได้หลายชนิด เช่น โทรศัพท์ เครื่องเสียง วิดิทัศน์ สามารถสร้างภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ได้มาก จึงได้ถูกพัฒนาให้สามารถมาใช้กับสื่อแบบหลากหลายซึ่งเรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่ามัลติมีเดีย ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2530:86) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า หมายถึง สื่อหลายแบบ ซึ่งสอดคล้องกับ ยืน ภู่วรวรรณ (2538:159) ที่ได้อธิบายว่า มัลติ แปลว่า หลากหลาย มีเดีย แปลว่า สื่อ มัลติมีเดีย จึงหมายถึง สื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือ สิ่งที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อมูล ตัวอักษร รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และอื่นๆ อีกที่นำมาประยุกต์ร่วมกัน

สุกรี ยีดิน (2544:12) ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า หมายถึงการติดต่อดูสื่อสารที่ใช้สื่อหลายๆ ชนิดในรูปแบบของข้อความ กราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว และเสียงในการนำเสนอ โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ

จิรวรรณ สุวรรณนตร (2543:8) มัลติมีเดียเป็นสื่อที่รวมสื่อต่างๆ ได้แก่ ตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงและวิดิทัศน์ สื่อเหล่านี้จะทำงานประสานกัน โดยสื่อที่ออกมาจะเป็นสื่อที่มีการเรียนรู้ได้หลากหลาย รวมทั้งสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้เรียน โดยมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงาน

จักร พงษ์ประยูร (2543:9) มัลติมีเดียหมายถึง เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่างๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกัน เช่น เราอาจสร้างโปรแกรมให้มีการนำเสนองานที่เป็นข้อความ มีภาพเคลื่อนไหว หรือมีเสียงบรรยายประกอบสลับกันไป สื่อที่จะเข้ามารวมในระบบมัลติมีเดียอาจจะเป็นทั้งสัญญาณภาพ และเสียงที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมด อาจสรุปได้ว่า มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อต่างๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของภาพถ่าย กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษรและเสียงต่างๆ คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย หมายถึงการนำมัลติมีเดียต่างๆ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ สามารถที่จะมีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้ โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม

ประเภทของมัลติมีเดีย

พอลลิสเซนและเฟรเทอร์ (Paulissen & Frater. 1994:5-16) และ ลินดา (Linda. 1995:6-8) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมัลติมีเดียและแบ่งประเภทของมัลติมีเดียโดยอาศัยลักษณะสำคัญของมัลติมีเดียที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้อยู่ได้มีโอกาสโต้ตอบ (Interactive) กับสื่อหรือข่าวสารที่ได้รับอยู่ตามลักษณะการนำไปใช้งานไว้ดังนี้

1. มัลติมีเดียการศึกษา (Educational Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เริ่มได้รับความนิยมและนำมาใช้ในการฝึกอบรม (Computer Based Training) เฉพาะงาน ก่อนที่นำมาใช้ในระบบชั้นเรียนอย่างจริงจัง เช่น โปรแกรมการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โปรแกรมการพัฒนาภาษา โปรแกรมทบทวนสำหรับเด็ก ฯลฯ มี 3 รูปแบบ แบ่งประเภทลักษณะการใช้งานดังนี้

1.1 Self Training เป็นโปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาตัวเองในด้านทักษะต่างๆ มีการนำเสนอ (Presentation) หลายรูปแบบ เช่น การฝึกหัด (Drill and Practice) แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น เน้นการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นสื่อที่มีการสอนความรู้ การฝึกปฏิบัติ และการประเมินผลภายในโปรแกรมเดียวกัน ผู้ใช้สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมีครูสอน

1.2 Assisted Instruction โปรแกรมการศึกษาที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยในการให้ข้อมูลหรือใช้ประกอบการสอนเนื้อหาต่างๆ เช่น Tutorial เป็นต้น หรือใช้เป็นสื่อในการศึกษาเพิ่มเติม เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน ในโปรแกรมอาจสร้างเป็นรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ให้สามารถโยงเข้าสู่รายละเอียดที่นำเสนอไว้ช่วยในการค้นคว้าง่ายขึ้น

1.3 Edutainment เป็นโปรแกรมการศึกษาที่ประยุกต์ความบันเทิงเข้ากับความรู้อยู่ในรูปแบบในการนำเสนอแบบเกม (Game) หรือ การเสนอความรู้ในลักษณะเกม สถานการณ์จำลอง (Game Simulation) หรือการนำเสนอเป็นเรื่องสั้น (Mini Series) เป็นต้น

2. มัลติมีเดียเพื่อการฝึกอบรม (Training Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการฝึกอบรม ช่วยพัฒนาประสิทธิภาพของบุคลากรในด้านทักษะการทำงาน เจตคติต่อการทำงานในหน่วยงาน

3. มัลติมีเดียเพื่อความบันเทิง (Entertainment Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นเพื่อความบันเทิง เช่น เกมส์ ภาพยนตร์ เพลง การ์ตูน เป็นต้น

4. มัลติมีเดียเพื่องานด้านข่าวสาร (Information Access Multimedia) เป็นโปรแกรมที่รวบรวมข้อมูลเฉพาะงานที่เก็บไว้ในรูปของ CD-ROM หรือมัลติมีเดียเพื่อช่วยรับส่งข่าวสาร (Conveying Information) ใช้เพิ่มประสิทธิภาพการรับส่งข่าวสารการประชาสัมพันธ์ไปยังกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

5. มัลติมีเดียเพื่องานขายและการตลาด (Sales and Marketing Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลการขาย แหล่งซื้อขายสินค้าต่างๆ

6. มัลติมีเดียเพื่อการค้นคว้า (Book Adaptation Multimedia) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่รวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น แผนผังภูมิประเทศของประเทศต่างๆ ทำให้การค้นคว้าเป็นไปอย่างสนุกสนาน มีรูปแบบเป็นฐานข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Database) โดยผ่านโครงสร้างไฮเปอร์เท็กซ์ เช่น สารานุกรมต่างๆ โปรแกรม Microsoft Bookshelf, Compton's Family Encyclopedia, Tourist Information, Medical database, Foreign database, etc.,

7. มัลติมีเดียเพื่อช่วยงานการวางแผน (Multimedia as a Planning Aid) เป็นกระบวนการสร้างและนำเสนอผลงานแต่ละชนิดให้มีความเหมือนจริง (Virtual Reality) มี 3 มิติ เช่น การออกแบบทางด้านสถาปัตยกรรมและภูมิศาสตร์ หรือนำไปใช้ในการแพทย์ การทหาร การเดินทาง โดยสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้ได้สัมผัสเหมือนอยู่ในสถานการณ์จริง ซึ่งบางครั้งไม่สามารถจะไปอยู่ในสถานการณ์จริงได้

8. มัลติมีเดียเพื่อเป็นสถานีข่าวสาร (Information Terminals) จะพบเห็นในงานบริหารข้อมูลข่าวสารในงานธุรกิจ จะติดตั้งอยู่ส่วนหน้าของหน่วยงาน เพื่อบริการลูกค้า โดยลูกค้าสามารถเข้าสู่ระบบบริการของหน่วยงานนั้นด้วยตนเอง สามารถใช้บริการต่างๆ ที่นำเสนอไว้โดยผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ สะดวกทั้งผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ มีลักษณะเป็นป้ายหรือเป็นจออิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ติดกำแพง (Multimedia Wall System) เสนอภาพ เสียง ข้อความต่างๆ ที่น่าสนใจ

9. ระบบเครือข่ายมัลติมีเดีย (Networking with Multimedia)

ประโยชน์ของมัลติมีเดีย

เนื่องจากมัลติมีเดียมีประโยชน์ในหลายๆ ด้านดังที่นัยนา นุรักษ์ และสมบุญ ฤกษ์วิบูลย์ ศรี (2539:251-252) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมัลติมีเดีย ดังนี้

1. เนื่องจากลักษณะของมัลติมีเดียจะมีลักษณะทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงและตัวอักษร ภาพที่เสนอจากวีดิทัศน์ เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่บันทึกจากการถ่ายทำด้วยกล้องวีดิทัศน์ จึงทำให้คุณภาพของภาพและเสียงคมชัดเกินกว่าการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกธรรมดา ภาพ

เหตุการณ์ต่างๆ จึงดูเหมือนจริงมากกว่า เป็นการสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจในการเรียนและดึงดูดความสนใจ ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย

2. ทำให้ผู้เรียนฟื้นความรู้เดิมได้เร็วขึ้น (Enhances information retention)
3. มัลติมีเดียเป็นการรวมสื่อหลายประเภท นำเสนอข้อความรู้ในเรื่องเดียวกัน ทำให้เกิดความชัดเจนสื่อความหมายได้ดี
4. ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์และสื่อต่างๆ ที่มาประกอบได้ โดยมีปฏิริยาตอบสนองต่อกิจกรรมที่เป็นการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบของการสื่อสารสองทางทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์ (2536:30-31) ได้สรุปประโยชน์ของการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีมัลติมีเดีย โดยอ้างถึงสถาบันฝึกอบรมแห่งหนึ่งในออสเตรเลียว่า

1. ให้เนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนทุกคนที่เหมือนกันทุกครั้งที่ ผู้เรียนจะได้ความรู้อย่างเท่าเทียมกัน (Consistently Clear Message)
2. การเรียนรู้เป็นแบบส่วนตัว (Personalized Learning) เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์วางแผนพร้อมให้ใช้ได้ตลอดเวลา ผู้เรียนแต่ละคนรู้ตัวเองดีว่าตัวเองสะดวกที่จะเรียนเวลาไหน สามารถจัดเวลาของตัวเองได้ และสามารถที่จะเรียนรู้ในแต่ละเรื่องช้าเร็วต่างกัน บางคนอาจต้องใช้เวลาเพียงหนึ่งชั่วโมงในการทำความเข้าใจเรื่องๆ หนึ่ง หรือในการฝึกทักษะในเรื่องนั้น แต่ผลสุดท้ายคือ ทุกคนเข้าใจ (Ensure Everyone has Mastered Key Concepts and Content) การเรียนการสอนโดยระบบมัลติมีเดีย จึงสอดคล้องกับความเป็นจริงของคนที่มีความปฏิภาณไหวพริบไม่เท่ากัน
3. การลดค่าใช้จ่าย (Cost Effective) ถึงแม้ว่าการสร้างห้องเรียนหรือห้องฝึกอบรมในระบบมัลติมีเดีย (Multimedia Training Room) จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการสร้างห้องเรียนแบบเดิม (Classroom Training) เพราะต้องลงทุนในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แต่ในระยะยาวแล้วจะลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก โดยมีบางแห่งบอกว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านการอบรมพนักงานได้โดยเฉลี่ยถึง 40 เปอร์เซ็นต์ต่อปี
4. กระตุ้นความสนใจและความตื่นตัวในการเรียนรู้ (Motivating) เพราะเป็นการเรียนรู้แบบตาหู หนูฟัง มือทำตามสิ่งที่คอมพิวเตอร์สอน ทำผิดซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ครั้งก็ได้ ทำสำเร็จก็รู้ทันทีว่าถูกหรือผิด
5. เป็นเครื่องมือในการสาธิตเรื่องที่ยาก (Superior Demonstration Facilities) เช่นการสร้างเครื่องมือสำหรับจำลอง (Simulate) การทำงานของสิ่งเล็กๆ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น โมเลกุลหรืออะตอม รวมทั้งเครื่องจักรเครื่องยนต์ต่างๆ มาอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจ นอกจากนี้ ยังเป็นการสาธิตที่ลดการเสียหายหรือสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น หากใช้ของจริงมาสาธิต เช่น การสาธิตว่าหากแผนกบรรจุ

สัมภาระผู้โดยสาร จัดสิ่งของเข้าใต้ท้องเครื่องบิน โดยไม่เกี่ยยน้ำหนักให้พอดีจะมีผลต่อการขึ้นลงของเครื่องบินอย่างไร หากใช้เครื่องบินจริงๆ ทำคงเป็นไปได้ลำบาก

6. แก้ไขปรับปรุงให้ทันสมัยได้ง่าย (Current Courseware) เมื่อมีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียอยู่แล้ว การเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอยู่ที่ตัวโปรแกรมที่จะทำขึ้นมาใหม่เอง หรือจะเข้าซื้อมาดัดแปลงให้สอดคล้องกับความต้องการ (Customize for Your Special Need)

จากหัวข้อ คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า เหตุที่มีการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา เช่น ด้านการเรียนการสอน และการฝึกอบรม เนื่องมาจาก มีราคาถูกกว่าคอมพิวเตอร์ประเภทอื่น สามารถใช้งานได้ง่าย มีลักษณะการทำงานที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าเพราะสามารถทำงานเป็นอิสระหรือเป็นเครือข่ายได้ และมีการพัฒนาให้มีขีดความสามารถมากขึ้น เห็นได้จากระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีการพัฒนาในรูปของมัลติมีเดีย ที่แสดงผลในรูปของแสง สี เสียง ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ซึ่งทำให้เกิดความน่าสนใจยิ่งขึ้น และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ดังนั้นหากนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดสื่อในลักษณะมัลติมีเดีย ก็จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้นๆ มากขึ้น ตอบสนองความเท่าเทียมกันในการศึกษา สามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน และลดค่าใช้จ่ายต่างๆ อีกทั้งมีความยืดหยุ่นในการปรับปรุงแก้ไขได้โดยง่าย และหากพัฒนาให้มีการปฏิสัมพันธ์ ก็สามารถตอบสนองการสื่อสารสองทาง ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ปัจจัยในการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจำเป็นต้องอาศัยฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่สามารถใช้งานมัลติมีเดียได้ และเลือกซอฟต์แวร์ในการพัฒนามัลติมีเดียให้เหมาะสมกับงาน จึงเท่ากับเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีหลายอย่างไว้ด้วยกันเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเกิดความสมบูรณ์ในการทำงาน

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

จากความหมายของ มัลติมีเดีย คือ การนำเอาสื่อหลายๆ สื่อเอามาผสมผสานกัน โดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการ ซึ่งสื่อหลายๆ สื่อที่ประกอบรวมกันเป็นระบบมัลติมีเดีย นั้น สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ข้อความ (Text)

ข้อความ เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในมัลติมีเดีย ตัวหนังสือและข้อความในระบบมัลติมีเดียจะมีลักษณะพิเศษกว่าปกติมาก คือ สามารถเลือกรูปแบบ (Font) และขนาดได้มากมาย นอกจากนี้ยังสามารถบังคับให้เคลื่อนที่ ขยาย หดตัว แดกกระจาย หรือหมุนตัวได้อย่างง่ายดาย

2. เสียง (Sound)

เสียงในระบบมัลติมีเดีย เป็นสัญญาณดิจิทัล หมายความว่า ต้องนำเสียงมาเปลี่ยนรูปสัญญาณแบบต่อเนื่องหรือที่เรียกว่าอนาล็อกให้เป็นแบบดิจิทัล โดยวิธีสุ่มเป็นช่วงๆ แล้วเก็บค่าความแรงของสัญญาณเป็นตัวเลขเอาไว้ หลังจากนั้นจึงนำไปบันทึก หรือตัดต่อได้เหมือนข้อมูลปกติ (2000(นามแฝง).2539:24)

3. ภาพ (Picture)

ภาพที่ใช้ในระบบมัลติมีเดีย มี 2 ชนิด คือ

3.1 ภาพนิ่ง (Still Picture) สามารถสร้างได้โดยใช้เครื่องสแกนภาพและนำมาเก็บไว้เป็นแฟ้มภาพหรือจะใช้โปรแกรมสำหรับเขียนภาพขึ้นมา ตัวอย่างภาพประกอบลายเส้น เช่น กราฟ ภาพที่สร้างด้วยโปรแกรม CAD

3.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) เกิดจากการนำภาพนิ่งที่ต่อเนื่องกันมาแสดงติดต่อกันด้วยความเร็วมากพอที่สายตาไม่สามารถจับได้ และเห็นเป็นการเคลื่อนไหวต่อเนื่อง โดยวิธีการจับสัญญาณความแตกต่างระหว่างภาพก่อนหน้ากับภาพถัดไปเป็นหลัก แล้วมาประมวลผลตามขั้นตอน ทำให้ไม่ต้องเก็บข้อมูลใหม่ทั้งหมด ส่วนใดที่เหมือนเดิมให้เอาภาพเก่าที่เก็บไว้มาใช้ ข้อมูลภาพใหม่จะเป็นค่าแสดงความแตกต่างกับภาพก่อนหน้าเท่านั้น การบีบอัดและการขยายบีบให้เท่าเดิมของเทคนิคนี้ ทำด้วยความเร็วประมาณ 1.2 – 1.5 เมกะไบต์ต่อวินาที

อุปกรณ์สำหรับมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่อต่างๆ เพื่อให้ทำงานร่วมกันมีภาพเคลื่อนไหว มีเสียงบรรยาย หรือเสียงดนตรีประกอบ ซึ่งสื่อที่จะเข้ามารวมในระบบมัลติมีเดียที่เป็นทั้งสัญญาณภาพและเสียงจะต้องอาศัยอุปกรณ์ต่างๆ โดยแต่ละอุปกรณ์มีหน้าที่และความสำคัญดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ (Computer) สำหรับการประมวลผล ควบคุม และแก้ไขข้อมูลรูปภาพ เสียง จำเป็นที่จะต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดความเร็วสูง เช่น RISC Workstation (Sun, Silicon Graphics, HP, IBM RS 6,000 DEC station) เป็นตัวกำหนดระดับของการใช้งานมัลติมีเดีย

2. การ์ดเสียง (Sound Card) ทำหน้าที่สร้างเสียงแบบสเตอริโอ ทั้งเสียงพูดและเสียงดนตรี การ์ดที่มีคุณภาพสูงจะมีไอซี (IC) ช่วยสังเคราะห์เสียงพูด (Voice Synthesizer) และช่วยจำเสียงพูด (Text to speech) ได้ ตัวอย่างการ์ดพวกนี้ เช่น Sound Blaster Pro, Sound Blaster 16 หรือ 32 AWE, Sound Blaster 16 ASP Multi CD (Sony, Panasonic)

3. ลำโพง (Loudspeaker) การเลือกใช้ลำโพงที่มีคุณภาพก็จะทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดี มีความสมจริงสมจังและสร้างความน่าสนใจให้แก่ระบบมัลติมีเดียมากยิ่งขึ้น ลำโพงที่ใช้ในงานกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบมัลติมีเดียมีให้เลือกใช้มากมายหลายราคา ซึ่งปัจจุบันมีบริษัทที่ผลิต

ลำโพงสำหรับเครื่องเสียงระดับมืออาชีพ ได้หันมาผลิตลำโพงสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบ มัลติมีเดียกันมากขึ้น เช่น Bose, JBL, Boston เป็นต้น

4. การ์ดวิดีโอ (Video Card) ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณภาพวิดีโอให้สามารถแสดงบน จอคอมพิวเตอร์ได้ ในขณะที่สัญญาณอนาล็อกส่งเข้าจอภาพทีวีโดยไม่ต้องใช้หน่วยความจำ แบบ ฮาร์ดดิสก์เพื่อทำการเล่นกลับมาดูได้ในภาพหลัง โดยไม่ต้องใช้เครื่องเล่นวิดีโอเทป ซึ่งจอภาพ คอมพิวเตอร์จะแสดงภาพโดยตรงจากข้อมูลดิจิทัลที่อยู่บนวิดีโอแรม (หน่วยความจำสำหรับเก็บภาพ) ตัวอย่างวิดีโอการ์ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น Video Blaster, Reel Magic, MPEG Master

5. จอภาพ (CRT Monitor) ทำหน้าที่แสดงภาพสีบนจอ โดยรับสัญญาณภาพเป็นสี 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน (Red Green Blue) และทำการผสมสีเหล่านี้ตามความเข้มของสีทั้งสาม สามารถสร้างสีได้มากกว่า 16 ล้านสี โดยมี Graphic Adapter ทำหน้าที่สร้างสัญญาณสี 3 สี ส่งไปยัง จอภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปจะมีการ์ดแยกต่างหาก คือ เป็นการ์ด VGA Card (Video Graphic Array Card) หรือที่คุณภาพสูงขึ้นไปอีกก็จะเป็น SVGA (Super VGA)

6. เครื่องเล่นซีดีรอม (CD-ROM Drive) เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้มัลติมีเดียบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น เพราะโปรแกรมที่เป็นมัลติมีเดียมีขนาดข้อมูลใหญ่มาก การเก็บ ไว้ในแผ่นดิสก์ปกติจะทำให้ยุ่งยาก แต่ด้วยความสามารถ ในการเก็บข้อมูลของซีดีรอมที่มีความจุมาก ถึง 700 เมกกะไบต์ จึงช่วยให้สามารถเก็บข้อมูลภาพและเสียงที่สมบูรณ์แบบได้

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

ระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้รวมเอาเทคโนโลยีหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความ สมบูรณ์ในการทำงาน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2540:25 - 28)

1. เทคโนโลยีในการบันทึกข้อมูล

การทำงานของมัลติมีเดียประกอบไปด้วยภาพและเสียง ทำให้การบันทึกข้อมูลไว้ใน คอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่สิ้นเปลืองหน่วยความจำอย่างมาก ดังนั้นความจุของสื่อที่เก็บข้อมูลจึงเป็น ข้อจำกัดในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียเนื่องจากสื่อที่มีความจุสูงราคาก็ย่อมสูงไปด้วย ดังนั้นจึงมีการ พัฒนาซีดีรอม (CD-ROM) ด้วยการนำเทคโนโลยีของการบันทึกข้อมูลด้วยแสงเข้ามาใช้ (Optical Technology) เพื่อแก้ปัญหการจัดเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่

2. เทคโนโลยีการย่อขนาดของข้อมูล

การย่อขนาดข้อมูลที่มีประสิทธิภาพจะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการทำงานของระบบ คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพราะการเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดมากก็จะใช้เนื้อที่ดิสก์มาก ดังนั้นการย่อ ขนาดของแฟ้มข้อมูล จึงมีความจำเป็นมากที่จะต้องมีการลดขนาดของข้อมูลให้ลดลงมากที่สุด โดย ยังคงความสมบูรณ์ถูกต้องของเนื้อหาไว้

3. เทคโนโลยีไมโครคอมพิวเตอร์

การทำงานของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการทำงานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในปริมาณมหาศาล กระบวนการย่อและขยายขนาดของข้อมูลจะต้องเกิดอย่างรวดเร็วและมากพอที่จะทำให้การติดต่อส่งข้อมูลระหว่างหน่วยความจำและอุปกรณ์ต่างๆ ล่าช้า ดังนั้นการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบประมวลผลความเร็วสูง จึงมีบทบาทสำคัญที่จะทำให้การพัฒนาระบบมัลติมีเดียประสบความสำเร็จ

4. เทคโนโลยีจอภาพ

ความจริงของจอภาพจะช่วยให้ระบบมัลติมีเดียสร้างความสนใจมากขึ้น ถ้าเทคโนโลยีจอภาพคอมพิวเตอร์สามารถสร้างภาพคมชัดและเป็นสีธรรมชาติมากขึ้น ปัจจุบันมีการพัฒนาจอ Super VGA ซึ่งแสดงความละเอียดของภาพได้ 1,024 x 768 จุดภาพ และให้สีได้ถึง 16.7 ล้านสี รวมทั้งการพัฒนาจอภาพเป็นระบบสัมผัส (Touch – Screen Monitor) เพื่อความสะดวกในการใช้งานได้อีกด้วย

5. เทคโนโลยีอุปกรณ์ป้อนข้อมูล

การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้แต่เดิมนั้นทำได้โดยการป้อนคำสั่งผ่านคีย์บอร์ดซึ่งเป็นอุปกรณ์มาตรฐานเพียงอย่างเดียว การพัฒนาเมาส์ จอระบบสัมผัส ทำให้การติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างสะดวกและง่ายขึ้น

6. เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย

สิ่งที่ระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้าไปมีบทบาทร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย ได้แก่ การติดต่อสื่อสารด้วยระบบ Electronics Mail ซึ่งเดิมเป็นการติดต่อที่เป็นลักษณะ Text Base เท่านั้นการนำเอาสองเทคโนโลยีทั้งสองมาใช้ร่วมกันทำให้การติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทำได้ทั้งที่เป็นภาพและเสียง ทำให้การใช้งานระบบมัลติมีเดียเข้าถึงมวลชนมากขึ้น

7. เทคโนโลยีซอฟต์แวร์

ปัจจุบันมีการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาหรือข้อมูลที่จะนำเสนอ อีกทั้งยังจะต้องมีความอ่อนตัว ในการประยุกต์เข้ากับส่วนอื่นๆ ของระบบ ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตได้มีการตื่นตัวอย่างสูงในการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างสรรค์งานมัลติมีเดีย

8. เทคโนโลยีการสื่อความหมายข้อมูลนำเสนอและวิธีการ

นับว่าเป็นสิ่งสำคัญในระดับต้นที่จะทำให้ระบบมัลติมีเดียสมบูรณ์ เพราะถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะพัฒนาเทคโนโลยีทุกๆ ด้านก็ตาม แต่ถ้าขาดการนำเสนอข้อมูลที่ดี วิธีการ

นำเสนอที่ไม่สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมาย ตลอดจนไม่ได้พิจารณาถึงการใช้เทคโนโลยีการสื่อความหมายที่ดีแล้ว ระบบมัลติมีเดียที่พัฒนานั้นก็จะไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้สร้างสรรค์ระบบมัลติมีเดียจึงควรจะต้องพิจารณาเทคโนโลยีด้านนี้เป็นประการที่สำคัญ

รูปแบบการนำเสนอมัลติมีเดีย

โรเซนบอร์ก และคณะ (Rosenborg ; and Others.1993:367-374) ได้เสนอรูปแบบของการนำเสนอมัลติมีเดียที่ใช้กันโดยส่วนใหญ่นี้

1. รูปแบบเส้นตรง (Linear Progression)

รูปแบบนี้ใกล้เคียงกับหนังสือซึ่งมีโครงสร้างแบบเส้นตรงโดยให้ผู้ใช้งานเริ่มต้นจากหน้าแรก และสามารถย้อนกลับหน้าจอที่ผ่านมาได้ ส่วนมากการเสนอผลงานแบบนี้มักจะอยู่ในรูปไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งใช้ข้อความเป็นตัวหลักในการดำเนินเรื่อง รวมทั้งการใส่เสียง ภาพวิดิทัศน์ หรืออนิเมชัน เพื่อเพิ่มความสนใจ การนำเสนอรูปแบบนี้อาจเรียกได้ว่าเป็น Electronic Stories หรือ ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia)

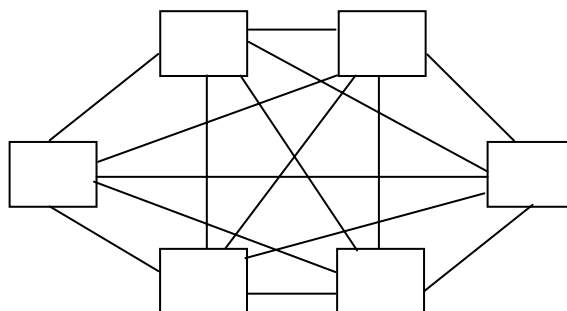


ภาพประกอบ 2 โครงสร้างการนำเสนอมัลติมีเดียแบบเส้นตรง

ที่มา:Rosenborg; and Others. (1993). *A Guide to Multimedia*. P.368

2. รูปแบบอิสระ (Perform Hyper jumping)

รูปแบบอิสระนี้ อนุญาตให้ผู้ใช้ข้ามไปมาระหว่างหน้าจอใดหน้าจอหนึ่งได้อย่างอิสระ ซึ่งจะกระตุ้นความสนใจของผู้ชมและสร้างความประหลาดใจจากการนำเสนอข้อมูล โดยรูปแบบนี้จะมี การชี้นำผู้ใช้งานว่าจะเข้าสู่ข้อมูลได้อย่างไรและวิธีไหนที่เร็วที่สุด เพื่อมิให้ผู้ใช้งานหลงทาง

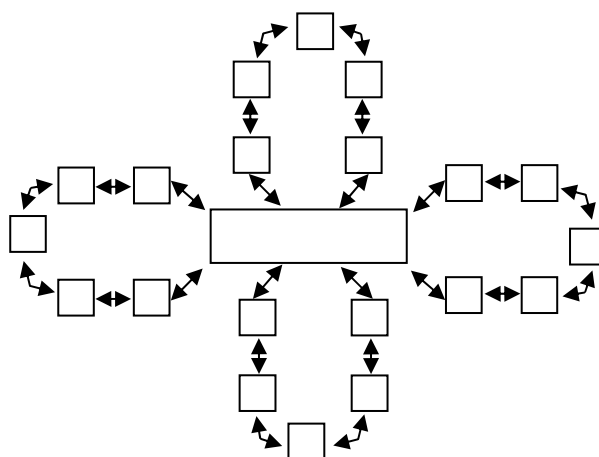


ภาพประกอบ 3 โครงสร้างการนำเสนอ 멀티มีเดียแบบอิสระ

ที่มา:Rosenborg; and Others. (1993). *A Guide to Multimedia*. P.369

3. รูปแบบวงกลม (Circular Paths)

มัลติมีเดียที่มีรูปแบบวงกลม จะประกอบด้วยการนำเสนอข้อมูลแบบเส้นตรงชุดเล็กๆ หลายๆ ชุดมาเชื่อมต่อกันและกลับคืนสู่เมนูใหญ่ รูปแบบนี้เหมาะสำหรับการฝึกฝนหรือฝึกงานที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน ซึ่งมีการแยกฝึกแต่ละส่วนแล้วกลับคืนสู่จุดเริ่มต้น



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างการนำเสนอ 멀티มีเดียแบบวงกลม

ที่มา:Rosenborg; and Others. (1993). *A Guide to Multimedia*. P.371

4. รูปแบบฐานข้อมูล (Database)

รูปแบบฐานข้อมูลนี้จะมีการบรรจุดัชนีเพื่อเพิ่มความสามารถในการค้นหาสำหรับให้รายละเอียดจำพวกข้อความ รูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว

5. รูปแบบผสม (Compound Documents)

ในรูปแบบนี้เป็นการผสมรูปแบบทั้งสี่ที่กล่าวมาข้างต้น ตลอดจนถึงการใช้ OLE (Object Linking and Embedding) นอกจากนี้ยังสามารถที่จะเชื่อมฐานข้อมูลให้ทำงานร่วมกับ chart และ speed sheet ได้อีกด้วย

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535:42-48) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยดัดแปลงจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ (Gagne'. 1985:302-303) ดังนี้

1. การเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ผู้เรียนควรได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจให้อยากที่จะเรียน ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ สีและเสียง หรือการประกอบกันหลายๆ อย่างโดยสิ่งที่สร้างขึ้นมาเกี่ยวข้อง กับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจของผู้เรียนและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะ ศึกษาเนื้อหาไปในตัวตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ การเตรียมตัวและการกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรก คือการสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้คือ Title ควรออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการการตอบสนองจากผู้เรียน โดยผ่านทางแป้นพิมพ์ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น การกดแค่ (Space Bar) หรือการกด Key ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

เพื่อที่จะเร้าความสนใจของผู้เรียน ผู้ที่ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรจะคำนึงถึงหลักการดังนี้

- ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟิกนั้นควรจะมีขนาดใหญ่และไม่ซ้ำซ้อน

- ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อดึงดูดความสนใจ แต่ควรสั้นและง่าย
- ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นที่ตัดกับสีพื้นโดยชัดเจน
- ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
- กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพ จนกระทั่งผู้เรียนกด Key
- กราฟิกที่ใช้ประกอบควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
- ควรใช้เทคนิคการเขียนที่แสดงบนจอได้เร็ว
- กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. การบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึง

เค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้เองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่ง คือ ข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้น ได้ใจความ และสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์จึงนิยมใช้ข้อความสั้นและโน้มน้าวจิตใจของผู้เรียน การบอกวัตถุประสงค์จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

- ใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย
- หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักหรือเข้าใจยากโดยทั่วไป
- ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป
- ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้อะไรได้บ้าง
- หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยหลายบทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้วควรทำตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรจะเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
- การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอที่ละข้อ เป็นเทคนิคที่ดี และควรกำหนดเวลาแต่ละช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ที่ละข้อ
- เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจ ควรใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต

3. การทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่

ในขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับผู้สอน หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะเรียนหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบมีความจำเป็นมาก หากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ ควรแนะนำให้กลับไปเรียนบทเรียนเดิมก่อน หรือ

ผู้ออกแบบบทเรียนอาจเขียนบทเรียนย่อยๆ เพื่อการทบทวนดังกล่าว สิ่งผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรคำนึงถึงในการออกแบบบทเรียนขั้นนี้มีดังนี้

- ไม่ควรคาดหวังว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- การทบทวนหรือการทดสอบควรให้กระชับและตรงจุดตรงประเด็น
- ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากการทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนตลอดเวลา
- หากไม่มีกรทดสอบความรู้เดิม ผู้ออกแบบบทเรียนควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่เคยมีประสบการณ์แล้ว
- การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Presentation of New Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้นง่าย และได้ใจความเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดเพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ ยางแนวคิดนั้นมีความยากในการคิดสร้างภาพประกอบ วิธีการคิดสร้างภาพจากความหมาย จะต้องวิเคราะห์ความหมายของคำหรือเนื้อหานั้นก่อนว่า หมายถึงอะไรและเกี่ยวข้องกับอะไร จากคำหรือเนื้อหาที่สำคัญขั้นตอนต่อไปคือหาภาพ สิ่งของหรือวัตถุอะไรก็ได้ที่คิดว่าผู้เรียนเข้าใจดีและมีความหมายแทนการแบ่งแยกหรือ กีดกันได้

นอกจากการใช้ภาพเปรียบเทียบ (Analogical Picture) เพื่อช่วยอธิบายความหมายนามธรรมดังกล่าวแล้ว การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือแผนสถิติก็เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงด้วยการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มีลัทธิเดียวในส่วนของการเสนอเนื้อหาใหม่ที่น่าสนใจควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆดังนี้

- ใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาใหม่โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นเนื้อหาที่สำคัญ
- ใช้แผนภูมิแผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพประกอบ
- ในการนำเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนของข้อความสำคัญ อาจใช้เป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสี การโยงลูกศร การใช้สี ฯลฯ เป็นการชี้แนะด้วยคำพูด
- ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาวควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอนๆ
- ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย

- หากการแสดงกราฟิกของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำได้ช้า ควรนำเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น

- หากเป็นจอสีไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ในแต่ละเฟรม ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมากโดยเฉพาะสีหลักของ Text

- คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ ได้คุ้นเคยและเข้าใจง่าย

- นานๆ ครั้งควรจะให้ผู้เรียนมีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว

5. การชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีกล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่

หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ในขั้นนี้คือ หาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ และหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำตอบใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ บางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ อาจใช้หลักของ Guided discovery หมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์จะชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดตามไปด้วย

ข้อควรคำนึงในการสอนขั้นนี้ มีดังนี้

- แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

- แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์มาแล้ว

- ให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายมโนทัศน์ใหม่ให้ชัดเจนขึ้น

- ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ให้รูปภาพที่กระป๋องน้ำ ภาพของจาน และบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น

- การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนักให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมในลักษณะที่เป็นรูปธรรม

- กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

6. การกระตุ้นการตอบสนอง

การเรียนรู้ที่จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การซักถามและการตอบคำถาม ซึ่งจะช่วยในด้านของการจำยอมจะดีกว่าการอ่าน การฟัง หรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้นมีข้อได้เปรียบเหนือกว่าอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เทปวีดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้นผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกลำบากและเมื่อมีส่วนร่วมก็จะมีส่วนคิด การคิดไม่ว่าจะเป็นการคิดนำหรือติดตามยอมจะมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

การออกแบบบทเรียนในขั้นตอนนี้มีดังนี้

- พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
- ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ ตามความเหมาะสมเพื่อเรียกความสนใจ
- ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- ถามคำถามเป็นช่วงๆตามความเหมาะสม
- รู้ความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม
- ไม่ควรถามคำถามเดียวหลายๆคำถาม หรือคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก
- หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิด 1-2 ครั้ง ควรจะให้ Feedback และเปลี่ยนทำกิจกรรมอื่นต่อไป
- การตอบสนองที่ผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space ในการพิมพ์ อาจเกินไปหรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ อาจอนุโลมได้
- ควรแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถามและ Feedback ควรอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น จะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่นโดยการบอกจุดที่ชัดเจนและให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นภาพจะช่วยเพิ่มความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นภาพหรือ Visual feedback นี้อาจจะมีผลเสียบ้าง

ที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากทำผิดมากๆแล้วจะเกิดอะไรขึ้น เช่น การประยุกต์ใช้เกมแขวนคอ (Hanged Man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกด Space Bar ไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยง คือ Visual feedback นี้ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น เล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขั้วยานอวกาศสู่ดวงจันทร์ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วย การตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้นเป็นต้น หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้น การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็จะเป็นการเหมาะสมดี

หลักการในการออกแบบบทเรียนให้ข้อมูลย้อนกลับควรพิจารณาดังนี้

- ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
- บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
- แสดงคำถาม คำตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับบนเฟรมเดียวกัน
- ใช้ภาพง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- หลีกเลี่ยงผลทางลบ หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาหากผู้เรียนทำผิด
- อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริง
- อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ตอบผิด

โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน

- เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง
- อาจใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียง จากเป้าหมายได้
- พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อสร้างความสนใจ

8. การทดสอบความรู้ (Assessment of Performance)

บทเรียนคอมพิวเตอร์จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็น การทดสอบระหว่างบทเรียนหรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า (Post Test) เป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำสุดหรือไม่เพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป หรืออย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วน อาจจะแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

ข้อแนะนำต่างๆ ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้มีดังนี้

- ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- ข้อทดสอบ คำตอบ และให้ข้อมูลย้อนกลับอยู่บนแฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่าง

รวดเร็ว

- หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการ

พิมพ์

- ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วยแยก

เป็นหลายๆคำถาม

- บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูกและกด F ถ้า

เห็นว่าผิด เป็นต้น

- บอกผู้เรียนว่า มีเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ เช่น บุ่มช่วยเหลือ

- คำนึงถึงความแม่นยำ และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

- อย่าตัดสินคำตอบว่าผิด ถ้าคำตอบไม่ตรงกับคำสั่ง เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็น

ตัวอักษร แต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด

- อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบบ้าง

- ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่

จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและนำไปใช้ (Promotion Retention and Transference)

ในการเตรียมการสอนสำหรับขั้นปกติ ตามข้อเสนอแนะของ Gagne' นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการวิจัยเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงมีข้อพิจารณาดังนี้

- บอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้ว

อย่างไร

- ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป

- เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์

- บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

กล่าวโดยสรุปแล้วการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามขั้นตอนของ Gagne' นั้นเป็นเทคนิคการออกแบบที่สามารถใช้ได้กว้าง และเป็นเทคนิคที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเหมือนกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการเรียนการสอน แต่อย่างไรก็ตามในกระบวนการทั้ง 9 ขั้นนั้นก็สามารถปรับเปลี่ยนตัดทอนหรือเพิ่มเติมได้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับเนื้อหาและการนำเสนอที่น่าสนใจ

การนำมัลติมีเดียมาใช้ในการศึกษา

ระบบมัลติมีเดียสามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้ดังนี้ (กฤษมันต์ วัฒนางรงค์. 2536:184 – 185)

1. ใช้ประกอบการบรรยาย (Computer – generated Lecture Support) การนำเสนอภาพอักษร และเสียงผ่านจอภาพขนาดใหญ่ให้ผู้เรียนได้ชมขณะบรรยายสามารถช่วยสนับสนุนการบรรยายให้มีประสิทธิภาพขึ้น เพราะนอกจากจะสามารถติดต่อได้อย่างทันทีแล้ว ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมได้อีกด้วย ถ้ามีการจัดการระบบไว้อย่างดี
2. ใช้สำหรับการสื่อสาร (On – line Communication) การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นระบบเครือข่ายทำให้สามารถติดต่อส่งข่าวสาร ส่งรายงาน การบ้าน รวมทั้งการเรียนแบบประชุมร่วมทางไกล และยังสามารถนำเสนอได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพวิดีโอ กราฟิก การจำลองสถานการณ์ (Animation) ต่างๆ ได้อีกด้วย
3. ใช้ในการค้นคว้าข้อมูลจากฐานข้อมูลเพื่อการวิจัย (Database Research) การสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลระยะไกลหรือจากฐานข้อมูลบนแผ่นซีดี ช่วยให้การสืบค้นเพื่อการทำวิจัยสะดวกขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถคัดลอกเอาคำบรรยายภาพ เสียง หรือวิดีโอ นำออกมาใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว
4. ใช้สำหรับการเรียนการสอน (Computer – based Instruction) เป็นการสร้างบทเรียนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนกับคอมพิวเตอร์โดยตรง โดยบทเรียนได้มีการจัดเตรียมไว้แล้ว ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่สามารถนำเสนอได้ทั้งภาพ เสียง สถานการณ์จำลอง และคำบรรยาย บทเรียนที่สร้างขึ้นในปัจจุบันจะเป็นระบบมัลติมีเดียเป็นส่วนมาก
5. ใช้ในการฝึกทักษะด้วยการสร้างสถานการณ์จำลอง (Animation) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มทักษะและเตรียมตัวก่อนลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งอาจช่วยลดอันตรายและค่าใช้จ่ายจากการฝึกจากสถานการณ์จริงได้
6. ใช้ช่วยเสริมการปฏิบัติงาน (Performance Support System) ความสามารถในการนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบต่างๆ ทั้งภาพ เสียง อักษร และสถานการณ์จำลองจากฐานข้อมูลทั้งใกล้และไกลให้ปรากฏขึ้นบนจอภาพได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถใช้เป็นสิ่งสนับสนุนช่วยเสริมให้การ

ทำงานดีขึ้น เช่น การช่วยจำ ให้คำแนะนำ ค้นหา แสดงประวัติ ความหมาย แผนที่ และอื่นๆ ที่ต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้ในสถานศึกษาอยู่เสมอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมากมาย ทั้งที่เป็นงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ ดังเช่น

1. งานวิจัยในประเทศ งานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีดังนี้

จิรวรรณ สุวรรณเนตร (2543) ทำการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง จังหวัดสมุทรสงคราม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลวัดประทุมคณาวาส เทศบาลเมืองสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา ผลการวิจัยปรากฏว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ 94.33/92.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ปิติมนัส บันลือ (2544) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้การ์ตูนดำเนินเรื่อง วิชาภาษาอังกฤษ “English is fun” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประถมสาธิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ 92/90.20 สามารถนำไปเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุษา จงใจเทศ (2546:57) ทำการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อการฝึกอบรม เรื่องการเชื่อมวงจร กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานบริษัท เอ็น เอส อิลีกทรอนิกส์ กรุงเทพฯ (1993)จำกัด ที่ปฏิบัติงานอยู่ในช่วงเดือน ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2545 และยังไม่เคยเข้ารับการฝึกอบรม พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของบทเรียน คือ 96.22/90.59 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 85/85

จากงานวิจัยในประเทศพบได้ว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอน ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความคงทนในการเรียนรู้ และช่วยให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนการสอน

2. งานวิจัยต่างประเทศ งานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีตัวอย่างดังนี้

เดโล (DeLo. 1997) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดียในการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยมุ่งที่จะออกแบบสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่สนับสนุนการทดลองใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดียในวิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นกลุ่มการสอนปกติ 2 กลุ่ม และกลุ่มทดลองที่ใช้เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนจากกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมทั้ง 2 กลุ่ม

เกลดูราและคณะ (Gleydura and other. 1995) ได้ศึกษาถึงการนำ Multimedia มาใช้ในการฝึกอบรมของการศึกษาด้านพยาบาล สามารถสรุปได้ว่าในสภาพปัจจุบันแนวโน้มของการนำเอา CAI และ interactive video มาใช้ในการเรียนการสอนจะมีแนวโน้มสูงขึ้น

แซนเทอร์ และคณะ (Santer and other. 1995) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับสื่อ Multimedia Textbook, Lecture, Printed Textbook พบว่าผลการเรียนการสอนโดย Multimedia Textbook มีผลสูงกว่าการใช้ lecture หรือ Printed Textbook เท่ากับ 0.05

จากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศสามารถบอกถึงประสิทธิภาพและคุณลักษณะที่เหมาะสมของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต่อการนำมาพัฒนากระบวนการเรียนการสอน และแก้ปัญหาการสอนในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนในลักษณะที่สื่อมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งเป็นสื่อผสมที่เป็นทั้งรูปภาพ ข้อความ เสียง สามารถถ่ายทอดจินตนาการให้กับผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้ และสามารถเรียนได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล

ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล

บุคคลแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านร่างกาย ความคิด และสติปัญญาอันเป็นผลทำให้ความสามารถต่างๆ ของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไปด้วย ในการเรียนการสอนก็เช่นเดียวกัน ผู้เรียนแต่ละคนย่อมจะมีความสามารถในการเรียนรู้ไม่เท่ากัน

การจัดการเรียนการสอนรายบุคคลมุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่างโดยคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ ความพร้อมและความถนัด การศึกษารายบุคคล หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการศึกษาตามเอกัตภาพ หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นถึงลักษณะความแตกต่างกันของผู้เรียน โดยเฉพาะในเรื่องของทักษะ ความสามารถ ความเข้าใจ แรงจูงใจ วินัยในตนเอง จุดมุ่งหมาย ความสามารถในการแก้ปัญหาและการคาดการณ์ของผู้เรียน โดยมีผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียน เป็นผู้แนะนำ ที่ปรึกษา ผู้วิเคราะห์และเป็นผู้กำหนดแหล่งการเรียนรู้ กิจกรรม การประเมินผล และการรายงานผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน (Dunn & Dunn. 1972:254; อ้างอิง กิดานันท์ มลิทอง. 2535:163)

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528:160) ให้ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคลว่า เป็นการจัดการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถศึกษาเล่าเรียนได้ด้วยตนเอง และก้าวไปตามขีดความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือเป็นเทคนิคหรือวิธีสอนที่ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ

ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนรายบุคคล

การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่างโดยคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความถนัด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล คือทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528:160)

1. ความแตกต่างในด้านความสามารถ (Ability Difference)
2. ความสามารถในด้านสติปัญญา (Intelligent Difference)
3. ความสามารถในด้านความต้องการ (Need Difference)
4. ความสามารถในด้านความสนใจ (Interest Difference)
5. ความสามารถในด้านร่างกาย (Physical Difference)
6. ความสามารถในด้านอารมณ์ (Emotional Difference)
7. ความสามารถในด้านสังคม (Social Difference)

การเรียนการสอนรายบุคคล ยึดหลักปรัชญาการศึกษา และอาศัยพื้นฐานจากทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจึงมุ่งอยู่ในแนวต่อไปนี้ (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2532:23 – 25)

1. การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักแก้ปัญหาและตัดสินใจเอง การเรียนการสอนสอดคล้องและส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิตและการศึกษานอกโรงเรียน ครูและผู้เรียนเชื่อว่าการศึกษาไม่ใช่หรือสิ้นสุดอยู่เพียงโรงเรียนเท่านั้น การเรียนการสอนแบบนี้สนับสนุนให้ผู้เรียนแสวงหาและเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อสังคมและตัวเองให้รู้จักแก้ปัญหา รู้จักตัดสินใจ มีความรับผิดชอบและพัฒนาความคิดในทางสร้างสรรค์มากกว่าทำลาย

2. การเรียนการสอนรายบุคคลสนองความแตกต่างของผู้เรียนให้ได้เรียนบรรลุผลกันทุกคน การเรียนการสอนแบบนี้สนับสนุนความจริงที่ว่าคนย่อมมีความแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา หรือความสนใจ โดยเฉพาะความแตกต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 อย่าง คือ

- 2.1 ความแตกต่างในด้านอัตราเร็วของการเรียนรู้ (Rate of Learning) ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจในสิ่งเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน

- 2.2 ความแตกต่างในเรื่องความสามารถ (Ability) เช่น ความฉลาดไหวพริบ ความสามารถในแง่ของความสำเร็จ ความสามารถพิเศษต่างๆ

- 2.3 ความแตกต่างในเรื่องวิธีการเรียน (Style of Learning) ผู้เรียนเรียนรู้ในวิถีทางที่แตกต่างกัน และมีวิธีเรียนที่แตกต่างกันด้วย

2.4 ความแตกต่างกันในเรื่องความสนใจและสิ่งที่ชอบ (Interests and Preference) เมื่อผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลายๆ ด้านเช่นนี้ ครูจึงต้องจัดบทเรียนและอุปกรณ์การเรียนในระดับและลักษณะต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เลือกด้วยตนเอง เพื่อสนองความแตกต่างดังกล่าว

3. การเรียนการสอนรายบุคคล เน้นเสรีภาพในการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนเรียนด้วยความอยากเรียนด้วยความกระตือรือร้นที่ได้เกิดขึ้นเอง ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจและเกิดการกระตุ้นให้พัฒนาการเรียนรู้ โดยที่ครูไม่จำเป็นต้องทำโทษหรือให้รางวัล และผู้เรียนก็จะรู้จักตนเอง มีความมั่นใจในการก้าวไปข้างหน้าตามความพร้อมและขีดความสามารถ

4. การเรียนการสอนรายบุคคล ขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียน การเรียนการสอนแบบนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ส่วนตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล การเรียนรู้เกิดขึ้นเร็วหรือช้าและจะเกิดขึ้นอยู่กับผู้เรียนได้นานหรือไม่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการและวิธีการที่นำเสนอความรู้นั้นให้แก่ผู้เรียน เมื่อเป็นดังนี้การกำหนดให้เรียนรู้เรื่องหนึ่งๆ ในระยะเวลาหนึ่ง และเรียนรู้เรื่องหนึ่งด้วยวิธีการเดียว ไม่เป็นการยุติธรรมต่อผู้เรียน ผู้เรียนควรจะได้เป็นผู้กำหนดเวลาด้วยตนเอง และควรมีโอกาสเรียนรู้หรือมีประสบการณ์ในการเรียนด้วยกระบวนการและวิธีการต่างๆ

5. การเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งแก้ปัญหาความยากง่ายของบทเรียน เป็นการสนองตอบที่สาการศึกษาควรมีระดับแตกต่างกันไปตามความยากง่าย ถ้าบทเรียนนั้นง่ายก็ทำให้บทเรียนนั้นสั้นขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นยากมาก ก็จัดย่อยเนื้อหาวิชาที่ยากนั้นออกเป็นส่วนๆ และปรับปรุงให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยอาจจะเรียงลำดับจากเรื่องราวที่ง่ายไปสู่เรื่องราวที่ยากขึ้นตามลำดับ จัดกิจกรรมและสื่อการเรียนที่เหมาะสม จะช่วยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

รูปแบบของการเรียนการสอนรายบุคคล

การศึกษารายบุคคลมีการแบ่งการเรียนการสอนออกเป็นหลายประเภทและหลายรูปแบบ โดยมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามชื่อผู้คิดหรือตามทัศนะของผู้จัดการเรียน หรือตามแบบวิธีการเรียนการสอน และการใช้สื่อ การศึกษาในระบบนี้สามารถแบ่งออกเป็นรูปแบบต่างๆ ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2535:170 – 175)

1. การสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction)

การสอนแบบโปรแกรมมีพื้นฐานมาจากการนำหลักการเบื้องต้นทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ในการออกแบบ โดยอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการวางเงื่อนไขปฏิบัติ (Operant Conditioning Theory) ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมเอาไว้ล่วงหน้า เป็น

การให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยได้รับผลย้อนกลับทันที และให้ผู้เรียนได้เรียนไปทีละขั้นตอนอย่างเหมาะสมตามความต้องการและความสามารถของตน

บทเรียนแบบโปรแกรมจะประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ คำถาม และคำตอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาบทเรียนนั้นออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนรูปแบบของกรอบหรือเฟรม (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อย ในทุกขั้นตอนของการเรียนจะมีคำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับทันทีเป็นการเสริมแรง บทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่างๆ เช่น หนังสือตำราเรียน สไลด์ फिल्मสตริป เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องช่วยสอน ฯลฯ เป็นต้น นอกจากนี้ อาจเป็นรูปแบบสื่อประสมซึ่งส่วนมากจะจัดในรูปชุดสื่อการเรียนก็ได้ ในปัจจุบันบทเรียนแบบโปรแกรมที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1.1 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Program) มีหลักการในการสร้างบทเรียนโดยยึดหลักการแบ่งเนื้อหาเป็นขั้นตอนเล็กๆ ในแต่ละกรอบพร้อมคำถาม แต่มีการให้ผู้เรียนตอบได้เป็น 2 ลักษณะคือ แบบสร้างคำตอบ (Construct) ในช่องว่างที่กำหนดไว้ หรือเลือกจากคำตอบที่มีให้เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

1.1.1 บทเรียนที่ให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง เป็นผลจากการศึกษาทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ของสกินเนอร์ บทเรียนแบบนี้มีลักษณะพิเศษ คือ เนื้อหาจะแบ่งเป็นขั้นตอนเล็กๆ สั้นๆ โดยขนาดของกรอบจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะอธิบายเนื้อหาทั้งหมดในขั้นตอนนั้นๆ ทั้งนี้ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

ก. ถ้าการสร้างคำตอบของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว เนื้อหาแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องมีขนาดสั้นๆ และเป็นขั้นตอนเล็กๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องซึ่งจะทำให้เกิดการจดจำไปนาน การเรียนเนื้อหาทีละน้อยจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและเป็นการช่วยมิให้มีการตอบผิด

ข. ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะทำให้เกิดกำลังใจ เปรียบเสมือนหนึ่งเป็นรางวัลที่พึงได้รับและทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียน แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดมากๆ จะทำให้เกิดความท้อถอย เกิดความไม่อยากเรียนต่อไป

1.1.2 บทเรียนที่ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบ เป็นการสร้างบทเรียนตามหลักการของเพรสซี (Pressey) โดยเมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วจะมีสิ่งเร้าตัวถัดไปมาเสนอให้ แต่ถ้าผู้เรียนเลือกข้อผิดก็ต้องกลับไปอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาในกรอบเดิมอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงเลือกคำตอบใหม่จนกว่าจะถูกต้อง การตอบถูกจึงเป็นการให้รางวัลหรือการเสริมแรงแก่ผู้เรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้จากการตอบถูกนั้น

1.2 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Program) เป็นแนวความคิดของคราวเดอร์ (Crowder) ลักษณะของบทเรียนจะคล้ายกันกับแบบเลือกตอบของเพรสซี แต่มีข้อแตกต่างกันมาตรงที่ว่าตัวเลือกในแต่ละตัวจะนำผู้เรียนให้ไปศึกษาในกรอบหรือหน้าอื่นๆ ต่อไป การเรียนลำดับหรือกรอบจะไม่เป็นไปตามลำดับ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามในเนื้อหาในกรอบนั้นได้ ก็อาจจะข้ามกรอบบางกรอบไปเพื่อเรียนในกรอบของเนื้อหาหรือบทเรียนที่กำหนด แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดก็จะได้รับการอธิบายเหตุผลหรือสาเหตุที่ผิดและอาจได้รับบทเรียนเพิ่มเติมจากหน่วยย่อยอีก ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องทำตามคำแนะนำในแต่ละกรอบอย่างเคร่งครัด

2. The Personalized System of Instruction:PSI (The Keller Plan)

เป็นระบบการสอนที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในสถาบันการศึกษาต่างๆ ในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกา PSI เป็นการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนก้าวไปเร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล เนื้อหาสาระของวิชาจะแบ่งออกเป็นหน่วย (Units) โดยที่แต่ละหน่วยจะมีคำแนะนำเกี่ยวกับการเรียนในหน่วย คำแนะนำนี้จะบอกวัตถุประสงค์และกรรมวิธีที่จะบรรลุวัตถุประสงค์นั้นๆ ตามปกติแล้วกรรมวิธีการจะเป็นการกำหนดให้ศึกษาส่วนหนึ่งของตำราและทำแบบฝึกหัด โดยมีผู้เรียนชั้นสูงกว่ามาช่วยให้คำแนะนำในการเรียน การใช้สื่อ การทำกิจกรรม ตลอดจนมีตัวอย่างข้อสอบเพื่อช่วยในการเตรียมตัวสอบ เมื่อผู้เรียนเรียนเข้าใจแล้วก็จะได้รับการทดสอบความรู้ในหน่วยนั้นประมาณ 20 นาที หลังจากสอบแล้วผู้ทบทวน (Tutor) จะให้คำแนะนำเพิ่มเติม ถ้าสอบผ่านก็จะเรียนในหน่วยใหม่ต่อไป ถ้าสอบไม่ผ่านก็ต้องเรียนในหน่วยนั้นซ้ำอีก

3. Individually Prescribed Instruction:IPI

ลักษณะการสอนของ IPI แตกต่างไปจากการสอนทั่วไป เพราะเป็นการนำเอาหลักสูตรทั้งหมดมาแบ่งย่อยออกเป็นหน่วยเล็กๆ เช่น ในการสอนคณิตศาสตร์จะแบ่งจุดมุ่งหมายของการสอนออกได้ถึง 430 อย่าง แล้วแบ่งออกเป็นกลุ่มเพื่อรวมเป็นหน่วยได้ประมาณ 100 หน่วย โดยในแต่ละหน่วยจะมีจุดมุ่งหมายที่บ่งเฉพาะออกไปและมีการวัดผลที่แตกต่างกัน การสอนจะตั้งต้นโดยในตอนเริ่มเปิดเรียน ผู้เรียนจะได้รับการทดสอบก่อนเรียนเพื่อดูว่าแต่ละคนมีความสามารถในระดับใดก่อน เพื่อให้ผู้สอนสามารถแนะนำให้เรียนในแขนงวิชาใดบ้างให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ด้วยหลักการนี้ ผู้เรียนจะถูกกำหนดให้เรียนและทำงานในแต่ละหน่วยเฉพาะซึ่งเป็นการเรียนอิสระของแต่ละคนโดยใช้สื่อประสมและแบบฝึกหัดที่จัดไว้ให้ เมื่อผู้เรียนศึกษาและทำงานเสร็จสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยแล้วจะได้รับการทดสอบเพื่อวัดผลตามระดับของเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เมื่อได้ผลเป็นที่พอใจแล้วผู้เรียนจะเรียนและทำงานในหน่วยอื่นต่อไป

4. The Contract Plan

เป็นระบบการสอนที่มีได้เกิดขึ้นใหม่ แต่ในปัจจุบันได้มีการนำมาปรับปรุงเพื่อให้มีระบบที่กว้างขวางขึ้นเหมาะแก่การสอนผู้เรียนแต่ละคน โดยผู้สอนจะดูความสนใจและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนนั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและทำงานในแต่ละหน่วยตามแต่เวลาจะอำนวย ระบบการสอนนี้จะมีการตั้งวัตถุประสงค์ของการเรียน โดยผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้ทำงานแล้วแต่ความต้องการและความสนใจของแต่ละคน มีการประเมินผลจากคุณภาพและจำนวนผลงานที่ทำซึ่งจะมีผลต่อชั้นเรียนด้วย ทั้งนี้เพราะผู้เรียนแต่ละคนต้องมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เช่น ร่วมในการอภิปราย และจะต้องได้รับการทดสอบอย่างน้อยหนึ่งครั้ง งานหรือกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องทำประกอบด้วยการอ่านหนังสือเรียนและหนังสืออ้างอิง การฟังบทเรียนจากแผ่นเสียงหรือเทปบันทึกเสียง การชมภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ การทัศนศึกษานอกโรงเรียน การเรียนจากชุดการเรียนหรือสื่อประสม การทำงานสำรวจหรือสัมภาษณ์ การเขียนรายงานและการพัฒนาการพูด

5. Audio Tutorial Instruction:ATI

เป็นการสอนโดยใช้อุปกรณ์โสตที่พัฒนาโดย Dr.Postlethwaith แห่งมหาวิทยาลัย Purdue สำหรับสอนวิชาพฤกษศาสตร์แก่นิสิตชั้นปีที่ 1 โดยในตอนแรกผู้สอนได้ทำเทปบันทึกเสียงคำบรรยายทุกอาทิตย์ เพื่อผู้เรียนจะได้นำไปทบทวนตามเวลาที่สะดวก ต่อมาได้มีการพัฒนาขึ้นโดยมีการบันทึกเสียงส่วนอื่นๆ ของการเรียนการสอน เช่น คำอภิปราย แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เพื่อที่ผู้เรียนจะได้นำไปใช้เรียนได้ตามความสะดวกและตามความสามารถของตน การสอนแบบนี้ปรากฏว่าประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีเพราะผู้เรียนเรียนได้ดีขึ้นและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ใช้ในการเรียนก็ลดลงด้วย

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer – Assisted Instruction:CAI)

การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการศึกษารายบุคคล กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในวงการศึกษา ทั้งนี้เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์มีหน่วยความจำที่สามารถแสดงข้อมูลได้ทั้งตัวเลข ตัวอักษร ปรากฏเป็นภาพและเสียง ตลอดจนการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนและตามความเร็วในการรับรู้ รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งได้ดังนี้

6.1 การสอน (Tutorial Instruction) เป็นการสอนโดยให้ผู้เรียนฝึกทักษะในการอ่าน เขียน คำนวณ กับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งผู้สอนได้ใส่โปรแกรมบทเรียนในแต่ละเนื้อหาไว้ แล้วให้ตอบคำถามตามเนื้อหานั้น

6.2 การฝึกทักษะต่างๆ (Drills and Practice) ตามปกติแล้วในการเรียนการสอนนั้น ผู้เรียนจะมีทักษะในด้านต่างๆ ได้ด้วยการได้รับการฝึกจากแบบฝึกหัดที่ดีและเหมาะสม แต่เนื่องจาก

ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกันทั้งในด้านความสามารถและความเร็วในการเรียนรู้ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการฝึกทักษะ เช่น การแก้ปัญหา หรือการฝึกฝนต่างๆ ด้วยตนเองแต่ละคนจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความชำนาญมากยิ่งขึ้น

6.3 เกมและสถานการณ์จำลอง (Games and Simulation) เพื่อเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถใช้ความคล่องแคล่วว่องไวเพื่อฝึกความเร็ว การตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ตลอดจนการใช้ความรู้ความชำนาญที่เรียนมาขึ้นเพื่อการแก้ปัญหาต่างๆ ในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

6.4 การสอนผู้เรียนกลุ่มพิเศษ (Instruction of Special Students) ผู้เรียนกลุ่มพิเศษหมายถึง ผู้ที่มีความพิการหรือมีปัญหาด้านเฉพาะตัว เช่น ตาบอด หูหนวก ฯลฯ ทำให้ไม่สามารถเรียนร่วมกับผู้เรียนปกติได้ จึงต้องมีการสร้างโปรแกรมพิเศษให้บุคคลเหล่านี้ได้เรียนและฝึกทักษะกับเครื่องคอมพิวเตอร์

7. แผนการเรียนแบบอิสระ (Independent Study Plans)

อาจกล่าวได้ว่าเป็นการศึกษารายบุคคลที่สมบูรณ์แบบที่สุด ให้ประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียนแต่ละคนมากที่สุด เป็นการที่ผู้เรียนและผู้สอนจะต้องตกลงกันในเรื่องของวัตถุประสงค์ของการเรียน แล้วผู้เรียนจึงไปศึกษาค้นคว้าให้บรรลุตามจุดประสงค์และจุดมุ่งหมายของการเรียนนั้นด้วยตนเอง การเรียนแบบนี้มักจะใช้กับผู้เรียนในระดับชั้นสูงๆ เนื่องจากมีอายุมากพอควรที่สามารถรับผิดชอบในการเรียนของตนเองได้ดีกว่าผู้เรียนในชั้นต้นๆ ซึ่งยังมีอายุน้อย การเรียนนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การเรียนที่มีแบบแผนรัดกุม โดยมีการกำหนดขั้นตอนการเรียนไว้อย่างแน่ชัดเพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปตามขั้นตอนเหล่านั้นเร็วหรือช้าตามความต้องการของผู้เรียน และการเรียนที่มีแบบแผนค่อนข้างหละหลวม เป็นการกำหนดการเรียนแต่เพียงกว้างๆ โดยที่ผู้เรียนสามารถกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการเรียน และการก้าวไปของตนเองอย่างเสรี

การจัดการเรียนแบบอิสระนี้ ผู้สอนอาจจะใช้ควบคุมกับการสอนแบบอื่น หรือจะจัดให้เป็นแบบอิสระล้วนๆ ก็ได้ ผู้เรียนอาจจะยึดประมวลการสอนเป็นหลักหรือไม่ยึดก็ได้แต่ต้องมีผู้สอนเป็นผู้คอยแนะนำให้คำปรึกษา ผู้เรียนอาจจะไม่ต้องเข้าชั้นเรียนแต่จะต้องศึกษาด้วยตนเองจากสื่อประสม เช่น เทปบันทึกเสียง สไลด์ บทเรียนแบบโปรแกรม ฯลฯ เพื่อให้การศึกษาบทรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ นอกจากนี้อาจมีการสำรวจ วิจัย ค้นคว้า และทำงานนอกสถานที่ประกอบด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล มีดังนี้

อุบล แสงทอง (2531:61) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้และการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการเรียนเพื่อรู้และการเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มไม่แตกต่างกัน

บงกชพันธุ์ ทองงาม (2533:บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม โดยใช้นักเรียนจำนวน 32 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 16 คน กลุ่มที่ 1 เรียนรายบุคคล กลุ่มที่ 2 เรียนเป็นกลุ่ม พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก เป็นกลุ่มสูงกว่านักเรียนที่เรียนเป็นรายบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังจากเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโกที่เรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

แสนฤทธิ์ ชื่นกตัญญู (2545:บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียน วิดีทัศน์ ด้วยตนเอง เรื่อง เทคนิคการถ่ายทำโทรทัศน์สำหรับงานข่าว ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 45 คน ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนวีดิทัศน์ด้วยตนเอง เรื่องเทคนิคการถ่ายทำโทรทัศน์สำหรับงานข่าว มีประสิทธิภาพ 94.98/94.36 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

สรุปการเรียนการสอนรายบุคคลเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามศักยภาพของตน และเรียนรู้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล มุ่งสอนผู้เรียนตามความแตกต่างโดยคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ ความพร้อมและความถนัด การศึกษารายบุคคล หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การศึกษาตามเอกัตภาพ หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นถึงลักษณะความแตกต่างกันของผู้เรียน ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลเพิ่มมากขึ้นเพราะคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการนำเสนอรูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว หรือการสร้างสถานการณ์จำลอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ดังที่พบได้จากการเรียนการสอนรายบุคคลแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื้อหาวิชาอุปกรณ์ประกอบอาคาร II เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตยกรรม

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

ความหมายของเสียง

ตามหลักการของวิชาฟิสิกส์ เสียงเป็นคลื่น (Wave) ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับแสงสามารถทำให้เกิดสั่นไหวได้ คือ หูที่อยู่ในสภาพปกติได้ยินได้ ส่วนแสงนั้นเรารู้สึกรับด้วยตา คลื่นเสียงเป็นคลื่นที่เกิดจากการสั่นสะเทือนในอากาศและวัตถุอย่างอื่น การสั่นสะเทือนนี้ทำให้โมเลกุลของตัวกลางเกิดการสั่นไปด้วย อันเป็นผลทำให้เสียงแผ่ไปได้ในตัวกลางนั้น ทิศทางการสั่นของโมเลกุล ของตัวกลางเกิดการสั่นไปด้วย อันเป็นผลทำให้เสียงแผ่ไปได้ในตัวกลางนั้น ทิศทางการสั่นของโมเลกุลของตัวกลางจะขนานกับทิศทางการแผ่ของเสียง อันเป็นสมบัติของคลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยตัวกลางในการแผ่ เมื่อมีการถ่ายทอดคลื่นตัวกลางนี้จะต้องมีการยืดหยุ่น (Elasticity) ของโมเลกุลของวัตถุ ซึ่งตัวกลาง (Medium) ที่กล่าวถึงนี้จะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซได้ แต่ในสุญญากาศเสียงจะผ่านไม่ได้เลย คลื่นเสียงจัดว่าเป็นเชิงคลื่นกล (Mechanical Wave) ชนิดหนึ่งต่างจากแสง ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็ก (Magnetic Wave) จึงไม่จำเป็นต้องมีตัวกลาง แสงสามารถส่องผ่านสุญญากาศได้

การเกิดคลื่นเสียงในอากาศ อันเกิดจากการสั่นของต้นกำเนิดของเสียงนั้น ทำให้โมเลกุลในอากาศเกิดการเคลื่อนที่ เรียกว่า Wave Motion หรือการเคลื่อนไหวของคลื่นใน 2 ลักษณะ คือ ในลักษณะที่เป็นช่วงอัด หรืออากาศมีการกดตัว (Compression) และลักษณะที่ 2 คือ ช่วงขยาย (Rarefaction) ลักษณะทั้งสองนี้เกิดเป็นคลื่นขึ้นแผ่ออกไปรอบๆ คล้ายกับการโยนก้อนหินลงไปในบ่อน้ำ จะเห็นคลื่นของน้ำแผ่ออกไปโดยรอบด้าน ถ้าหินก้อนเล็กคลื่นของน้ำก็จะเล็ก และหายไปอย่างรวดเร็ว หากเป็นหินก้อนใหญ่เมื่อโยนลงไป คลื่นที่เกิดขึ้นในน้ำก็จะใหญ่มากและค่อยๆ หดไปอย่างช้าๆ เช่นเดียวกันกับการเกิดคลื่นของเสียง ถ้าเป็นเสียงค่อยคลื่นเสียงจะเล็กและเจือบหายไปอย่างรวดเร็ว ถ้าเป็นเสียงดังคลื่นเสียงจะใหญ่และค่อยๆ หายไปอย่างช้าๆ ลักษณะที่กล่าวนี้เป็นปรากฏการณ์ของสิ่งที่เราเรียกว่า แอมพลิจูด (Amplitude)

นักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองโดยเอาขวดแก้วครอบกระดิ่งไฟฟ้า แล้วสูบลมในขวดแก้ว ออกให้หมดจนเป็นสุญญากาศ เมื่อสูบลมออกเสียงจะเบาลงๆ จนเมื่อไม่มีอากาศในขวดแก้วแล้ว เราจะไม่ได้ยินเสียงกระดิ่งดังอีกเลย แสดงว่าการเคลื่อนที่ของเสียงต้องอาศัยตัวกลาง

คุณลักษณะของเสียง

1. แอมพลิจูด (Amplitude)

การสั่นคลื่อนั้นเกิดติดต่อกันไปเหมือนดังเช่น คลื่นของน้ำ เมื่อโยนก้อนหินขนาดใหญ่ลงไป ทำให้เกิดการอัด (Compressions) และการขยาย (Rarefaction) ช่างของคลื่นขึ้นลงเราเรียกว่าแอมพลิจูด (Amplitude) แอมพลิจูดหมายถึงระยะการกระจัด (Displacement) ที่มีค่ามากที่สุดจากแนวสมดุลไปยังสันคลื่นหรือท้องคลื่น อธิบายง่ายๆ คือ แอมพลิจูดเป็นตัวแสดงกับพลังงานของคลื่นนั่นเอง ถ้าแอมพลิจูดพุ่งขึ้นสูง แสดงว่าพลังงานของคลื่นมีค่ามาก แต่ถ้าแอมพลิจูดต่ำ พลังงานของคลื่นจะมีค่าน้อย เพราะฉะนั้นสรุปได้ว่า แอมพลิจูดของคลื่นเสียงแสดงถึงความดังค่อยของเสียง ส่วนความยาวของคลื่น (Wavelength) นั้น คือระยะทางที่เสียงเดินทางไปได้ในช่วงเวลาที่ตัวกลางครบ 1 รอบ โดยทั่วไปใช้สัญลักษณ์ λ (Lambda) แทนความยาวคลื่น

2. ความถี่ (FREQUENCY)

จากแอมพลิจูดเรารู้จักถึงความถี่ (Frequency) ความถี่คือการสะท้อนกลับไปกลับมาของคลื่นจากต้นกำเนิดของเสียง ผ่านตัวกลางใน 1 วินาที การสั่นสะเทือนของคลื่นความถี่ (Frequency of Vibration) เป็นปรากฏการณ์ทางกายภาพ (Physical Phenomenon) สามารถใช้เครื่องมือวัดได้ และมีความเกี่ยวข้องกับความดัง (Pitch) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางจิตวิทยา (Psychological Phenomenon) ความถี่จะวัดเป็นหน่วยของไซเคิลต่อวินาที (Cps) หรือเรียกสั้นๆ ว่าไซเคิล (Cycles) ซึ่งมีสัญลักษณ์ ~ เรากำหนดเครื่องดนตรีที่เป็นสายให้มีความถี่โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 256 ไซเคิล (เสียงเปียโน มิเดอร์ ซี) อันเป็นตัวเลขที่ได้จากการทดลองในห้องทดลองเสียง เราจะใช้ตัวเลขนี้เป็นมาตรฐานในการคำนวณต่อไป

ความถี่ของเสียงคิดเป็นจำนวนรอบหรือไซเคิลต่อวินาที สำหรับหูของคนนั้นมีความไวมากที่สุดต่อเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 2,000 ถึง 4,000 ไซเคิลต่อวินาที (ปัจจุบันใช้เรียกเฮิรตซ์ Hertz แทน)

3. ความเร็วของเสียง (SPEED OF SOUND)

ถ้าเสียงสามารถเดินทางได้เร็วเท่าๆ กับแสง ซึ่งเดินทางไปถึง 186,000 ไมล์ ต่อวินาที ปัญหาเรื่องการรับฟังเสียงที่ดีในหอประชุมใหญ่ หรือโรงละครก็จะไม่เกิดขึ้น แต่การเดินทางของคลื่นเสียงแต่ละตัวช้ามาก ทำให้เกิดปัญหาตามมาในเรื่องของการได้ยิน ในอุณหภูมิกปกติของห้องทั่วๆ ไป เสียงจะเดินทางได้เร็วเพียงแค่ว่า 1,130 ฟุตต่อวินาทีเท่านั้น และสิ่งที่เกิดขึ้นก็คือการเกิดการสะท้อนของเสียงหรือ Echoes นั่นเอง ตัวอย่างเช่นเมื่อเสียงวิ่งออกจากต้นกำเนิดของเสียง คลื่นเสียงเกิดเป็น 2 ลักษณะ คือ คลื่นเสียงที่วิ่งตรงเข้าสู่ผู้ฟัง กับคลื่นเสียงที่วิ่งกระจายออกจากต้นกำเนิดของเสียงไปสัมผัสกับวัตถุอื่นๆ

ของห้อง เช่น ผนัง เพดาน พื้น หรือเครื่องเรือน แล้วจึงสะท้อนกลับเข้าหูผู้ฟังอีกทีหนึ่ง คลื่นเสียงลักษณะที่ 2 นี้ คือตัวปัญหา ถ้าคลื่นนี้วิ่งเข้าสู่หูเราช้ากว่าคลื่นเสียงประเภทแรกเพียง 0.058 วินาที ก็เกิดเสียงก้อง หรือเสียงสะท้อนให้รำคาญหูขึ้น การรับฟังเสียงจึงไม่สู้ดีนัก อาจเกิดความสับสนในเสียงที่ได้ยินได้ เพราะฉะนั้น ความเร็วของเสียงจึงมีความสำคัญมากต่อการรับฟังที่ดี

อย่างไรก็ตาม ความเร็วของเสียงไม่ได้ขึ้นอยู่กับความถี่ หรือความเข้ม (Intensity) หรือความดันของอากาศแต่ประการใด หากแต่ขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศ ที่อุณหภูมิปกติของห้องเราคิดความเร็วของอากาศ 1130 ฟุต/วินาที (331 เมตร/วินาที) ถ้าหากอุณหภูมิในอากาศสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮด์ ความเร็วของเสียงจะเพิ่มขึ้น 1.1 ฟุต ต่อวินาที หรืออุณหภูมิในอากาศสูงขึ้น 1 องศาเซนติเกรด ความเร็วของเสียงจะเพิ่มขึ้น 61 เซนติเมตร

ในวัตถุอย่างอื่นนอกจากในอากาศแท้ๆ ความเร็วของเสียงผ่านตัวกลางจะไม่เท่ากัน ดังเช่น

ความเร็วของเสียงใน ก๊าซไฮโดรเจน	ประมาณ	420 ฟุต / วินาที
ความเร็วของเสียงใน น้ำ	ประมาณ	4,800 ฟุต / วินาที
ความเร็วของเสียงใน หิน	ประมาณ	1,200 ฟุต / วินาที
ความเร็วของเสียงใน ไม้	ประมาณ	1,300 ฟุต / วินาที
ความเร็วของเสียงใน แก้ว	ประมาณ	16,400 ฟุต / วินาที
ความเร็วของเสียงใน เหล็ก	ประมาณ	16,900 ฟุต / วินาที

เมื่อมีความยาวคลื่น (Wavelength) ความถี่ (Frequency) และความเร็วของเสียง (Speed หรือ Velocity of Sound) แล้ว เราสามารถเขียนเป็นสมการดังนี้

$$v = \lambda f$$

(Velocity คือความเร็วของเสียง (Speed) ที่มีทิศทางแน่นอน)

คลื่นที่วิ่งครบ 1 รอบ ไซเคิลใน 1 วินาที เรียกว่าความยาวคลื่น Wavelength ภาษากรีก เรียก ลัมบดา (Lambda)

4. ความเข้มของเสียง

เสียงมีคุณสมบัติหรือลักษณะ (Characteristics) ที่สำคัญอยู่ 3 ประการคือ

1. ความเข้มของเสียง (Intensity)
2. เสียงสูงต่ำ (Pitch)
3. คุณภาพของเสียง (Tone Quality)

คลื่นเสียงอันเกิดจากเครื่องดนตรี จะมีพลังงานของเสียงมาก และมากกว่าเสียงของมนุษย์ เสียงที่มีความดังมาก เป็นเสียงที่มีพลังงานมาก เรียกว่าเสียงมีความถี่เข้มมาก สังเกตได้จากความถี่ของเสียงตามหลักกระทรวงวิทยาศาสตร์ การวัดความดังโดยอาศัยการวัดพลังงานต่อปริมาตรของอากาศ (หรือ วัตถุอย่างอื่นๆ) ที่เสียงนั้นผ่านไปหรืออีกนัยหนึ่งคลื่นเสียงเป็นพลังงานที่ผ่านเข้าไปในสสาร พลังงานนี้มีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) เหมือนเช่นไฟฟ้า แต่วัตต์ในวิชาเสียงจะมากเกินไป จึงมักจะใช้เศษหนึ่งส่วนล้านของวัตต์ $1/100,000 \times 1 \times 10^{-6}$ หรือไมโครวัตต์ (Micro-Watt) เป็นเกณฑ์ 1 ไมโครวัตต์ จึงมีค่าเป็น 10^{-6} จุนต่อ 1 วินาที หรือ 10 เฮิร์ตต่อวินาที

ความเข้มของเสียงตามหลักวิชาฟิสิกส์อาจกล่าวได้ว่าเป็นพลังงานต่อวินาทีหรือกำลัง (คิดเป็นไมโครวัตต์) ที่ผ่านเข้ามาในเนื้อที่ตั้งฉาก 1 ตารางเซนติเมตร โดยทั่วไปจะมีหน่วยวัดเป็นวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (Watt/Cm^2) สามารถเขียนสมการของความเข้มของเสียงได้ว่า

$$I = P/\Delta$$

โดย I เป็นความเข้มของเสียง (Intensity)
P เป็นกำลังของเสียง และ (Power)
 Δ เป็นพื้นที่ที่เสียงนั้นแผ่ผ่านไป (Area)

แหล่งกำเนิดเสียงโดยทั่วไปแผ่เสียงออกมาเป็นรูปทรงกลม เพราะฉะนั้น “ Δ ” หรือ Area มีค่าเป็น $4\pi r^2$ ส่วน P เมื่อมีค่าของพลังงานต่อเวลาจะเป็น “E” (พลังงาน Energy) เวลาคือ “t” จะได้สูตรเป็น

$$I = E/4\pi r^2 t$$

วัตต์/ตารางเมตร

หากต้องการเปรียบเทียบกำลังของเสียง เราสามารถยกตัวอย่างให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้ว กำลังของเสียงของผู้พูดในห้องประชุมใหญ่จะมีความแรงหรือพลังงานประมาณ 25 ถึง 50 ไมโครวัตต์ ถ้าต้องการให้มีกำลังเท่ากับ 1 แรงแม่ จะต้องใช้ผู้พูดถึง 15 ล้านคนที่เดียว เพราะฉะนั้นในทางกลับกัน หากใส่เครื่องขยายเสียงและมีลำโพงที่มีกำลัง 50 ไมโครวัตต์ เราจะได้ยินเสียงทั้งห้องประชุมใหญ่

การวัดระดับความเข้มของเสียง จะมีค่าเป็นเบล (Bell) แต่เพื่อความสะดวกในการใช้วัด จึงได้มีการเปลี่ยนจากเบลเป็นเดซิเบล (Decibel) จึงมีค่า 1 เบลเท่ากับ 10 เดซิเบล เขียนตัวย่อเป็น dB ขอให้สังเกตตัวอักษร “บี” เป็นตัวใหญ่เพื่อเป็นเกียรติแก่อเล็กซานเดอร์ กราแฮมเบล (Alexander Graham Bell) ผู้ประดิษฐ์โทรศัพท์ขึ้นเป็นคนแรกของโลก

ระดับความเข้มของเสียงที่น้อยที่สุดที่ประสาทหูของคนเราจะรับรู้ได้จะมีค่าเป็น 0 เดซิเบล และระดับความเข้มมากที่สุดที่หูของคนจะรับฟังได้ โดยไม่เป็นอันตรายมีค่าเป็น 120 เดซิเบล เดซิเบล นี้เป็นหน่วยวัดปริมาณของอัตราส่วนของพลังงาน 2 ชนิด คือ ความเข้มของเสียง กับความดันของเสียง (Sound pressure) อุปกรณ์ที่ใช้วัดเรียกว่า เครื่องวัดความเข้มของเสียง (Sound level meter) มีหน่วยเป็นเบลหรือเดซิเบลหรือวัดต่อวินาที อุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วยไมโครโฟน และอุปกรณ์อื่นที่อาจจะวัดความเข้มของเสียงได้โดยตรง โดยทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าค่าของความเข้มของเสียงเท่ากับ 10 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ห้องที่มีอุณหภูมิปกติจะมีค่ามาตรฐานเป็น 10^{-16} วัตต์ต่อตารางเซนติเมตรและมีความดันของเสียง 0.0002 ไดน์ (Dyne) ต่อตารางเซนติเมตร

และจากปรากฏการณ์ลักษณะของเสียง เมื่อเสียงออกจากต้นกำเนิดเสียง (Source) ความเข้มของเสียงจะค่อยๆ ลดระดับลงไปเรื่อยๆ ถ้าความยาวหรือความห่างจากต้นเสียง 2 เท่า ความเข้มของเสียงก็จะเหลือเพียงหนึ่งในสี่เท่านั้น การคำนวณความเข้มของเสียงที่เปลี่ยนไปตามระยะห่างนี้เรียกว่า สูตรผกผัน (Inverse square law)

5. ทิศทางของต้นกำเนิดของเสียง (Directionality)

ทิศทางของต้นกำเนิดของเสียง เป็นลักษณะของเสียงที่มีความสำคัญมากต่อการได้ยินที่ดี รวมทั้งการเพิ่มพลังการได้ยินของเสียงด้วยลำโพงและเครื่องขยายเสียง (Sound-amplification systems) ต้นกำเนิดของเสียงจะมีคุณสมบัติดังนี้ คือ

1. เมื่อคลื่นเสียง มีขนาดใหญ่ พลังงานที่เกิดขึ้นจะกระจายออกมาอย่างสม่ำเสมอทั่วทุกทิศ
2. เมื่อคลื่นเสียงเล็กการกระจายจะไม่เกิดขึ้นทั่วทุกทิศ หากจะเกิดเป็นลำเสียงแคบๆ (Narrow Beam) หากความถี่ยิ่งสูงเพียงใด ลำเสียงก็จะยิ่งแคบและแหลมยิ่งขึ้น

ด้วยเหตุนี้ ผู้ฟังในหอประชุมใหญ่จะได้ยินเสียงที่ออกมาจากลำโพงของเครื่องขยายเสียงที่มีความถี่ต่ำได้ทั่วถึงกันหมด ส่วนผู้ที่ไม่ได้อยู่ในบริเวณด้านหน้าของลำโพงจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงลดน้อยลงไป

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

เนื่องจากเสียงเป็นคลื่น เช่นเดียวกับคลื่นแสง และคลื่นน้ำ เสียงจึงมีคุณสมบัติของคลื่นครบทุกประการ นั่นคือ

1. การสะท้อนของเสียง (Reflection of sound)
2. การสอดแทรกของเสียง (Interference of sound)
3. การหักเหหรือการเลี้ยวหักมุมของเสียง (Diffraction of sound)
4. การกระจายของเสียง (Scattering of sound)
5. การดูดกลืนของเสียง (Absorption of sound)

คุณสมบัติสำคัญที่สถาปนิกต้องเข้ามาเกี่ยวข้องมากที่สุดในการออกแบบห้องที่ดีสำหรับการรับฟัง คือ เรื่องของการสะท้อนของเสียง และการดูดกลืนของเสียง

1. การสะท้อนของเสียง (Reflection of Sound)

เมื่อเรายืนอยู่ในระหว่างหุบเขาและเปล่งเสียงตะโกนออกมา ในเวลาอีกไม่นานเราก็จะได้ยินเสียงอูโม่ (Echo) ซึ่งเป็นเสียงของเราเองที่สะท้อนกลับมาหาตัวเรา ถ้าในหุบเขามีภูเขาดังอยู่หลายๆ ลูก เสียงอูโม่จะเกิดขึ้นหลายๆ ครั้ง นี่คือการปรากฏการณ์ในลักษณะของการสะท้อนของเสียง

ตามปกติเมื่อเสียงกระทบกับกำแพงที่มีผิวแข็งๆ ส่วนหนึ่งของเสียงจะสะท้อนกลับ แต่เสียงอีกส่วนหนึ่งจะแทรกซึมเข้าไปในกำแพง ส่วนที่แทรกเข้าไป (Transmit) นี้ อาจเปลี่ยนสภาพกลายเป็นความร้อน และยังมีส่วนหนึ่งที่จะทะลุออกอีกด้านหนึ่งของกำแพงไปได้ ลักษณะของการแทรกซึมผ่านไปนี้เราเรียกว่า Transmittance

ถ้าหากว่ากำแพงเหล่านั้น ประกอบขึ้นด้วยไม้อัดบางๆ หรือเป็นหน้าต่างบานกระจก เมื่อถูกเสียงมากระทบเข้า กำแพงก็จะสั่นสะเทือน ซึ่งจะส่งพลังงานเสียงออกไปอีกต่อหนึ่ง ฉะนั้น กำแพงที่แข็งและไม่สั่นสะเทือนจะเป็นตัวกั้นเสียง (Barrier) ที่ดีที่จะไม่ให้เสียงผ่านไปได้โดยการสั่น ในขณะที่กำแพงไม้อัดบางๆ หรือหน้าต่างบานกระจกเสียงจะผ่านไปได้โดยสะดวก อันเกิดจากการสั่นสะเทือนของวัตถุที่มีรูพรุน (porous materials) ทั้งหมด สามารถดูดกลืนเสียงได้มาก ถ้านำวัตถุที่มีรูพรุนเหล่านี้มาประกบเข้ากับกำแพงแข็งเข้าด้วยกัน ก็จะเป็น ฉนวนกันเสียง (Insulation) ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเป็นฉนวนกันความร้อนได้ด้วย

เสียงมีคุณสมบัติคล้ายแสงที่สามารถสะท้อนได้เช่นเดียวกัน การสะท้อนของเสียงขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียง (Frequency) และมุมที่เสียงตกกระทบ ความยาวคลื่นของเสียงมีค่ามากกว่าของแสงมาก (แสงที่เราสามารถเห็นได้ มีความยาวคลื่นระหว่าง 0.000015 ถึง 0.00000 นิ้ว แต่เสียงที่เรา

ได้ยินมีความยาวคลื่นประมาณ 0.06 ฟุตถึง 60 ฟุต) ฉะนั้นวัตถุที่เสียงกระทบจะต้องมีขนาดใหญ่พอสมควร

กฎของการสะท้อนของเสียงมี 2 ประการ คือ

1. มุมตกกระทบ (Angle of incidence) จะมีค่าเท่ากับมุมสะท้อน (Angle of reflection)
2. รังสีตกกระทบ เส้นปกติและรังสีสะท้อนย่อมอยู่ในระนาบเดียวกัน เสียงที่ลักษณะของการสะท้อนเช่นเดียวกับแสง

2. การสอดแทรกของคลื่นเสียง (Interference of sound)

คลื่นของเสียงหลายๆ คลื่นอาจรวมกันมีแอมพลิจูด (Amplitude) มากขึ้นกว่าเดิม และเสียงก็ดังมากขึ้น หรือเสียงที่มีเฟส (phase) ต่างกัน อาจหักลบกลบกันได้ ทำให้เสียงหายไปได้ด้วย โดยเฉพาะเมื่อเสียงมีความถี่เท่ากัน แต่ออกไปจากต้นเสียงที่ระยะห่างกัน $\frac{1}{2}$ ของความยาวคลื่น ในกรณีเช่นนี้ ผลที่ได้แทนที่จะทำให้เกิดเสียงดังขึ้นกลับจะทำให้ไม่ได้ยินเลย

3. การหักเหหรือการหักเหเลี้ยวมุมของเสียง (Diffraction of Sound)

โดยปกติแสงเดินทางเป็นเส้นตรง ซึ่งเราเรียกว่า Geometrical Optics เสียงก็เช่นเดียวกัน คลื่นเสียงจะเดินทางเป็นเส้นตรง เราเรียกว่า Geometrical Acoustics ทั้งแสงและเสียงต่างเป็นคลื่น จึงมีลักษณะเช่นเดียวกัน คือ มีการสอดแทรก (Interference) และมีการหักเห (Diffract) ผ่านช่องเล็กๆ และเลี้ยวมุมได้ เนื่องจากเสียงมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.06 ฟุต ถึง 60 ฟุต เสียงที่มีความถี่สูงอาจผ่านขอบหรือช่องไปได้โดยง่าย ไม่มีการเลี้ยวมุม หรือเลี้ยวเพียงเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นเสียงความถี่ต่ำหรือเสียงที่มีความยาวคลื่นมากๆ ผ่านขอบหรือผ่านช่องขนาดเดียวกัน ก็อาจจะเลี้ยวมุมไปได้มากกว่า

4. การกระจายของเสียง (Scattering of Sound)

ถ้าเสียงตกลงบนพื้นขรุขระ เสียงจะสะท้อนกระจัดกระจายออกไปทุกๆ ทาง (เช่นเดียวกับคลื่นแสง) ถ้าเสียงมาถูกขอบหรือพื้นที่ยขรุขระก็จะมีทั้งการสะท้อนและการกระจัดกระจาย มีการเลี้ยวมุมในลักษณะต่างๆ กัน หากแผงที่มีพื้นหน้าขรุขระหรือมีร่องมากก็สามารถทำให้เสียงกระจัดกระจายออกไปได้มากที่สุด หากมีรูพรุน (Porous) ด้วยก็จะยังสามารถดูดคลื่นเสียงในเวลาเดียวกันได้ดีด้วย

5. การดูดกลืนของเสียง (Absorption of Sound)

อัตราที่เสียงถูกดูดกลืนในห้อง เช่น ห้องประชุม หรือมีโรงภาพยนตร์หรือโรงละคร เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้มีเสียงรบกวน (Noise) หรือเสียงที่ไม่พึงปรารถนาลดน้อยลง ทั้งจะสามารถควบคุมการสะท้อนกลับป้อนกลับมา (Reverberation) ของเสียงได้ดีด้วย วัสดุที่ผลิตขึ้นเพื่อประโยชน์ในการนี้เรียกว่าวัสดุดูดกลืนเสียง (Acoustical Materials) ซึ่งอาจจะเป็นจำพวกไม้อัด หรือวัสดุอย่างอื่นก็ได้ โดยเฉพาะที่มีผิวหยาบหรือรูพรุน ถ้าใช้วัสดุเหล่านี้และวางในตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว ทุกๆ คนในโรงภาพยนตร์หรือโรงละครย่อมจะได้ยินเสียงชัดเจนและไพเราะทั่วถึงกันหมด ไม่ว่าจะนั่งอยู่ที่จุดใดของห้องก็ตาม ตัวอย่างเช่น มุมของที่อาจะจะเป็นมุมอับของเสียง สถาปนิกอาจติดตั้งวัสดุดูดกลืนเสียงหรือเพดานที่มีการสะท้อนเสียงจากมุมอื่นมาช่วยเสริมเสียงตรงมุมอับก็ได้ หรือในส่วนที่มีเสียงสะท้อนมากๆ จนฟังไม่รู้เรื่อง อาจแก้ไขโดยการบุวัสดุดูดซับเสียงหรือวัสดุดูดกลืนเสียง ในบริเวณนั้นๆ เพราะฉะนั้นการออกแบบห้องและการบุวัสดุในแต่ละส่วนของห้องไม่จำเป็นจะต้องบุวัสดุกันเสียงทั่วทั้งห้อง อย่างไรก็ตามการตกแต่งห้องให้สวยงาม ฟังเสียงได้ชัดเจนย่อมต้องคำนึงถึงวัสดุที่นำมาใช้ว่าปลอดภัย คงทน และทนไฟหรือไม่ มิฉะนั้นก็ก่อให้เกิดปัญหาอย่างอื่นตามมากับวัสดุที่ใช้ เช่น ไฟไหม้ มอดปลวกกิน หรือดูดน้ำดูดความชื้น ทำให้ขึ้นรา ฯลฯ

ตามปกติเสียงถูกดูดกลืนโดยถูกกระทำให้กลายเป็นพลังงานอย่างอื่น แล้วสุดท้ายกลายเป็นพลังงานความร้อน แต่พลังงานความร้อนเกิดขึ้นน้อยมากจนแทบจะไม่กระทบกระเทือนกับประสิทธิภาพของการดูดซับเสียงของวัสดุกั้นเสียง เช่น วัสดุที่มีรูพรุนแต่อย่างไร ตัวอย่างเช่น อาจารย์ปาฐกถาอยู่ 1 ชั่วโมง พลังงานเสียงที่แปลงออกเป็นพลังงานความร้อนทั้งชั่วโมง สามารถนำไปต้มน้ำชาถ้วยเล็กๆ ได้เพียงถ้วยเดียว

วัสดุต่างๆ ที่ดูดกลืนเสียงถ้ามีความหนาที่ถูกต้องก็อาจดูดกลืนเสียงได้ถึง 95 % หรือเรียกว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนเสียง (Absorption Coefficient) 0.95 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ 100 % มีค่าการดูดกลืน เท่ากับ 1 ถ้า 70 % มีค่าเท่ากับ 0.7 วัสดุที่จะเป็นวัสดุกั้นเสียงจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์มากกว่า 0.3 หรือ 30 % ขึ้นไป ถ้าน้อยกว่านั้นไม่สามารถนำมาเป็นวัสดุกั้นเสียงได้ สัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนเสียงนั้น สัญลักษณ์กรีกเรียกแอลฟา α คือความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุนั้นๆ ในความถี่ที่กำหนดให้ เช่น คลื่นเสียงกระทบวัสดุประเภทหนึ่ง เกิดการสะท้อนกลับ 45 % และถูกดูดกลืนเข้าไปในวัสดุนั้นถึง 55 % ค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนเข้าไปในวัสดุนั้นถึง 55 % ค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนเสียงจะเท่ากับ 0.55 (ไม่มีหน่วยวัด) ถ้าเราตะโกนในอากาศ อากาศดูดกลืนเสียงไป 1 หมายความว่าอากาศดูดเสียงเราไป 100 % เพราะไม่มีเสียงสะท้อนกลับ แต่ถ้าเราตะโกนใส่ผนังที่บุด้วยกระดาษชานอ้อย เมื่อวัดการดูดซับเสียงเป็นสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.7 หมายความว่าผนังกระดาษ

ชานอ้อยดูดกลืนเสียงเราไป 70 % วัสดุที่ดูดซับเสียงได้ดีนั้นต้องมีความหนาแน่นน้อย (Low Density) ถ้ามีความหนาแน่นมาก เช่น ผนังก่ออิฐดูดซับเสียงจะน้อย

อีกประการหนึ่งเป็นเรื่องของความถี่ ถ้าความถี่สูง วัสดุจะดูดซับเสียงได้มากกว่าความถี่ต่ำ โดยเฉพาะวัสดุประเภทที่มีรูพรุน (Porous material) แต่ในทางกลับกันถ้าเป็นผนังจำพวกไม้อัดหรือผนังกันห้อง (Panel vibration) การดูดซับเสียงจะน้อยสำหรับความถี่สูง แต่จะดูดกลืนเสียงที่มีความถี่ต่ำได้มากกว่า การดูดซับเสียงของวัสดุสองประเภทนี้ นำใช้ประโยชน์ในการออกแบบห้องได้

วัสดุกั้นเสียงหรือ Acoustical Materials ที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดแบ่งออกได้ เป็น 3 ประเภท คือ

1. Prefabricate Units อันได้แก่พวก acoustical tile, celoten วัสดุที่ทำเป็นรู และมีวัสดุเก็บเสียงอยู่ด้านหลัง
2. Acoustical Plaster and Sprayed-on-Materials เป็นจำพวกพลาสติก และวัสดุที่มีรูพรุน เช่น พวกไฟเบอร์ต่างๆ ที่ฉาบหรือพ่นใส่ผนังหรือฝ้าเพดาน เช่น พ่นสีกหลาดใส่ผนัง พ่นสีระเบิดหรือพวกศิลาแลงมาบดแล้วผสมกาวฉาบผนัง ฯลฯ
3. Acoustical Blanket วัสดุจำพวกขนสัตว์ เช่น mineral wool, wood wool, glass fiber, kapok batts, hair felt รวมไปถึงฝืนของผ้ามาน ไยกากมะพร้าว และอื่นๆ

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

การออกแบบห้องต่างๆ การสะท้อนเสียงและการใช้วัสดุกั้นเสียงมีความสำคัญอย่างมากต่อผู้ใช้ เพราะหากเป็นเสียงก้องจะสร้างความไม่สบายและรำคาญให้แก่ผู้ที่อยู่ในห้องเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งมีผลต่อการทำงานของพนักงาน เพราะฉะนั้นการออกแบบห้องจำเป็นต้องกำจัดเสียงที่ไม่ปรารถนาออกไปให้ได้ โดยทั่วไปแล้วห้องแต่ละห้องควรมีระดับเสียงไม่เกิน 40 เดซิเบล หากต้องมีระดับเสียงสูงเกินกว่านั้น เวลาเราพูดหรือบรรยายในห้องบรรยายก็ต้องเพิ่มระดับเสียงของเราให้สูงขึ้น หากสูงขึ้นมากเกินไปเราจะมีความรู้สึกเหนื่อยมากขึ้นเรื่อยๆ ในที่สุดก็อาจจำเป็นต้องใช้เครื่องขยายเสียงช่วย มิฉะนั้นผู้ฟังก็จะได้ยินเสียงไม่ได้ดี ถ้าห้องดังกล่าวมีการใช้วัสดุกั้นเสียงแล้ว ระดับเสียงไม่พึงปรารถนาในห้องจะลดต่ำลงได้อย่างมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่เราเลือกใช้และการวางบนตำแหน่งที่ถูกต้อง

1. ค่า Reverberation Time

เสียงที่ก้องสะท้อนกลับไปกลับมา เช่น ในอาคารตึกแถวที่สร้างเสร็จใหม่ๆ ยังไม่มีการตกแต่งนั้น เสียงที่เกิดขึ้นจากต้นกำเนิดของเสียงสะท้อนกลับมาหาเราในเวลาที่ยาวนาน เวลาที่ยาวนี้คือเวลาที่ทำให้เกิดการรบกวน ถ้ายิ่งใช้เวลามากก็จะมีปัญหามาก เพราะฉะนั้นนอกจากการจำกัดการสะท้อน (โดยการดูดกลืน) แล้ว เรายังควรลดเวลาของการสะท้อนกลับให้น้อยลงอีกด้วย จะช่วยในการได้ยินในห้องต่างๆ ดียิ่งขึ้น เวลาที่กล่าวถึงเรียกตามหลักวิชาการว่า “Reverberation Time” หรือเขียนย่อว่า RT หรือ t_{60} วิธีการลดเวลาของการสะท้อนกลับให้น้อยลงวิธีหนึ่งก็คือ การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนที่ดี เช่น พรมซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ที่ 0.63 ในความถี่ที่ 500 Hz แทนพื้นที่หินขัดที่มีค่าสัมประสิทธิ์ที่ 0.02 (ค่าสัมประสิทธิ์ของ 0.63 คือ ความสามารถของวัสดุในการดูดซับเสียงได้ 63 % และค่าของ 0.02 มีการดูดซับเสียงได้เพียง 2 % เท่านั้น)

Reverberation Time คือ เวลาการสะท้อนกลับของเสียงที่คงเหลืออยู่เมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว เป็นการวัดค่าของเวลาที่เสียงสะท้อนกลับเมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว ถ้าเวลาน้อยไปจะทำให้รู้สึกเสียงในห้องนั้นหายเร็วจนเกินไป ไม่มีชีวิตชีวา โดยเฉพาะห้องเล่นดนตรี แต่ถ้าค่าของเวลามากไป ก็จะได้ยินเสียงสะท้อนมาก ตามปกติห้องใหญ่เวลา RT ควรีค่าประมาณ 1 วินาที แต่ถ้าเป็นห้องประชุมใหญ่มาก ค่าของเวลาควรประมาณ 2 วินาที

ตัวอย่างห้องต่างๆ ที่มีการใช้สอยต่างๆ กันดังนี้

ห้องบันทึกเสียง	RT	ประมาณ	0.4-0.6	วินาที
ห้องเรียน	RT	ประมาณ	0.6-0.8	วินาที
ห้องบรรยาย/ห้องประชุม	RT	ประมาณ	0.9-1.1	วินาที
โรงภาพยนตร์	RT	ประมาณ	0.8-1.2	วินาที
โรงละครขนาดเล็ก	RT	ประมาณ	1.2-1.4	วินาที
ห้องประชุมโรงเรียน	RT	ประมาณ	1.5-1.8	วินาที
หอประชุมใหญ่	RT	ประมาณ	1.6-1.8	วินาที
โบสถ์	RT	ประมาณ	1.4-3.4	วินาที
หอดนตรี	RT	ประมาณ	1.7-2.1	วินาที

ค่าของ Reverberation Time (RT) เหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากต่อการคำนวณเพื่อหาชนิดของวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการบุผนัง พื้น และเพดาน

อย่างไรก็ตามต้องจำไว้ว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนในแต่ละความถี่จะไม่เหมือนกัน (ดูจากตาราง) เป็นต้นว่า ห้องที่มีฉาบด้วยปูนพลาสเตอร์อะคูสติคหนา $\frac{1}{4}$ นิ้ว จะมีค่าสัมประสิทธิ์ 0.06 ที่ 128 เฮิรตซ์, 0.36 ที่ 512 เฮิรตซ์ และ 0.72 ที่ 2048 เฮิรตซ์ จะเห็นได้ว่าในความถี่ที่แตกต่างกัน ค่า

สัมประสิทธิ์ ย่อมแตกต่างกัน ค่าของ RT ก็ต้องแตกต่างกันไปด้วย แต่ในที่นี้เพื่อใช้สำหรับการคำนวณทั่วไป เราเลือกใช้ 500 เฮิรตซ์ (หรือ Hz) เป็นหลัก

2. การคำนวณหา RT

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหา RT หรือ t_{60} นั้นเราคงไม่จำเป็นต้องเข้าถึงที่มาที่ไปของสูตรเหล่านั้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ลึกซึ้งทางวิชาฟิสิกส์เกินความต้องการของเรา สูตรที่เราได้มาใช้แทนค่าได้เลยมีดังนี้ คือ

$RT = 0.049 \frac{V}{a}$ สำหรับหน่วยที่เป็น นิ้ว, ฟุต (อังกฤษ)	หรือ $RT = 0.165 \frac{V}{a}$ สำหรับหน่วยที่เป็น ซม, เมตร (เมตริก)
---	--

V = Volume คือปริมาตรของห้อง (ความกว้าง x ความยาว x ความสูง)

a = ผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนของเสียงทั้งหมด (α) คูณด้วยเนื้อที่ (Area)

$\therefore a = A \times \alpha$ มีค่าเป็น Sabins (ซาบิน)

A = พื้นที่ผนัง, พื้น, เพดาน

ตัวอย่างที่ 1

การหาค่าของ RT (Reverberation Time) ของห้องหนึ่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ห้องขนาด : กว้าง 4.0 เมตร ยาว 8.0 เมตร สูง 3.0 เมตร

ไม่มีหน้าต่าง ผนัง พื้น และฝ้าเพดาน บุด้วยวัสดุดังต่อไปนี้

วัสดุที่ใช้	ผนัง	A1	ก่ออิฐฉาบปูนทาสี
		A2	เป็นผนังบุหินอ่อน
		A3	เป็นกระจกทั้งบาน
		A4	ก่ออิฐฉาบปูนทาสี
	พื้น	A5	ปูด้วยไม้ปาร์เก้ บนคอนกรีต
	เพดาน	A6	บุด้วยแผ่นยิปซัมหนา ½ นิ้ว

จากตารางหาค่า สัมประสิทธิ์การดูดซับของเสียง (α) ที่ 500 Hz มีดังนี้ คือ

A1	: Brick	= 0.02 (ดูดซับเสียงได้เพียง 2.0 %)
A2	: Marble	= 0.01 (ดูดซับเสียงได้เพียง 1.0 %)
A3	: Glass	= 0.04 (ดูดซับเสียงได้เพียง 4.0 %)
A4	: Brick	= 0.02 (ดูดซับเสียงได้เพียง 2.0 %)
A5	: Parquet	= 0.07 (ดูดซับเสียงได้เพียง 7.0 %)
A6	: Gypsum	= 0.05 (ดูดซับเสียงได้เพียง 5.0 %)

จากสูตร

$$RT \text{ หรือ } t_{60} = \frac{0.165 V}{\Sigma a}$$

V = ปริมาตรของห้อง (m³)

α = สัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

Σa = ผลรวมการดูดซับเสียง (Sabins)

จากสูตร

$$a = A \times \alpha \quad (\text{Sabins})$$

Area x Absorb. Coefficient

A1	=	(4x3) x 0.02	=	0.24	Sabins
A2	=	(3x8) x 0.01	=	0.24	Sabins
A3	=	(3x4) x 0.04	=	0.48	Sabins
A4	=	(3x8) x 0.02	=	0.48	Sabins
A5	=	(4x8) x 0.07	=	2.24	Sabins
A6	=	(4x8) x 0.05	=	1.60	Sabins
		Σa	=	5.28	Sabins

จากสูตร $RT = \frac{0.165 V}{\Sigma a}$ (วินาที)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า RT} &= \frac{0.165 (4 \times 8 \times 3)}{5.28} \\ &= 3 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

สรุปได้ว่าห้องนี้เป็นห้องที่มีการสะท้อนเสียงมาก เพราะมี RT ถึง 3 วินาที แต่จะเหมาะสมสำหรับการเป็นโบสถ์ เพราะมีเสียงก้องกังวาน หากต้องการเป็นห้องเงียบๆ จะต้องเปลี่ยนวัสดุบุผิวใหม่หมดเพื่อลดระดับ RT ให้น้อยลง ตามแต่การใช้สอย (Function) ของห้องนั้นๆ

ตัวอย่างที่ 2

ห้องขนาดเดียวกัน แต่เปลี่ยนการใช้วัสดุเป็นวัสดุดูดซับเสียงแทน จะเห็นข้อแตกต่างชัดเจน

จากตารางค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง (α) ที่ 500 Hz มีดังนี้ คือ

A1	: Concrete Block,	= 0.06	(ดูดซับเสียงได้ 6 %)
A2	: Plaster,	= 0.02	(ดูดซับเสียงได้ 2 %)
A3	: Drapery (ม่าน),	= 0.49	(ดูดซับเสียงได้ 49 %)
A4	: Plywood (ไม้อัด),	= 0.17	(ดูดซับเสียงได้ 17 %)
A5	: Carpet (พรม),	= 0.63	(ดูดซับเสียงได้ 63 %)
A6	: Gypsum,	= 0.05	(ดูดซับเสียงได้ 5 %)

จากสูตร

$$a = A \times \alpha$$

A1	=	(4x3) x 0.06	=	0.72	Sabins
A2	=	(3x8) x 0.02	=	0.48	Sabins
A3	=	(3x4) x 0.49	=	5.88	Sabins
A4	=	(3x8) x 0.17	=	4.08	Sabins
A5	=	(4x8) x 0.63	=	20.16	Sabins
A6	=	(4x8) x 0.05	=	1.60	Sabins
		ΣA	=	32.92	Sabins

จากสูตร RT = $\frac{0.165 V}{\Sigma a}$ (วินาที)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า RT} &= \frac{0.165 (4 \times 8 \times 3)}{32.92} \\ &= 0.48 \text{ วินาที} \end{aligned}$$

เมื่อเปลี่ยนแปลงวัสดุผนังพื้นและเพดานของห้องเดิมให้เป็นวัสดุดูดซับเสียง ทำให้ RT ที่ได้ลดลงเหลือเพียง 0.48 วินาที จะเป็นห้องที่เหมาะสมสำหรับห้องบันทึกเสียง เพราะเสียงถูกดูดกลืนไปมาก การเดินทางของเสียงเมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว เหลือเพียง 0.48 วินาทีแทนที่จะใช้เวลาถึง 3 วินาที อย่างไรก็ตาม RT เพียง 0.48 วินาที อาจจะทำให้เสียงเจี๊ยบเกินไปสำหรับการใช้งานทั่วไป ควรจะวัสดุสะท้อนเสียงบ้างเพื่อให้ห้องมีชีวิตชีวามากขึ้น เช่น ประมาณ 0.6 วินาทีถึง 1.0 วินาที

อนึ่ง หากผนังด้านใดด้านหนึ่ง มีประตูหรือหน้าต่างหรือมีการบุวัสดุที่แตกต่างกันไปเป็นต้นว่า ส่วนบนของผนังด้านหนึ่งบุพรมเพื่อดูดซับเสียง แต่ส่วนล่างของผนังผืนเดียวกันเป็นปูนฉาบต้องคำนวณพื้นที่เป็นส่วนๆ ไป เช่นผนัง A1 มีประตู (A_{1A}) มีหน้าต่าง (A_{1B}) ส่วนบุพรมหรือผ้าม่าน (A_{1C}) ส่วนล่างบุไม้อัด (A_{1D}) แล้วนำมารวมกันเป็น A1 อีกครั้ง เพราะมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงต่างกันบนผนังเดียวกัน

จะเห็นได้ว่าการหาค่า RT มีประโยชน์อย่างมากต่อการกำหนดวัสดุที่จะนำมาบุผนัง ฝ้าเพดาน หรือการเปลี่ยนวัสดุปูพื้น ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของการใช้ห้องในแต่ละห้อง เพื่อก่อให้เกิดการรบกวนที่ต่ำ ปราศจากเสียงอันไม่พึงปรารถนาได้อย่างมาก สถาปนิกควรให้ความสนใจในการวิเคราะห์ดูว่า ห้องในแต่ละห้องเราใช้สำหรับงานประเภทใด ต้องการ RT อยู่ในระดับไหน จะได้เลือกวัสดุบุผิวได้ถูกต้อง หรือใช้วัสดุเหล่านั้นให้ถูกกับตำแหน่งที่จำเป็น เช่น มุมรับเสียง เราก็จะพยายามบุผนังด้วยวัสดุประเภทแข็ง เพื่อให้มีการสะท้อนเสียงเข้าสู่จุดอับเสียงได้ เป็นการเพิ่มค่าเวลาของ RT ในขณะที่บางส่วนของห้องเราไม่ต้องการเสียงก้องอันเป็นการรบกวนสมาธิในการฟัง เราอาจบุผนังเพดานหรือปูพื้นที่ใช้วัสดุประเภทอ่อนนุ่ม เช่น พรม ฯลฯ เพื่อให้ดูดซับเสียงได้มากๆ ลดค่าเวลาของ RT ลง การคำนวณแบบง่าย ๆ ดังที่กล่าวมานี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากแก่สถาปนิกที่ต้องการออกแบบให้งานของตนมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จึงไม่ควรมองข้ามความสำคัญในเรื่องเช่นนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเสียง

ชัชวาล ปุณชันธุ์ (2546) ได้ทำการศึกษาอิสระเรื่อง การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบเสียง สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ผลการศึกษาอิสระ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพ โดยจะเห็นได้จาก คะแนนเฉลี่ยการสอบหลังเรียนของผู้เรียนที่ทำได้คิดเป็นร้อยละ 66.6 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากคะแนนสอบก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 18.12 และผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับ “มาก” ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพ

จากการวิจัยเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ผู้ศึกษาค้นคว้าพบว่า การที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในเรื่องอุณหพลศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้นั้น ผู้เรียนจะต้องได้เรียนรู้จากสื่อหลายประเภททั้ง เสียง, ภาพนิ่ง, ภาพเคลื่อนไหว ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียเรื่องอุณหพลศาสตร์สถาบัน เนื่องจากจุดเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียคือ สามารถนำสื่อหลากหลายประเภทมาประกอบกันเพื่ออธิบายเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อุष्ฆะวิทยา สถาปัตยกรรม ครั้งนี้ มุ่งพัฒนาให้บทเรียนมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชาอุปกรณ์อาคาร II ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชาอุปกรณ์อาคาร II ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 48 คน แบ่งเป็น

- การทดลองครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน
- การทดลองครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน
- การทดลองครั้งที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อุโฆษวิทยา สถาปัตย์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อุโฆษวิทยา สถาปัตย์
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 2 ด้านดังนี้
 - 3.1 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ด้านเนื้อหา
 - 3.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ด้านสื่อมัลติมีเดีย

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยมีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตย์

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา วัตถุประสงค์และความมุ่งหมายหลักสูตร วิธีการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลของวิชาอุปกรณ์อาคาร II

1.2 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตย์ โดยวิเคราะห์เนื้อหาและแยกเป็นตอนๆ จัดลำดับก่อนหลัง และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน วางเค้าโครงเรื่องของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปเขียนเป็นกรอบของเนื้อหาในแต่ละตอน โดยมีแนวทางในการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 นำเนื้อหาที่ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบแล้ว และได้รับการปรับปรุงแก้ไข มาออกแบบเป็นบทดำเนินเรื่อง โดยเริ่มจากการทำเป็นแผนภูมิ (Flowchart) ในการเชื่อมโยงและแสดงถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วน หลังจากนั้นจึงเขียนเป็นรายละเอียดของบทเรียน

1.4 จัดเตรียมข้อมูลของบทเรียน คือ พิมพ์เนื้อที่เป็นข้อความอักษรเพื่อจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล TXT, จัดเก็บข้อมูลประเภทภาพนิ่งต่างๆ ให้เป็นแฟ้มข้อมูล BMP, จัดทำภาพเคลื่อนไหวสามมิติ 3D ANIMATION, ถ่ายทำและตัดต่อวีดิทัศน์และจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล MPEG, บันทึกเสียงบรรยายและเสียงประกอบอื่นๆ และจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล WAV

1.5 สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งเป็น
เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง จำนวน 10 ข้อ

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ จำนวน 20 ข้อ

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์ จำนวน 10 ข้อ

1.6 นำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยการนำข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ มาจัดรูปแบบการนำเสนอที่วางไว้ตามบท ทำการสร้างคำสั่งสำหรับการควบคุมบทเรียนและกำหนดรูปแบบการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผ่านทางเมนูต่างๆ ตามแผนภูมิ (Flowchart) โดยใช้ซอฟต์แวร์ Macromedia Authware ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1.8 บันทึกบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วลงในแผ่น CD-ROM

1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่บันทึกใน CD-ROM เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์พิจารณาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่แก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียจำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

2.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา วัตถุประสงค์และความมุ่งหมายหลักสูตรวิธีการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลวิชาอุปกรณ์อาคาร II

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และวิธีการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 สร้างแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ความจำ และความเข้าใจ จำนวน 81 ข้อ โดยแบ่งเป็น

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง จำนวน 24 ข้อ

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ จำนวน 39 ข้อ

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์ จำนวน 18 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 4 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2548 ที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาอุปกรณ์อาคาร II มาแล้ว จำนวน 76 คน และตรวจให้คะแนน ให้ข้อที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.6 นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรลัดส่วน (ล้วน สายยศ.2538:217) เป็นรายชื่อ แล้วนำมาคัดเลือกเป็นแบบทดสอบในแต่ละเรื่องตามจำนวนต่อไป

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง	จำนวน 10 ข้อ
เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ	จำนวน 20 ข้อ
เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์	จำนวน 10 ข้อ
รวมทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ	

2.7 นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.2539:215 -217)

2.8 นำแบบทดสอบที่หาคุณภาพแล้วไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ตาราง 1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง	จำนวนข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
เรื่องที่ 1	10	0.43-0.76	0.29-0.86	0.6712
เรื่องที่ 2	20	0.29-0.79	0.24-0.52	0.6792
เรื่องที่ 3	10	0.31-0.74	0.43-0.67	0.5696
รวม	40	0.29-0.79	0.24-0.86	0.8361

3. การสร้างและหาคุณภาพแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.1 ศึกษาขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.2 ศึกษาคุณสมบัติที่ควรใช้ในการประเมินทางด้านเนื้อหา ได้แก่การประเมินในด้านต่างๆ ดังนี้

- ความถูกต้องของเนื้อหา
- ความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์
- ความเหมาะสมระหว่างเนื้อหาและแบบฝึกหัด

3.3 ศึกษาคุณสมบัติที่ควรใช้ในการประเมินทางด้านสื่อมัลติมีเดีย ได้แก่การประเมินในด้านต่างๆ ดังนี้

- งานด้านกราฟิก
- งานด้านภาพและเสียง
- งานด้านการจัดกระบวนการบทเรียน

3.4 ออกแบบและสร้างแบบประเมินในแต่ละด้านเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดน้ำหนักดังนี้

5	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
4	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
3	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง
1	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับใช้ไม่ได้

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายดังนี้

4.50-5.00	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
3.50-4.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับดี
2.50-3.49	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับต้องปรับปรุง
1.00-1.49	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับใช้ไม่ได้

เกณฑ์การกำหนดคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ 3.50 ขึ้นไป

3.5 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งที่ 1

ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 คน โดยจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 ในขณะที่เรียนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องที่ 1 ควบคู่ไปด้วยและให้นักศึกษาทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่นั้นผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะที่เรียนแล้วบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนและข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

การทดลองครั้งที่ 2

ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียน โดยจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 พร้อมกับทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเรื่องที่ 1 ควบคู่ไปด้วย และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อเรียนจบเรื่องที่ 1 ให้นักศึกษาทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องมาหาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวณีย์ ศึกษบัณฑิต.2528:284)

การทดลองครั้งที่ 3

ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียน โดยจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 พร้อมกับทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเรื่องที่ 1 ควบคู่ไปด้วย เมื่อเรียนจนจบเรื่องที่ 1 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวณีย์ ศึกษบัณฑิต. 2528:284)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติดังนี้

1.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1.1 การหาค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตรสัดส่วน
(ล้วน สายยศ. 2538:217)

1.1.2 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ด
สัน (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2539:215-217)

1.2 สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ (ล้วน สายยศ.2538:73)

1.2.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E1/E2
(เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528:284)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 7.0 การนำเสนอบทเรียนประกอบไปด้วยเนื้อหาทั้งหมด 3 เรื่อง คือ

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบด้วยเมนูหลัก หน้าลงทะเบียน เมนูบทเรียน คำแนะนำการใช้โปรแกรม และเนื้อหาของบทเรียนซึ่งเป็นการนำเสนอด้วยข้อความ เสียงบรรยาย เสียงเพลงบรรเลง และเสียงในลักษณะต่างๆตามหลักการอุโฆษวิทยา สถาปัตย์ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนด้วยวิธีการดังนี้ คือ ใช้เมาส์คลิกเพื่อเลือกเรื่องที่ต้องการเรียน และเลือกคำตอบในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เลือกดูภาพและเสียง โดยมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนแทรกระหว่างเนื้อหาและมีแบบทดสอบท้ายบทเรียน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชาอุปกรณ์อาคาร II เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย 3 ท่าน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังแสดงในตาราง 2 และ 3

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย 3 ท่าน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังแสดงในตาราง 2 และ 3

1. ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ตาราง 2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.66	ดีมาก
1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	ดีมาก
1.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.66	ดีมาก
1.3 การลำดับเนื้อหาความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	ดี
1.4 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.66	ดีมาก
2. ด้านภาพ	5.00	ดีมาก
2.1 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5.00	ดีมาก
2.2 ความชัดเจนของภาพประกอบ	5.00	ดีมาก
3. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ	4.49	ดี
3.1 ความชัดเจนของคำถามท้ายบทเรียน	4.33	ดี
3.2 การรายงานผลการเรียนเป็นรายข้อและการสรุปคะแนน	4.66	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.70	ดีมาก

จากตาราง 2 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มีคุณภาพด้านเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ส่วนการประเมินรายด้านอยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาตามรายการประเมินพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก ยกเว้นการลำดับเนื้อหาความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา และความชัดเจนของคำถามท้ายบทเรียนอยู่ในระดับดี

ตาราง 3 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับ
นักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ คุณภาพ
1. ด้านกราฟิก	4.73	ดีมาก
1.1 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5.00	ดีมาก
1.2 ความชัดเจนของภาพประกอบ	5.00	ดีมาก
1.3 การใช้ภาพและเทคนิคการนำเสนอเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของแบบสีและขนาดตัวอักษร	5.00	ดีมาก
1.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบและเสียงบรรยาย	3.66	ดี
2. การจัดการบทเรียน	4.37	ดี
2.1 ความเหมาะสมของการโต้ตอบกับบทเรียน	4.00	ดี
2.2 ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งของข้อมูลที่แสดงบนจอภาพ	4.33	ดี
2.3 การนำเสนอเมนูหลักของบทเรียน	4.33	ดี
2.4 การควบคุมบทเรียนโดยใช้ปุ่มต่างๆ	4.00	ดี
2.5 การออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.66	ดีมาก
2.6 การลำดับบทเรียน	4.33	ดี
2.7 ความน่าสนใจของบทเรียน	5.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.52	ดีมาก

จากตาราง 3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดียมีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มีคุณภาพด้านสื่อมัลติมีเดีย โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาารายด้านพบว่าด้านกราฟิกอยู่ในระดับดีมาก ด้านการจัดการบทเรียนอยู่ในระดับดี ส่วนรายการประเมินส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ยกเว้นภาพสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ ความชัดเจนของภาพประกอบ การใช้ภาพและเทคนิคการนำเสนอเหมาะสมกับเนื้อหา ความเหมาะสมของแบบสีและขนาดตัวอักษร การออกแบบหน้าจอโดยภาพรวมและความน่าสนใจของบทเรียน อยู่ในระดับดีมาก

จากการประเมินสื่อมัลติมีเดียทั้งในด้านเนื้อหาและด้านสื่อมัลติมีเดียผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรเพิ่มเติมคำศัพท์ภาษาอังกฤษในคำที่อธิบายเป็นภาษาไทยแล้วไม่ชัดเจน ควรปรับเสียงบรรยายให้มีความชัดเจน เพิ่มภาพกราฟิกและเสียงในลักษณะต่างๆตามหลักการ

อุโฆษวิทยา สถาปัตย์ จัดหน้าที่ไม่ทำให้ดูสับสน ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้ ใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษในคำที่อธิบายเป็นภาษาไทยแล้วไม่ชัดเจน ปรับเสียงบรรยายและเสียงดนตรีประกอบเนื้อหาให้มีความชัดเจนขึ้น เพิ่มเติมภาพนิ่ง ภาพภาพกราฟิกและเสียงในลักษณะต่างๆตามหลักการอุโฆษวิทยา สถาปัตย์ ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา จัดรูปแบบ อักษร ขนาดให้ง่ายต่อการอ่านและศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง รวมถึงแก้ไขการสะกดคำให้ถูกต้อง

2.ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการพัฒนาและการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจากการทดลอง แบ่งเป็น 3 ครั้ง โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ผลการทดลองครั้งที่ 1

ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 1 เป็นการทดลองรายบุคคลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในด้านต่างๆ โดยผู้วิจัยได้จากการสังเกตและสอบถามผู้เรียนหลังจากการเรียนรู้เนื้อหาทั้งหมด พบว่ามีข้อที่ควรแก้ไขและปรับปรุง ดังนี้ เสียงบรรยายซ้ำเกินไปผู้เรียนสามารถอ่านข้อความจบก่อนเสียงบรรยาย การใช้เทคนิคการเปลี่ยนภาพใช้เวลานานเกินไป จากการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะคือปรับเสียงบรรยายให้กระชับขึ้นอีก และปรับเวลาในการเปลี่ยนภาพให้สั้นขึ้น และเมื่อเลือกปุ่มถัดไปสามารถเลื่อนไปหน้าถัดไปได้โดยไม่ต้องคอยฟังเสียงบรรยายจนจบ

ผลการทดลองครั้งที่ 2

ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 2 เป็นการทดลองรายบุคคลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ซึ่งเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยให้ผู้เรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 85/85 โดยให้ผู้เรียนเรียนครบทุกเนื้อหา ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 4 ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 2

รายการ	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ E1/E2
	คะแนน เต็ม	ค่า เฉลี่ย	E1	คะแนน เต็ม	ค่า เฉลี่ย	E2	
เรื่องที่ 1	10	8.47	84.67	10	8.33	83.33	84.67/83.33
เรื่องที่ 2	20	16.80	84.00	20	16.67	83.33	84.00/83.33
เรื่องที่ 3	10	8.33	83.33	10	8.13	81.33	83.33/81.33
รวม	40	33.60	84.00	40	33.13	82.83	84.00/82.83

จากตาราง 4 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโมงค์ชีวิตา สถาปัตย์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มีแนวโน้มของประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 84.00/82.83 ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเมื่อพิจารณาเป็นรายเรื่องพบว่า ยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จากการทดลองครั้งนี้พบว่า มีข้อที่ควรปรับปรุงแก้ไขดังนี้

มีปุ่มกดเดินหน้าได้ทำให้นักเรียนข้ามแบบทดสอบบางข้อไป และโปรแกรมไม่มีการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบครบหรือยัง ผู้ศึกษาค้นคว้าจึงได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอีกครั้ง โดยเพิ่มเลขหน้าในแบบทดสอบและแก้ไขโปรแกรมให้ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบให้ครบทั้งหมดจึงจะรายงานผลการเรียนและกลับสู่เมนูหลักเพื่อเลือกเรียนเรื่องอื่นๆ ต่อไปได้ และอธิบายให้ผู้เรียนศึกษาการใช้โปรแกรมจากคำแนะนำการใช้โปรแกรมก่อนการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการทดลองครั้งที่ 3

ผลการทดลองครั้งที่ 3

ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ครั้งที่ 3 เป็นการทดลองรายบุคคลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยให้ผู้เรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 85/85 โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาดำเนินการตรวจสอบประสิทธิภาพ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 5 ผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จากการทดลองครั้งที่ 3

รายการ	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ E1/E2
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E2	
เรื่องที่ 1	10	8.83	88.33	10	8.77	87.67	88.33/87.67
เรื่องที่ 2	20	17.77	88.83	20	17.73	88.67	88.83/88.67
เรื่องที่ 3	10	8.73	87.33	10	8.80	88.00	87.33/88.00
รวม	40	35.33	88.33	40	35.30	88.25	88.33/88.25

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุทกวิทยา สถาบันฯ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 88.33/88.25 โดยเรื่องที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.33/87.67 เรื่องที่ 2 เท่ากับ 88.83/88.67 และเรื่องที่ 3 เท่ากับ 87.33/88.00 จึงมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 ซึ่งสามารถสรุป ผลอภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในเนื้อหาอื่นๆต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1.ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชา อุปกรณ์อาคาร II ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 91 คน

2.กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 3 คณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่เรียนวิชา อุปกรณ์อาคาร II ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 48 คน ได้มาด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น

1. การทดลองครั้งที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน
2. การทดลองครั้งที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน
3. การทดลองครั้งที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เรื่อง อุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรม วิชาอุปกรณ์อาคาร II หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศิลปากร โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

- ความหมายของเสียง
- คุณลักษณะของเสียง
 - แอมพลิจูด
 - ความถี่ของเสียง
 - ความเร็วของเสียง
 - ความเข้มของเสียง
- ทิศทางของต้นกำเนิดเสียง

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

- การสะท้อนของเสียง
- การสอดแทรกของเสียง
- การเลี้ยวหักมุมของเสียง
- การกระจายของเสียง
- การดูดกลืนของเสียง

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง อุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา วัตถุประสงค์และความมุ่งหมายหลักสูตร วิธีการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลของวิชาอุปกรณ์อาคาร II

1.2 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรม โดยวิเคราะห์เนื้อหาและแยกเป็นตอนๆ จัดลำดับก่อนหลัง และกำหนด จุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน วางเค้าโครงเรื่องของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไป เขียนเป็นกรอบของเนื้อหาในแต่ละตอน โดยมีแนวทางในการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจน แล้วนำไปให้ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

1.3 นำเนื้อหาที่ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบแล้ว และได้รับการปรับปรุงแก้ไข มา ออกแบบเป็นบทดำเนินเรื่อง โดยเริ่มจากการทำเป็นแผนภูมิ (Flowchart) ในการเชื่อมโยงและแสดงถึง ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละส่วน หลังจากนั้นจึงเขียนเป็นรายละเอียดของบทเรียน

1.4 จัดเตรียมข้อมูลของบทเรียน คือ พิมพ์เนื้อที่เป็นข้อความอักษรเพื่อจัดเก็บเป็น แฟ้มข้อมูล TXT, จัดเก็บข้อมูลประเภทภาพนิ่งต่างๆ ให้เป็นแฟ้มข้อมูล BMP, จัดทำภาพเคลื่อนไหว สามมิติ 3D ANIMATION, ถ่ายทำและตัดต่อวิดีโอทัศน์และจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล MPEG, บันทึกเสียง บรรยายและเสียงประกอบอื่นๆ และจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูล WAV

1.5 สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งเป็น

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง	จำนวน 10 ข้อ
เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ	จำนวน 20 ข้อ
เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์	จำนวน 10 ข้อ

1.6 นำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

1.7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยการนำข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ มา จัดรูปแบบการนำเสนอที่วางไว้ตามบท ทำการสร้างคำสั่งสำหรับการควบคุมบทเรียนและกำหนด รูปการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผ่านทางเมนูต่างๆ ตามแผนภูมิ (Flowchart) โดยใช้ ซอฟต์แวร์ Macromedia Authware ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1.8 บันทึกบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วลงในแผ่น CD-ROM

1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่บันทึกใน CD-ROM เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์พิจารณาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่แก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

การดำเนินการพัฒนาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การดำเนินการทดลอง

1. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 คน โดยจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 ในขณะที่เรียนให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเรื่องที่ 1 ควบคู่ไปด้วยและให้นักศึกษาทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่นั้นผู้วิจัยจะทำการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาขณะที่เรียนแล้วบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนและข้อบกพร่องต่างๆเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

2. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 15 คน โดยให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียน โดยจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 พร้อมกับทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเรื่องที่ 1 ควบคู่ไปด้วย และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้นักศึกษาทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่องจากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องมาหาแนวโน้มประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528:284)

3. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียน โดยจัดเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ 1 คนต่อ 1 เครื่อง ดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยให้นักศึกษาเรียนเนื้อหาเรื่องที่ 1 พร้อมกับทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเรื่องที่ 1 ควบคู่ไปด้วย เมื่อเรียนจนจบเรื่องให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 เรื่อง จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละเรื่องมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528:284)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศ. 2538:73)
2. การหาค่าความยากง่าย และ ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตร สัดส่วน (ล้วน สายยศ. 2538:217)
3. การหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539:215 -217)
4. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สูตร E1/E2 (เสาวณีย์ สิกขา บัณฑิต. 2528:284)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มีดังนี้
 - 2.1 ผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา มีความเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
 - 2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย มีความเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคุณภาพอยู่ในระดับดี
 - 2.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยรวมเป็น 88.33/88.25 เรื่องที่ 1 เป็น 88.33/87.67 เรื่องที่ 2 เป็น 88.83/88.67 เรื่องที่ 3 เป็น 87.33/88.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ผลการศึกษาวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ เป็นผลมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์นี้ได้ทำตามขั้นตอนหลักการพัฒนา ซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างมีระบบ มีการวางแผน ดำเนินการสร้าง แก้ไข และปรับปรุงโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย มีการนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง มีการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง รวมไปถึง การสังเกตของผู้ศึกษาวิจัย จากนั้นนำข้อบกพร่องต่างๆ ไปปรับปรุงก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่าง 15 คน เพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพและนำไปแก้ไขปรับปรุงก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 3 กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน จนกระทั่งได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.33/88.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สำหรับนักศึกษา หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ยังได้พัฒนาขึ้นตามคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย กล่าวคือเป็นบทเรียนที่รวมเอาเนื้อหาข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดิทัศน์ เข้าไว้ด้วยกัน มีการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (พัลลภ พริยะสุวรรณ. 2541:11-12 ; สมพงษ์ บุญธรรมจินดา. 2541:181 ; Green. 1993 ; และ Linda. 1995:5-7) ทำให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ทั้งทางตาและหู จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งและดีขึ้น (สถาพร สาธุการ. 2540:110-111)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ส่งนาให้นักศึกษาที่เรียนเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ นำไปศึกษาดูด้วยตัวเองก่อน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาการปูพื้นฐานการเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้น
2. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ดัดแปลงเป็นสื่อออนไลน์ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเข้าเรียนได้จากทุกสถานที่ ทำให้มีการทบทวนความรู้ได้ตลอดเวลา
3. ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ส่งนาเก็บไว้ในห้องสมุดเพื่อให้ นักศึกษา หรือผู้ที่สนใจเรื่องอุโฆษวิทยา สถาปัตยกรรมศาสตร์ สามารถนำไปศึกษาได้อย่างสะดวก

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในเนื้อหาอื่น ที่เกี่ยวกับเรื่องอุษะวิทยา สถาบันฯ เพื่อเพิ่มสื่อในการเรียนรู้ให้มากขึ้น
2. ควรพัฒนาสื่อเกี่ยวกับอุษะวิทยา สถาบันฯ บนสื่ออื่น เช่น สื่อ Online, Web Site, E-Learning เป็นต้น เพื่อเพิ่มช่องทางในการเรียนรู้ให้มากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนางรงค์. (2536). เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2535). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- จักร พงศ์ประยูร. (2543). ผลการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ต่อเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรวรรณ สุวรรณเนตร. (2543). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง จังหวัดสมุทรสงคราม. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัชวาล ปุณฺษณัฐ. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบเสียงสำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์. รายงานการศึกษาอิสระ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). แนวคิดเทคโนโลยีการศึกษา. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นัยนา นุราชักษ์ ; และสมบุญ ฤกษ์วิบูลย์ศรี. (2539). Multimedia เพื่อการศึกษา. เวชศาสตร์ร่วมสมัย. 251-255.
- บงกชพันธุ์ ทองงาม. (2533). การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโลโก เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม. ปรินทิพนิพนธ์. กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2530). วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : พิสิกส์เซนเตอร์การพิมพ์.
- ปิตมณัส บันลือ. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยใช้การ์ตูนดำเนินเรื่อง วิชาภาษาอังกฤษ “English is fun” สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์. กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เป็รื่อง กุมุท และทิพย์เกสร บุญอำไพ. (2536). แนวคิดการวิจัยเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา หน่วยที่ 8-10. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์. (2531, เมษายน-พฤษภาคม) .การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา.
รวมบทความที่มีเกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษา (เล่ม2). 11(4): 21.
- พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2541, ต.ค.-ธ.ค.). มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน. พัฒนาเทคนิคศึกษา.
11(28) : 9-15.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2540). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction).
เอกสารประกอบการฝึกอบรม. ถ่ายเอกสาร.
- เย็น ภู่วรรณ. (2538, มิถุนายน-กรกฎาคม). เทคโนโลยีมัลติมีเดีย. ส่งเสริมเทคโนโลยี.
22(121): 159.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2530) พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
อักษรเจริญทัศน์.
- ล้วน สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2539). หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
ศึกษาพร.
- วิทยากร เชียงกุล. (2541). การพัฒนาการศึกษาในปี 2540. ใน รายงานการศึกษาสภาวะการศึกษา
ไทย ปี 2540 . กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง (มหาชน).
- ศิริอร มโนมัทยา. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องการใช้ปีเปตต์. สารนิพนธ์
กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- สถาพร สาธุการ. (2540). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา ทับแก้ว. คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- สมพงษ์ บุญธรรมจินดา. (2541, เมษายน). จ๊ะเอ๋ ! มัลติมีเดีย. ไม่ใคร่คอมพิวเตอร์. 153 : 180-186.
- สมรรถ บุญยรัตพันธุ์ (2542). หลักสูตรวิชาอุปกรณ์ประกอบอาคาร II. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- แสนฤทธิ์ ชื่นกตัญญู. (2545). การพัฒนาบทเรียนวีดิทัศน์ด้วยตนเอง เรื่อง เทคนิคการถ่ายทำโทรทัศน์
สำหรับงานข่าว. ปริญญานิพนธ์. กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุกรี ยี่ดิน. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. ปริญญาานิพนธ์. กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2535). การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วารสารรามคำแหง. 15(3): 42-48.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. (2532). การออกแบบสตูดิโอเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุรเชษฐ เวชชพิทักษ์. (2536, กรกฎาคม). สู่แนวทางใหม่ของการเรียนรู้ด้วยมัลติมีเดีย. *Computer Today Magazine*. 5(78) : 28-33.
- เสรี เพิ่มชาติ. (2530). ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อการตัดสินใจ ในการออกแบบ. วิทยานิพนธ์. ค.อ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต.(2522). รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา .
- _____. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- _____. (2532). การเรียนการสอนรายบุคคล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- _____. (2538). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อุบล แสงทอง. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้และการเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม. ปริญญาานิพนธ์. กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษา จงใจเทศ. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อการฝึกอบรม เรื่องการเชื่อมวงจร. สารนิพนธ์. กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อำนาจ ช่างเรียน. (2533, 22 – 28 มกราคม) การวิจัยและพัฒนาการศึกษา. วารสารการศึกษา กรุงเทพมหานคร. 13(4): 26 – 28.
2000. (นามแฝง). มัลติมีเดีย (Multimedia). เทคโนโลยีการศึกษา. 4(64) : กันยายน 2539.

- Best. John W. (1959) *Research in Education*. N.J.: Prentice-Hall, Inc.,
- Borg Water R. and Merigith Damien Gall. (1989). *Education Research: an Introduction*.
5th ed. New York: Longman Whist Ltains.
- Bunyel, Mark J. and Sandra K. Morris. (1994) *Multimedia Application Development*. New
York: McGraw-Hill Book,Co.
- Delo, Deik Andrew. (1997, September). "Using Multimedia Technology to Integrate the
Teaching of High School Mathematics," *Dissertation Abstracts International-A*. 59
(06): 784
- Dick, Paulissen and Harald Frater. (1994). *Multimedia Manias*. Miame; Abacus, Inc. Grand
Rapid.
- Donald p. Ely and Tjeerd Plomp. (1996) *Classic Writings on Education Technology*.
Englewood, CO: Libraries Unlimited.
- Frater , Harald and Dick Paulissen. (1994). *Multimedia Mania*. Grand Rapid MI U.S.A. :
Abacus Inc.
- Gagne', R.M. (1985). *The Condition of Learning and Theory of Instruction*. New York: Holt,
Rinehart and Winston.
- Gay L.R. (1976). *Educational Research Competencies for Analysis and Application*. New
York: Merrill Publishing Company.
- Gayeski, M. Diane. (1993). *Multimedia of Learning: Development Application Evaluation*.
New York: Education Technology Publication, Inc.
- Green, Babara and Other. (1993). *Technology Edge : Guide to Multimedia*. New Jersey:
New Riders Publishing.
- Gleydura-AJ ; Michelman-JE ; Wilson-CM.(1995,Jul-Aug). Multimedia Training in Nursing
Education Computer. *Nurs*. 169-175.
- Goodman J., M Loff. (1990). CAI: A Strategy for Retaining Minority and Academically
Disadvantaged Students. *Nurse Educ.*; 15(2): 37-41.
- Linda , Tway. (1995). *Multimedia in Action*. U.S.A. : Academic Press. Inc.
- Mauldin, Mary. (1996). "The Formative Evaluation of Computer Based Multimedia
Programs," in Educational Technology.

- Paulissen, Dick and Harald Frater. (1994). *Multimedia Main*. Abacus. United States of America.
- Rathbone, Andy. (1994). *Multimedia & Cd-Rom for DUMMIES*. San Matco: IDE Book Worldwide, Inc.
- Rosenborg, Victoria.(1993). *A Guide to Multimedia*. Indiana : New Riders Publishing.
- Santer-DM ; Michaelsen-VE ; Erkonen-WE ; Winter-RJ ; Woodhead-JC; Gilmer-JS; D'Alessandro-MP ; Galwin ; JR.(1995) *A Comparison of Education Intervention Multimedia Textbook, Standard Lecture and Printed Texbook*. Arch-Pediatr – Adolesc – med.Mar ; 149 : 297 –302.
- Sloss, Andrew. (1997). *Multimedia in Education Department of Computing Services*. Ontario: University of Waterloo.
- Waterworth, John A. (1992). *Multimedia Interaction with Computers*. West Sussex: Eillis Horwood, Limited.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอุโมงค์ชีววิทยาสถาปัตย์

เรื่อง	หลักการสำคัญในวิชาเสียง		ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ		การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์	
ข้อที่	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)	ค่าความยากง่าย(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.74	0.43	0.76	0.29	0.74	0.43
2	0.43	0.86	0.79	0.24	0.71	0.38
3	0.52	0.67	0.60	0.52	0.48	0.86
4	0.62	0.76	0.60	0.43	0.60	0.52
5	0.67	0.67	0.79	0.24	0.57	0.67
6	0.62	0.57	0.79	0.43	0.67	0.38
7	0.76	0.48	0.79	0.33	0.62	0.57
8	0.57	0.48	0.79	0.43	0.31	0.43
9	0.64	0.43	0.79	0.33	0.74	0.43
10	0.76	0.29	0.79	0.43	0.60	0.43
11			0.60	0.52		
12			0.76	0.38		
13			0.76	0.48		
14			0.71	0.38		
15			0.50	0.24		
16			0.29	0.38		
17			0.74	0.33		
18			0.79	0.43		
19			0.79	0.33		
20			0.79	0.24		
	ค่าความเชื่อมั่น = 0.6712		ค่าความเชื่อมั่น = 0.6792		ค่าความเชื่อมั่น = 0.5696	
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ					0.8361	

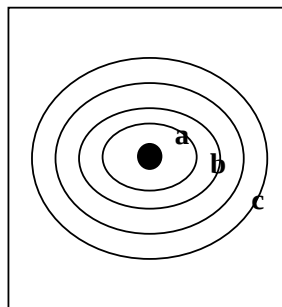
ภาคผนวก ข

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโมงค์วิทยาศาสตร์

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตย์ เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

- คนได้ยินเสียงเพราะเหตุใด
 - โมเลกุลของวัตถุกระทบ
 - โมเลกุลของวัตถุหดตัวและขยายตัว
 - โมเลกุลของอากาศรอบข้างวัตถุสั่นสะเทือนแผ่รังออกมา
 - ประจุไฟฟ้าของวัตถุกระตุ้นโมเลกุลของอากาศออกมา
- เสียงไม่สามารถผ่านตัวกลางแบบใด
 - อากาศ
 - สุญญากาศ
 - น้ำ
 - หิน
- จากภาพจุดใดจะมีค่าแอมพลิจูดมาก
 - a
 - b
 - c
 - a และ c



- จากการสาธิตโยนก้อนหินลงไปในน้ำ คลื่นที่อยู่ใกล้จุดตกของหินมีขนาดอย่างไร แสดงความหมายใดเกี่ยวกับเสียง
 - มีขนาดใหญ่ หมายถึงเสียงต่ำ
 - มีขนาดใหญ่ หมายถึงเสียงดังมาก
 - มีขนาดเล็ก หมายถึงเสียงสูง
 - มีขนาดเล็ก หมายถึงเสียงเบามาก
- ข้อใดคือความแตกต่างของเสียงสูงและเสียงต่ำ
 - เสียงต่ำมีความถี่มากกว่าเสียงสูง
 - เสียงสูงมีความถี่มากกว่าเสียงต่ำ
 - เสียงต่ำมีความใหญ่กว่าเสียงสูง
 - เสียงสูงมีความใหญ่กว่าเสียงต่ำ

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตยกรรม เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

6. ข้อใดคือความแตกต่างของเสียงและแสง
 - ก. แสงมีพลังงานมากกว่าเสียง
 - ข. เสียงมีพลังงานมากกว่าแสง
 - ค. เสียงเดินทางได้เร็วกว่าแสง
 - ง. เสียงเดินทางได้ช้ากว่าแสง
7. ข้อใดแสดงวิธีการหาความยาวของคลื่นเสียง
 - ก. ความยาวของคลื่นเสียง = ความเร็วของเสียง / ความถี่ของเสียง
 - ข. ความยาวของคลื่นเสียง = ความเร็วของเสียง $\times$ ความถี่ของเสียง
 - ค. ความยาวของคลื่นเสียง = ความถี่ของเสียง / ความเร็วของเสียง
 - ง. ความยาวของคลื่นเสียง = ความเร็วของเสียง / ความถี่ของเสียง
8. จากวิธีการคำนวณหาความยาวของคลื่นเสียง แสดงให้เห็นถึงสิ่งใด
 - ก. เสียงที่มีความยาวคลื่นสั้นจะมีความเร็วสูงกว่าเสียงที่มีความยาวคลื่นยาว
 - ข. เสียงที่มีความยาวคลื่นสั้นจะมีความเร็วต่ำกว่าเสียงที่มีความยาวคลื่นยาว
 - ค. ความถี่สูงความยาวคลื่นจะยาว ความถี่ต่ำความยาวคลื่นจะสั้น
 - ง. ความถี่สูงความยาวคลื่นจะสั้น ความถี่ต่ำความยาวคลื่นยาว
9. ระดับความดันของเสียงเมื่อเริ่มได้ยิน
 - ก. 0 dB
 - ข. 10 dB
 - ค. 100 dB
 - ง. 140 dB
10. ข้อใดคือเสียงที่สามารถกระจายได้รอบทิศทาง
 - ก. เสียงไซปราโน
 - ข. เสียงเบส
 - ค. เสียงกลอง
 - ง. เสียงไวโอลิน

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตยกรรม เรื่องที่ 2 ปรัชญาการอนุรักษ์เสียงในลักษณะต่างๆ

1. เสียงอุโฆษ คือเสียงชนิดใด
 - ก. เสียงที่ถูกดูดซับด้วยวัสดุชนิดต่างๆ
 - ข. เสียงก้อง สะท้อน
 - ค. เสียงที่เกิดจากการกระจาย
 - ง. เสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียง
2. เมื่อเสียงกระทบกับพื้นผิวแข็งๆ เสียงจะมีทิศทางอย่างไร
 - ก. เสียงจะสะท้อนกลับ ส่วนหนึ่งจะแทรกซึมเข้าไปในพื้นผิว และส่วนหนึ่งจะทะลุออกอีกด้านหนึ่งของพื้นผิว
 - ข. ถูกดูดซึมเข้าไปภายในพื้นผิวทั้งหมด
 - ค. สะท้อนกลับออกไปทั้งหมด
 - ง. เสียงจะกระจัดกระจายไม่มีทิศทาง
3. วัสดุชนิดใดสามารถดูดกลืนเสียงได้มาก
 - ก. วัสดุที่มีความบาง
 - ข. วัสดุที่มีความแข็ง
 - ค. วัสดุที่มีรูพรุน
 - ง. วัสดุที่สามารถอุ้มน้ำได้ดี
4. การสะท้อนบนพื้นผิวชนิดใดที่รังสีของเสียงจะเท่ากับมุมตกกระทบของเสียงจากแหล่งกำเนิด
 - ก. พื้นผิวขรุขระ
 - ข. พื้นผิวเรียบราบ
 - ค. พื้นผิวโค้งเว้า
 - ง. พื้นผิวโค้งนูน
5. ข้อใดแสดงลักษณะการสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวโค้งเว้า
 - ก. มุมของการสะท้อนจะเท่ากับมุมตกกระทบของเสียงจากแหล่งกำเนิด
 - ข. เสียงที่ออกจากการสะท้อนของเสียงจะไปรวมกัน ณ จุดใดจุดหนึ่ง
 - ค. เสียงที่ตกกระทบแล้วจะกระจายออกไป ไม่รวมกันที่จุดใดจุดหนึ่ง
 - ง. รังสีของเสียงเท่ากับมุมตกกระทบของแหล่งเสียง

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาลัยสถาปัติย์ เรื่องที่ 2 ปราบกฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

.....

6. การสอดแทรกของคลื่นเสียง หมายถึงข้อใด
 - ก. การที่มีเสียงอื่นนอกจากเสียงที่กำหนดมารบกวน
 - ข. การรับเสียงจากภายนอกเพื่อควบคุมเสียงไม่ให้งบกวน
 - ค. การรวมกันของคลื่นเสียงหลายๆคลื่นซึ่งอาจอาจทำให้เสียงดังขึ้นหรือเบาลงหรือหายไป
 - ง. การปรับระดับความดังเบาของเสียง
7. เสียงความถี่เดียวกันเกิดขึ้นในระยะห่างกัน $\frac{1}{2}$ ของความยาวคลื่น จะเกิดผลอย่างไร
 - ก. เสียงจะมีความดังเพิ่มขึ้น
 - ข. เสียงจะเบาลงจากเสียงเดิม
 - ค. ความดังของเสียงจะหักลบกัน จนเสียงหายไป
 - ง. ความดังของเสียงจะแหลมขึ้น
8. . เสียงเดินทางในลักษณะใด
 - ก. เส้นโค้ง
 - ข. เส้นหักฟันปลา
 - ค. เส้นตรง
 - ง. เป็นคลื่น
9. เมื่อเสียงเดินทางผ่านช่อง หรือขอบ การเดินทางของเสียงจะมีลักษณะอย่างไร
 - ก. ทะลุผ่านเป็นเส้นตรง
 - ข. หักเห และเลี้ยวมุม
 - ค. กระจายไปในทุกทิศทุกทาง
 - ง. สะท้อนกับทางเดินที่เสียงผ่าน
10. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ของความถี่ในการหักเหหรือหักเลี้ยวมุมของเสียง
 - ก. ในความถี่ต่ำ เสียงเดินทางผ่านขอบหรือช่องได้โดยง่าย ไม่มีการเลี้ยวมุม
 - ข. เสียงในความถี่สูง จะเดินทางผ่านช่องหรือขอบได้ลำบาก
 - ค. ความถี่ต่ำจะเกิดการหักเลี้ยวของมุมมากกว่าความถี่สูง
 - ง. เสียงในความถี่ต่ำ จะไม่มีการหักเลี้ยว

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาสาปัติย์ เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

11. ข้อใดแสดงลักษณะของการกระจายของเสียง
 - ก. เสียงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวเรียบ
 - ข. เสียงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวขรุขระ
 - ค. เสียงที่สะท้อนออกมาจากผิวโค้งนูน
 - ง. เสียงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวเว้า
12. ถ้าเสียงเดินทางไปกระทบกับพื้นผิวที่ขรุขระ เสียงที่สะท้อนกลับมามีลักษณะอย่างไร
 - ก. เสียงจะก้อง และสะท้อนหลายครั้ง
 - ข. เสียงจะสะท้อนกลับมาทำมุม 45 องศา
 - ค. กระจัดกระจายออกไปทุกๆทาง
 - ง. เสียงจะไม่สะท้อนกลับมาแต่จะถูกดูดซับเสียงหายไป
13. การดูดกลืนของเสียง หมายถึงข้อใด
 - ก. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้ความดังของเสียงเพิ่มขึ้น
 - ข. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้เสียงทะลุตัวกลางออกมา
 - ค. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้ตัวกลางสั่นสะท้อน
 - ง. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบกับตัวกลางต่างๆ ที่ทำให้ความดังของเสียงลดลง
14. การดูดซับในอากาศ คืออะไร
 - ก. เสียงที่ผ่านตัวกลางในอากาศแล้วค่อยๆจางหายไป
 - ข. เสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดและเดินทางในอากาศ
 - ค. เสียงที่ออกจากแหล่งกำเนิดแล้วเสียงหายไปภายในห้อง
 - ง. เสียงที่ผ่านในอากาศแล้วเสียงทึ่มขึ้น
15. การดูดซับในผนัง มีหลักการอย่างไร
 - ก. เมื่อเสียงกระทบกับพื้นผิวใดๆจะเกิดการดูดซับเสมอ
 - ข. พื้นผิวที่เรียบ แข็ง แฉกและหนัก จะดูดซับได้น้อยกว่าพื้นผิวที่หยาบนิ่ม เป็นรู
 - ค. พื้นผิวที่เรียบ แข็ง แฉกและหนัก จะดูดซับได้มากกว่าพื้นผิวที่หยาบนิ่ม เป็นรู
 - ง. เมื่อเสียงกระทบกับพื้นผิวใดๆจะเกิดการดูดซับไม่เท่ากัน

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตย์ เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

16. ในสถานที่ใดที่มีการดูดซับเสียงที่ดี
 - ก. ในห้องที่มีผนังเป็นหินอ่อนหรือหินแกรนิต
 - ข. ในห้องที่มีอุปกรณ์อยู่ภายในห้อง เช่น เครื่องเรือนหรือผ้าม่าน
 - ค. โรงละครกลางแจ้ง
 - ง. ห้องประชุมที่มีเวทีขนาดใหญ่
17. ในโรงละครที่มีอัฐจรรยี่ว่างเปล่ามีเสียงก้องมากกว่าโรงละครที่มีผู้ชม เพราะเหตุใด
 - ก. เนื่องจากอัฐจรรยี่มีความกว้างและโล่งกว่าโรงละคร
 - ข. เนื่องจากโรงละครมีเฟอร์นิเจอร์มากกว่าอัฐจรรยี่
 - ค. เพราะผู้ชมมีผลต่อการดูดซับเสียงของห้องมาก
 - ง. เนื่องจากอัฐจรรยี่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงน้อยกว่าโรงละคร
18. หากเราจะป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่าความก้องภายในห้องเราสามารถทำได้โดยวิธีใด
 - ก. เลือกเก้าอี้ที่มีค่าสัมประสิทธิ์ในการดูดซับเสียงเท่ากับคน
 - ข. ปรับระดับความถี่ของเสียง
 - ค. เพิ่มหรือลดขนาดของห้อง
 - ง. เลือกอุปกรณ์กระจายเสียงที่มีคุณภาพ
19. ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง จะมีค่าระหว่างจำนวนใด
 - ก. 1.0-10.0
 - ข. 0.01-0.10
 - ค. 0-1
 - ง. 10.0-100.0
20. ค่าใดหมายถึงการดูดซับเสียงทั้งหมด
 - ก. 0.10
 - ข. 10.0
 - ค. 1(100%)
 - ง. 100

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตยกรรม เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

1. ห้องที่มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงมากๆ จะให้ความรู้สึกใด
 - ก. รู้สึก สดใสร
 - ข. อีกทั้ง อื้ออึ้ง
 - ค. รู้สึกไร้ชีวิตชีวา อับทึบ อึดอัด
 - ง. เจ็บ
2. เป้าหมายในการจัดสภาพแวดล้อมในการรับฟังเสียงคือข้อใด
 - ก. เป็นการการจัดสภาพแวดล้อมในการรับฟังเสียงให้เกิดการสะท้อนและการดูดซับเสียงอยู่ในระดับที่พอดี
 - ข. เพื่อการเลือกวัสดุในการตกแต่งห้องที่เหมาะสม
 - ค. เพื่อการออกแบบที่ถูกต้องได้มาตรฐานสากล
 - ง. เพื่อจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเพื่อการรับฟังเสียงอย่างชัดเจน
3. เสียงที่เกิดจากการสะท้อนครั้งที่ 2 ขึ้นไปคือเสียงข้อใด
 - ก. เสียงตรง
 - ข. ก้องกังวาล
 - ค. เสียงสะท้อนครั้งแรก
 - ง. เสียงสะท้อนกลับอย่างรุนแรง
4. เสียงตรง คือเสียงใด
 - ก. ที่บริสุทธิ์ ดัง และเป็นตัวที่ชี้บ่งทิศทางของมิติของเสียง
 - ข. เสียงที่กระทบพื้น 1 ครั้ง ก่อนที่เราจะรับฟังได้
 - ค. เสียงที่กระทบพื้นมากกว่า 1 ครั้ง ก่อนที่เราจะได้ยิน
 - ง. เสียงที่สะท้อนต่อไปจนกว่าจะสลายตัว
5. Reverberation Time คือค่าใด
 - ก. เวลาการสะท้อนกลับป้อนกลับของเสียงที่คงเหลืออยู่เมื่อต้นเสียงหยุดแล้ว
 - ข. ช่วงเวลาที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงมาถึงตำแหน่งของผู้ฟัง
 - ค. ช่วงเวลาที่เสียงดังที่สุดที่ผู้ฟังได้ยิน
 - ง. ช่วงเวลาที่เสียงหายไป

แบบฝึกหัดระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาลัยสถาปัตย์ เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

6. การวัดค่า Reverberation Time ที่ถูกต้องควรวัดในระยะใด
- ช่วงเวลาเสียงตัวอย่างมีระดับความดังที่ 60 dB
 - ช่วงเวลาเสียงตัวอย่างเริ่มดังครั้งแรกถึงเวลาที่เสียงลดลงจากเดิม 60 dB
 - ช่วงเวลาเสียงตัวอย่างมีระดับความดัง 60 dB ลดเหลือ 30 dB
 - ช่วงเวลาเสียงตัวอย่างมีระดับความดัง 100 dB ลดเหลือ 60 dB
7. ห้องบันทึกเสียง ควรมีค่า Reverberation Time เท่าใด
- 0.8 – 1.0 sec
 - 1.0 – 1.2 sec
 - 0.4 – 0.6 sec
 - 1.2 – 1.4 sec
8. ข้อใดแสดงสูตรการคำนวณค่า Reverberation Time
- $RT = 0.5 \frac{V}{\sum a}$
 - $RT = 0.5 \frac{\sum V}{a}$
 - $RT = 0.5 \frac{a}{\sum V}$
 - $RT = 0.5 \frac{\sum a}{V}$
9. จากสูตรการคำนวณค่า Reverberation Time ตัวแปร V คือข้อใด
- ความยาวของห้อง
 - ความกว้างของห้อง
 - ความจุภายในห้อง
 - ปริมาตรของห้อง
10. ห้องประชุมขนาด กว้าง 15 ฟุต ยาว 20 เมตร สูง 10 เมตร และมีค่าผลรวมการดูดซับเสียงที่ 150 Sabins จะมีค่า Reverberation time เท่าใด
- 3.0 Sec
 - 0.3 Sec
 - 2.0 Sec
 - 0.2 Sec

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตย์ เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

1. คลื่นเสียง หมายถึงอะไร
 - ก. การสั่นสะเทือนของน้ำ
 - ข. การสั่นสะเทือนในโมเลกุลของอากาศ อันเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงใดๆ
 - ค. การที่วัตถุเปล่งเสียงออกมา
 - ง. การที่ไมโครโฟนรับเสียงแล้วส่งผ่านเครื่องขยายเสียงแล้วขยายเสียงออกลำโพง
2. อะไรองค์ประกอบหลักของการเกิดเสียง
 - ก. แหล่งกำเนิดเสียง – ตัวกลาง - หู
 - ข. วัตถุ – อากาศ - โมเลกุลที่เคลื่อนที่
 - ค. การสั่นสะเทือนของวัตถุ - หู
 - ง. โมเลกุลของอากาศ - หู
3. ข้อใดคือแอมพลิจูดของคลื่นเสียง
 - ก. พลังงานของคลื่นเสียง
 - ข. ความยาวของคลื่นเสียง
 - ค. ความถี่ของคลื่นเสียง
 - ง. ความสูงต่ำของเสียง
4. สิ่งใดไม่มีความสัมพันธ์กับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง
 - ก. เสียงดัง - เสียงเบา
 - ข. เสียงไปได้ไกล - เสียงไปได้ใกล้
 - ค. ยอดคลื่นสูง-ยอดคลื่นต่ำ
 - ง. เสียงแหลม-ทุ้ม
5. ข้อใดคือความหมายของความถี่เสียง
 - ก. จำนวนรอบของคลื่นเสียง ใน 1 วินาที
 - ข. จำนวนรอบของคลื่นเสียงที่วนรอบหูภายใน 1 วินาที
 - ค. จำนวนครั้งที่คลื่นเสียงสะท้อนภายในห้อง
 - ง. ริมาณของคลื่นเสียงใน 1 วินาที

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

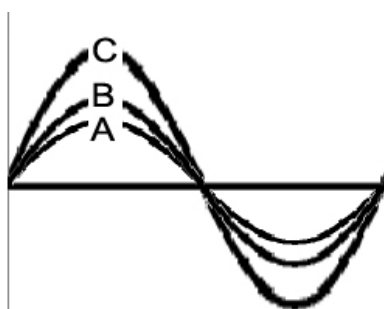
เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตย์ เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

6. ข้อใดคือเหตุผลที่เราเห็นฟ้าผ่าก่อนได้ยินเสียงฟ้าผ่า
 - ก. แสงมีความเร็วมากกว่าเสียงมาก
 - ข. เสียงมีความเร็วมากกว่าแสงมาก
 - ค. เสียงมาถึงก่อนแสง
 - ง. ตามีความไวมากกว่าหู
7. ข้อใดคือความหมายของความยาวของคลื่นเสียง
 - ก. ระยะทางจากจุดเริ่มต้นของเสียงจนถึงจุดรับฟังเสียง
 - ข. ระยะทางของคลื่นเสียงที่เกิดขึ้น 1 รอบ
 - ค. ระยะทางของยอดคลื่นด้านบนจนถึงยอดคลื่นด้านล่าง
 - ง. ระยะทางของฐานคลื่นถึงยอดคลื่น
8. คลื่นเสียงมีความถี่ 1,000 Hz จะมีความยาวคลื่นเท่าใด ถ้าเสียงมีความเร็ว 334 เมตรต่อวินาที
 - ก. 334 เมตร
 - ข. 0.334 เมตร
 - ค. 167 เมตร
 - ง. 0.167 เมตร
9. ข้อใดคือความหมายของระดับความดันของเสียง
 - ก. สิ่งที่ใช้วัดความดังของเสียงที่มนุษย์ได้ยิน
 - ข. ระดับกำลังของเสียงสามารถใช้ผลักดันวัตถุ
 - ค. วอลลุ่มของเครื่องเสียง
 - ง. ถูกทุกข้อ
10. ทิศทางของเสียงถ้าไม่มีการปิดกั้นแล้วจะมีรูปทรงเป็นอย่างไร
 - ก. ทรงลูกบาศก์
 - ข. ทรงกลม
 - ค. ทรงกรวย
 - ง. ทรงกระบอก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาลัยสถาปัติย์ เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

- ข้อใดคือปรากฏการณ์ของเสียง
 - เสียงมีความถี่
 - เสียงมีความดัน
 - เสียงมีการสะท้อน
 - เสียงมีความยาว
- การที่เราพูดเสียงดังอยู่ในโบสถ์หรือโรงยิมแล้วหลังจากนั้นได้ยินเสียงที่เราพูดกลับมาอีกครั้งเกิดจากปรากฏการณ์ของเสียงแบบใด
 - การดูดซับเสียง
 - การสะท้อนเสียง
 - การสอดแทรกของเสียง
 - การหักเหของเสียง
- การสะท้อนของเสียงบนพื้นผิวชนิดใด ที่เสียงจะไปรวมกัน ณ จุดใดจุดหนึ่ง
 - พื้นผิวเรียบ
 - พื้นผิวขรุขระ
 - พื้นผิวโค้งนูน
 - พื้นผิวโค้งเว้า



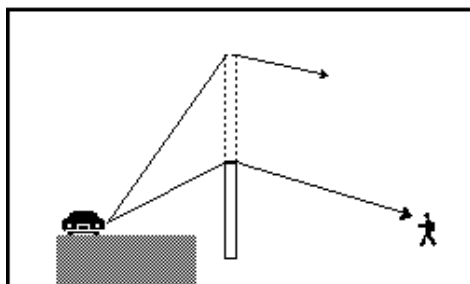
- จากภาพมีความหมายตรงกับข้อใด
 - เป็นการสอดแทรกของคลื่นเสียงระหว่าง A และ B จึงเกิดคลื่นเสียง C
 - เป็นการสอดแทรกของคลื่นเสียงระหว่าง A และ C จึงเกิดคลื่นเสียง B
 - เป็นการสอดแทรกของคลื่นเสียงระหว่าง B และ C จึงเกิดคลื่นเสียง A
 - ถูกทุกข้อ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตยกรรม เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

5. จากภาพเป็นปรากฏการณ์ใดของเสียง

- ก. การดูดซับเสียง
- ข. การสะท้อนเสียง
- ค. การสอดแทรกของเสียง
- ง. การหักเหของเสียง



6. ความถี่ใดที่เกิดการหักเหของเสียงได้มากที่สุด

- ก. 100 Hz
- ข. 500 Hz
- ค. 1,000 Hz
- ง. 10,000 Hz

7. การกระจายของเสียงเกิดจากอะไร

- ก. เสียงสะท้อนกับวัสดุผิวแข็ง
- ข. เสียงสะท้อนกับวัสดุผิวนุ่ม
- ค. เสียงสะท้อนกับวัสดุผิวขรุขระ
- ง. เสียงสะท้อนกับวัสดุผิวเรียบ

8. เหตุใดวัสดุพื้นผิวขรุขระจึงทำให้เสียงกระจายไปทุกทิศทุกทาง

- ก. มีพื้นผิวแข็งแรงกว่า
- ข. พื้นผิวมีมุมการสะท้อนที่แตกต่างกันหลายมุม
- ค. มีการยึดหดตัวดีกว่า
- ง. เป็นการสะท้อนที่หาเหตุผลไม่ได้

9. ข้อใดคือความหมายของการดูดกลืนของเสียง

- ก. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้ความดังของเสียงลดลงไป
- ข. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้ความดังของเสียงเพิ่มขึ้น
- ค. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้เสียงทะลุตัวกลางออกมา
- ง. การที่เสียงออกจากแหล่งกำเนิดและไปกระทบตัวกลางต่างๆ ทำให้ตัวกลางสั่นสะเทือน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาลัยอาชีวศึกษา เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

10. หลักการในการใช้ผนังดูดซับเสียงตรงกับข้อใดมากที่สุด
 - ก. เลือกวัสดุที่มีความสวยงามเป็นผนัง
 - ข. เลือกวัสดุที่มีความแข็งแรงเป็นผนัง
 - ค. เลือกวัสดุที่มีน้ำหนักมากเป็นผนัง
 - ง. เลือกวัสดุที่อ่อนนุ่มเป็นผนัง
11. ข้อใดดูดซับเสียงได้ดีที่สุด
 - ก. แก้ว 1 ตัว
 - ข. แก้ว 1 คู่
 - ค. คน 1 คนนั่งบนแก้ว 1 คู่
 - ง. คน 1 คนนั่งบนแก้ว 1 คู่
12. ข้อใดคือผลเสียของการดูดซับเสียงภายในห้องมากเกินไป
 - ก. ผู้พูดพูดดังมากแล้วไม่ชัด
 - ข. ผู้พูดต้องค่อยๆพูด
 - ค. ผู้พูดต้องใช้กำลังเสียงมากกว่าปกติ
 - ง. ผู้ฟังจะหนวกหู
13. เสียงลักษณะใดสามารถเดินทางผ่านขอบหรือช่องได้โดยง่าย
 - ก. เสียงความถี่สูง
 - ข. เสียงที่มีความยาวคลื่นมาก
 - ค. เสียงความถี่ต่ำ
 - ง. เสียงที่มีความยาวคลื่น 50-60 ฟุต
14. จุดที่เสียงสะท้อนจากการสะท้อนของเสียงจากพื้นผิวโค้งเข้าไปรวมกัน เรียกว่าอะไร
 - ก. λ (Lambda)
 - ข. Cps
 - ค. จุด F.P (Focal Point)
 - ง. Echo

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตย์ เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ

15. สถาปนิกใช้ประโยชน์จากการสะท้อนของเสียงบนพื้นผิวต่างๆอย่างไร
 - ก. ควบคุมทิศทางของเสียง
 - ข. เลือกวัสดุในการยืดอายุการใช้งานเครื่องเสียง
 - ค. เลือกวัสดุที่เหมาะสมในการตกแต่ง
 - ง. กำหนดให้เสียงจากแหล่งกำเนิดสะท้อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม
16. หากต้องการทำห้องบันทึกเสียง ควรหลีกเลี่ยงวัสดุใดมากที่สุด
 - ก. พื้นไม้ปาเก้
 - ข. พื้นหินแกรนิต
 - ค. พื้นพรม
 - ง. พื้นยาง
17. วัสดุประเภทใดที่มีความสามารถในการดูดซับเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - ก. วัสดุที่มีพื้นผิวเรียบ แน่น และมีน้ำหนักเบา
 - ข. วัสดุที่มีความหนา นุ่ม และมีรูพรุน
 - ค. วัสดุที่มีพื้นผิวขรุขระและแข็ง แน่น
 - ง. วัสดุที่มีความยืดหยุ่น
18. ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง คือ ข้อใด
 - ก. ค่าความสามารถในการดูดซับเสียงของวัสดุแต่ละชนิด ซึ่งได้จากการทดสอบในห้องทดลอง
 - ข. ค่าความสามารถในการสะท้อนเสียงของวัสดุแต่ละชนิดซึ่งได้จากการทดสอบในห้องทดลอง
 - ค. ค่าความสามารถในการป้องกันเสียงของวัสดุแต่ละชนิดซึ่งได้จากการทดสอบในห้องทดลอง
 - ง. ค่าความสามารถในการถ่ายทอดเสียงของวัสดุแต่ละชนิดซึ่งได้จากการทดสอบในห้องทดลอง
19. วัสดุใดสามารถดูดซับเสียงได้ดีที่สุด
 - ก. A $\alpha = 0.1$
 - ข. B $\alpha = 0.3$
 - ค. C $\alpha = 0.5$
 - ง. D $\alpha = 0.7$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง อุโฆษวิทยาลัยสถาปत्य เรื่องที่ 2 ปรัชญาการณของเสียงในลักษณะต่างๆ

.....

20. วัสดุที่ดูดกลืนเสียงได้ 95 % เรียกว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดเสียง (α) ตรงกับข้อใด

ก. 9.5

ข. 0.95

ค. 95.0

ง. 9.05

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตยกรรม เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

1. เมื่อเสียงเกิดขึ้นในพื้นที่จำกัด โดยเสียงไม่ถูกดูดกลืนเข้าไปในผนังจะเกิดปรากฏการณ์ใด
 - ก. เสียงจะเกิดการสะท้อนไปรอบๆห้อง ทำให้เกิดความชัดเจนของเสียง
 - ข. เสียงจะเกิดการสะท้อนไปรอบๆห้อง ทำให้ความชัดเจนของเสียงลดลง
 - ค. เสียงจะค่อยๆ จางหายไปในเวลาอันรวดเร็ว
 - ง. ผนังห้องจะสั่นสะเทือนอย่างมาก
2. ข้อใดคือการออกแบบทางด้านอะคูสติกส์ที่ดีที่สุด
 - ก. การซับเสียงภายในห้องให้ได้มากที่สุดเพื่อการรับฟังที่ดี
 - ข. ใช้วัสดุที่สวຍงามและซับเสียงให้ได้มากที่สุด
 - ค. การสะท้อนเสียงให้ดีที่สุดเพื่อลดการใช้เครื่องขยายเสียง
 - ง. สร้างสภาพแวดล้อมให้เกิดการสะท้อนและการดูดซับเสียงอยู่ในระดับที่ต้องการได้พอดี
3. วงจรชีวิตของเสียงภายในห้อง ประกอบไปด้วยข้อใด
 - ก. เสียงตรง > เสียงสะท้อนครั้งแรก > เสียงก้องหึ่ง
 - ข. เสียง > เสียงสะท้อน > เสียงถูกดูดซับ
 - ค. เสียงเกิดขึ้น > เสียงตั้งอยู่ > เสียงดับไป
 - ง. ซับเกิด > เสียงแก่ > เสียงเจ็บ > เสียงตาย
4. เสียงที่บริสุทธิ์ ดัง และเป็นตัวที่ชี้บ่งทิศทางของมิติของเสียง คือเสียงใด
 - ก. เสียงตรง
 - ข. เสียงสะท้อน
 - ค. เสียงก้องหึ่ง
 - ง. เสียงทางอ้อม
5. ค่า Reverberation Time คือค่าใด
 - ก. ช่วงเวลาดังแต่ต้นเสียงหยุด จนระดับเสียงลดลงไป 60 dB
 - ข. ช่วงเวลาที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงมาถึงตำแหน่งของผู้ฟัง
 - ค. ช่วงเวลาที่เสียงดังที่สุดที่ผู้ฟังได้ยิน
 - ง. ช่วงเวลาที่เสียงหายไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง อุโฆษวิทยาลัยสถาปัตย์ เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

6. ข้อใดคือประโยชน์ของการใช้ตารางค่า Reverberation Time

- ก. บอกค่าความก้องของห้องแต่ละห้อง
- ข. บอกค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียงของห้อง
- ค. บอกวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งห้อง
- ง. ผู้ออกแบบใช้เป็นเป้าหมายในการคำนวณเพื่อเลือกใช้วัสดุในการตกแต่งห้อง

7. ห้องประเภทใดควรมีค่า Reverberation time น้อยที่สุด

- ก. ห้องที่ใช้สำหรับบันทึกเสียง
- ข. ห้องที่ใช้สำหรับการบรรยาย
- ค. ห้องที่ใช้สำหรับดูภาพยนตร์
- ง. ห้องที่ใช้สำหรับแสดงละคร

8. ข้อใดคือสูตรการคำนวณค่า Reverberation Time

$$\begin{array}{ll} \text{ก. } RT = 0.5 \frac{V}{\sum a} & \text{ข. } RT = 0.5 \frac{\sum V}{a} \\ \text{ค. } RT = 0.5 \frac{a}{\sum V} & \text{ง. } RT = 0.5 \frac{\sum a}{V} \end{array}$$

9. ตัวแปร a จากสูตรการคำนวณค่า Reverberation Time มีหน่วยเป็นอะไร

- ก. Sec
- ข. M2
- ค. Sabins
- ง. Ohms

10. ห้องประชุมขนาด กว้าง 10 ฟุต ยาว 20 ฟุต สูง 10 ฟุต และมีค่าผลรวมการดูดซับเสียงที่ 80 Sabins จะมีค่า Reverberation Time เท่าใด

- ก. 2.5 Sec
- ข. 0.25 Sec
- ค. 1.25 Sec
- ง. 0.125 Sec

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
แบบประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ฉบับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโฆษวิทยาสถาปัตย์

สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

โดย นายธาริน ปุ้ยตระกูล นิสิตปริญญาโท วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา รหัส 451998175

ชื่อผู้ประเมิน.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

โดยมีระดับคุณภาพดังนี้	5	หมายถึง	ดีมาก
	4	หมายถึง	ดี
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	ต้องปรับปรุง
	1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

หัวข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา	1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา					
	1.2 ความสอดคล้องของเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง					
	1.3 การลำดับเนื้อหาความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
	1.4 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
ด้านภาพ	2.1 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาที่น่าสนใจ					
	2.2 ความชัดเจนของภาพประกอบ					
ด้าน แบบฝึกหัด และ แบบทดสอบ	3.1 ความชัดเจนของคำถามทำแบบเรียน					
	3.2 การรายงานผลการเรียนเป็นรายข้อและการสรุปคะแนน					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ฉบับผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุโมงค์วิทยาศาสตร์

สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

โดย นายธาริน ปุ๋ยตระกูล นิสิตปริญญาโท วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา รหัส 451998175

ชื่อผู้ประเมิน.....ตำแหน่ง.....

หน่วยงาน.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

โดยมีระดับคุณภาพดังนี้	5	หมายถึง	ดีมาก
	4	หมายถึง	ดี
	3	หมายถึง	ปานกลาง
	2	หมายถึง	ต้องปรับปรุง
	1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

หัวข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้าน กราฟิก	1.1 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
	1.2 ความชัดเจนของภาพประกอบ					
	1.3 การใช้ภาพและเทคนิคการนำเสนอเหมาะสมกับเนื้อหา					
	1.4 ความเหมาะสมของแบบสีและขนาดตัวอักษร					
	1.5 ความเหมาะสมของเสียงดนตรีประกอบและเสียงบรรยาย					
การ จัดการ บทเรียน	2.1 ความเหมาะสมของการโต้ตอบกับบทเรียน					
	2.2 ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งของข้อมูลที่แสดงบนจอภาพ					
	2.3 การนำเสนอเมนูหลักของบทเรียน					
	2.4 การควบคุมบทเรียนโดยใช้ปุ่มต่างๆ					
	2.5 การออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม					
	2.6 การลำดับบทเรียน					
	2.7 ความน่าสนใจของบทเรียน					

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาคุณภาพเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาคุณภาพเครื่องมือ

ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญฤทธิ์ คงคาเพชร

รองคณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิลาศ เกื้อมี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาญชัย อินทรสุนานนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์อลิศรา เจริญวานิช

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

อาจารย์โยธิน ฤทธิพงษ์สุทธิ

บริษัท พีเอ็มเซ็นเตอร์ จำกัด

อาจารย์ต่อเกียรติ สุวรรณทัต

บริษัท โปรดักคองซัลแตนท์ จำกัด

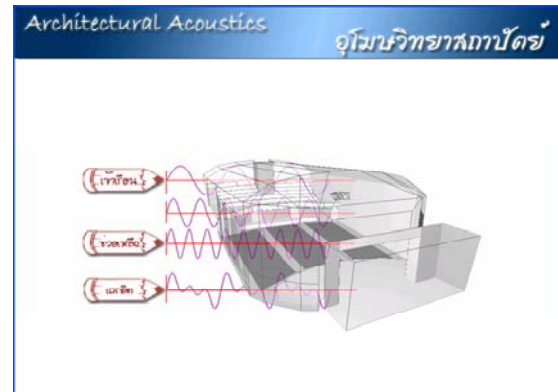
อาจารย์วิดี พันนาไส

บริษัท อี.เอ็น.จี. จำกัด

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องอุษะวิทยาสถาบัน

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโมงค์วิทยาสถาปัตยกรรม
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี



หน้าต้อนรับเข้าสู่บทเรียนจะแสดงโดยอัตโนมัติหลังจาก
ใส่แผ่นโปรแกรม

เมนูสำหรับเลือกเข้าเรียน
หรือดูการแนะนำการใช้บทเรียน



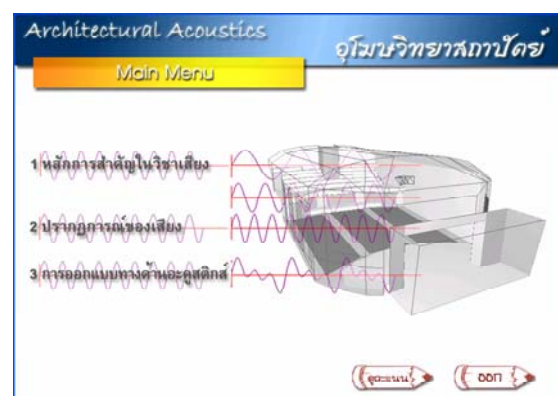
หน้าแนะนำการใช้บทเรียน



หน้าขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง



หน้าลงทะเบียนก่อนเข้าเรียนบทเรียน



หน้าเมนูหลักเพื่อเลือกบทเรียน

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโฆษวิทยาสถาปัตย์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

Architectural Acoustics **อุโฆษวิทยาสถาปัตย์**

1. หลักการสำคัญในวิชาเสียง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เขาศึกษาเนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

กลับเมนูหลัก

1. สามารถบอกความหมายของเสียง
2. สามารถบอกที่มาของเสียงและองค์ประกอบหลักของการเกิดเสียง
3. สามารถบอกความหมายและลักษณะของแอมพลิจูด
4. สามารถบอกลักษณะและปรากฏการณ์ที่เกิดจากความเร็วของเสียง
5. สามารถบอกคุณสมบัติของเสียงยาวและเสียงสั้น
6. สามารถบอกความหมายของระดับความดังของเสียง
7. สามารถบอกลักษณะและความสำคัญของการสะท้อนก้องเสียง
8. สามารถบอกลักษณะและความสำคัญของการหักเหของเสียง

เรื่องที่ 1 หลักการสำคัญในวิชาเสียง

Architectural Acoustics **อุโฆษวิทยาสถาปัตย์**

2. ปรากฏการณ์ของเสียง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เขาศึกษาเนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

กลับเมนูหลัก

1. สามารถบอกปรากฏการณ์ของเสียงในลักษณะต่างๆ
2. สามารถบอกคุณลักษณะของวัสดุชนิดต่างๆที่ใช้ในการสะท้อนเสียงและดูดกลืนเสียง
3. สามารถบอกความหมายของค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับเสียง

เรื่องที่ 2 ปรากฏการณ์ของเสียง

Architectural Acoustics **อุโฆษวิทยาสถาปัตย์**

3. การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เขาศึกษาเนื้อหาบทเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

กลับเมนูหลัก

1. สามารถบอกความสำคัญในการออกแบบทางด้านอะคูสติกส์ของห้องใด
2. สามารถบอกค่าสัมประสิทธิ์ของวงรีหรือของเสียงได้
3. สามารถบอกความหมายของค่า Reverberation Time ได้
4. สามารถอ่านค่า Reverberation Time ในกราฟโนจากรูปหรือมีวิธีวัดเสียงได้
5. สามารถเขียนสูตรการคำนวณค่า RT60 ได้
6. สามารถใช้สูตรการคำนวณค่า RT60 หาค่า RT60 ได้

เรื่องที่ 3 การออกแบบทางด้านอะคูสติกส์

Architectural Acoustics **อุโฆษวิทยาสถาปัตย์**

1. หลักการสำคัญในวิชาเสียง

ยกตัวอย่างเช่น เสียงของระฆัง

อันเกิดจาก การสั่นสะเทือนของระฆัง

ทำให้โมเลกุลของตัวกลาง คือ อากาศสั่นไปด้วย

ทำให้เสียงแผ่ออกไป

ความหมายของเสียง

(เลือก)

เนื้อหาของบทเรียน

Architectural Acoustics **อุโฆษวิทยาสถาปัตย์**

1. หลักการสำคัญในวิชาเสียง

คนโคโธบีนเสียงเพราะเหตุใด

ก. โมเลกุลของวัตถุกระทบ

ข. โมเลกุลของวัตถุหดตัวและขยายตัว

ค. โมเลกุลของอากาศรอบข้างวัตถุสั่นสะเทือนแล้วออกมา

ง. ประจุไฟฟ้าของวัตถุกระทบโคโธบีนโมเลกุลของอากาศออกมา

(เลือก)

แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

Architectural Acoustics **อุโฆษวิทยาสถาปัตย์**

1. หลักการสำคัญในวิชาเสียง

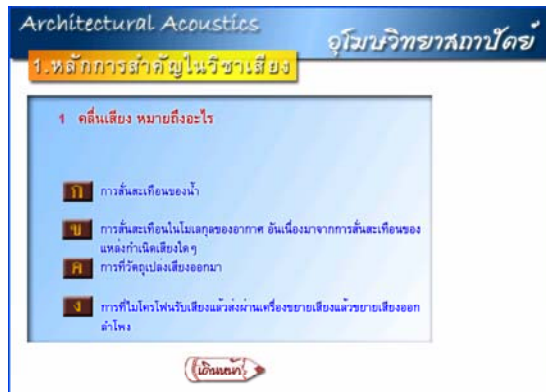
ท่านได้เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว

ท่านทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนถูก 9 ข้อ จากทั้งหมด 10 ข้อ

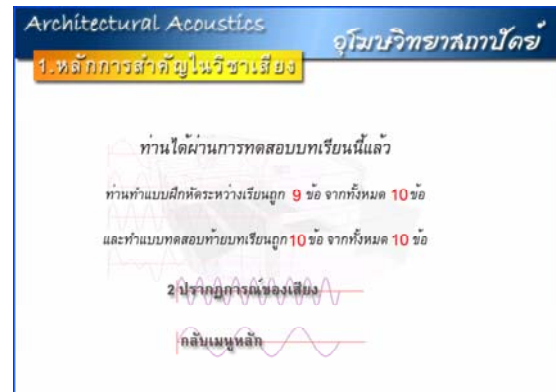
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ผลคะแนนในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง อุโมงค์วิทยาสถาปัตยกรรมศาสตร์
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี



แบบทดสอบท้ายบทเรียน



ผลคะแนนในการทำแบบทดสอบทั้งระหว่างเรียนและ
ท้ายบทเรียน



แสดงผลคะแนนทั้งหมดในบทเรียน

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นายธาริน บัวตระกูล
วันเดือนปีเกิด	8 กุมภาพันธ์ 2518
สถานที่เกิด	ราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	33/1 หมู่ 10 ถนนเลียบคลองภาษีเจริญฝั่งเหนือ แขวงหนองแขม เขตหนองแขม กรุงเทพฯ 10160
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการฝ่ายออกแบบ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท อี.เอ็น.จี. จำกัด 675/146 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวง อรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2529	ระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนเทศบาล 4 วัดมหาธาตุวรวิหาร จังหวัดราชบุรี
พ.ศ. 2532	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี
พ.ศ. 2535	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ จากวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
พ.ศ. 2538	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาไฟฟ้าอุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
พ.ศ. 2543	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาดนตรีศึกษา จากสถาบันราชภัฏจันทรเกษม
พ.ศ. 2550	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ