สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

(18)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON OPTICAL FIBER SPLICING

T 047884

ขจรศักดิ์ ป้อมสนาม

KAJOHNSAK POMSANAM

วพ.
ข๗๒๔๗
๒๕๔๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47884
วัน, เดือน, ปี 27 ส.ค. 2546

b 11317487
i 12171632

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-998-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON OPTICAL FIBER SPLICING

KAJOHNSAK POMSANAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM IN
EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974-648-998-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง
นักศึกษา	นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม
รหัสประจำตัว	39064461
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 37 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ยังไม่เคยเรียนวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 37 คน ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาการสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ 2 ไปเปรียบเทียบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.30:83.58 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80:80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Optical Fiber Splicing
Student	Mr.Kajohnsak Pomsanam
Student ID.	39064461
Degree	Master of Industrial Education
Pragramme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2002
Thesis Advisor	Dr.Surasit Ratree
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr.Punnee Leekitchwatana

ABSTRACT

The purposes of this thesis were to construct and to find out the efficiency of the computer assisted instruction on Optical Fiber Splicing, and to compare the learning achievement of the students who studied with the computer assisted instruction and the learning achievement of the students who studied with a traditional method. The hypotheses were established that the computer assisted instruction on Optical Fiber Splicing can be used efficiency as the regular criterion of 80:80 and the achievement of the students who studied with the computer assisted instruction was higher than the achievement of the students who studied with a traditional method and there was significant difference between the achievement of the two groups at .05 level.

The samples used to find out the efficiency of the computer assisted instruction were the first year undergraduate students (2^{nd} year continuting program) after diploma, academic year 2001, majoring in Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang who had never studied Optical Fiber Communication (03310120) before and 37 students were chosen by simple random sampling and were the first experimental group who studied with computer assisted instruction.

The samples used in comparison the learning achievement were the students of first year undergraduate students (2^{nd} year continuting program) after diploma, academic year 2001, majoring in Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang who had never studied Optical Fiber Communication before and 37 students were chosen by simple random sampling and were the second experimental group which this control group studied with traditional method. Then comparison the learning achievement between the second experimental group and the first experimental group who studied with computer assisted instruction.

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The study revealed that the efficiency of the computer assisted instruction was 82.30:83.58 which was higher than the established criterion 80:80 and the learning achievement of the students who studied with computer assisted instruction was higher than the learning achievement of the students who studied with a traditional method. There was significant difference between the achievement of the two groups at .05 level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะ ได้รับความอนุเคราะห์สนับสนุน ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ในด้านแนวคิดในการออกแบบและการผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมไปถึงกระบวนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าจาก ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผศ.โอวาท พูลศิริ รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ และ ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทความรู้ แนะนำและให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาจากทุกท่าน

ขอขอบพระคุณ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ รวมถึงอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการดำเนินการทดลอง ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขอขอบพระคุณ คุณประกิต ปอคูสุวรรณ คุณวัชรินทร์ คงพิบูลย์ และเพื่อนๆ ที่ให้คำแนะนำความช่วยเหลือ และกำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้การวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ให้ความรักและกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

ขจรศักดิ์ ป้อมสนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....5

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต.....7

2.2 สังเขปรายวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120).....8

2.3 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....11

2.4 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....21

2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....33

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....35

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....41

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....41

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....42

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....50

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....51

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....54
4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....54
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....56

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....59
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....59
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....59
5.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....59
5.4 สรุปผลการวิจัย.....62
5.5 อภิปรายผลการวิจัย.....63
5.6 ข้อเสนอแนะ.....65

บรรณานุกรม.....67

ภาคผนวก
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....72
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....82
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....84
ภาคผนวก ง เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง.....87
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....113
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล.....123
ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง.....130

ประวัติผู้เขียน.....139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงองค์ประกอบของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม.....7

2.2 แผนการสอนวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง.....8

3.1 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย.....46

3.2 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย.....47

3.3 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย.....47

3.4 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น.....49

3.5 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และความหมาย.....50

4.1 แสดงคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....55

4.2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วย การเรียนแบบปกติ.....57

4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน.....58

ฉ 1 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และระดับการวัดผล พฤติกรรมด้านพุทธพิสัย (Cognitive).....124

ฉ 2 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน.....126

ฉ 3 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน.....127

ฉ 4 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ.....128

ฉ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่า ความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง.....130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ฉ 6 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ r_{tt}= 0.875.....132

ฉ 7 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ r_{tt}= 0.875.....133

ฉ 8 คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....135

ฉ 9 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....137

ฉ 10 คะแนนที่ได้จากการทำฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....139

ฉ 11 คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ.....142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)....15

2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice).....16

2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations)....17

2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games)....18

2.5 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test).....18

3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง....42

3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....44

3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ.....48

ง 1 ผังแสดงระบบการสื่อสารเส้นใยแสง....89

ง 2 แสดงลักษณะโครงสร้างของเส้นใยแสง.....90

ง 3 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียว.....91

ง 4 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียว.....92

ง 5 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิด STEP INDEX OPTIC FIBER.....93

ง 6 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิด GRADED INDEX OPTIC FIBER.....93

ง 7 แสดงการเคลื่อนที่ของแสงภายในเส้นใยแสง.....94

ง 8 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ SINGLE MODE.....94

ง 9 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ MULTI MODE.....94

ง 10 แสดงการเปรียบเทียบการเดินทางของแสงระหว่าง SINGLE MODE กับ MULTI MODE.....95

ง 11 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ STEP INDEX OPTIC FIBER.....95

ง 12 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ GRADED INDEX OPTIC FIBER.....96

ง 13 แสดงลักษณะการกระจายค่าดัชนีการหักเหของแสงที่เกิดขึ้นเป็นชั้นต่างๆ กัน.....97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ง 14 (a) ภาพขยายหน้าตัดของเส้นใยแสงที่ตัดโดยการใช้เครื่องมือสำหรับตัดสาย METALLIC CABLE (b) ภาพขยายหน้าตัดของเส้นใยแสงที่ตัดโดยการใช้เครื่องมือสำหรับตัดเส้นใยแสง.....98

ง 15 แสดงหลักการตัดเส้นใยแสง.....99

ง 16 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ CAPILLARY SPLICING DEVICE.....100

ง 17 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ SQUARE – SECTION, CAPILLARY SPLICING DEVICE.....101

ง 18 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE.....101

ง 19 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ V – GROOVE TECHNIQUE BASED ON TWO RODS (SPRINGROOVE).....102

ง 20 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ V – GROOVE FIBER SPLICE USING THREE RODS.....103

ง 21 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ ELASTOMERIC SPLICE.....103

ง 22 แสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อเส้นใยแสงเข้าด้วยกันด้วยวิธีการหลอมรวม.....105

ง 23 แสดงระบบกลไกรับแนวแกนเส้นใยแสงของหัวต่อชนิดยืดหยุ่นได้.....108

ง 24 หัวต่อแบบ SMA (a) แบบปลอกหุ้มแนวตรง (b) แบบพยุงด้วยเข็มสี่ตัว (c) แบบแบริ่งนาฬิกา.....109

ง 25 หัวต่อแบบไบโคนิค.....109

ง 26 หัวต่อแบบ ST (a) แบบไบโอเน็ต (b) แบบปรับแกนด้วยการผลัก (c) แบบ 6100 Hot-Melt ใช้แทนแบบ ST.....110

ง 27 หัวต่อแบบ SC.....111

ง 28 หัวต่อแบบ FC.....111

ง 29 หัวต่อแบบ FDDI.....112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทอย่างกว้างขวางในด้านต่างๆ โดยเฉพาะทางด้านเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การบริการ สังคม สิ่งแวดล้อม ไปจนถึงการศึกษา เนื่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและความเป็นอยู่อย่างมาก ปัจจุบันคอมพิวเตอร์และการสื่อสารโทรคมนาคมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสังคมครั้งยิ่งใหญ่ และผลักดันให้เกิดการประยุกต์ใช้งานด้านการศึกษาอย่างกว้างขวาง เทคโนโลยีจึงมีบทบาทที่สำคัญต่อการศึกษา ทั้งในระบบและนอกระบบ โอกาสการรับรู้ข่าวสารแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและไร้พรมแดน กระแสการรับรู้ข่าวสารจึงมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เพราะสังคมมนุษย์ต่อไปนี้จะเป็นสังคมเปิดที่ทุกชนชาติจะเรียนรู้ซึ่งกันและกันได้อย่างรวดเร็ว บทบาทความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศึกษาจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงทำให้บทบาทของเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการศึกษาอย่างมาก (ยืน ภู่วรวรรณ. 2536)

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาประเทศ อันเป็นผลต่อการสร้างบูรณภาพทางการเมือง ความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และความเป็นปึกแผ่นของสังคม ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ (ธารณี เผ่าตระกูล. 2527) ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงด้านการศึกษาให้ดียิ่งขึ้น โดยนำเอาเทคโนโลยีและแนวคิดใหม่ ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาการศึกษาให้ได้ผลดีขึ้น

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มีการพัฒนากระบวนการศึกษาในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และในสังคมสมัยใหม่ต้องเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ อยู่มาก การจัดการศึกษาสมัยใหม่ จึงต้องใส่เนื้อหาที่ต้องเรียนรู้ทางเทคโนโลยี ตลอดจนสร้างอาชีพที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีให้มาก แต่ที่มีการพัฒนาและนำมาใช้กับการศึกษาปัจจุบันคือ "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์" (ก่อ สวัสดิ์พาณิชย์. 2523)

เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีผลในการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของมนุษย์เราและมีผลต่อการประกอบอาชีพอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการศึกษาจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถาบันการศึกษา ในช่วงแรกนั้นได้นำมาใช้ในการสอบ การรวบรวมคะแนน แล้วจึงเปลี่ยนมาใช้ช่วยสอนในการสอนในเวลาต่อมา

สิ่งสำคัญประการหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาก็คือ การประยุกต์เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในด้านต่าง ๆ มาช่วยการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ปัจจุบันพัฒนาการของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปของมัลติมีเดีย ที่มีการแสดงผลในรูปของแสง สี เสียง ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งจะทำให้เกิดความน่าสนใจยิ่งขึ้น ดังนั้นหากนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดสื่อในลักษณะมัลติมีเดีย ก็จะช่วยให้ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ และเข้าใจในเนื้อหาวิชานั้น ๆ มากขึ้น ซึ่งในคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ในปัจจุบันมีการส่งเสริมรูปแบบของระบบมัลติมีเดียมากขึ้น ทำให้การสร้างสื่อทำได้ง่ายขึ้น (สิทธิพร บุญญานุวัตร. 2540 : 23) การดำเนินชีวิตของคนเรา ในปัจจุบันมีความเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูงมากมายหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ในบ้าน อุปกรณ์ที่ใช้ในวงการธุรกิจ อุปกรณ์การสื่อสารโทรคมนาคมตลอดถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในวงการศึกษาด้วยเช่นกัน อุปกรณ์ที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูงอย่างหนึ่งที่นับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งในชีวิตประจำวันของคนเราได้แก่ "คอมพิวเตอร์" ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในทุกวงการ ยิ่งเมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมา ซึ่งมีขนาดเล็กและราคาไม่สูงมากนัก ก็ทำให้มีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น วงการศึกษาก็เช่นกันที่ได้มีการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านการบริหาร การจัดการสอนและเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการสร้างโปรแกรมบทเรียนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อการเรียนการสอนขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี (กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 177) บทเรียน CAI เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจะใช้คอมพิวเตอร์สอนเป็นรายบุคคล การใช้โปรแกรมการสอนจะอยู่ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง (สิทธิพร บุญญานุวัตร. 2540 : 23)

วารินทร์ รัศมีพรหม (2531 : 192-193) กล่าวว่า โดยทั่วไปเราจะมองว่า คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือการสอนที่ถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีของการสอน ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะที่ค่อนข้าง "แอคทีฟ" คุณประโยชน์ที่เห็นได้จึงมีดังนี้

1. ผู้เรียนเรียนได้ตามความช้าเร็วของตนเอง ทำให้สามารถควบคุมอัตราเร่งของการเรียนได้ด้วยตนเอง

2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่รวดเร็วด้วย

3. อาจจัดทำโปรแกรมให้มีบรรยากาศที่น่าชื่นชม ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เรียนที่เรียนช้าได้

4. สามารถรวบรวมเอาเสียงดนตรี สีสัน กราฟิกเคลื่อนไหว ซึ่งทำให้ดูเหมือนของจริงและน่าเร้าใจในการทำการฝึกปฏิบัติ (Drill) หรือสถานการณ์จำลองได้เป็นอย่างดี

5. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้ง่ายดาย ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง

6. ผู้สอนสามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนได้เพราะคอมพิวเตอร์จะบันทึกการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้

7. ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์จะเพิ่มความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนมากขึ้น

8. คอมพิวเตอร์ให้การสอนที่เชื่อถือได้แก่ผู้เรียนโดยไม่เกี่ยวกับผู้สอนแต่อย่างใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้การเรียนรู้มีทั้งประสิทธิภาพ และประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลาและค่าใช้จ่ายลง และประสิทธิผล ในแง่ที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI (Computer Assisted Instruction) เริ่มเป็นที่รู้จักคุ้นเคยมากขึ้นในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องช่วยเปิดหนังสือ(Electronic Page Turner) ช่วยในเรื่องการฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) คอมพิวเตอร์ช่วยทบทวนบทเรียน (Tutorial) และยังสามารถใช้ในเรื่องการทำแบบฝึกหัดต่าง ๆ รวมทั้ง การจำลองรูปแบบ การเรียนการสอนด้วย CAI มีลักษณะการเรียนแบบตัวต่อตัว จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้ เป็นวิธีการเสริมที่ทำให้ผู้เรียนเพิ่มระดับความรู้ของตนเองให้สูงขึ้นได้

ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบรับกับความเปลี่ยนไปของเทคโนโลยีการศึกษาในปัจจุบันที่ได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มาเป็นสื่อการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญในจุดนี้จึงได้คิดพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ขึ้นเพื่อนำมาประกอบวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (Optical Fiber Communication) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เนื่องจากวิชาการสื่อสารเส้นใยแสงในหัวข้อเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ต้องใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ทันสมัย ต้องลงทุนสูง การเรียนการสอนส่วนใหญ่จึงทำได้เพียงบอกหลักการและให้นักศึกษาจินตนาการตามเท่านั้น จึงควรหาสื่ออุปกรณ์มาประกอบโดยเฉพาะอย่างยิ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI เป็นสื่อที่เหมาะจะนำมาใช้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและศึกษาด้วยความเข้าใจกับความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้เป็นอย่างดี

ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง จะส่งผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง ซึ่งการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้นอกจากจะนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนแล้ว ยังใช้เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาสื่อจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสร้างขึ้นตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต พุทธศักราช 2541 วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง มีดังนี้

2.1 การสื่อสารด้วยแสง

2.2 การเชื่อมต่อแบบถาวร

2.3 การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยใช้ Connector

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 38 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 37 คน รวมจำนวน 75 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 74 คน ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ เจาะจงเลือกทั้งกลุ่ม ซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 38 คน กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 37 คน นำทั้ง 2 กลุ่มนี้จับฉลากเพื่อเลือกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดย

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 37 คน ได้จากการนำประชากรกลุ่มที่ 1 จำนวน 38 คน มาจับฉลากออก 1 คน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ จำนวน 37 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการสอน 2 วิธี

4.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1.2 การเรียนแบบปกติ

4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องปราศจากการชี้แนะจากครูผู้สอนขณะทำการศึกษา

2. โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรม Macromedia Authorware Version 5.1

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ต้องการระบบคอมพิวเตอร์ ดังต่อไปนี้

3.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC Computer) ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เทียบเท่าได้กับ Intel Pentium 100 หรือ สูงกว่า

3.2 ระบบปฏิบัติการ Windows 95, 98, me, NT หรือ Windows 2000

3.3 หน่วยความจำ RAM อย่างน้อย 32 MB

3.4 เครื่องอ่านซีดีรอม (CD-ROM Drive) ความเร็ว 28 เท่า หรือสูงกว่า

3.5 การ์ดแสดงผล 800 x 600 , High Colour (16 Bit) หรือดีกว่า

3.6 การ์ดเสียง (Sound Card) ควรเป็น Sound Blaster หรือเทียบเท่า

3.7 เมาส์ (Mouse)

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ถูกจัดสร้างขึ้นโดยได้นำเนื้อหาแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง มาจัดไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองจากการอ่านเนื้อหาในชุดคำสั่ง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2. ประสิทธิภาพของบทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 พร้อมทั้งพิจารณาจากความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกณฑ์ที่กำหนด 80:80 หมายถึง ระดับคะแนนเฉลี่ยที่คาดหวังของผู้วิจัยที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดที่ทำข้อสอบถูกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดที่ทำข้อสอบถูกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ เพื่อเปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์

5. แบบทดสอบ หมายถึง แบบประเมินผลหลังการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ในวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่วัดความรู้เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

7. นักศึกษา หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 ของสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

8. กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ซึ่งเป็นกลุ่มที่จะนำไปใช้หาประสิทธิภาพ (E_1:E_2) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเป็นกลุ่มที่จะนำไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มควบคุม

9. กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติ

10. การเรียนแบบปกติ หมายถึง การสอนที่ผู้สอนใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบคำบรรยายและสอนตามคู่มือครู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการสื่อสารเส้นใยแสง เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
2. สังเขปรายวิชา 03310120 การสื่อสารเส้นใยแสง
3. ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

องค์ประกอบของหลักสูตร	บังคับเรียน	เลือกเรียน	รวม
หมวดวิชาศึกษาทั่วไป (11 หน่วยกิต)			
กลุ่มวิชาภาษา/สังคมศาสตร์/มนุษย์ศาสตร์	2 หน่วยกิต	6 หน่วยกิต	8
กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์	3 หน่วยกิต	-	3
หมวดวิชาเฉพาะ (72 หน่วยกิต)			
กลุ่มวิชาชีพครูทั่วไป	14 หน่วยกิต	4 หน่วยกิต	18
กลุ่มวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม	12 หน่วยกิต	-	12
กลุ่มวิชาชีพวิศวกรรมโทรคมนาคม	33 หน่วยกิต	9 หน่วยกิต	42
หมวดวิชาเลือกเสรี (3 หน่วยกิต)	-	3 หน่วยกิต	3
จำนวนหน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร	84 หน่วยกิต		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สังเขปรายวิชาการสื่อสารเส้นใยแสง 03310120

บทนำเกี่ยวกับระบบการสื่อสารด้วยแสง การปล่อยแสงและการทำงานของเลเซอร์ คุณสมบัติของท่อนำแสง ต้นกำเนิดแสงที่ใช้กับระบบการสื่อสารด้วยแสง การผสมสัญญาณกับแสงและการแยกสัญญาณออกจากแสงระบบการส่งสัญญาณ ระบบการสื่อสารด้วยแสงและการใช้งาน ตัวอย่างระบบการสื่อสารด้วยแสง

วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจการสื่อสารด้วยแสง
2. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจคุณสมบัติของแสง
3. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจการปล่อยแสงและการทำงานของเลเซอร์
4. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจการผลิตและชนิดของเส้นใยแสง
5. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจอุปกรณ์แสงชนิดต่างๆ
6. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้ และเข้าใจการผสมสัญญาณกับแสงและการแยกสัญญาณออกจากแสง
7. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจระบบการส่งสัญญาณ
8. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง
9. เพื่อให้นักศึกษาเรียนรู้และเข้าใจการออกแบบระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง
10. เพื่อให้นักศึกษาเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งาน

ตารางที่ 2.2 แผนการสอนวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง

สัปดาห์ที่	หัวข้อที่สอน	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	**หน่วยที่ 1** การสื่อสารด้วยแสง 1.1 ประวัติของการสื่อสารด้วยแสง 1.2 ส่วนประกอบของระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง 1.3 คุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ ของการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง	1. บอกประวัติของการสื่อสารด้วยแสงได้ 2. บอกส่วนประกอบของระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงได้ 3. อธิบายคุณสมบัติพิเศษของเส้นใยแสงได้ 4. บอกข้อดีและข้อเสียของเส้นใยแสงได้
2	**หน่วยที่ 2** คุณสมบัติของแสง 2.1 ทฤษฎีของแสง 2.2 คุณสมบัติของคลื่นแสง 2.3 กฎของสเนล (Snell's Law)	1. บอกทฤษฎีของแสงได้ 2. อธิบายการเดินทางของคลื่นแสงได้ 3. อธิบายคุณสมบัติของคลื่นแสงได้ 4. เขียนกฎของสเนลได้ 5. อธิบายกฎของสเนลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หัวข้อที่สอน	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3.	**หน่วยที่ 3 เส้นใยแสง** 3.1 ประเภทของเส้นใยแสง 3.2 โครงสร้างของเส้นใยแสง 3.3 คุณสมบัติของเส้นใยแสง 3.4 การเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสง	1. บอกประเภทของเส้นใยแสงได้ 2. อธิบายโครงสร้างลักษณะของเส้นใยแสงได้ 3. บอกคุณสมบัติของเส้นใยแสงได้ 4. อธิบายการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงได้
4.	**หน่วยที่ 3 เส้นใยแสง (ต่อ)** 3.5 การป้อนแสงเข้าไปในเส้นใยแสง 3.6 โหมดการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสง	1. อธิบายวิธีการป้อนแสงเข้าไปในเส้นใยแสงได้ 2. คำนวณหามุมที่ใช้ในการป้อนแสงเข้าไปในเส้นใยแสงได้ 3. อธิบายโหมดการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงได้
5.	**หน่วยที่ 4 การผลิตเส้นใยแสง** 4.1 การผลิตแท่งแก้วพรีฟอร์ม 4.2 การทำพรีฟอร์ม 4.3 การหุ้มเส้นใยแสง	1. บอกวิธีการผลิตเส้นใยแสงได้ 2. อธิบายการผลิตเส้นใยแสงได้ 3. อธิบายถึงการทำพรีฟอร์มและการหุ้มเส้นใยแสงได้
6.	**หน่วยที่ 5 การเชื่อมต่อเส้นใยแสง** **5.1 การเชื่อมแบบถาวร** **5.2 การต่อเชื่อมด้วยขั้วต่อ** **5.3 เคเบิ้ลเส้นใยแสง**	**1. บอกวิธีการเชื่อมต่อเส้นใยแสงได้** **2. อธิบายวิธีการเชื่อมต่อแบบถาวรได้** **3. อธิบายวิธีการเชื่อมต่อแบบใช้ขั้วต่อได้** **4. บอกประเภทของเคเบิ้ลเส้นใยแสงได้**
7.	**สอบกลางภาคเรียน**	
8.	**หน่วยที่ 6 อุปกรณ์กำเนิดแสง** 6.1 การเปลี่ยนไฟฟ้าเป็นแสง 6.2 โครงสร้างของการกำเนิดแสง 6.3 การปล่อยแสงของสารกึ่งตัวนำ 6.4 คุณสมบัติของอุปกรณ์ปล่อยแสง 6.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ปล่อยแสงเข้ากับเส้นใยแสง	1. บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์กำเนิดแสงได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนไฟฟ้าเป็นแสงได้ 3. บอกโครงสร้างของการกำเนิดแสงได้ 4. อธิบายการปล่อยแสงของอุปกรณ์แสงได้ 5. อธิบายวิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ปล่อยแสงเข้ากับเส้นใยแสงได้
9.	**หน่วยที่ 7 อุปกรณ์รับแสง** 7.1 การเปลี่ยนแสงเป็นไฟฟ้า 7.2 โครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์รับแสง 7.3 คุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสง 7.4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์รับแสงเข้ากับเส้นใยแสง	1. บอกคุณสมบัติของอุปกรณ์รับแสงได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนแสงเป็นไฟฟ้าได้ 3. บอกโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์รับแสงได้ 4. อธิบายวิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์รับแสงเข้ากับเส้นใยแสงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หัวข้อที่สอน	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
10.	**หน่วยที่ 8** การผสมสัญญาณกับแสงและการแยกสัญญาณออกจากแสง 8.1 การผสมสัญญาณกับแสง 8.2 การแยกสัญญาณออกจากแสง	1. บอกวิธีการผสมสัญญาณแสงได้ 2. อธิบายวิธีการผสมสัญญาณแสงแบบต่างๆ ได้ 3. บอกวิธีการแยกสัญญาณแสงได้ 4. อธิบายวิธีการแยกสัญญาณแสงแบบต่าง ๆ ได้
11.	**หน่วยที่ 9** ระบบการส่งสัญญาณแสง 9.1 การมัลติเพล็กซ์สัญญาณแสง 9.2 การดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณแสง	1. บอกวิธีการส่งสัญญาณแสงได้ 2. อธิบายวิธีการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กสัญญาณแสงแบบต่าง ๆ ได้ 3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ในแบบต่างๆ ได้
12.	**หน่วยที่ 10** ระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง 10.1 ส่วนประกอบของระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง 10.2 การส่งสัญญาณแบบดิจิตอลและแอนะล็อก	1. บอกส่วนประกอบของระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงได้ 2. อธิบายการส่งสัญญาณแบบดิจิตอลและแอนะล็อกได้
13.	**หน่วยที่ 11** การออกแบบระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง 11.1 องค์ประกอบพื้นฐาน 11.2 สัญญาณแสงและสัญญาณรบกวน 11.3 ระยะห่างของตัวทวนสัญญาณ	1. บอกองค์ประกอบพื้นฐานของการสื่อสารเส้นใยแสงได้ 2. บอกขั้นตอนการออกแบบระบบได้ 3. อธิบายวิธีการออกแบบระบบได้ 4. คำนวณหาระยะการติดตั้งตัวทวนสัญญาณได้
14.	**หน่วยที่ 12** ระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงในข่ายโทรคมนาคม 12.1 ประวัติความก้าวหน้าของการใช้งาน 12.2 การสร้างระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง 12.3 การบำรุงรักษา	1. บอกประวัติความก้าวหน้าของการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงได้ 2. อธิบายการสร้างระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงได้ 3. บอกวิธีการบำรุงรักษาระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสงได้
15.	**หน่วยที่ 13** การสื่อสารของเส้นใยแสงในอนาคต 13.1 เส้นใยแสงที่มีการสูญเสียต่ำ 13.2 ระบบการส่งแบบโคฮีเรนซ์ 13.3 ตัวขยายสัญญาณแสง	1. บอกประเภทของเส้นใยแสงที่มีการสูญเสียต่ำที่สุดได้ 2. อธิบายระบบการสื่อสารแบบโคฮีเรนซ์ได้ 3. อธิบายการทำงานของตัวขยายสัญญาณแสงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในประเทศไทยเรามีความตื่นตัวในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากการมีหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ ในระดับโรงเรียนเพิ่มจากวิชาอื่นๆ นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับช่วยสอนในวิชาต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการที่หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีการนำเสนอผลงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการจัดประชุมทางวิชาการเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประจำทุกปีนับแต่ พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมาดังกล่าวการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีไม่มากและแพร่หลายเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจจะมาจากระบบคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาการที่รวดเร็วมาก ทำให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถไปด้วยกันกับระบบคอมพิวเตอร์หรือใช้ด้วยกันไม่ได้ อีกทั้งราคายังอยู่ในระดับที่โรงเรียนทั่วๆ ไปไม่สามารถจัดหามาใช้ได้

ปัจจุบันพัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปของมัลติมีเดีย ที่มีการแสดงผลในรูปของแสง สี เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้นต่อการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ ใช้ในการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถรับประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งจะช่วยส่งผลต่อการเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน น่าจะมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งในระยะเวลากว่า 20 ปี ที่ผ่านมาการเรียนการสอนแบบโปรแกรมได้รับความสนใจว่าเป็นวิธีการที่จะช่วย ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนการสอนวิธีนี้มีหลักการพื้นฐานของการใช้ทฤษฎีและหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) มีการให้แรงเสริม (Reinforcement) และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน (Feedback) การเรียนการสอนในลักษณะนี้นอกจากจะใช้สื่อการเรียนการสอนในรูปเอกสารแล้ว ได้พยายามสร้างเครื่องมือสอน (Teaching Machine) เพื่อนำเสนอบทเรียนแบบโปรแกรมอีกด้วย และเมื่อคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษา บทเรียนโปรแกรมจึงมีการพัฒนามาอยู่บนจอคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการเสนอบทเรียนในรูปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) และทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (Computer Assisted Instruction) ขึ้น (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538 : 5-9)

2.3.2 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำศัพท์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนั้น นิยมใช้คำศัพท์แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งคำว่า ซีเอไอ (CAI : Computer-Assisted Instruction) เป็นศัพท์เดิมที่นิยมใช้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย อีกคำหนึ่งที่นิยมใช้คือคำว่า ซีเอ็มไอ (CMI : Computer- Managed Instruction) หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ ส่วนยุโรปมักจะใช้คำแตกต่างไปจากสหรัฐอเมริกา คำที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ ซีบีอี (CBE : Computer- Based Education) หมายถึง การศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีอีกหลายคำที่แพร่หลาย เช่น ซีเอแอล (CAL : Computer- Assisted Learning) และ ซีเอ็มแอล (CML : Computer- Managed Learning) (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 : 1)

จะเห็นได้ว่า มีการเปลี่ยนศัพท์ตัวกลางและตัวสุดท้ายของคำ และยังมีศัพท์ที่แพร่หลายเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนโดยทั่วไปอีก เช่น

CAI (Computer – Assisted Instruction) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

CAL (Computer – Assisted Learning – Aided Learning) คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียน

CBI (Computer – Based Instruction) คอมพิวเตอร์ในการสอน

CBL (Computer – Based Learning) คอมพิวเตอร์ในการเรียน

CBE (Computer – Based Education) คอมพิวเตอร์ในการศึกษา

CBT (Computer – Based Training) คอมพิวเตอร์ในการฝึกอบรม

CAT (Computer – Aided Training) คอมพิวเตอร์ช่วยในงานฝึกอบรม

CDI (Computer – Development Instruction) คอมพิวเตอร์พัฒนาการสอน

IAC (Instructional Application of Computer) การใช้คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

(สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541 : 52)

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอใช้คำศัพท์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า CAI ซึ่งย่อมาจาก Computer - Assisted Instruction หรือ Computer – Aided Instruction เพราะเป็นที่นิยมและรู้จักกันแพร่หลายมากที่สุดในประเทศเรา นักวิชาการทางการศึกษาหลายท่าน และนักคอมพิวเตอร์ของประเทศไทยก็นิยมใช้คำนี้ด้วยเช่นกัน ซึ่งได้กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ทักษิณา สวนานนท์ (2530) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนนั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ แล้วเรียกโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย บทเรียนหรือรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน รอจนคิดว่าพร้อมแล้วจึงสั่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อ คอมพิวเตอร์อาจให้ทำต่อ หรือทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม ซึ่งอาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลือกตอบหรือปรนัย เมื่อทำเสร็จคอมพิวเตอร์จะตรวจและชมเชยถ้าทำถูก หรือตำหนิเมื่อทำผิด และสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ จากนั้นจะแจ้งผลเพื่อให้ทราบว่าทำถูกกี่ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำผิดกี่ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องกลับไปศึกษาในบทเรียนนั้นใหม่ หรือจะให้ศึกษาบทใหม่ต่อไปเลย

ยืน ภู่วรวรรณ (2531 : 3) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

ศิริชัย สงวนแก้ว (2534) ได้กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นการประยุกต์โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยจะมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหาในแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบของการสอนเนื้อหาโดยตรง แบบจำลองสถานการณ์ หรือแบบแก้ไขปัญหา การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนโดยผ่านทางจอภาพ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม โปรแกรมจะถูกเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือในหน่วยความจำของเครื่องและพร้อมที่จะเรียกมาใช้ได้ตลอดเวลา การตอบสนองของผู้เรียนจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนต่อไป

ฉลอง ทับศรี (2535) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer – Assisted Instruction ; CAI) เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนด้วยตัวเองเป็นหลัก บทเรียนอาจจะบันทึกเป็นแผ่นดิสก์แผ่นเดียวหรือหลายแผ่น หรืออาจจะบรรจุอยู่ในฮาร์ดดิสก์ก็ได้ เวลาเรียนจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาเสนอบทเรียนอาจเป็นเครื่องที่ใช้กันอยู่ทั่วๆ ไป หรืออาจเป็นเครื่องที่เพิ่มเติมอุปกรณ์ต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นในการนำเสนอบทเรียนนั้นๆ เช่น อาจมีการ์ดเสียง หรือเครื่องเล่นวีดีโอดิสก์ (CD – ROM) ประกอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

ศักดา ไชกิจภิญโญ (2536) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนแบบรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ จะให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของแต่ละคน

ถนอมพร ตันพิพัฒน์ (2539 : 3) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอน โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันจะพบว่ามีการนำสื่อผสมหรือมัลติมีเดีย (Multimedia) เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา (สื่อผสมคือการผสมผสานสื่อหลายๆ ชนิด เช่น ข้อความ เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ เข้าด้วยกัน) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาของ CAI ได้มาก ทำให้ CAI ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer – Assisted Instruction ; CAI) หมายถึงกลวิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

Splittgerber (1979 : 20) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนแบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้แก่ การฝึกทักษะ การสอนแบบตัวต่อตัว สถานการณ์จำลอง เกม และการแก้ปัญหา

จากความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนไว้เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่นำเสนอบทเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2.3.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียน CAI หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลายรูปแบบด้วยกันซึ่งการแบ่งแบบหรือประเภทของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านนี้ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและการรับรู้ของผู้เรียน โดยสรุปแล้วจะมี 5 รูปแบบด้วยกัน คือ (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538 : 5-9)

2.3.3.1 แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)

2.3.3.2 แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

2.3.3.3 แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)

2.3.3.4 แบบเกมการสอน (Instructional Games)

2.3.3.5 แบบใช้ทดสอบ (Test)

รายละเอียดของบทเรียนด้วยคอมพิวเตอ์ช่วยสอนแต่ละรูปแบบ มีดังนี้

2.3.3.1 บทเรียน CAI แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)

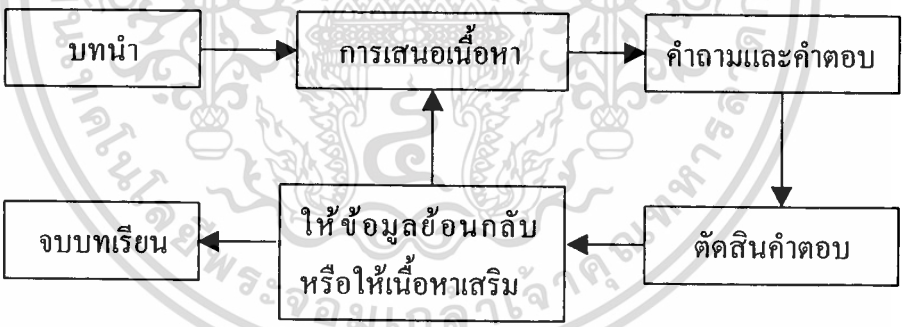
บทเรียนประเภทแรกนี้ เป็นรูปแบบของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีผู้พัฒนากันมากที่สุด ประมาณกันว่ามากกว่า 80% ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วโลกจะเป็นประเภทนี้ เนื่องจากมีพื้นฐานการพัฒนาขึ้นมาจากความเชื่อที่ว่าคอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียน กล่าวโดยสรุปก็คือน่าจะใช้แทนครูได้ในหลายๆ หมวดวิชา แนวคิดตรงนี้มีพื้นฐานในมุมกว้าง การเรียนการสอนนั้นไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในโรงเรียนประถม มัธยม หรืออุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังขยายกว้างไปถึงการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Training) ในระดับและสาขาอาชีพต่างๆ รูปแบบ ของ CAI แบบ Tutorial ก็อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่เข้าไปมีบทบาทได้

การใช้บทเรียน CAI แบบ Tutorial ในระบบการศึกษาปกติโดยมีพื้นฐานแนวความคิดที่จะใช้สอนแทนครูทั้งในห้องเรียน และสอนเสริมนอกเวลาเรียนนั้นยังเป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลาวิเคราะห์กันอีกระยะหนึ่ง ประเด็นไม่อยู่ที่ว่าจะทำให้จำนวนครูลดลงหรือขาดบทบาทสำคัญในความเป็นครู แต่จะอยู่ที่ความเชื่อในส่วนลึกของผู้คนอีกจำนวนมากที่เชื่อว่าไม่มีสื่อใดในโลกที่จะถ่ายทอดความรู้ ความคิด ทัศนคติ และทักษะได้ดีเท่ากับมนุษย์ด้วยกันเอง ซึ่งหมายถึงครูนั่นเอง ปัญหาการใช้บทเรียน CAI แบบ Tutorial เพื่อสอนแทนครูดังกล่าวยังรวมไปถึงความพร้อมทางด้านงบประมาณ โครงสร้างของระบบการศึกษา รวมทั้งปัญหาเฉพาะด้านของแต่ละแห่ง แม้ปัญหาจะมีอยู่มากแต่จากความเชื่อในการพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ไม่มีวันสิ้นสุด ทำให้นักคอมพิวเตอร์การศึกษาเชื่อว่ามีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในอนาคตที่จะใช้บทเรียน CAI แบบนี้เพื่อสอนเสริม สอนกึ่งทบทวน หรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ล่วงหน้าก่อนการเรียนในชั้นปกติ ผู้เรียนด้วยความสมัครใจหรืออาจเป็น Assignment จากผู้สอนในหรือนอกเวลาเรียนปกติตามแต่กรณี

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip. 1991)



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)

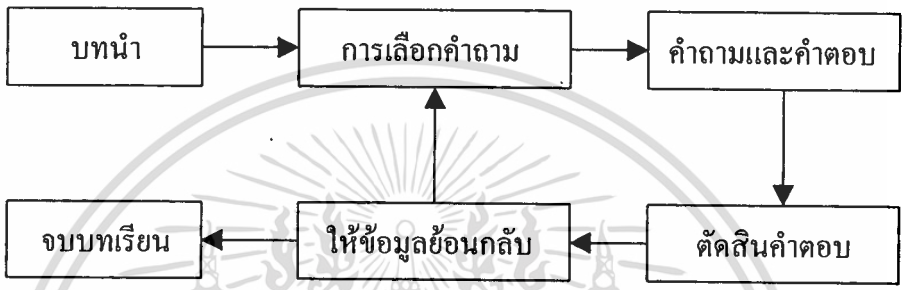
2.3.3.2 บทเรียน CAI แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบที่สองนี้ เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีผู้พัฒนากันมากรองลงมาจากประเภทแรก ออกแบบขึ้นเพื่อฝึกทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นการผสมผสาน การทบทวนแนวความคิดหลักการฝึกฝนในรูปแบบของการทดสอบ บทเรียนที่พบส่วนมากจะเป็นบทเรียนด้านภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้ (Knowledge) เป็นส่วนมาก จึงไม่เน้นส่วนประกอบหลักๆ ของการเรียนรู้ที่จะต้องมีองค์ประกอบหลายๆ ด้าน เช่น การเสนอเนื้อหาอย่างเป็นระบบตามลำดับขั้น การเสริมแรง การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจปรับเนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและอื่นๆ แต่จะเน้นเฉพาะจุดที่แบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทบทวนความรู้เนื้อหามากกว่า ดังนั้นบทเรียนช่วยสอนประเภทนี้จึงมักจะต้องใช้ควบคู่กับกิจกรรมอย่างอื่น เช่นใช้ควบคู่กับการเรียนแบบปกติในห้องเรียน การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมในการเรียนเสริม เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบแรกที่เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ในตัวเอง สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice) มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip. 1991)



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

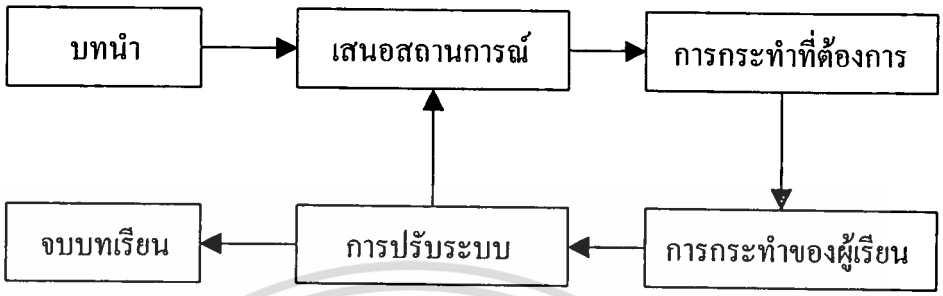
2.3.3.3 บทเรียน CAI แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations)

บทเรียน CAI แบบนี้จะออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ทบทวนหรือสอนเสริม ในสิ่งที่ศึกษาหรือทดลองไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์ลำดับขั้นเหตุการณ์ต่างๆ และเนื้อหาอื่นๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยาก ไม่สามารถมองเห็นได้ต้องอาศัยการจินตนาการช่วย ซับซ้อน หรืออันตรายที่จะไปศึกษาในเหตุการณ์จริง ตัวอย่างเช่น อวัยวะภายในร่างกายมนุษย์ โครงสร้างของอะตอม การเกิดปฏิกิริยาทางเคมี หลักการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าและอื่นๆ ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ในด้านธุรกิจสังคมก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ เช่นการสร้างสถานการณ์ซื้อขายเพื่อเรียนรู้หรือบททบทวนการบวก ลบ คูณ หาร การสร้างสถานการณ์ในรูปแบบของบทบาทสมมติ (Role Play) เพื่อสอนหรือทบทวนเรื่องธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

บทเรียน CAI ประเภทนี้มีจำนวนน้อยมาก เนื่องจากความยากในการออกแบบทั้งนี้เนื่องจากผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานความรู้ที่ทำอย่างดี สามารถจำแนกเป็นลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงได้ อีกทั้งอาจจะต้องใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูงเพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อหา แต่ละส่วนนั้นให้สามารถนำเสนอในรูปแบบที่ง่ายขึ้น เช่น แสดงเป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations) มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip. 1991)



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations)

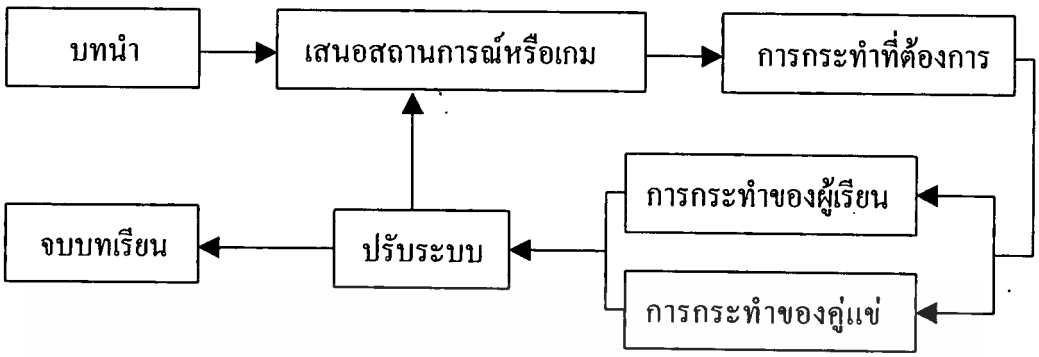
2.3.3.4 บทเรียน CAI แบบเกมการสอน (Instructional Games)

บทเรียน CAI ลักษณะนี้พัฒนาจากแนวความคิดและทฤษฎีทางด้านการเสริมแรง หรือ Reinforcement บนพื้นฐานการค้นพบที่ว่าความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้สร้างเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหา แนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้ว คล้ายกับแบบ Drill and Practice แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุก ตื่นเต้นขึ้น โดยมีหลักการพัฒนาว่าบทเรียนแบบเกมการสอนที่ดีควรต้องท้าทาย กระตุ้นจินตนาการเพ้อฝัน และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น

บทเรียน CAI แบบเกมการสอน จึงเหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับต่ำๆ มากกว่าระดับสูง เช่น ระดับอนุบาล จำเป็นต้องมีการกระตุ้นด้วยสีสรรค์ แสง เสียงที่ก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น จึงเหมาะสำหรับเนื้อหาทั่วๆ ไป เช่น เกมคำศัพท์ ภาษาอังกฤษแขวนคอ เกมทายตัวเลข เป็นต้น ส่วนในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นจะมุ่งความเพลิดเพลินเป็นหลัก เช่น เกมไพ่ Poker เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games) มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip. 1991)

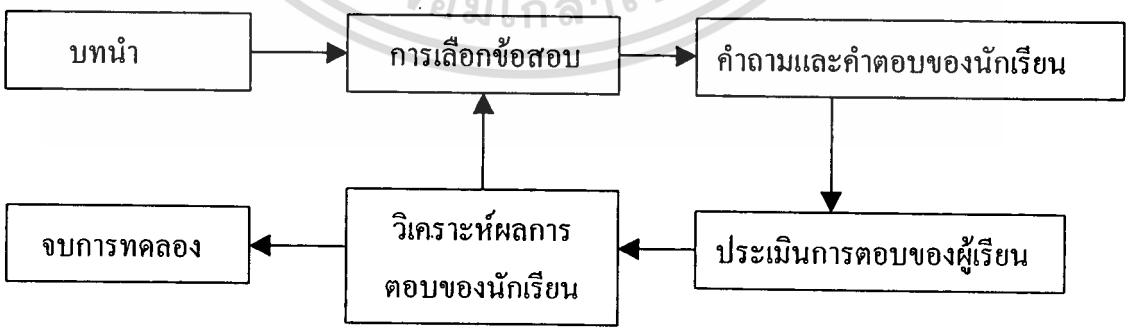


ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games)

2.3.3.5 บทเรียน CAI แบบใช้ทดสอบ (Test)

บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ เป็นแบบที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น จุดประสงค์หลักก็เพื่อทดสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียน การสอบดังกล่าวอาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-Test) หรือทั้งก่อนและหลังการเรียน แต่การออกแบบหากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นข้อสอบต่างๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบ (Item Bank) เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้ก็ได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินถูก-ผิด ได้ เช่น แบบเลือกตอบ (Multiple Choices) หรือแบบถูก-ผิด (True-False) การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้างบทเรียน CAI แบบสถานการณ์จำลองเข้ามาร่วมด้วยก็ได้

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test) มีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นการสรุปรูปแบบของ CAI ที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้งานแต่ละรูปแบบก็มีจุดเด่นไปคนละด้าน อย่างไรก็ตามถ้ากล่าวถึงเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักคอมพิวเตอร์การศึกษาส่วนมากจะนึกถึงบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials) เพราะโดยหลักการแล้ว บทเรียนแบบนี้จะมีการประยุกต์เทคนิคและหลักการของบทเรียนอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบฝึกทบทวน แบบสร้างสถานการณ์จำลอง แบบเกมการศึกษาหรือแบบใช้ทดสอบเข้ามารวมอยู่ด้วยความเหมาะสม โดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของธรรมชาติของเนื้อหาที่จะสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากความยากง่ายของเนื้อหา และระดับของผู้เรียนก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งที่จะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบของบทเรียนที่จะสร้าง (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 4 – 7)

2.3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.4.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123 – 124) ได้สรุปข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้เป็นข้อๆ ดังนี้

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วก็ไม่รอคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย รำคาญ ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่นๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน

2. ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการไม่จำเป็นที่จะต้องกำหนดตายตัว

3. ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการ หรือสอดคล้องกับระดับความสามารถของตน คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น

4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้

5. สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลายๆ เทคนิค อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวหรือหลายเทคนิครวมกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ (Graph) ดนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6. สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8. เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานะการณ์ได้

9. คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย และไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังอำนวยประโยชน์แก่ครูผู้สอนหลายประการ ดังต่อไปนี้ (Hill. 1994 : ศรนรินทร์ ไชยบุรี. 2538)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงการสอนลง ทำให้ครูมีเวลาในการพัฒนาด้านอื่น

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาในการติดต่อกับผู้เรียน

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยการสอนในห้องเรียนสำหรับครูที่งานสอนมาก โดยเปลี่ยนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์ พัฒนางานนวัตกรรมใหม่

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียน

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดปัญหาระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน เพราะเป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล

2.3.4.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536 : 138 – 139) ได้รวบรวมข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถ ครูผู้รู้เนื้อหาวิชาอาจไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง และการพึ่งพานักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ยังต้องพบอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับสูงๆ ของพุทธพิสัย (Cognitive Domain) ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับเจตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้น

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่เคยมีมากกลับลดลง และอาจส่งผลให้ผู้เรียนไม่อยากที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเดียวกัน

5. ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มใหญ่ที่ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นหรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากมีหลักการในการออกแบบเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแผนการเรียนกับผู้เรียน

6. ถึงแม้ว่าราคาของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่างๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายโปรแกรมผลิตภัณฑ์ทางธุรกิจ

8. ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวังและธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ประกอบด้วยปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเริ่มต้นก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่ต้องจ่ายเงินลงทุนกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตมาจากแหล่งต่างกัน มักมีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกันและความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพทั้งๆ ที่จ่ายไปในราคาคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ที่ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐาน หลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.4 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom หรือทฤษฎีการเรียนรู้ Gagne ' ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่นี้จะยึดหลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน โดยจะดัดแปลงมาจากการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagne ′ ตามลำดับขั้นดังนี้

2.4.1.1 เร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้นบทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียงหรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัว ตามลักษณะของบทเรียน CAI การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือการสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือการสร้าง Title นั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้รียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น การกด Space Bar หรือด้วยการกด Key ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

1. ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่ ง่ายและไม่ซับซ้อน
2. ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวแต่ควรสั้นและง่าย
3. ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงินหรือสีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
4. ใช้เสียงที่สอดคล้องกับกราฟิก
5. กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
6. ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
7. ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
8. กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2.4.1.2 บอกวัตถุประสงค์ (Define Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์การเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความและข้อเสนอนั้นถ้าเป็นไปได้ควรจะมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียน CAI จึงนิยมใช้ข้อความที่สั้นและโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือเชิงพฤติกรรมนั้น คงขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เขียนบทเรียน แต่โดยหลักการเรียนการสอนแล้วมักจะกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากสามารถวัดได้และสังเกตเห็นได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์ มีดังนี้

1. ใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจได้ง่าย
2. หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่เข้าใจโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ๆ
4. ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยๆหลาย ๆ บทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้วควรจะตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
6. อาจจะกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอทีละข้อ ๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงด้านเวลาระหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้
7. เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่าย ๆ เข้าช่วย เช่นกรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วยโดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

2.4.1.3 ทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pretest) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อน เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมจะมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น ในการสอนสมการสองชั้น หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจสมการสองชั้นได้ ในกรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอที่จะเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการสองชั้นหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบมีความจำเป็น หากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ ก็อาจแนะนำให้กลับไปเรียนบทเรียนสมการชั้นเดียวก่อน หรือผู้เรียนบทเรียนอาจต้องเรียนบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องสมการชั้นเดียวเพื่อการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ไม่ควรคาดเดาเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
2. การทบทวนหรือการทดสอบควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด
3. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากการทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
4. หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิมผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
5. อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.4.1.4 การเสนอเนื้อหา (Present Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว ภายใต้หลักพื้นฐานที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการหลาย ๆ วิธีที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้แต่จำนวนน้อยก็จะยังดีกว่าคำเขียนทั้งหมด

ภาพที่ใช้ในบทเรียนช่วยสอน จำแนกออกได้ 2 ส่วนหลัก ๆ คือภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และอื่น ๆ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) เช่น ภาพจากสัญญาณวีดีทัศน์ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิตอลอื่น ๆ เช่น Photo CD จาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น อย่างไรก็ดีการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหาในส่วนนี้อาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพนั้น

1. มีรายละเอียดมากเกินไป
2. ใช้เวลามากไปในการปรากฏภาพบนจอช้า
3. ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเท่าที่ควร
4. ซับซ้อน เข้าใจยาก
5. ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่านหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากจนเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อที่ต้องนั่งอ่าน ๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลย แม้กระทั่ง กด Space Bar การบรรจุข้อความมาก ๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ มีดังนี้

1. ใช้ภาพนิ่งประกอบในการนำเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ

2. พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น

3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ

4. ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนที่ยากของข้อความสำคัญซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สีหรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น ดูที่ด้านล่างของภาพ

5. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

6. จัดรูปแบบของคำอ่านให้น่าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน

7. คำที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจง่าย

8. หากเครื่องแสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น

9. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรม และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมาโดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร

10. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คุ้นเคยและเข้าใจตรงกัน

11. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว เช่น โต้ตอบบทเรียนด้วยการพิมพ์ หรือการใช้ Mouse ร่วมกับแป้นพิมพ์

2.4.1.5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนที่กระจ่างชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียน วิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ในขั้นนี้ก็คือพยายามหาเทคนิคในการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจ่างชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้เปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่างและตัวอย่างนั้นมีความกระจ่างชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้ภาพเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่างและตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจ Concept ต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียน CAI อาจใช้หลักของ Guided Discovery ซึ่งหมายถึงการพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และแคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง เช่นกันเทคนิคการใช้ตัวอย่างและให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างได้ในข้อนี้ นอกจากนั้นการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ได้ สรุปแล้วในขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งยากไปสู่สิ่งที่ง่าย และเป็นไปตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการแนะแนวการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหม่อย่างไร

2. แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับ สิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์มาแล้ว

3. พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลาย ๆ ชนิด หลาย ๆ ขนาด

4. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ให้ดูภาพกระป๋องน้ำ ภาพของจาน และบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น

5. การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม

6. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

2.4.1.6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถามการตอบ ในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียนโดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ อย่างเช่น วีดีทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นการสอนแบบ Non-interactive คือการเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรมและการโต้ตอบกับเครื่อง ก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายและเมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิด การคิดนำหรือติดตาม ย่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

สิ่งที่พิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรม ขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีข้อแนะนำดังนี้

1. พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน

2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้น ๆ เพื่อเร้าความสนใจแต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป

3. ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหา

4. เร้าความคิด และจินตนาการด้วยคำถาม

5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆคำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก

6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆหลายครั้งเมื่อทำผิดเมื่อผิดสักครั้งสองครั้งควรจะให้ Feedback และเปลี่ยนทำกิจกรรมอื่นต่อไป

7. ในการตอบสนองที่ผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ L กับเลข 1 หรือ Space Bar ในการพิมพ์อาจเกินไปหรือขาดหายบางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก ควรคำนึงถึงด้วย

8. ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม และการตรวจปรับคำตอบจะต้องอยู่ในเฟรมเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นเฟรมซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักเดิมก็ได้

2.4.1.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียน CAI นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียนโดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหนห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การ Feedback ที่เป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไรก็ดีการให้ Feedback เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้อาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากทำผิดมากๆแล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมแขวนคอ (Hanged man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกด Space Bar ไปเรื่อย ๆ ไม่สนใจเนื้อหาทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือ Visual Feedback นี้ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น แล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขับยานสู่ดวงจันทร์และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียน CAI ที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้น การ Feedback ด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสมดีพอแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลตอบสนอง มีดังนี้

1. ให้ Feedback ทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบโต้

2. บอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตอบถูกหรือผิดโดยแสดงคำถามคำตอบและ Feedback ในเฟรมเดียวกัน

3. ถ้าใช้ภาพ Feedback ควรเป็นภาพที่ง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

4. หลีกเลี่ยงผลทางจอภาพ (Visual Effect) หรือการให้ Feedback ที่ตื่นตา หากผู้เรียนทำผิด

5. อาจใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริง ๆ

6. อาจจะใช้เสียงสำหรับการ Feedback เช่น คำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ผิด โดยใช้เสียงแตกต่างกัน

7. เฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง

8. อาจจะใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้ -ไกลจากเป้าหมายก็ได้

9. พยายามสุ่มการ Feedback เพื่อเร้าความสนใจ

2.4.1.8 ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Access Performance)

บทเรียน CAI จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็น การทดสอบระหว่างบทเรียนหรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post Test เป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนแล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วนอาจจำแนกแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2. ข้อทดสอบ คำตอบและ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว

3. หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์

4. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำตอบอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูกและกด F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

6. คำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดแจ้ง เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์เลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด

8. อย่าทดสอบโดยใช้เขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบบ้าง

9. ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

2.4.1.9 การจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ กาเย่ (Gagne ′) นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียน CAI จึงมีข้อพิจารณาดังนี้

1. สรุปกับผู้เรียนว่าความรู้ใหม่ มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร
2. ทบทวนแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

ขั้นการสอน 9 ขั้นของ Gagné นี้ เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้กว้างๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าวนี้ ก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือการพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ ขั้นการสอน 9 ขั้นนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับตามที่เรียงไว้และไม่จำเป็นว่าจะต้องมีครบทั้ง 9 ข้อ จะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุมขั้นการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้นด้วย การยึดขั้นตอนทั้ง 9 ขั้นเป็นหลักและในขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำ ๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบ CAI ต้องคำนึงถึง (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.2537 : 7-13)

2.4.2 หลักจิตวิทยาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้อาศัยทฤษฎีทางจิตวิทยาของนักจิตวิทยาหลาย ๆ ท่านดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1 Jean Jacques Rousseau (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13-45) กล่าวถึงการให้การศึกษาแก่เด็กว่า จะต้องทำความเข้าใจธรรมชาติของเด็กที่จะสอนเสียก่อน เพราะพัฒนาการ ความสามารถ ความสนใจของเด็กและผู้ใหญ่แตกต่างกัน สิ่งที่ผู้ใหญ่ชอบ เด็กอาจไม่ชอบเลย จุดมุ่งหมายของการศึกษาจึงมุ่งให้การศึกษารายบุคคลมากกว่าให้การในลักษณะรวม ๆ และความรู้ที่จะให้เด็กควรจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของเด็ก

2.4.2.2 John Dewey (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13-45) เสนอทฤษฎีประสบการณ์ โดยเน้นว่า "กุญแจสำคัญที่จะไขไปสู่ความรู้และความเจริญงอกงามของบุคคลในด้านต่าง ๆ คือ การเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing) และบุคคลจะสามารถปรับชีวิตให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยการใช้ประสบการณ์เข้าเกื้อหนุน" และมีหลักการ คือ กำหนดจุดมุ่งหมายการศึกษาจากเอกภาพของเอกัตบุคคลและเอกภาพของภาวะทางการศึกษาตามกาลเทศะ ที่จะก่อให้เกิดสภาพแห่งการศึกษาขึ้น โดยใช้วิธีแก้ปัญหาตามแบบวิทยาศาสตร์ และเน้นหลักประสบการณ์สัมพันธ์ (Principle of Interaction) กับหลักความต่อเนื่อง (Principle of Continuity) ดิวอี้ (Dewey) มีชื่อเสียงมากในฐานะนักปฏิรูปการศึกษา ปฏิบัติ และผู้นำกลุ่มปรัชญาพิพัฒนาการ (Progressivism) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการศึกษาแนวใหม่

2.4.2.3 Edward L. Thorndike (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13-45) เสนอ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ที่เหมาะสมกัน และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งความพอใจ (Law of Effect) และกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดย

1. ครูควรพิจารณาความพร้อมของผู้เรียนเสียก่อน
2. ครูควรใช้เทคโนโลยีทางการสอนเป็นเครื่องจูงใจ
3. ครูควรกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียน ให้เกิดขึ้นและกำหนดเรื่องที่จะให้เรียนลงไปเสียก่อน
4. การเรียนรู้ใด ๆ ย่อมเป็นผลจากความสามารถปรับปรุงพฤติกรรมที่ได้แสดงออก และการรู้ผลการกระทำของตนในทางที่ถูกต้อง
5. ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอ เพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้นจำได้นานและมีความชำนาญ

ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ มีอิทธิพลต่อเทคโนโลยีทางการสอนมาก จนสกินเนอร์ (Skinner) ยกย่องว่า ธอร์นไดค์ เป็นผู้ริเริ่มประวัติศาสตร์เทคโนโลยีทางการศึกษาแบบวิเคราะห์สมัยใหม่

2.4.2.4 B.F.Skinner (สุมาลี จันทร์ชลอ. 2530 : 32-37) เสนอ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (Operant Conditioning) เขาเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเองเนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเอง ทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้น โดยมีหลักการในการศึกษา คือ

1. การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่า มุ่งผลการเรียนเพียงอย่างเดียว

2. การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียน

3. ควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

4. ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและความพร้อมของผู้เรียน

5. ควรจะเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำดี และตักเตือนเมื่อทำไม่ดี

6. ควรให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที

7. ควรจะจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและต่อเนื่อง มีความสอดคล้องความสามารถของผู้เรียน

8. ควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนแบบอิสระ ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง (Self-Management) และพึ่งพาตนเอง (Self-Reliance)

2.4.3 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2527 : 74-80) เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์เป็นภาระที่สำคัญที่ต้องการความละเอียดรอบคอบ ผู้เขียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เขียนขึ้นนี้ จะทำการสอน โดยไม่มีครูอาจารย์ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนทีละขั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียน โดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.4.3.1 ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตรว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใดควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานขนาดใด ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาประสบการณ์การสอนวิชาที่กำหนดนี้ ของตนเองและผู้สอนอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาที่กำหนดเป็นสิ่งที่สำคัญ และต้องจัดเขียนขึ้นเองทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่ได้กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์ทั่วไป การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้จะเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือที่จะได้จากการเรียนวิชานี้

2.4.3.3 เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมดนี้ แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียงวัตถุประสงค์เหล่านี้ให้อยู่ในระบบที่ดี และกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสมจะเป็นการนำร่องในการสร้างบทเรียน ได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.4.3.4 วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิข่ายงาน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่ได้จัดทำไว้ นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียบเรียงเนื้อหาวิชา ให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบแผนภูมิข่ายงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกะของเนื้อหาที่สมบูรณ์ด้วย

2.4.3.5 จัดแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย เนื่องจากการสอนทางคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู – อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมากๆ อาจมีปัญหาในการเรียนได้ ดังนั้นจำเป็นต้องแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยพอสมควรและผู้เรียนสามารถจะติดตามเนื้อเรื่องต่อไปโดยไม่สับสน หรือขาดตอน

2.4.3.6 การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกระทัดรัดเป็นประโยคง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน ข้อความในกรอบต่างๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วยกรอบข้อความต่างๆ 4 ชนิด คือ

1. กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูล โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ในเรื่องต่างๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

2. กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก

3. กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบโดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตรวจ

4. กรอบรองส่งท้าย (Sub – Terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไข ความเข้าใจผิดหรือตอบผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจ ได้ถูกต้องยิ่งขึ้นแต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

2.4.3.7 เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด การเข้าในที่นี้หมายความว่าโครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นจะต้องแปลงข้อมูลเป็นรหัส เช่น แบบ Generative หรือแบบ Artificial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Intelligence ก็จัดทำตามที่กำหนด แต่ถ้าโปรแกรม Authoring แบบ Frame (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่ายๆ การป้อนบทเรียนโดยไม่ต้องเข้ารหัส ก็สามารถป้อนเข้าไปได้ง่าย ขั้นตอนนี้ก็คงเป็นทั้งเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

2.4.3.8 ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่เป็นไปตามที่ตนคิด เพราะการจัดลำดับการแสดงบทเรียนจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมในส่วนอื่นๆต่อไป

2.4.3.9 ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปทั้งหมดแล้ว ทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อย แก้ไขปรับปรุงถ้าจำเป็น

2.4.3.10 ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเป้าหมาย กล่าวคือ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่าที่กระทำมาจนถึงขั้นนี้ ได้กระทำไปตามหลักทฤษฎีและความคาดหวังของผู้สร้างเท่านั้น เมื่อสร้างเสร็จแล้วจำเป็นจะต้องทำการทดสอบ เพื่อตรวจดูผลว่าจะได้ตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใด หากจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงก็ควรจะจัดการแก้ไขเสียก่อนนำออกไปใช้จริง

2.4.3.11 เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

2.4.3.12 การติดตามผลการเรียน ของผู้เรียนเป้าหมายเป็นปัจจัยที่จำเป็นมากเมื่อการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผลการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่างๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรจะแก้ไขอย่างไร ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้ดีขึ้นต่อไป รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาอื่นๆ ต่อไปด้วย

2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากร ที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2527 ; เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528)

2.5.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจ ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้วเสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1:E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1:E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80:80 , 85:85 หรือ 90:90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70:70 , 75:75 (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2527)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80:80 เกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm$ 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80 : 80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ $\pm$ 2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1 สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 82.5:82.5

2 เท่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 80:80

3 ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 77.5:77.5

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2.5.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1:E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad \left(\text{หรือ } \frac{\overline{X}}{A} \times 100\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\overline{F}}{B} \times 100 \ )$$

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกต้อง

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จาการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.5.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ .2541)

2.5.3.1 ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยเลือกผู้เรียนที่กล้าวิจารณ์และกล้าแสดงความคิดเห็นซึ่งมีระดับการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.5.3.2 ทดสอบกลุ่มย่อย โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่อไปทดลองใช้กับนักเรียน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 2 คน รวมเป็น 6 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

2.5.3.3 ทดสอบเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กเมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่สุ่มตัวอย่างมา นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพเพื่อตรวจหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อนันต์ วงศ์คูประเสริฐ , สุรสิทธ์ สาเจริญ และ เอกณรงค์ ประเสริฐฤทัย (2538) ได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน เรื่อง การสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยจัดเป็นเนื้อหาวิชา วิศวกรรมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูป คือ Authorware, Professional V.2.01 for Windows ซึ่งบทเรียนจะประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนสำเร็จรูปชุดนี้ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ดวงใจ ศรีธวัชชัย (2535 : 67) ได้วิจัยเพื่อสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ที่คาดไว้ คือ นักเรียนมีระดับคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.7 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนก่อน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนจากปกติประมาณว่าใช้เวลา 20-22 คาบ คาบละ 50 นาที เหลือเพียง 2-4 คาบ หรือ 100-200 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เหมาะที่จะเป็นบทเรียนซ่อมเสริมหรือสื่อการสอนที่จูงใจให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้น

จรัญ แสนราช (2535 : 33) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต กลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนในภาคเรียนที่ 1/2534 จำนวน 20 คน ผลการทดลองปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละระหว่างแบบทดสอบหลังบทเรียนแต่ละหน่วยกับแบบทดสอบรวม (E_1:E_2) เท่ากับ 81.48:79.46 ซึ่งแสดงว่าชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง สามารถนำไปใช้สอนแทนครูได้

กำพล ดำรงค์วงค์ (2528 : 32) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี ใช้ตัวอย่างประชากร 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน กลุ่มหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอิสระ อีกกลุ่มหนึ่งเรียนแบบมีครูชี้แนะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวกับการศึกษาเรื่องจุด เส้นตรง และแบบทดสอบ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ (2530 : 57) ได้ศึกษาหาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนซ่อมเสริม โดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเรียนซ่อมเสริม โดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มที่สองให้เรียนจากการซ่อมเสริมปกติที่ทางโรงเรียนจัดสอนให้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนแบบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนซ่อมเสริมปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมโดยเรียนเพิ่มเติมจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนซ่อมเสริม

ธีระ โสภณจิตต์ (2534 : 40-41) ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนวิชาเขียนแบบเครื่องกล หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 93.30:81.02 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

รุ่งโรจน์ แก้วอุไร (2532 : 47) ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบ กับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 40 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน ให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ และกลุ่มที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบ ผลการวิจัยพบว่า จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ มีผลการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

สมเกียรติ อินทรชาติ (2532 : 76) ทำการวิจัยเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาและแบบเกมกับความถนัดทางการเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 จำนวน 90 คน ใช้ข้อสอบมาตรฐานวัดความถนัดทางการเรียนของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร แบ่งนักเรียนออกเป็นระดับ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 30 คน และแบ่งแต่ละระดับออกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กัน ด้วยวิธีการจับคู่ ใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายเพื่อจัดกลุ่มเข้าศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเนื้อหาหรือแบบเกม นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาและแบบเกม จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหาและแบบเกมกับความถนัดทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50:82.17 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะนำไปช่วยให้การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความก้าวหน้าและเกิดการเรียนรู้ได้จริง

ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์ (2537) ทำการวิจัยเรื่อง การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวและแบบกระพริบอยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน CAI ที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวแตกต่างจากผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน CAI ที่มีการชี้นำแบบกระพริบอยู่กับที่อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความชอบทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีความชอบในการเรียนด้วยบทเรียน CAI ที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวสูงกว่าที่เรียนด้วยบทเรียน CAI ที่มีการชี้นำแบบกระพริบอยู่กับที่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ประวิทย์ สิมมาทัน (2539: 47) โดยได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักสูตรการเตรียมเข้าทำงาน พบว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ การทดลองแบบ 1:1 ผลการทดลองพบว่า ได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 71.65:77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.48 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีข้อบกพร่องเพราะค่าประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นได้ดำเนินการกับกลุ่มเล็กผลการทดลองปรากฏว่าได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 71.65 : 77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.48 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีข้อบกพร่อง และได้ดำเนินการทดลอง ผลการทดลองปรากฏว่าได้ค่าประสิทธิภาพ(E1:E2) เท่ากับ 82.80:84.52และได้ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือประสิทธิภาพ (E1:E2) สูงกว่า 80:80

พรทิพย์ สุทรนันท (2534 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง เปรียบผลการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่องอาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาหารและโภชนาการ หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80:80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อาหารและโภชนาการ ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ นำไปทดลองกันนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เรียนวิชาการดูแลรักษาบ้าน ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่า 81.5:82.31 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 12.37 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งได้เท่ากับ 10.52 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lui (1975 : 1411-A-1412-A) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดย จัดตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาความรู้เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชาฟิสิกส์ พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วยวิธีการปฏิบัติ ช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องไปแล้ว ทำให้เกิดความแม่นยำในการเรียน หัวข้อที่อ่อนและทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Oates (1983 : 2822-A) วิจัยเรื่องการศึกษาถึงการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยสอนทักษะพื้นฐานในการเขียนข่าวของนักศึกษาคณะวารสารศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยอินเดียนา จำนวน 302 คน ผลการวิจัยพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลต่อการส่งเสริมความชำนาญทักษะพื้นฐานทางภาษาอังกฤษของนักศึกษาที่เรียนการเขียนข่าว มีนักศึกษาประมาณ 30% หรือสูงกว่าที่ทำการทบทวนปรับปรุงทักษะทางภาษาของตนทันทีหลังสอนเสร็จ และอีก 5-6% มาทำการทบทวนปรับปรุงการเรียนหลังจากสิ้นสุดภาคเรียนแล้ว ส่วนนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะไม่มีการทบทวนปรับปรุงการเรียนของตนเองหลังสิ้นสุดการเรียนแล้ว

Casner (1978 : 7106-A) ศึกษาทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 8 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนแบบปกติ ทำการทดลองกับโรงเรียน 2 แห่ง โดยให้โรงเรียนแห่งหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกโรงเรียนหนึ่งเรียนจากการสอนปกติ พบว่านักเรียนทั้งสองโรงเรียนมีทัศนคติไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ แต่จากแบบสอบถาม 5 ใน 20 ราย พบว่า นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนมากกว่านักเรียนชายที่เรียนจากการสอนปกติ และเมื่อให้ทำหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความอยากทำมากกว่าและเห็นว่าปัญหาคณิตศาสตร์สนุก

Cordell (1982:335-A) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้ และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้ในทางสถิติ

Mc Cuistion (1990:144-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบภาพคงที่และภาพเคลื่อนไหว ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย Taxas A & M ผลการวิจัยพบว่าความชอบภาพสามมิติแบบภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าแบบภาพคงที่ และ 25 % ของกลุ่มตัวอย่างชอบภาพเคลื่อนไหวเป็นอย่างมาก

Oden (1982 : 355-A) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอนปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีการสอนปกติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยเห็นว่าสามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ให้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เพื่อช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนและลดปัญหาการขาดแคลน เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการเรียนการสอน อีกทั้งยังสามารถเผยแพร่ให้สถานศึกษาอื่นๆ ตลอดจนผู้ที่มีความสนใจได้ศึกษาด้วยตนเอง และยังสามารถที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหัวข้ออื่นๆ ได้อีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) วัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 38 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 37 คน รวมจำนวน 75 คน

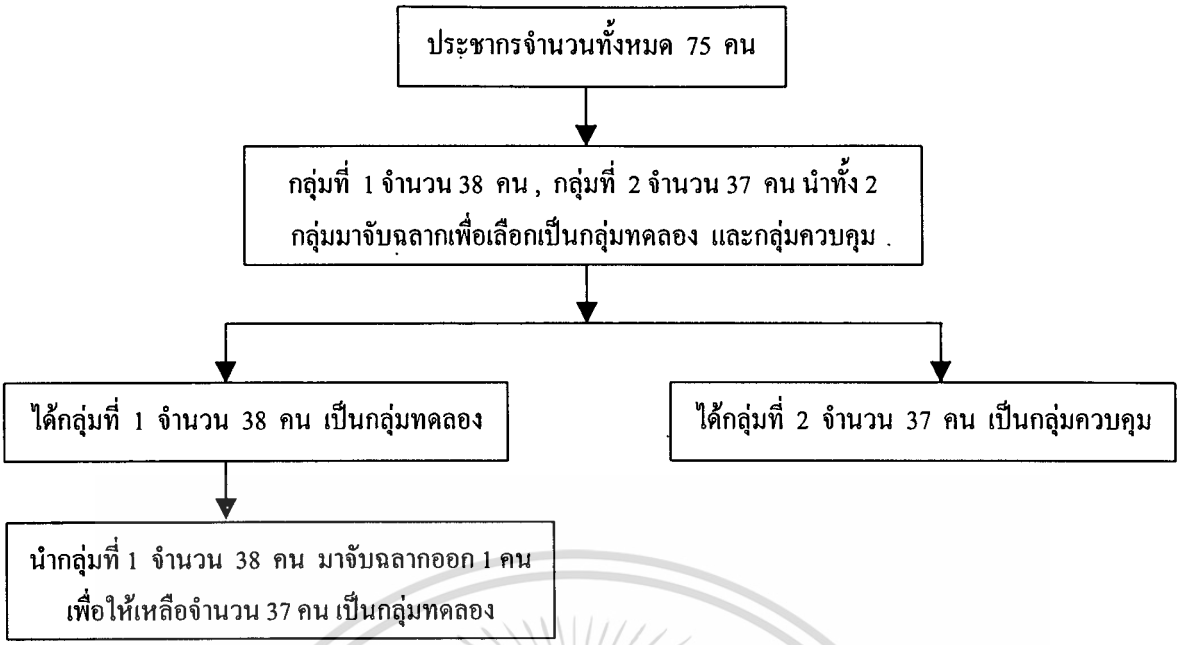
3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 74 คน ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ เจาะจงเลือกทั้งกลุ่ม ซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 38 คน กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 37 คน นำทั้ง 2 กลุ่มนี้จับฉลากเพื่อเลือกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดย

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 37 คน ได้จากการนำประชากรกลุ่มที่ 1 จำนวน 38 คน มาจับฉลากออก 1 คน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ จำนวน 37 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware Version 5.1 เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎี วิชาการสื่อสารเส้นใยแสง เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง สำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารตำราและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต พุทธศักราช 2541 วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยเลือกศึกษาเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ซึ่งเป็นเนื้อหาด้านทฤษฎี

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชา การสื่อสารเส้นใยแสง

3.2.1.4 นำเนื้อหามาเขียน Story Board เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จะนำเสนอโดยแบ่งรายละเอียดของเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรียงลำดับเนื้อหาตามหัวข้อ กำหนดภาพและการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยสร้างโฟลว์ชาร์ต (Flow chart) ว่าจะให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ story board ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ได้ทำการตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้อง ถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำข้อบกพร่องไปแก้ไขและปรับปรุงให้ถูกต้อง

3.2.1.5 นำ Story Board ที่ผ่านการแก้ไขแล้ว สร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 5.1 ซึ่งเป็นโปรแกรม Authoring System ที่สามารถสร้าง Application มาใช้งาน ที่สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การทำงานทางมัลติมีเดีย (Multimedia) เช่น การนำภาพ เสียง วีดีโอ ภาพเคลื่อนไหว มาสร้างใน Application ได้โดยง่าย

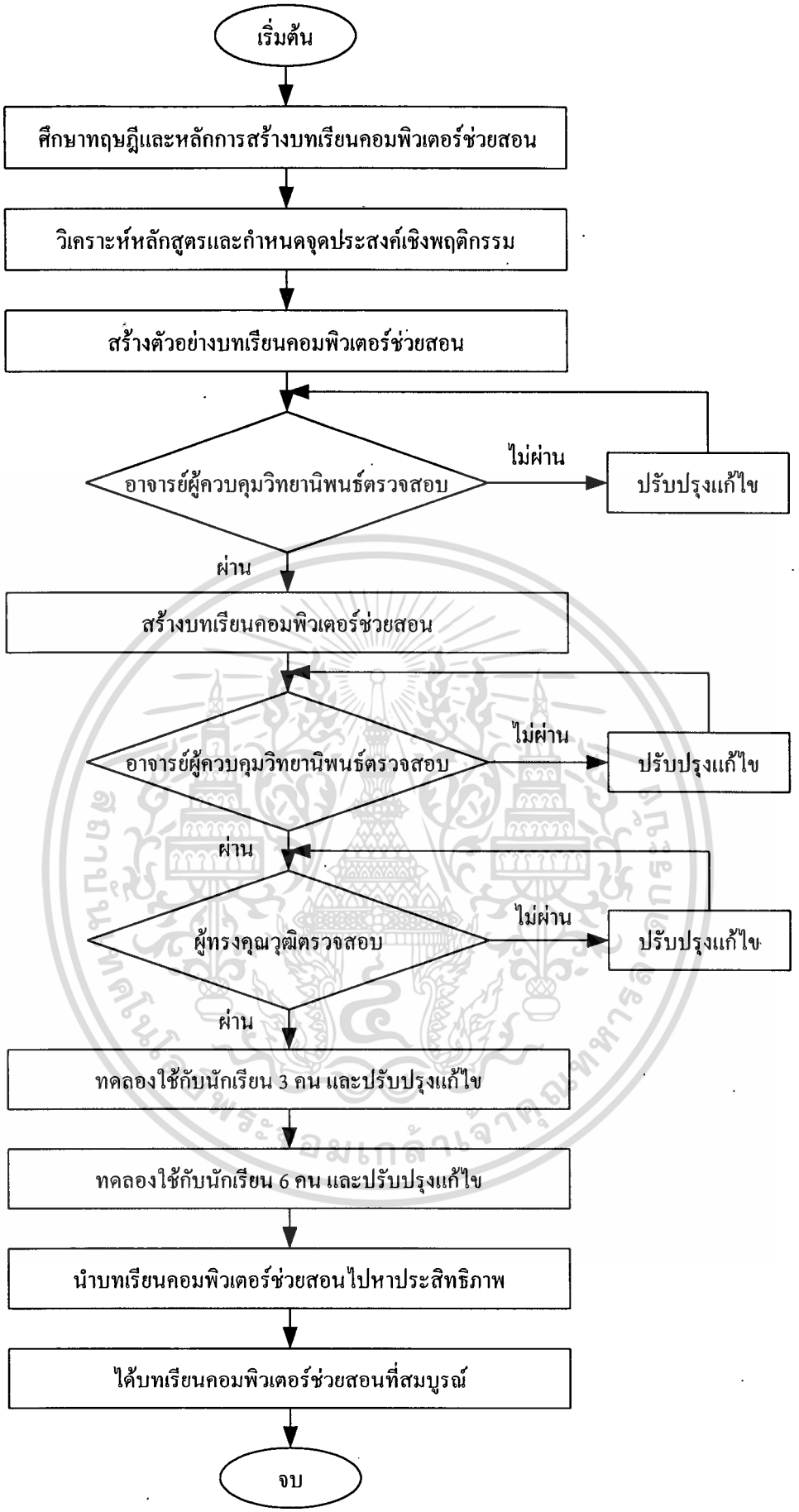
3.2.1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้อง หาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิร่วมประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.2.1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยเลือกเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาจุดบกพร่อง และปรับปรุง

3.2.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน โดยเลือกเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาจุดบกพร่อง และปรับปรุง

3.2.1.9 นำไปทดลองเชิงปฏิบัติการกับนักศึกษา 37 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาเนื้อหา เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต พุทธศักราช 2541 วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120)

3.2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำไปสร้างแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ให้มีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว ให้ตรงกับจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 80 ข้อ

3.2.2.3 นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจพิจารณาลักษณะด้านการเขียนคำถาม ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.4 ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบที่สร้างเสร็จ เพื่อให้แน่ใจว่ามีคุณภาพสูง โดยเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของข้อสอบ โดยการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 ภาคเรียนที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เคยผ่านการเรียนวิชาการสื่อสารเส้นใยแสงมาแล้ว จำนวน 75 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) , ค่าอำนาจจำแนก (r) , และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ หลังจากนั้นเลือกข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ และผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.55 และค่าความเชื่อมั่น(r_{tt}) ของข้อสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.8475

1. ความยากง่าย (Difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ประเภทที่วัดในด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Domain) และเป็นแบบทสอบในระบบอิงกลุ่ม (Norm Reference Test), มีลักษณะการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis)

ก. ตรวจคะแนนของทุกคน แล้วเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย

ข. คำนวณจากผลการตอบเฉพาะกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ จากจำนวนผู้ตอบทั้งหมด ในข้อสอบแต่ละข้อให้นับจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วเทียบเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. หาความยากง่ายของข้อสอบ โดยเอาร้อยละของคนตอบถูกทั้งสองกลุ่มมาเฉลี่ย

สูตรหาค่าความยากง่าย $p = \frac{R}{N}$

P = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ถ้า P มีค่ามาก หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นมาก ข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย

ถ้า P มีค่าน้อย หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นน้อย ข้อสอบนั้นก็ยาก

ค่า P จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

หลักการเลือกข้อสอบมาใช้ ควรเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ประมาณ 0.05 แต่ในทางปฏิบัติ โดยทั่ว ๆ ไป มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ไว้ในช่วง 0.20-0.80 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกความยากง่ายได้กำหนดไว้ดังนี้ (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.1 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย

ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย
0.80 – 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 – 0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้)
0.20 – 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 – 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

2. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน วัดเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ โดยหาความแตกต่างระหว่างร้อยละของคนตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

สูตรหาอำนาจการจำแนก $r = \frac{R_u - R_l}{N/2}$

r = ค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบรายข้อ

R_u = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_l = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง –1 ถึง +1 ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวกและเข้าใกล้ 1 แสดงว่า มีอำนาจจำแนกสูง ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ และเท่ากับ 0 แสดงว่าข้อนั้นไม่มีอำนาจจำแนก ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าตั้งแต่ 0.40 ขึ้นไป (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.2 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

3. ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทดสอบใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าตั้งแต่ –1.00 ถึง +1.00

ตารางที่ 3.3 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})	ความหมาย
+1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.00 หรือใกล้เคียง	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้สูตร KR-20 ของ Kuder – Richardson (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ , 2540 : 123) ข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีนี้คือ เครื่องมือชุดนี้ต้องวัดลักษณะเดียวร่วมกันและมีระบบการให้คะแนนที่เป็น dichotomous คือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตรนี้ต้องหาสัดส่วนของคนทำผิดและคนทำถูกในแต่ละข้อด้วย

สูตรหาค่าความเชื่อมั่น $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\Sigma pq}{S_t^2}\right\}$$

n = จำนวนข้อ

P = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

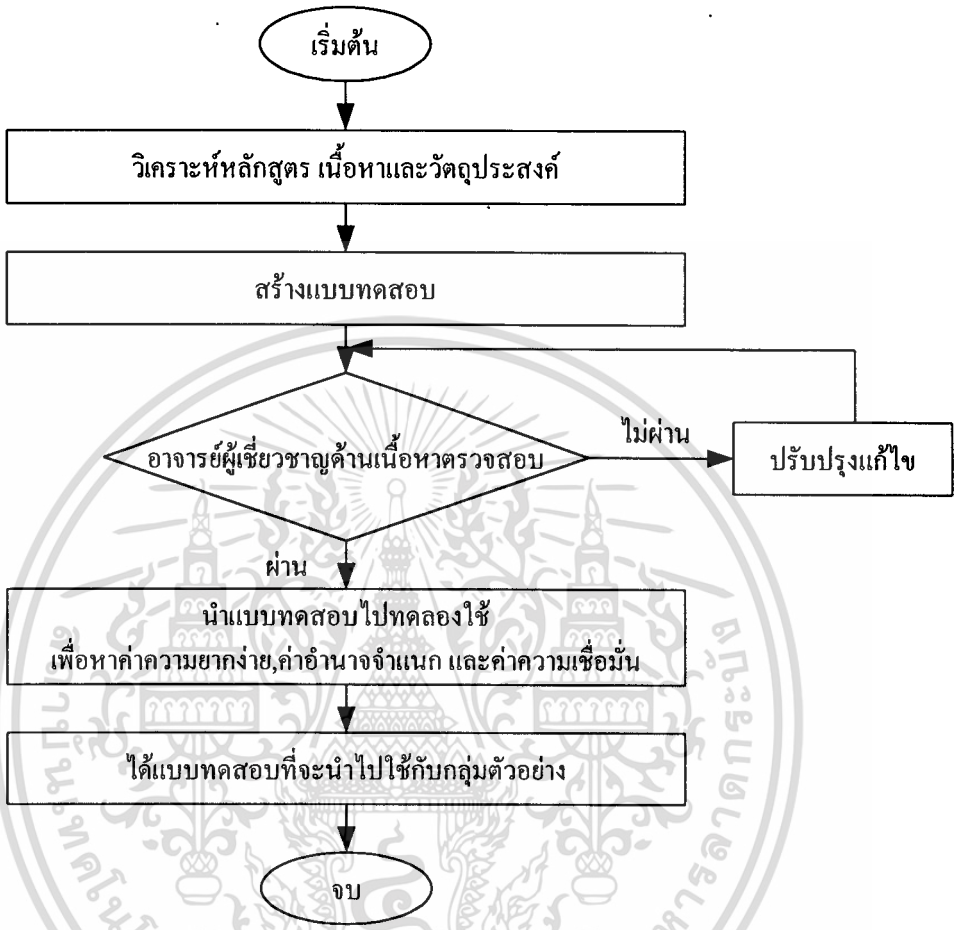
Q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1-P

S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.5 คัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

3.2.2.6 นำแบบทดสอบไปทดสอบหลังเรียน กับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.3 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว สิ่งที่ช่วยในการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ได้ตามเกณฑ์ คือ แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความคิดเห็น ดังนี้

3.2.3.1 กำหนดจุดประสงค์ของแบบประเมิน

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ และกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นคะแนนดังนี้ ดีมาก = 5 คะแนน, ดี = 4 คะแนน, ปานกลาง = 3 คะแนน, พอใช้ = 2 คะแนน, ควรปรับปรุง = 1 คะแนน

ตารางที่ 3.4 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	ความหมาย
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

3.2.3.3 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

3.2.3.4 แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.2.3.5 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้ง

3.2.3.6 แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ ครั้งที่ 2

3.2.3.7 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เรียนประเมินหลังจากศึกษาจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ตามรายการที่กำหนดไว้ เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์การประเมินต้องได้ระดับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยในระดับ 4.56 ความหมายคืออยู่ในระดับดีมาก ส่วนผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยในระดับ 4.67 ความหมายคืออยู่ในระดับดีมาก

นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาวิเคราะห์หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S*) และความหมาย

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ความหมาย
S = 0	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
0 < S < 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
S > 1	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บข้อมูล โดยให้นักศึกษาทั้งสองกลุ่มเรียน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ในสถานการณ์การเรียนแตกต่างกัน คือ นักศึกษากลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนักศึกษากลุ่มควบคุมเรียนจากครูผู้สอนตามปกติ เมื่อนักศึกษาเรียนจบบทเรียนแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบเพื่อนำคะแนนไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง ที่สร้างขึ้นนำไปทดลองกับกลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

3.3.1 ติดต่อขอรับหนังสืออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย และขอหนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย จากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.2 ติดต่อหัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทดลองเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

3.3.3 หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จำนวน 80 ข้อ นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนผ่านวิชาการสื่อสารเส้นใยแสงจำนวน 75 คน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เพื่อคัดเลือกข้อสอบ โดยได้ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์จำนวน 40 ข้อ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหา และนำไปใส่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้ว

3.3.4 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมและสอดคล้อง โดยประเมินตามรายการแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มอบให้ แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยต้องผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข เตรียมที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน โดยเลือกเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาจุดบกพร่องและปรับปรุง

3.3.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองกับนักศึกษาจำนวน 6 คน ซึ่งทั้งนี้ต้องไม่ซ้ำกับ 3 คนแรกโดยเลือกเก่ง 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน เพื่อรับฟังความคิดเห็น หาจุดบกพร่อง และปรับปรุง

3.3.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและนำผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

โดยมีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. จัดเตรียมห้องเรียนและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อม เพื่อนักศึกษาจะได้ใช้เครื่องได้ทันที

2 ให้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแก่นักศึกษา

3. นักศึกษาเปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง และทำแบบฝึกหัดท้ายบท แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E_1

4. หลังจากศึกษาเนื้อหาจบ นักศึกษาต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) แล้วบันทึกคะแนนเพื่อหาค่า E_2

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 37 คน กับนักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติจำนวน 37 คน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.4.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

3.4.1.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

3.4.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

3.4.1.3 ค่าความเชื่อมั่น (Validity)

3.4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.2.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (กานดา พูนลาภทวี. 2530 : 42)

3.5.1.1 การหาค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ จากสูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N = จำนวนสมาชิกทั้งหมดของกลุ่ม

3.5.1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N} - \left(\frac{\sum fx}{N}\right)^2}$$

เมื่อ $\sum fx$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

X^2 = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N = จำนวนคะแนนทั้งหมด

3.5.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยครูผู้สอนตามปกติกับกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

3.5.2.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_1:E_2) โดยใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad \left(\text{หรือ } \frac{\overline{X}}{A} \times 100\right)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \qquad \left(\text{หรือ } \frac{\overline{F}}{B} \times 100\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ตอบแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ตอบแบบทดสอบหลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

3.5.2.2 ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูล ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จะทำการทดสอบความแปรปรวนก่อน โดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F-test) (พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2540)

ถ้า $S_1^2 > S_2^2$

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad dF_1 = n_1\text{-}1,\ dF_2 = n_2\text{-}1$$

ถ้า $S_2^2 > S_1^2$

$$F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad dF_1 = n_2\text{-}1,\ dF_2 = n_1\text{-}1$$

ค่า F ที่คำนวณได้ ไปเปรียบเทียบกับค่า F ที่เปิดได้จากตาราง ถ้าค่า F จากคำนวณน้อยกว่า F จากตาราง แสดงว่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากัน

ใช้สูตร t-test ชนิด Pooled variance (Independent Sample)

$$\text{สูตร } t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ $df = n_1 + n_2 - 2$

S_1^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S_2^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

$\overline{X}_1$ = คะแนนของแต่ละคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}_2$ = คะแนนของแต่ละคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

n_1 = จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง

n_2 = จำนวนนักเรียนของกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้วิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ 2 ข้อดังนี้ คือ

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เพื่อการวิจัยในครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่รวบรวมที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง ในรายวิชาการสื่อสารเส้นใยแสง รหัสวิชา 03310120 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ปีพุทธศักราช 2541 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยผู้วิจัยได้เรียงลำดับการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
1	34	85.00	33	82.50
2	33	82.50	32	80.00
3	34	85.00	34	85.00
4	30	75.00	36	90.00
5	35	87.50	32	80.00
6	34	85.00	36	90.00
7	30	75.00	34	85.00
8	31	77.50	33	82.50
9	33	82.50	32	80.00
10	33	82.50	30	75.00
11	31	77.50	34	85.00
12	30	75.00	35	87.50
13	33	82.50	34	85.00
14	31	77.50	31	77.50
15	33	82.50	36	90.00
16	34	85.00	35	87.50
17	34	85.00	34	85.00
18	32	80.00	32	80.00
19	35	87.50	33	82.50
20	33	82.50	33	82.50
21	37	92.50	31	77.50
22	32	80.00	34	85.00
23	32	80.00	35	87.50
24	36	90.00	33	82.50
25	30	75.00	34	85.00
26	32	80.00	31	77.50
27	35	87.50	33	82.50
28	31	77.50	32	80.00
29	32	80.00	32	80.00
30	33	82.50	31	77.50
31	32	80.00	34	85.00
32	34	85.00	32	80.00
33	34	85.00	35	87.50
34	34	85.00	37	92.50
35	33	82.50	34	85.00
36	33	82.50	34	85.00
37	35	87.50	36	90.00
รวม	1218	3045.00	1237	3092.50
เฉลี่ย	32.92	82.30	33.43	83.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เท่ากับ 1218 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 32.92 คะแนน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 1237 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.43 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.30 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.58 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80:80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง มีประสิทธิภาพที่ยอมรับ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

จากผลการคำนวณหาค่า ดังกล่าวนั้นเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) สูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการทดสอบระหว่างเรียน ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้ เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเพื่อทบทวนความรู้ในแต่ละเรื่อง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ และทำคะแนนในการทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้สูงกว่าแบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E_1) เพราะแบบฝึกหัดระหว่างเรียนนั้น มีการเฉลยพร้อมคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าในเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากยิ่งขึ้น จึงทำให้การทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนที่สูงกว่าการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำผลการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง ซึ่งมีประสิทธิภาพ E_1:E_2 เท่ากับ 82.30:83.58 มาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลการทดลองจากกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ จำนวน 37 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

คนที่	คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
1	31	77.50
2	30	75.00
3	32	80.00
4	33	82.50
5	34	85.00
6	34	85.00
7	32	80.00
8	32	80.00
9	32	80.00
10	32	80.00
11	33	82.50
12	34	85.00
13	32	80.00
14	35	87.50
15	34	85.00
16	33	82.50
17	36	90.00
18	35	87.50
19	34	85.00
20	33	82.50
21	31	77.50
22	32	80.00
23	30	75.00
24	31	77.50
25	35	87.50
26	34	85.00
27	34	85.00
28	33	82.50
29	34	85.00
30	34	85.00
31	33	82.50
32	32	80.00
33	33	82.50
34	32	80.00
35	31	77.50
36	32	80.00
37	30	75.00
รวม	1212	3030.00
เฉลี่ย	32.76	81.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ เท่ากับ 1212 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.76 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.89

จากผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร Poolvariences Independent Samples t-test พบความแตกต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมดังรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน

กลุ่ม	N	$\overline{X}$	S	S^2	t
กลุ่มทดลอง	37	33.43	1.69	2.86	1.818*
กลุ่มควบคุม	37	32.76	1.49	2.24	

*มีนัยสำคัญทางสถิติ (Level of significant) ที่ระดับ .05 (α = .05 , df = 72 , t = 1.6684)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า กลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล โดยแบ่งเป็นสาระสำคัญดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

5.4 สรุปผลการวิจัย

5.5 อภิปรายผลการวิจัย

5.6 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้ คือ

5.1.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

5.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ไว้ดังต่อไปนี้

5.2.1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

5.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 38 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 37 คน รวมจำนวน 75 คน

5.3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตรต่อเนื่อง 2 ปี) ปีการศึกษา 2544 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 74 คน ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ เจาะจงเลือกทั้งกลุ่ม ซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 มีจำนวน 38 คน กลุ่มที่ 2 มีจำนวน 37 คน นำทั้ง 2 กลุ่มนี้จับฉลากเพื่อเลือกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดย

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 37 คน ได้จากการนำประชากรกลุ่มที่ 1 จำนวน 38 คน มาจับฉลากออก 1 คน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ จำนวน 37 คน

5.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware Version 5.1 เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎี วิชาการสื่อสารเส้นใยแสง เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง สำหรับผู้เรียนระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต พุทธศักราช 2541 วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) สร้างขึ้นโดยครอบคลุมทุกจุดประสงค์เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.55 และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของข้อสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.8475

5.3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการศึกษา ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เท่ากับ 0.24 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อนข้างเหมือนกัน และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับดีมาก และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เท่ากับ 0.36 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

5.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้สร้างขึ้นไปใช้ทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้ดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

5.3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.3.3.1.1 ทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.00 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 78.33

5.3.3.1.2 ทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 2 คน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.58 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.67

5.3.3.1.3 ทดลองเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน นำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มาวิเคราะห์ ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.30 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.58

5.3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการทดลองได้นำผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

5.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

5.3.4.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.4.1.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4.1.2 หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.55

5.3.4.1.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.8475

5.3.4.2 การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.3.4.2.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.3.4.2.1.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน

5.3.4.2.1.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (E_1:E_2) เท่ากับ 80:80 จากการทดลองภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 วิเคราะห์ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.30 : 83.58

5.3.4.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ผลการวิเคราะห์พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองเท่ากับ 33.43 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 32.76 คะแนน

5.3.4.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.3.4.3.1 ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง โดยทางด้านเนื้อหาได้ผลค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ผลค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก

5.3.4.3.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเนื้อหาได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เท่ากับ 0.24 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) เท่ากับ 0.36 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

5.4 สรุปผลการวิจัย

5.4.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง (E_1:E_2) มีค่าเท่ากับ 82.30 :83.58 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ที่ระดับ 80:80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.5 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยผู้วิจัยได้อภิปรายผลดังนี้

5.5.1 ด้านการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการทดลองวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 82.30 :83.58 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ 80:80 ที่ได้ตั้งเอาไว้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีการสร้างความเร้าใจผู้เรียน โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหวตามหลักการกระบวนการเรียนการสอน ของ Gagne′ และมีการใช้กราฟิกลักษณะต่างๆ มีการใช้เสียงประกอบโดยให้สอดคล้องกับกราฟิก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น ในการนำเสนอเนื้อหาได้ใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น ในการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ได้แสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม โดยมีการ Feedback ทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบโต้ และนอกจากนี้ยังมีการเสริมแรง (Reinforcement) ทันทีที่ตอบถูกต้องและมีการอธิบายคำตอบกรณีที่ตอบผิดเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ซึ่งผลของการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อของผู้วิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประวิทย์ สิมมาทัน (2539: 47) โดยได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักสูตรการเตรียมเข้าทำงาน พบว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 82.80:84.52 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือประสิทธิภาพ (E_1:E_2) สูงกว่า 80:80

ผลการคำนวณหาค่า E_1:E_2 ดังกล่าวนั้นเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ในการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) สูงกว่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก การทำแบบทดสอบหลังเรียนนั้น ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี เพราะในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ในแต่ละตอนนั้น ผู้วิจัยได้มีการสร้างแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ในแต่ละตอนก่อนทำแบบทดสอบหลังเรียน จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ Learning Theory ของ Edward L. Thorndike ที่ว่า การเรียนรู้ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ที่เหมาะสมกัน และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดยครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอ เพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้นจำได้นาน และมีความชำนาญ นอกจากนี้ในแบบทดสอบระหว่างเรียนยังมีเฉลยและอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิดเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาของบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยแบบฝึกหัดจะเสริมแรง (Reinforcement) โดยให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที ตามทฤษฎีของธอร์นไดค์ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนได้สูงกว่าแบบทดสอบระหว่างเรียน

และจากการที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง มีประสิทธิภาพ (E_1:E_2) เท่ากับ 82.30 :83.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ 80:80 ที่ได้ตั้งเอาไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ และสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

5.5.2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญที่ .05 ซึ่งตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรทิพย์ สุทรนันท์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง เปรียบผลการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่องอาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อาหารและโภชนาการ หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80:80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อาหารและโภชนาการด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ นำไปทดลองกันนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เรียนวิชาการดูแลรักษาบ้าน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่า 81.5:82.31 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 12.37 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งได้เท่ากับ 10.52 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัย ได้มีการออกแบบให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองโดยมีการนำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์ทางด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) มาใช้อย่างเต็มที่ เช่น กราฟิกภาพนิ่ง (Still Picture) ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) หรือ ภาพจากวีดิทัศน์ (Video) รวมทั้งเสียงดนตรีประกอบเพื่อเร้าความสนใจและเสียงบรรยายเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้มีการโต้ตอบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดีซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Splittgerber (1979 : 20) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนแบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้แก่ การฝึกทักษะ การสอนแบบตัวต่อตัว สถานการณ์จำลอง เกม และการแก้ปัญหา

ในลักษณะการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นนั้น การทดลองเพื่อดูสถานการณ์จำลองต่างๆ จะเกิดขึ้นโดยผู้เรียนนั่นคือผู้เรียนจะต้องเกิดการอยากดูอยากรู้และอยากทดลองด้วยตนเองซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ B.F.Skinner ที่ว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเอง โดยการเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียนและควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอนเพราะสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

5.6 ข้อเสนอแนะ

5.6.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.6.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเนื้อหาบางส่วน ที่ต้องใช้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อจำลองหลักการทำงานซึ่งการใช้ไฟล์ภาพเคลื่อนไหวเป็นไฟล์วีดีโอนั้นมีขนาดใหญ่มาก จึงจำเป็นต้องใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำตั้งแต่ 64 เมกกะไบต์ขึ้นไป เพื่อที่จะสามารถแสดงให้เห็นการทำงานที่เป็นภาพเคลื่อนไหว ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.6.1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสอนร่วมกับการสอนปกติได้

5.6.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.6.2.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรให้มีการนำโปรแกรมการสร้างภาพภาพเคลื่อนไหวต่างๆ มาใช้สร้างภาพให้สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง และยิ่งไปกว่านั้นการนำภาพซึ่งได้จากวีดิทัศน์มาประกอบจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

5.6.2.2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรพัฒนาความสามารถในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นและต้องประเมินผลผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน และจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาให้ครบทุกหน่วยการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2.3 ควรที่จะได้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สามารถใช้งานบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ตได้ เพื่อให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ สามารถเข้ามาเรียนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ก่อ สวัสดิ์พานิชย์. 2523. มองการศึกษา : เส้นทางที่เท่าเทียมของคนไทย : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : หน้า 105-127.

กิดานันท์ มลิทอง. 2536. เทคโนโลยีร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์. 2538. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กำพล ดำรงค์วงศ์. 2528. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

จรัญ แสนราช. 2535. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง วิชาวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ฉลอง ทับศรี. 2535. "ซีเอไอเป็นไปได้ไหมกับเมืองไทย." วารสารรามคำแหง. 15(3) : 1-8.

ชัยวัฒน์ บำรุงจิตต์. 2537. "การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำแบบเคลื่อนไหวและแบบกะพริบอยู่กับที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณุครุศาสตร์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์,สมเชาว์ เนครประเสริฐ และสุภา สินสกุล. 2521. ระบบสื่อการสอน.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "ชุดการสอนประถมศึกษา." เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร :มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2534.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีการสอน : การออกแบบและพัฒนา. กรุงเทพมหานคร : โอเอสพริ้นติ้งเฮาร์, 2533.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม,มหาวิทยาลัยมหิดล.

ถนอมพร ตันพิพัฒน์. 2539. "คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา." วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 24(3) : 1-2.

ทักษิณา สวนานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

ธีระ โสภณจิตต์. 2534. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีเขียนแบบภาพตัดวิชาเขียนแบบ 2 (APM152) หลักสูตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538. "คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน." เอกสารประกอบการอบรมมัลติมีเดีย CAI. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

ประวิทย์ สิมมาทัน 2539. " การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้า. "วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2541. เอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรทิพย์ สุทรนันท. 2534. " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอรีช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่อง อาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. " วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2537. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2536. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2538. "การประยุกต์เทคโนโลยีทางด้านการศึกษา." วารสารการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, ปีที่ 29 ฉบับที่ 2, หน้า 22-31.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533. คู่มือการทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุจิโรจน์ แก้วอุไร. 2532. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงประกอบ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์

ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535. "การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน." เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่อง คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. มหาวิทยาลัยรามคำแหง. : 1.

ศักดา ไชกิจภิญโญ. 2536. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)." วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน. 4(1) : 9-13.

ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ. 2530. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริมในรายวิชาคณิตศาสตร์ (ค.204) เรื่อง สมการ. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534. "แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วนสอน." คอมพิวเตอร์รีวิว.8(78) : 173-179.

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. 2527. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อสารสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ : โรงพิมพ์สหมิตร.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพย์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีทางการศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุมาลี จันทร์ชลอ. 2530. "การสร้างบทเรียนสอนซ่อมเสริมการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจโดยใช้คอมพิวเตอร์." รายงานวิชาการปฏิบัติงานวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. : 32-37

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2538. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Cordell,B.J. 1989. The Effect of Different Learning Styles on Outcome of Education Using Two Computer-Assisted Instructional Desing. Dissertation Abstract Internationsl. 50.

Liu , H. C. , 1975. "Computer-Assisted Instruction in Teaching College Phisics." Dissertation Abstracts International. pp. (14411-A)-(1412-A).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mc Cuistion,Patrick Jay. 1990. Static VA. Dynamic Visuals in Compater Assisted Instruction. Dissentation Abstracts International. 51.

Oates, William Robert. 1983. "EffectS of Computer-Assisted Instruction in Writing Skills on Juornalism Student in Beginning Newswriting Classes." Dissertation Abstract International. 43 (march 1983) : 2822-A.

Oden, Robin Ear. 1982. "An Assessment of the Achievement and Attitudes of Ninth Grade Pre- Algebre Mathematics Student." Dissertation Psychology. 73 : 745-753.

Splittgerber , Fred L. 1979. " Computer - Based Instruction : A Revolution in the Making." Education Technology. 14 (1979)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ง เนื้อหาบทเรียน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

1. ผลการอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์
2. หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย
3. หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
4. หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย (ด้านเนื้อหา)
5. หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2544

นายชจรศักดิ์ ป้อมสนาม รหัสประจำตัว 39064461 ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON OPTICAL FIBER SPICING)" โดยมี ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ.2544

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 2755 วันที่ 21 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้นักศึกษา ได้ทดลองใช้แบบทดสอบและทดลองสอนเพื่อการวิจัยภายในคณะของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 2755 **วันที่** 21 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง " และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม 2544 ในการทำวิจัยเรื่องนี้นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย โดยใช้แบบทดสอบและทดลองสอน ในคณะของท่านคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในคณะของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. 3692

ที่ ทม 1504 / 2694 **วันที่** 18 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ดร.ปรีชา ยุพาพิน

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบถามด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. 3692

ที่ ทม 1504 / 2694 **วันที่** 15 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบถามด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 2694

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๕ มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พรศิลป์ จันทรังสิกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย 1 ชุด

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง "

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบถามด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร.3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจ. 3692

ที่ ทม 1504 / 2694 **วันที่** 15 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบถามด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในการนี้ได้แนบแบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. 3692

ที่ ทม 1504 / **2694** **วันที่** ๑๕ มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์อำพล ทองระอา

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบถามด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา สจล. 3692

ที่ ทม 1504 / 2694 **วันที่** 15 มิถุนายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์นิรัช สุดสังข์

ด้วย นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการเชื่อมต่อเส้นใยแสง " คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบถามด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใดซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นพร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
2. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการวิจัยนี้ได้ทำการตรวจสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตดังนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ.ดร.ปรีชา ยุพาพิน อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อ.พรศิลป์ จันทรังสิกุล หัวหน้าแผนกวิชาสายตอนนอก ส่วนการฝึกอบรม องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อ.อำพล ทองระอา อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อ.นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)

วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120)

เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์ระดับความคิดเห็น : มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
- ความถูกต้องของเนื้อหา					
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน					
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน					
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
- ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
2. รูปภาพและภาษาที่ใช้					
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้					
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
- ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย					
3. เวลาเรียน					
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาและรูปภาพ					
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย					
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง					

ความคิดเห็นอื่น ๆ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120)

เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์ระดับความคิดเห็น : มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, ควรปรับปรุง = 1

หัวข้อที่ประเมิน	ความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
- ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่เนื้อหา					
- เนื้อหาเหมาะสมกับการใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
2. รูปภาพและภาษาที่ใช้					
- ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย					
- ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย					
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้					
3. สีและเทคนิค					
- ความเหมาะสมของสีที่ใช้					
- ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ					
- แรงจูงใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
4. เวลาเรียน					
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ					
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย					
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง					

ความคิดเห็นอื่น ๆ .....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียน คือ

หน่วยที่ 1 การสื่อสารด้วยแสง

หน่วยที่ 2 การเชื่อมต่อแบบถาวร

หน่วยที่ 3 การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยใช้ CONNECTOR

หน่วยที่ 1 การสื่อสารด้วยแสง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกคุณสมบัติของเส้นใยแสงได้
2. บอกส่วนประกอบพื้นฐานของระบบการสื่อสารเส้นใยแสงได้
3. อธิบายลักษณะโครงสร้างของเส้นใยแสงได้
4. บอกประเภทของเส้นใยแสงได้
5. อธิบายลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงได้
6. บอกลักษณะการสูญเสียแสงภายในเส้นใยแสงแบบต่างๆ ได้
7. บอกความสำคัญของอุปกรณ์ตัดเส้นใยแสงได้
8. บอกวิธีการทำความสะอาดเส้นใยแสงได้

เนื้อหา

คุณสมบัติของเส้นใยแสง

จากความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มีความต้องการในการแลกเปลี่ยนข่าวสารและข้อมูลเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการตอบสนองต่อความต้องการได้ทั้งปัจจุบันและอนาคต ระบบสื่อสารด้วยแสง (OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM) ซึ่งสามารถส่งข่าวสารและข้อมูลต่างๆ ได้เป็นจำนวนมากในเวลาเดียวกันจึงได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย

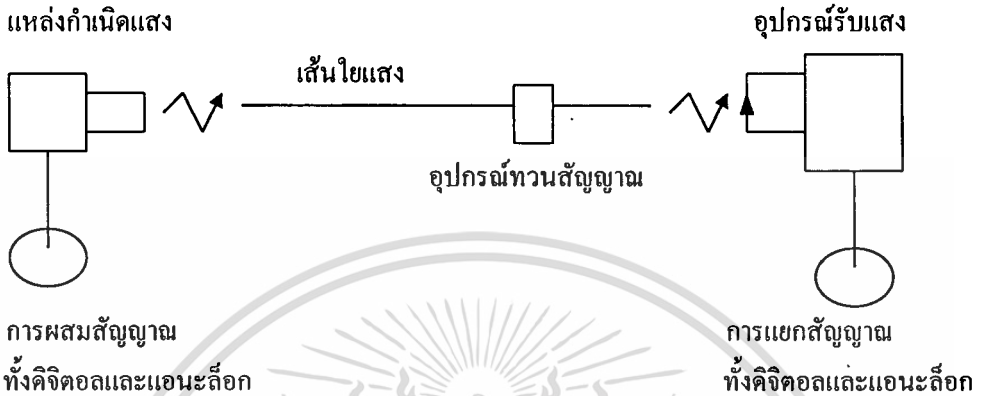
ระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการสื่อสารที่ใช้สายเคเบิลที่ทำด้วยโลหะแล้ว มีข้อดีต่างๆ ที่เกิดจากคุณสมบัติของเส้นใยแสงดังนี้คือ

1. ให้แบนด์วิดท์ที่กว้าง
2. ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
3. การสูญเสียต่ำ
4. ไม่ถูกรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
5. คงทนและไม่ถูกรบกวนโดยสภาพดินฟ้าอากาศ
6. มีความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ราคาถูก
8. ทนความร้อนได้สูง

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบการสื่อสารเส้นใยแสง



ภาพที่ ง 1 ผังแสดงระบบการสื่อสารเส้นใยแสง

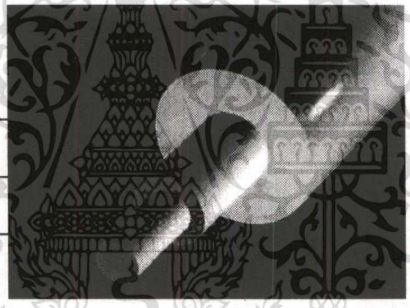
ซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง (ELECTRICAL OPTICAL CONVERTER, E/O) ที่ทำงานโดยรับสัญญาณไฟฟ้ามาจากอุปกรณ์แหล่งกำเนิดแสง หรือเลเซอร์ และส่งเข้าไปในเส้นใยแสง โดยความแรงของสัญญาณไฟฟ้าที่รับได้จากอุปกรณ์รับสัญญาณปลายทาง จะถูกเปลี่ยนเป็นความเข้มแสงหรือระดับของสัญญาณ 1 และ 0 ด้วยวิธีหลังนี้ สัญญาณไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นแสงที่สว่างและมืด หรือเปิดปิดสัญญาณ ทางด้านอุปกรณ์รับแสงจะทำหน้าที่แปลงข่าวสารที่ส่งมากับสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

ระบบอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นแสงนั้นทำได้โดยใช้อุปกรณ์ทางแสง ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสง (LIGHT SOURCE) ซึ่งปกติใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดไดโอดเปล่งแสง (LED) หรือ เลเซอร์ไดโอด (LD) ส่วนอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแสงเป็นไฟฟ้านั้นทำได้โดยใช้ไดโอดแสง (PHOTO DIODE) หรือทรานซิสเตอร์แสง (PHOTO TRANSISTOR) นอกจากกรณีที่ระยะทางของสายส่งยาวมากอาจต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ทวนสัญญาณ (REPEATER) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณแสงอีกครั้ง แล้วส่งกลับไปในเส้นใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของเส้นใยแสง

เส้นใยแสง คือ เส้นใยขนาดเล็กที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำแสง โครงสร้างของเส้นใยแสงประกอบด้วยส่วนที่แสงเดินทางผ่านเรียกว่า CORE และส่วนที่หุ้ม CORE อยู่เรียกว่า CLAD ทั้ง CORE และ CLAD เป็น DIELECTRIC ใส 2 ชนิด (DIELECTRIC หมายถึง สารที่ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เช่น แก้ว พลาสติก) โดยการทำให้ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่าน้อยกว่า ค่าดัชนีการหักเหของ CORE เล็กน้อย และอาศัยปรากฏการณ์การสะท้อนกลับหมดของแสง สามารถทำให้แสงที่ป้อนเข้าไปใน CORE เดินทางไปได้ นอกจากนั้นเส้นใยแสงยังถูกหุ้มด้วยส่วนป้องกันที่เรียกว่า COATING ซึ่งเป็นชั้นที่ต่อจาก CLAD เป็นที่กันแสงจากภายนอกเข้าเส้นใยแสง และกันแสงจากเส้นใยแสงออกข้างนอก และยังใช้ประโยชน์เมื่อมีการเชื่อมต่อเส้นใยแสง โครงสร้างอาจจะประกอบไปด้วยชั้นพลาสติกหลายๆ ชั้น นอกจากนั้นส่วนป้องกันยังทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการกระทำจากแรงภายนอกอีกด้วย เส้นใยแสงนอกจากมีคุณสมบัติการส่งที่ดีเยี่ยมแล้ว ยังมีลักษณะเด่นอย่างอื่นอีก เช่น ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา



ภาพที่ ง 2 แสดงลักษณะโครงสร้างของเส้นใยแสง

ประเภทของเส้นใยแสง

วิธีการแบ่งประเภทของเส้นใยแสงมีหลายวิธี สามารถแบ่งออกได้ 3 วิธีใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

แบ่งตามชนิดของสาร DIELECTRIC	SILICA GLASS OPTIC FIBER
	MULTI COMPONENT GLASS OPTIC FIBER
	PLASTIC OPTIC FIBER
แบ่งตามจำนวน PROPAGATION MODE	SINGLE MODE OPTIC FIBER
	MULTI MODE OPTIC FIBER
แบ่งตามลักษณะของดัชนีการหักเหของ CORE	STEP INDEX OPTIC FIBER
	GRADED INDEX OPTIC FIBER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การแบ่งชนิดของเส้นใยแสงตามชนิดของ DIELECTRIC ที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. SILICA GLASS OPTIC FIBER ซึ่งใช้ DIELECTRIC ที่เป็น SILICA GLASS นอกจากจะใช้ SILICA (Sio_2) ที่บริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่แล้วยังใช้สารอื่นเติมลงไป เพื่อทำให้ค่าดัชนีการหักเหเปลี่ยนแปลงตามต้องการ

2. MULTI COMPONENT GLASS OPTIC FIBER ซึ่งใช้ DIELECTRIC ที่เป็นแก้วหลายชนิดปนกัน

3. PLASTIC OPTIC FIBER ซึ่งใช้ DIELECTRIC ที่เป็นพลาสติก

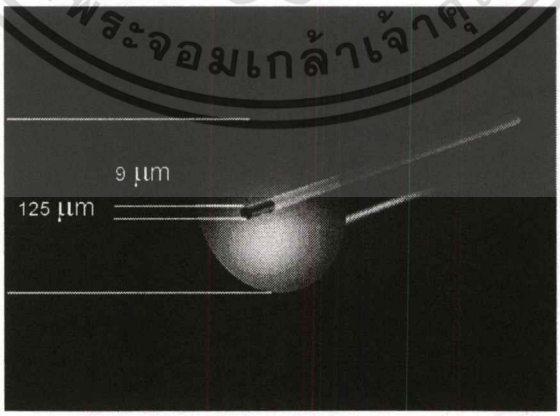
สำหรับเคเบิ้ลเส้นใยแสงที่ใช้ในข่ายการสื่อสารโทรคมนาคมนั้นนิยมใช้ SILICA GLASS OPTIC FIBER เพราะมีข้อดีคือ การสูญเสีย (LOSS) ต่ำและคุณสมบัติการส่งคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

แต่สำหรับงานที่ต้องการคุณสมบัติการส่งด้อยลงมาใช้งานง่าย และใช้กับการสื่อสารระยะทางใกล้ ใช้กับการเดินสายภายในรถยนต์ (WIRE HARNESS) และอื่นๆ ในกรณีนี้นิยมใช้เส้นใยแสงที่เป็น PLASTIC OPTIC FIBER

2. การแบ่งประเภทของเส้นใยแสงตามจำนวน PROPAGATION MODE สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. SINGLE MODE OPTIC FIBER หรือเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียว

มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ CORE ประมาณ 5 - 10 ไมครอน และ CLAD ประมาณ 125 ไมครอน ตามลำดับ พิจารณาจากรูปจะเห็นว่าขนาดของ CORE ที่ใช้ส่งสัญญาณนั้นเล็กมากทำให้การนำแสงเข้าสู่เส้นใยแสงยากกว่าเส้นใยแสงชนิดหลายโหมด และให้แสงออกมาเพียงโหมดเดียว เนื่องจากข้อดีของเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียวคือ การแตกกระจายของสัญญาณที่เกิดขึ้นนั้นยากกว่าเส้นใยแสงชนิดหลายโหมด ทำให้มีแบนด์วิดท์ที่ใช้ประโยชน์ได้กว้างกว่า

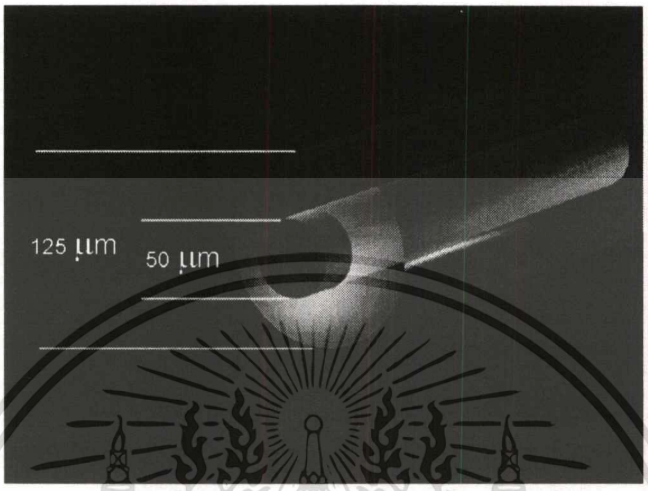


ภาพที่ ง 3 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. MULTI MODE OPTIC FIBER หรือเส้นใยแสงชนิดหลายโหมด

ซึ่งมีขนาดของ CORE ใหญ่กว่าแบบเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียว โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ CORE ตั้งแต่ 50 – 200 ไมครอน และ CLAD ตั้งแต่ 125 - 400ไมครอนตามลำดับ อยู่ที่ว่าเป็นเส้นใยแสงชนิดหลายโหมดแบบใด



ภาพที่ ง 4 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิดโหมดเดียว

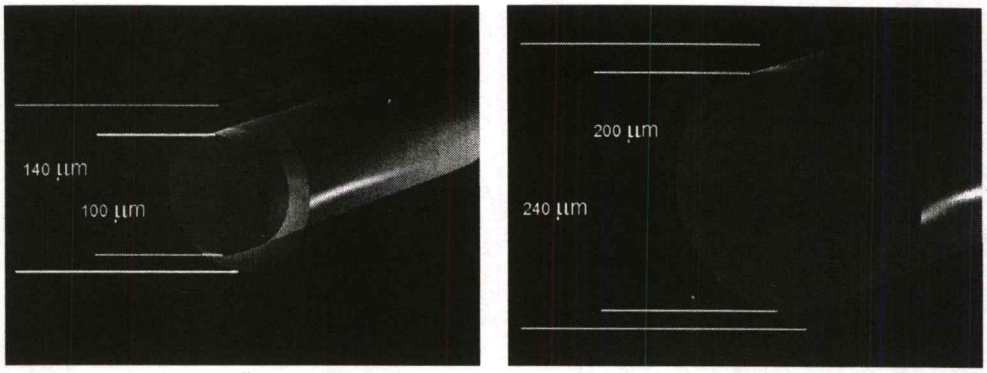
เนื่องจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ CORE ของเส้นใยแสงชนิดหลายโหมดนั้นมีขนาดใหญ่ดังนั้นแสงที่ตกกระทบที่ปลาย INPUT ของเส้นใยแสงมีมุมตกกระทบที่แตกต่างกันหลายค่า ทำให้มีแนวลำแสงเกิดขึ้นหลายโหมด และแสงแต่ละโหมดเดินทางโดยใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกัน อันเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกกระจายของโหมดแสง (MODE DISPERSION)

3. การแบ่งประเภทของเส้นใยแสงตามลักษณะของดัชนีการหักเห สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. STEP INDEX OPTIC FIBER (SI – FIBER) หรือเรียกว่า เส้นใยแสงหลายโหมดชนิดดัชนีขั้นบันได

เป็นเส้นใยแสงที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการหักเหระหว่าง CORE กับ CLAD เป็นลักษณะขั้นบันได กรณีที่เรียกว่า STEP INDEX OPTIC FIBER นั้น โดยทั่วไปจะหมายถึง MULTI MODE OPTIC FIBER ที่มีผลต่างของดัชนีการหักเหเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นบันได (STEP)

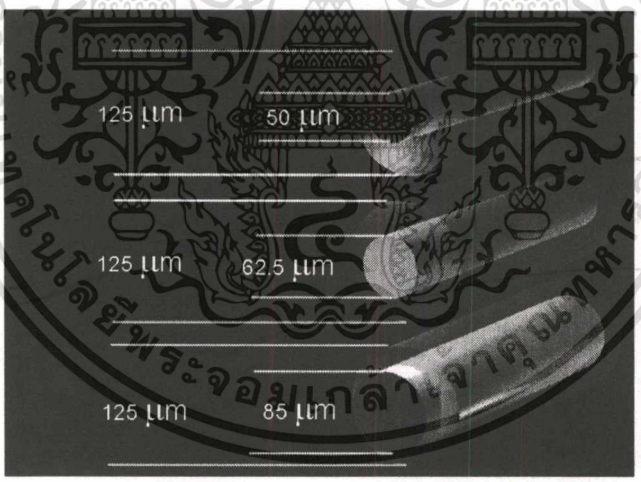
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง 5 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิด STEP INDEX OPTIC FIBER

2. GRADED INDEX OPTIC FIBER (GI – FIBER) หรือเรียกว่าเส้นใยแสงหลายโหมดชนิดดัชนีรูปมน

เป็นเส้นใยแสงที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการหักเหระหว่าง CORE กับ CLAD ค่อย ๆ ลดลงทีละน้อยต่างกับ STEP INDEX OPTIC FIBER จึงเรียกว่า GRADED INDEX OPTIC FIBER ซึ่งเป็นเส้นใยแสงที่จัดทำเป็นพิเศษ เพื่อการส่ง MULTI MODE



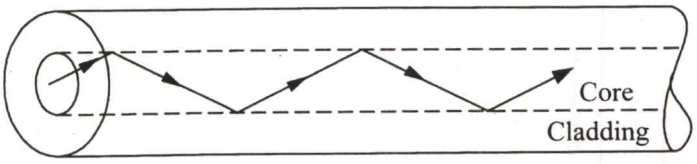
ภาพที่ ง 6 แสดงขนาดหน้าตัดของเส้นใยแสงชนิด GRADED INDEX OPTIC FIBER

การเดินทางของแสงในเส้นใยแสง

การป้อนแสงเข้าไปใน CORE ที่มีขนาดเล็กมากนั้น ต้องใช้เลนส์ทำการรวมแสงและป้อนเข้าไป แต่แสงที่รวมนั้น ใช่ว่าจะถูกป้อนเข้าในเส้นใยแสงได้ทั้งหมด แสงที่มีมุมตกกระทบที่เหมาะสมเท่านั้น จึงจะสามารถเข้าไปในเส้นใยแสงได้ เมื่อแสงเดินทางเข้าไปในเส้นใยแสง ก็จะอาศัยการสะท้อนแสงไปมาระหว่างส่วนที่เป็น CORE และ CLAD ซึ่งต่างก็มีค่าดัชนีการหักเหของแสงต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

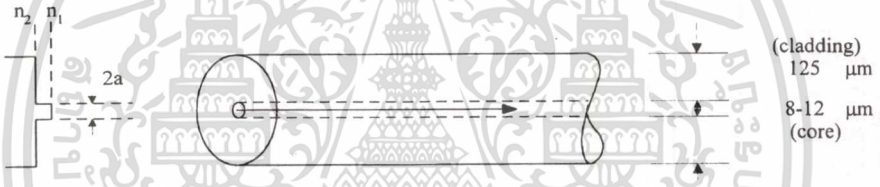
กัน โดย CORE จะมีค่าดัชนีการหักเหของแสงมากกว่า CLAD ทำให้แสงสามารถเดินทางได้ภายในเส้นใยแสงโดยไม่มีการสะท้อนออกมาภายนอก การสะท้อนของแสงในลักษณะเช่นนี้ ทำให้แสงสามารถเคลื่อนที่จากปลายข้างหนึ่งไปยังปลายอีกข้างหนึ่งของเส้นใยแสง



ภาพที่ ง 7 แสดงการเคลื่อนที่ของแสงภายในเส้นใยแสง

1. การเดินทางของแสงในเส้นใยแสงแบบ SINGLE MODE

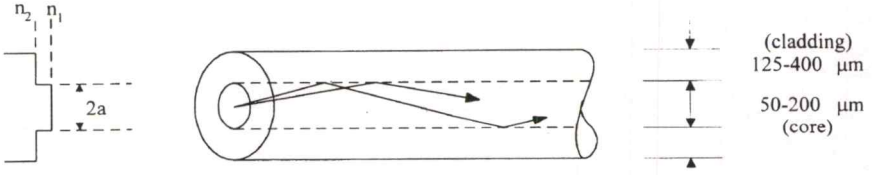
เนื่องจากขนาดของ CORE ของเส้นใยแสงแบบ SINGLE MODE มีขนาดเล็กกว่าแบบ MULTI MODE มาก และยอมให้แสงเดินทางผ่านออกมาเพียงโหมดเดียว



ภาพที่ ง 8 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ SINGLE MODE

2. การเดินทางของแสงในเส้นใยแสงแบบ MULTI MODE

เนื่องจาก CORE ของเส้นใยแสงแบบ MULTI MODE มีขนาดใหญ่ ทำให้แสงสามารถเดินทางผ่านเข้าไปได้เป็นจำนวนมาก จึงมีลำแสงเกิดขึ้นจำนวนหลายโหมด และเดินทางด้วยเวลาที่ต่างกัน

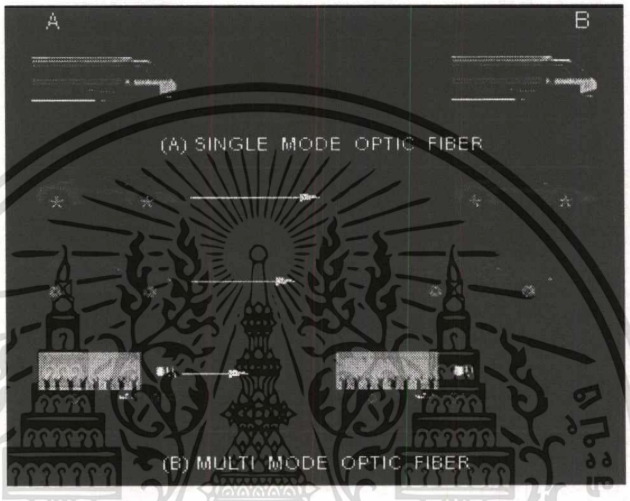


ภาพที่ ง 9 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ MULTI MODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการเปรียบเทียบการเดินทางของแสงระหว่าง SINGLE MODE กับ MULTI MODE

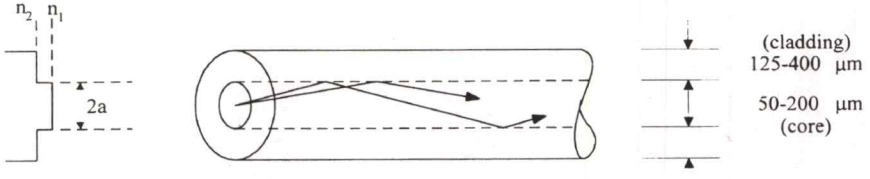
เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นเกี่ยวกับการเดินทางของแสงในเส้นใยแสงแบบ SINGLE MODE และเส้นใยแสงแบบ MULTI MODE ยกตัวอย่างการขนส่งของจากจุด A ไปยังจุด B โดยให้เส้นใยแสงแบบ SINGLE MODE แทนด้วยรถไฟด่วน และแบบ MULTI MODE แทนด้วยถนนธรรมดาที่มีรถยนต์หลายชนิดวิ่งอยู่ เช่น รถยนต์ รถสปอร์ต รถบรรทุก สำหรับรถด่วนนั้น สิ่งของที่บรรทุกจะไปถึงในเวลาเดียวกัน ส่วนสิ่งของที่บรรทุกด้วยรถยนต์ชนิดต่างๆ นั้น จะไปถึงปลายทางด้วยเวลาต่างกัน



ภาพที่ ง 10 แสดงการเปรียบเทียบการเดินทางของแสงระหว่าง SINGLE MODE กับ MULTI MODE

3. การเดินทางของแสงในเส้นใยแสงแบบ STEP INDEX OPTIC FIBER

ซึ่งเส้นใยแสงชนิดนี้เป็นแบบ MULTI MODE คือจากหลักการสะท้อนกลับหมดของแสงที่เกิดขึ้นภายใน CORE ทำให้มีแนวลำแสงเกิดขึ้นหลายโหมด และแสงแต่ละโหมดเดินทางโดยใช้ระยะเวลาที่ต่างกัน ทำให้เกิดการแตกกระจายของโหมดแสง ซึ่งจะมีลักษณะการแตกกระจายของดัชนีการหักเหของแสงเป็นลักษณะขั้นบันได

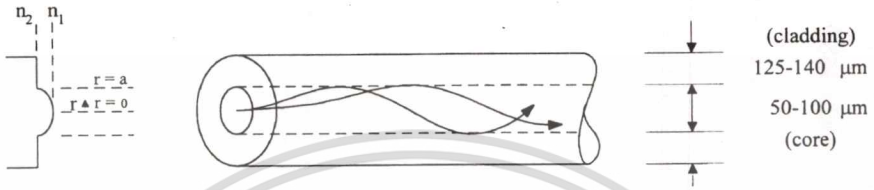


ภาพที่ ง 11 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ STEP INDEX OPTIC FIBER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเดินทางของแสงในเส้นใยแสงแบบ GRADED INDEX OPTIC FIBER

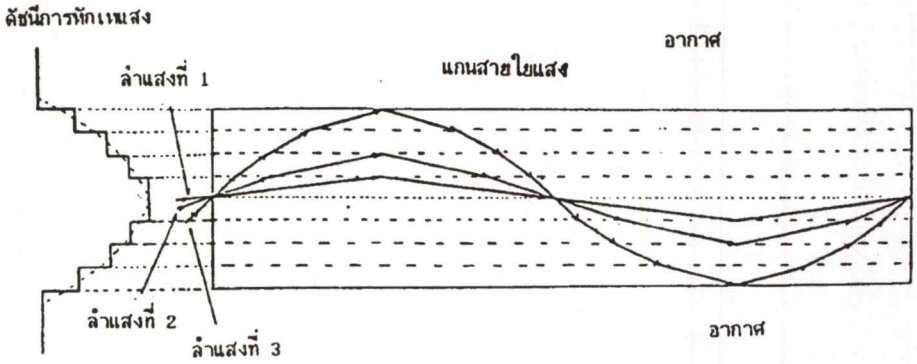
ซึ่งเส้นใยแสงชนิดนี้เป็นแบบ MULTI MODE ก็ย่อมจะทำให้เกิดการแตกกระจายของสัญญาณเอาท์พุทมาก ด้วยเหตุผลที่แนวทางเดินของแสงในแต่ละโหมดนั้น ต้องใช้เวลาในการเดินทางต่างๆ กัน และเพื่อลดการแตกกระจายของสัญญาณที่เกิดขึ้นในเส้นใยแสงแบบ MULTI MODE เราสามารถทำได้โดยการสร้างเส้นใยแสงให้ดัชนีการหักเหของแสงมีค่าค่อยๆ เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเส้นใยแสงชนิดนี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่า เส้นใยแสงหลายโหมดชนิดดัชนีรูปมน



ภาพที่ ง 12 แสดงลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงแบบ GRADED INDEX OPTIC FIBER

เราสามารถทำให้ลำแสงทั้งสามลำนี้เดินทางด้วยเวลาที่เท่ากัน ทั้งที่แต่ละลำแสงมีระยะทางในการเดินทางที่ต่างกัน โดยการทำให้ตัวกลางนั้นมีความหนาแน่นของเนื้อสารแตกต่างกันเป็นชั้นๆ ตัวกลางที่มีความหนาแน่นของเนื้อสารมาก จะมีค่าดัชนีการหักเหแสงมากและแสงเดินทางผ่านตัวกลางนั้นไปได้ช้า แต่เนื่องจากลำแสงเหล่านั้นเดินทางอยู่ด้วยเส้นทางที่ผ่านตัวกลางที่ต่างกัน ขณะที่แสงเดินทางผ่านตัวกลางชั้นนอกสุดก็จะเดินทางได้เร็วที่สุด ดังนั้นถ้าได้มีการจัดการสร้างแกนของเส้นใยแสงให้มีค่าดัชนีการหักเหของแสงที่เหมาะสมแล้ว ก็จะสามารถทำให้ลำแสงทั้ง 3 นี้ใช้เวลาในการเดินทางผ่านเส้นใยแสงเท่ากันได้ จากแนวความคิดนี้ เมื่อจำนวนชั้นภายในแกนของเส้นใยแสง เพิ่มมากขึ้นจนเรียงชิดติดกันแล้ว ดัชนีการหักเหของแสงก็จะมีลักษณะกลายเป็นรูปมนขึ้นมา การทำให้ลำแสงทุกลำหรือทุกโหมดมีเวลาการเดินทางผ่านเส้นใยแสงเท่ากันนี้ จะทำให้สามารถขจัดการแตกกระจายของสัญญาณในเส้นใยแสงนั้นได้ จากหลักการนี้จึงอธิบายได้ว่าทำไมเส้นใยแสงชนิดดัชนีรูปมน ซึ่งเป็นเส้นใยแสงมัลติโหมดจึงมีค่าการแตกกระจายของสัญญาณน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ง 13 แสดงลักษณะการกระจายค่าดัชนีการหักเหของแสงที่เกิดขึ้นเป็นชั้นต่างๆ กัน

การสูญเสียจากการเชื่อมต่อของเส้นใยแสง

กรณีทำการเชื่อมต่อเส้นใยแสง 2 เส้น อันดับแรกจำเป็นต้องปรับเส้นใยแสงทั้ง 2 เส้นให้ตรงกัน ถ้าหาก มีส่วนที่ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นแล้วจะทำให้สัญญาณแสงที่ออกมาจากเส้นใยแสงด้านหนึ่งไม่สามารถเดินทางเข้าไปในเส้นใยแสงอีกด้านหนึ่งได้อย่างสมบูรณ์เป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียขึ้นตรงจุดเชื่อมต่อ การสูญเสียของการเชื่อมต่อนี้ ถ้าหากเปลี่ยนเป็นการสูญเสียแสงของเส้นใยแสงแล้วจะมีค่าเท่ากับการสูญเสียแสงที่มีความยาวหลายร้อยเมตรทีเดียว ซึ่งเป็นค่าที่ไม่อาจตัดทิ้งไปได้ การสูญเสียที่รอยต่อนั้นเป็นผลที่เกิดจากการสูญเสีย 2 อย่างคือ อินทรินซิก (INTRINSIC) และเอ็กทรินซิก (EXTRINSIC) ซึ่งมีความหมายดังนี้

1. อินทรินซิก (INTRINSIC) ปัญหานี้เป็นการสูญเสียพลังงานแสงชนิดที่เกิดจากตัวของเส้นใยแสงเอง เช่น

- ขนาดแกนเส้นใยแสงโตไม่เท่ากัน
- ค่าของ NA ไม่เท่ากัน
- แกนของเส้นใยแสงไม่อยู่ในภาวะสมมาตร (CORE ECCENTRICITY)
- ลักษณะของแกนเส้นใยแสงไม่เหมือนกัน (PROFILE MISMATCH)

2. เอ็กทรินซิก (EXTRINSIC) ปัญหานี้เป็นการสูญเสียพลังงานแสงที่เกิดจากปัญหาของอุปกรณ์ที่นำมาใช้กับการเชื่อมต่อละคุณภาพของการเตรียมปลายสายไม่ดีพอ เช่น

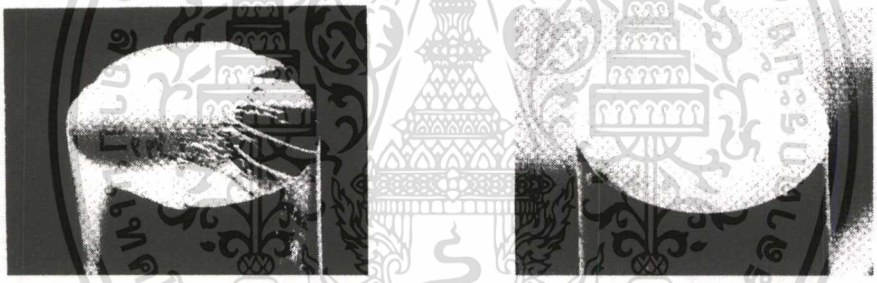
- เกิดระยะห่างระหว่างเส้นใยแสง
- เกิดการบิดงอของเส้นใยแสง
- การวางสายให้เหลื่อมกัน
- การหักเหของแสงตรงที่แกนของเส้นใยแสงต่อกัน
- ความไม่สมบูรณ์ของปลายเส้นใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่าที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียของการเชื่อมต่อสรุปได้ว่าการสูญเสียของการเชื่อมต่อที่เกิดจากแกนคลาดเคลื่อนนั้นมีค่ามากที่สุด นอกจากนั้นการสูญเสียของการเชื่อมต่ออันเนื่องมาจากความไม่สมบูรณ์ของด้านปลายของเส้นใยแสง การสูญเสียจาก FRESNEL REFLECTION และอื่นๆ นั้น สามารถทำให้มีค่าน้อยลงได้โดยการใส่สาร MATCHING MATERIAL เข้าไปก็ตามไม่สามารถจะลดค่าให้ต่ำลงได้ ดังนั้นในการเชื่อมต่อเส้นใยแสงจึงจำเป็นต้องมีการปรับแกนให้มีค่าแม่นยำขนาดเป็นไมครอนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการคลาดเคลื่อนของแกน

วิธีการตัดเส้นใยแสง

ในการเชื่อมต่อเส้นใยแสง ความไม่สมบูรณ์ของด้านปลายเป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียของการเชื่อมต่อ ดังนั้นในการเชื่อมต่อจำเป็นต้องใช้วิธีที่ทำให้มีความสมบูรณ์เกิดขึ้นที่ด้านปลายของเส้นใยแสง รูปขยายหน้าตัดของเส้นใยแสง ดังแสดงในภาพ (a) แสดงการตัดโดยการใช้เครื่องมือสำหรับตัดสาย METALLIC CABLE ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น คีมตัดต่างๆ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ด้านปลายขรุขระมาก ส่วนภาพ (b) เป็นกรณีที่ทำการตัดด้วยอุปกรณ์พิเศษจะเห็นว่าผิวหน้าตัดด้านปลายเรียบดีมาก



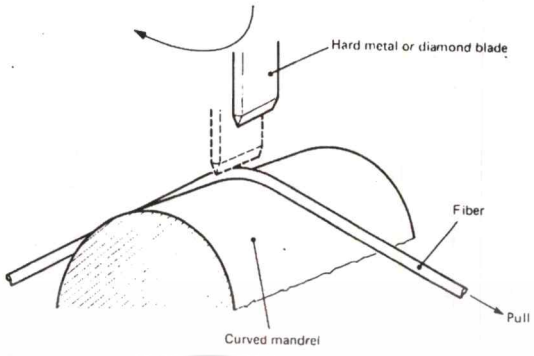
(a) (b)

ภาพที่ ง 14 (a) ภาพขยายหน้าตัดของเส้นใยแสงที่ตัดโดยการใช้เครื่องมือสำหรับตัดสาย METALLIC CABLE (b) ภาพขยายหน้าตัดของเส้นใยแสงที่ตัดโดยการใช้เครื่องมือสำหรับตัดเส้นใยแสง

เราลองนึกถึงการตัดกระจกด้วยเครื่องตัดกระจกดู ในขั้นแรกจะใช้เครื่องตัดทำให้ผิวด้านนอกของกระจกมีรอยขีดเล็กก่อน จากนั้นจึงให้แรงบิดงอจากภายนอกเพียงเล็กน้อยทำให้กระจกนั้นแยกออกจากกัน รอยตัดนั้นจะเรียบสม่ำเสมอ การที่สามารถตัดกระจกได้ง่ายและเรียบเช่นนี้เพราะว่ากระจกมีความเปราะนั่นเอง การตัดเส้นใยแสงโดยทั่วไปก็เช่นกันอาศัยความเปราะของแก้วนี้เหมือนกัน ดังแสดงในภาพโดยการนำเส้นใยแสงที่จะตัดมาวางบนวัตถุทรงกระบอกเพื่องอโค้งเส้นใยแสง จากนั้นใช้ที่ตัดที่มีความคมกดลงบนเส้นใยแสง ตรงจุดที่กดลงไปนั้นจะเกิดรอยขีดเล็กๆ ในขณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกันความเค้นจากแรงดึงอันเนื่องมาจากการงอโค้งที่ให้แก่เส้นใยแสงจะสามารถตัดให้ขาดได้ โดยอาศัยหลักการดังกล่าวนี้ไปพัฒนาสร้างเครื่องมือตัด



ภาพที่ ง 15 แสดงหลักการตัดเส้นใยแสง

ขั้นตอนการตัดเส้นใยแสง

- ปอกเปลือกหุ้มสาย (Secondary Coating) ใช้อุปกรณ์พิเศษสำหรับปอก ระยะที่ปอกออกนั้นยาวประมาณ 40 ม.ม
- ทำความสะอาดเส้นใยแสง โดยใช้ผ้ากอสชุบอาซิโตน หรือ แอลกอฮอล์ทำความสะอาดส่วนที่ปอกเปลือกหุ้มสายออกโดยรอบ
- ทำการตัดสาย

หน่วยที่ 2 การเชื่อมต่อแบบถาวร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกวิธีการเชื่อมต่อเชิงกลแบบต่างๆ ได้
2. อธิบายหลักการเชื่อมต่อแบบเชิงกลได้
3. บอกข้อดีข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบเชิงกลได้
4. บอกสารที่ใช้ในการเชื่อมต่อได้
5. บอกหลักการเชื่อมต่อแบบหลอมรวมได้
6. บอกข้อดีข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบหลอมรวมได้
7. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตัดต่อเส้นใยแสงได้
8. บอกค่าการสูญเสียจากการเชื่อมต่อได้

เนื้อหา

การเชื่อมต่อแบบถาวรมี 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. MACHANICAL SPLICING หรือเรียกว่า การเชื่อมต่อเชิงกล
2. FUSION SPLICING หรือเรียกว่า การเชื่อมต่อแบบหลอมรวม

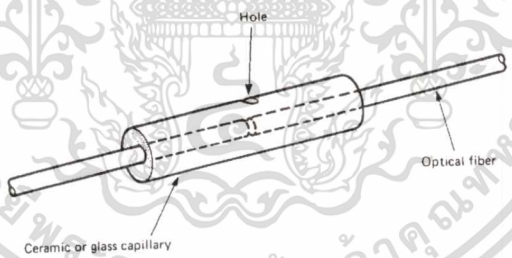
MACHANICAL SPLICING

หรือเรียกว่าการเชื่อมต่อเชิงกลมีอยู่ประมาณ 6 แบบดังนี้

1. CAPILLARY SPLICING DEVICE
2. SQUARE – SECTION, CAPILLARY SPLICING DEVICE
3. V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE
4. V – GROOVE TECHNIQUE BASED ON TWO RODS (SPRINGROOVE)
5. V – GROOVE FIBER SPLICE USING THREE RODS
6. ELASTOMERIC SPLICE

1. CAPILLARY SPLICING DEVICE

เป็นท่อที่มีลักษณะกลม โดยในการเชื่อมต่อจะนำเส้นใยแสงใส่เข้าไปภายในท่อ ให้ปลายทั้งสองของเส้นใยแสงชนกันพอดี จากนั้นจะเติมสารโปร่งแสงที่ทำให้เส้นใยแสงยึดติดกัน เช่น อีพอกซี่เรซิ่น เข้าไปในช่องว่างที่เหลือการเชื่อมต่อโดยใช้ท่อแบบนี้จะมีการสูญเสียแสงประมาณ 0.5 dB ที่มีการสูญเสียแสงมากเนื่องจากปัญหาในการสร้างท่อซึ่งต้องให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเส้นใยแสงที่จะทำการเชื่อมต่อ

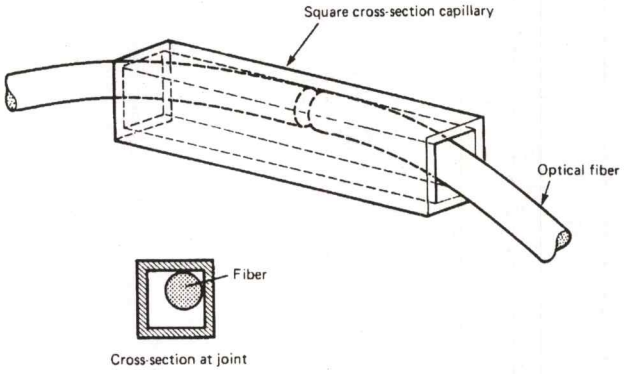


ภาพที่ ง 16 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ CAPILLARY SPLICING DEVICE

2. SQUARE – SECTION, CAPILLARY SPLICING DEVICE

เป็นการใช้ท่อเหล็กทรงสี่เหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยแสง ซึ่งทำให้สามารถใช้งานกับเส้นใยแสงได้หลายขนาด โดยการเชื่อมต่อจะต้องใส่สารโปร่งแสงที่ทำให้เส้นใยแสงเชื่อมติดกันเข้าไปก่อน จากนั้นจึงนำเส้นใยแสงใส่เข้าไปในท่อดังกล่าว ซึ่งเราสามารถทำให้เส้นใยแสงเชื่อมต่อกันอย่างถูกต้องได้โดยการบังคับให้เส้นใยแสงอยู่ที่มุมเดียวกันของท่อ การเชื่อมต่อแบบนี้จะมีการสูญเสียแสงประมาณ 0.07 dB เมื่อใช้กับเส้นใยแสงแบบหลายโหมด

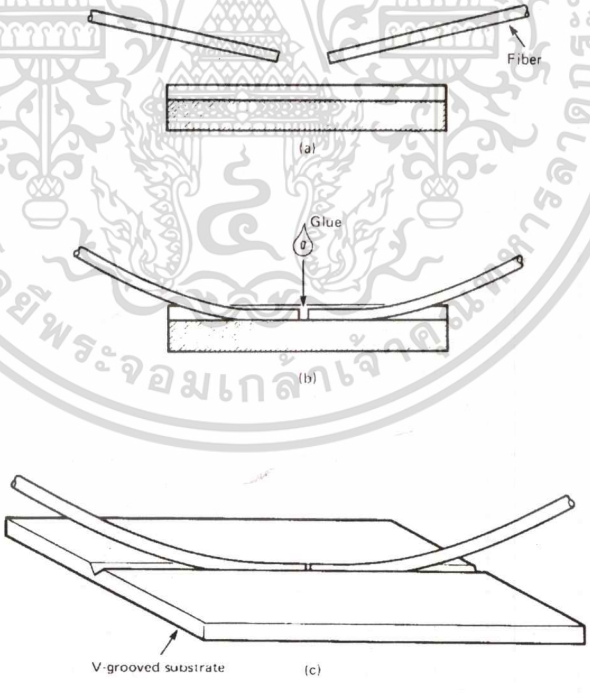
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง 17 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ SQUARE – SECTION, CAPILLARY SPLICING DEVICE

3. V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE

เป็นการเชื่อมต่อเส้นใยแสง โดยการนำเส้นใยแสงที่ต้องการเชื่อมต่อ วางลงบนร่องรูปตัววี แล้วยึดเส้นใยแสงให้ติดกันด้วยอีพอกซี่เรซินดังรูป ซึ่งการเชื่อมต่อเส้นใยแสงด้วยร่องรูปตัววีนี้จะมีอัตราการสูญเสียแสงประมาณ 0.1 dB

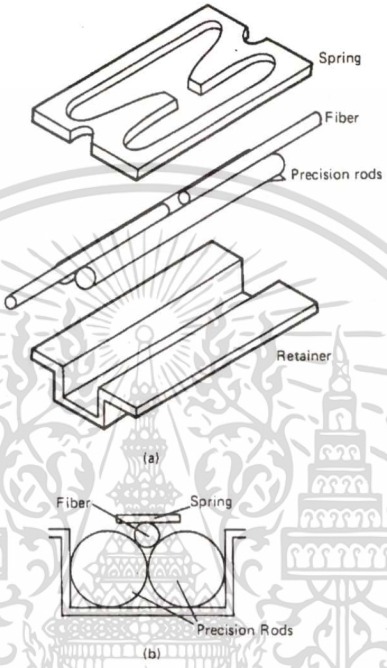


ภาพที่ ง 18 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. V – GROOVE TECHNIQUE BASED ON TWO RODS (SPRINGROOVE)

เป็นการเชื่อมต่อเส้นใยแสงโดยใช้ PRECISION RODS วางเรียงกันในตำแหน่งที่เหมาะสมจะเกิดเป็นร่องตัววี แล้วนำเส้นใยแสงมาวางต่อกันบนร่องตัววีให้มีตำแหน่งใกล้กันมากที่สุด และยึดเส้นใยแสงให้ติดกันด้วยอีพอกซี่เรซิน และวางแผ่น SPRING กดทับลงไปบนเส้นใยแสงเพื่อทำการยึดให้แน่น ตรงกลาง เราสามารถมองเห็นรอยต่อได้จากร่องตรงแผ่น SPRING

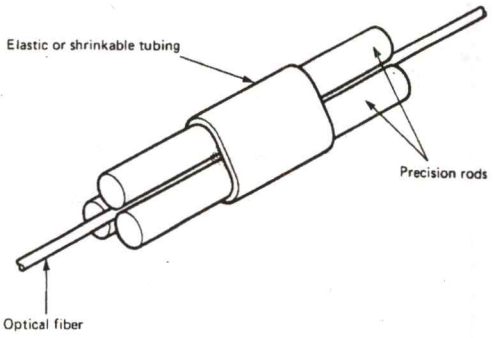


ภาพที่ ง 19 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ V – GROOVE TECHNIQUE BASED ON TWO RODS (SPRINGROOVE)

5. V – GROOVE FIBER SPLICE USING THREE RODS

เป็นการเชื่อมต่อเส้นใยแสงโดยใช้ PRECISION RODS สามแท่งวางกดทับลงไปบนเส้นใยแสงทั้งสองเส้น โดยวางตำแหน่งปลายเส้นใยแสงให้ใกล้กันมากที่สุด แล้วทำการยึดให้แน่นด้วยอีลาสติคพันให้รอบ หรือใช้ท่อหด

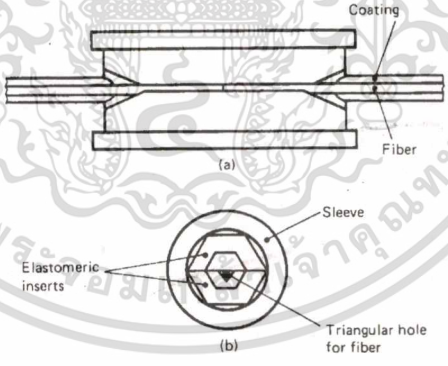
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง 20 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ V – GROOVE FIBER SPLICE USING THREE RODS

6. ELASTOMERIC SPLICE

เป็นการเชื่อมต่อเส้นใยแสงโดยใช้ท่อที่สร้างจากอีลาสติค โดยท่อดังกล่าวจะแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่อยู่ภายในจะเป็นท่อที่มีร่องรูปตัววี และส่วนที่อยู่ภายนอกจะทำให้ท่อรูปตัววีที่อยู่ข้างในประกบติดกันและทำให้เส้นใยแสงมีการเชื่อมต่อที่ถูกต้อง โดยสามารถใช้ได้กับเส้นใยแสงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่างๆ ได้ และสามารถใช้กับเส้นใยแสงได้ทั้งชนิดโหมดเดียวและหลายโหมด โดยมีอัตราการสูญเสียแสงประมาณ 0.25 dB



ภาพที่ ง 21 แสดงการเชื่อมต่อเชิงกลแบบ ELASTOMERIC SPLICE

หลักการทั่วไปของการเชื่อมต่อแบบ MECHANICAL SPLICING คือ ใช้วิธีจับยึดเส้นใยแสง ทั้งสองด้านให้อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกันและหน้าตัดใกล้กันที่สุด โดยมี MATCHING GEL อยู่ที่ช่องระหว่างพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยแสงทั้งสองเพื่อให้ค่าดัชนีหักเหของแสงใกล้เคียงกับ CORE ของเส้นใยแสง ดังนั้นแสงจึงสามารถเดินทางผ่านจุดต่อนี้ได้ การตัดต่อด้วยวิธีการนี้ค่าความสูญเสียที่จุดต่อค่อนข้างสูง อาจทำให้เกิดการสูญเสียสัญญาณอยู่ในช่วง 0.1– 0.5 dB ทำให้การเชื่อมต่อแบบ MECHANICAL SPLICING เหมาะสมที่จะใช้กับการใช้งานที่มีระยะทางสายไม่ยาวมากนัก

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในการตัดต่อแบบ MECHANICAL SPLICING

เครื่องมือ	หน้าที่
LOOSE TUBE CUTTER	ตัด LOOSE TUBE ที่หุ้มเส้นใยแสง
STRIPPER	ปอก PRIMARY / SECONDARY COATING
CLEAVER	ตัดปลายเส้นใยแสงให้เรียบและได้มุมฉาก
INSTALLATION TOOL	ติดตั้งเส้นใยแสงทั้ง 2 ด้านเข้ากับตัวต่อ (OPTICAL MECHANICAL SPLICE)

ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบ MECHANICAL SPLICE

1. เครื่องมือราคาถูกและต้องการการบำรุงรักษาต่ำ
2. การติดตั้งค่อนข้างง่ายและใช้เวลาทำงานน้อย
3. ต้องการการฝึกอบรมค่อนข้างน้อย
4. ไม่ต้องการสภาพแวดล้อมที่ดีในการทำงาน

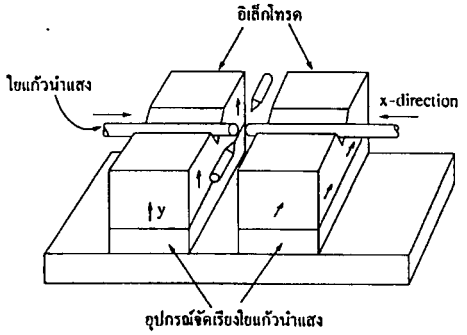
ข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบ MECHANICAL SPLICE

1. SPLICING LOSS สูง
2. มี RETURN LOSS
3. ไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของจุดต่อด้วยตนเองได้
4. จุดต่อมีขนาดใหญ่
5. อายุการใช้งานของจุดต่อน้อยกว่า เนื่องจากต้องใช้ MATCHING GEL ซึ่งอาจรั่วออกได้

FUSION SPLICING

การเชื่อมต่อด้วยวิธีการ FUSION SPLICING เป็นวิธีการเชื่อมต่อเส้นใยแสงสองเส้นเข้าด้วยกันโดยการให้ความร้อนปลายเส้นใยแสง จากนั้นปลายของเส้นใยแสงจะถูกดันมาเชื่อมต่อกัน การเชื่อมต่อในลักษณะนี้เป็นการเชื่อมต่อแบบถาวร การสูญเสียที่เกิดจากการเชื่อมต่อด้วยวิธีนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01 – 0.2 dB ในขั้นตอนของการเชื่อมต่อนั้นความร้อนที่ทำให้ปลายเส้นใยแสงอ่อนตัวมาจากประกายไฟที่เกิดจากการอาร์ก ระหว่างขั้วอิเล็กโทรดในการหลอมรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง 22 แสดงขั้นตอนการเชื่อมต่อเส้นใยแสงเข้าด้วยกันด้วยวิธีการหลอมรวม

การพัฒนาเครื่อง FUSION SPLICER

จากเครื่อง FUSION SPLICER ระบบอัตโนมัติในปัจจุบัน หากพิจารณาย้อยกลับไปในอดีตจะพบว่าได้มีการพัฒนาเครื่องมาโดยตลอด ซึ่งพอจะลำดับการพัฒนาได้ดังนี้

1. MANUAL SYSTEM
2. LIDS (LIGHT INJECTION AND DETECTION SYSTEM)
3. IMAGE PROCESSING SYSTEM

1. MANUAL SYSTEM

เป็นเครื่องมือรุ่นแรกที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้อง ALIGNMENT เส้นใยแสงด้วยตนเอง โดยมองผ่านกล้องขยายที่ติดตั้งมากลับตัวเครื่อง อีกทั้งผู้ปฏิบัติงานจะต้องกำหนด PARAMETER ต่างๆ ที่ใช้ในการ FUSE ด้วยตนเอง ทั้งหมดนี้จะต้องอาศัยทักษะของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก เครื่องรุ่นนี้ไม่สามารถประเมินความสูญเสียที่จุดต่อ (ESTIMATED LOSS) ได้ ต้องใช้เครื่องมืออื่นมาวัดจึงจะทราบค่า

2. LIDS (LIGHT INJECTION AND DETECTION SYSTEM)

เป็นเครื่อง FUSION SPLICING รุ่นถัดมาซึ่งมีการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่าระบบ MANUAL มาก โดยเครื่องจะทำการปรับตำแหน่งของเส้นใยแสง (ALIGNMENT) ที่จะเชื่อมต่อให้เองโดยอัตโนมัติ และมีโปรแกรมกำหนด PARAMETER ต่างๆ ที่ใช้กับเส้นใยแสงชนิดต่างๆ อยู่ภายในเครื่อง อีกทั้งเครื่องยังสามารถประเมินค่าความสูญเสียที่จุดต่อ (ESTIMATED LOSS) ได้เองโดยการงอเส้นใยแสงด้านหนึ่ง แล้วปล่อยแสงผ่านเข้าไป (LIGHT INJECTION) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะโค้งงอ เพื่อให้แสงที่ส่งเข้าทะลุออกมาทำการ DETECT แล้วคำนวณค่าการสูญเสียที่จุดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. IMAGE PROCESSING SYSTEM

เนื่องจากระบบ LIDS จำเป็นต้องส่งแสงเข้าไปในเส้นใยแสงผ่านจุดต่อและรับแสงที่ออกมาโดยการงอเส้นใยแสง วิธีนี้ไม่อาจใช้ได้กับเส้นใยแสงบางประเภท เช่น เส้นใยแสงแบบ NYLON COATED FIBER, เส้นใยแสงแบบ UV ACRYLATE COATED FIBER เป็นต้น

จากขีดจำกัดดังกล่าวจึงมีการพัฒนาเครื่องเป็นแบบที่ใช้การจับภาพเส้นใยแสง และนำภาพมาจัดตำแหน่งของเส้นใยแสง (IMAGE PROCESSING SYSTEM) เพื่อการเชื่อมต่อที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ในเครื่องจะมีจอภาพเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสภาพปลายเส้นใยแสงทั้งสองด้านก่อนการเชื่อมต่อด้วยตนเอง เครื่องรุ่นนี้สามารถประเมินค่าความสูญเสียที่จุดต่อ (ESTIMATED LOSS) ได้ใกล้เคียงความจริงมาก นอกจากนั้นยังสามารถประเมินค่าได้จากการวิเคราะห์ภาพบนจอโดยหลักการเชื่อมต่อได้อีกด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการตัดต่อแบบ FUSION SPLICING

เครื่องมือ	หน้าที่
LOOSE TUBE CUTTER	ตัด LOOSE TUBE ที่หุ้มเส้นใยแสง
STRIPPER	ปอก PRIMARY / SECONDARY COATING
CLEAVER	ตัดปลายเส้นใยแสงให้เรียบและได้มุมฉาก
FUSION SPLICER	เชื่อมต่อเส้นใยแสง

ขั้นตอนการเชื่อมต่อแบบ FUSION SPLICING

- เตรียมเส้นใยแสง ปอกตัดปลายสายโดยให้ปลายสายมีผิวเรียบที่สุดและทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์
- นำเส้นใยแสงทั้ง 2 เส้นวางบนหัวจับ แล้วปรับแกนให้อยู่ในแนวเดียวกันโดยเครื่องบางเครื่องมีกล้องจุลทรรศน์ และบางยี่ห้อก็สามารถนำภาพ มาขยายบนจอโทรทัศน์เพื่อดูรอยเชื่อมและการปรับตำแหน่งของปลายสายเส้นใยแสงทั้งสองข้าง
- เมื่อตำแหน่งเส้นใยแสงตรงได้ที่ ก็กดปุ่มเพื่อทำการอาร์ค กระแสและเวลาที่ใช้อาร์คจะตั้งโดยอัตโนมัติ ตามขนาดของเส้นใยแสง
- เมื่อเชื่อมแล้วก็หาทางป้องกันรอยเชื่อมโดยเอาปลอกหรือท่อหดหุ้มตามแกนเส้นใยแสงตรงบริเวณรอยเชื่อม ทั้งนี้เพื่อป้องกันรอยเชื่อมแตกหัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการเชื่อมต่อแบบ FUSION SPLICING

1. SPLICING LOSS ต่ำ
2. การปฏิบัติงานค่อนข้างง่าย เนื่องจากเครื่องสามารถทำงานเองโดยอัตโนมัติ
3. ต้องการการฝึกอบรมการใช้เครื่องค่อนข้างน้อย
4. ไม่มี RETURN LOSS
5. อายุการใช้งานของจุดต่อสูง
6. สามารถตรวจสอบคุณภาพของจุดต่อได้ด้วยเครื่อง FUSION SPLICER
7. จุดต่อมีขนาดเล็กกว่า
8. สามารถเชื่อมต่อเส้นใยแสงโดย SPLICING LOSS ต่ำสุด ได้กับเส้นใยแสง 2 เส้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน

ข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบ FUSION SPLICING

1. เครื่องมือราคาแพงและต้องการการบำรุงรักษาสูง
2. ต้องการสภาพแวดล้อมที่ดีในการทำงาน เช่น ไม่มีฝุ่น เนื่องจากสิ่งเหล่านี้จะทำให้ SPLICING LOSS มีค่าสูงขึ้น

หน่วยที่ 3 การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยใช้ CONNECTOR

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกวิธีการเชื่อมต่อเส้นใยแสงให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้
2. บอกวัสดุที่ใช้ทำหัวต่อได้
3. บอกลักษณะของหัวต่อแบบต่างๆ ได้
4. เลือกใช้หัวต่อแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะงานได้

เนื้อหา

การเชื่อมต่อเส้นใยแสงแบบใช้หัวเชื่อมต่อ นอกจากจะใช้เชื่อมต่อเส้นใยแสงด้วยกันแล้ว ยังใช้ในการเชื่อมต่อเส้นใยแสงเข้ากับอุปกรณ์แสงอื่นๆ เช่น ตัวกำเนิดแสง ตัวรับแสง เป็นต้น ซึ่งต้องมีการถอดเข้าออกบ่อย โดยทั่วไปแล้วหัวเชื่อมต่อได้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยทำให้ปลายเส้นใยแสงสองเส้นอยู่ใกล้กันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การยึดกันของหัวต่อต้องไม่ฟิตเกินไปจนทำให้หน้าสัมผัสเกิดการสึกหรอหรือมีรอยขีดข่วน ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานของหัวเชื่อมต่อ เนื่องจากแต่ละบริษัทจะออกแบบหัวเชื่อมต่อเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์ที่บริษัทตนเองผลิต

หัวต่อ CONNECTOR สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. หัวต่อแบบยึดหยุ่นได้
2. หัวต่อแบบ SMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หัวต่อแบบไบโคนิค

4. หัวต่อแบบ ST

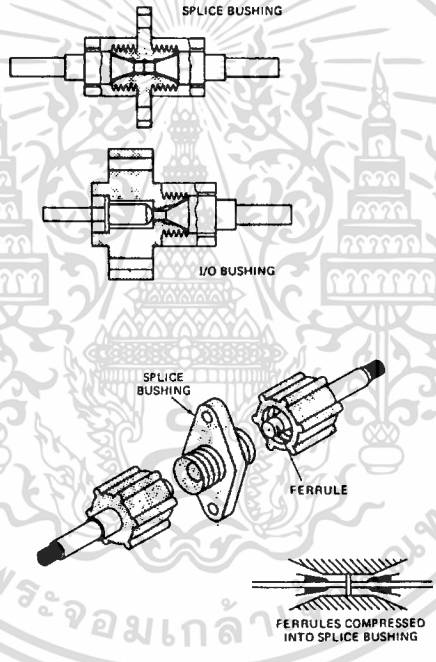
5. หัวต่อแบบ SC

6. หัวต่อแบบ FC

7. หัวต่อแบบ FDDI

1. หัวต่อแบบยืดหยุ่นได้

หัวต่อชนิดนี้เป็นหัวต่อที่ทำด้วยพลาสติกใช้ได้ทั้งแบบมัลติโหมดและซิงเกิลโหมด หัวที่ชนกันทำเป็นลักษณะปลายเรียวดังภาพ ซึ่งเป็นของบริษัท Amp ตัวหัวต่อจริงๆ ทำด้วยพลาสติกที่ยืดหยุ่นได้ แต่ปลอกที่สวมหุ้มหัวต่อนั้นทำด้วยโลหะเพื่อรับแรง ปลายสายที่ชนกันนั้นจะอยู่ในปลอกหุ้ม ซึ่งประกอบด้วยหัวแกนเอียง (TAPER) โดยใช้เกลียวยึดกันดังภาพ

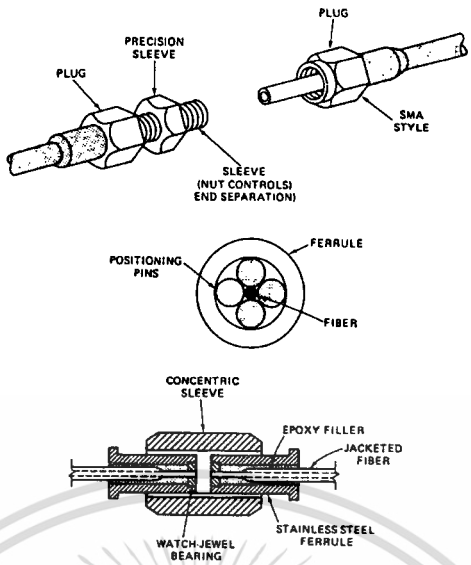


ภาพที่ ง 23 แสดงระบบกลไกรับแนวแกนเส้นใยแสงของหัวต่อชนิดยืดหยุ่นได้

2. หัวต่อแบบ SMA

หัวต่อชนิดนี้เป็นที่นิยมมาก หัวต่อเป็นน็อตหกเหลี่ยมนิยมใช้กับสายเคเบิลแบบมัลติโหมด การออกแบบและประกอบหัวต่อชนิดนี้ทำได้ง่ายกว่าชนิดอื่น การออกแบบหัวต่อ SMA ขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงของปลอกที่บังคับหน้าสัมผัส และวิธีการผลิตนี้ก็ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้ผลิตแต่ละบริษัท เช่นของ ITT, Thomas and Betts และ Amphinol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

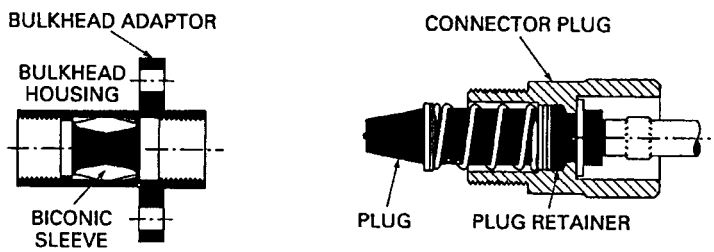


ภาพที่ ง 24 หัวต่อแบบ SMA (a) แบบปลอกหุ้มแนวตรง (b) แบบพยุงด้วยเข็มสี่ตัว (c) แบบแบริ่งนาฬิกา

3. หัวต่อแบบไบโคนิค (Biconic Connector)

เป็นหัวต่ออีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้มากกับสายเคเบิ้ลทั้งแบบซิงเกิลโหมดและแบบมัลติโหมด หัวต่อเป็นพลาสติกหล่อแข็งและกลึงเป็นลักษณะคล้ายรูปกรวย โดยมีปลอกโลหะเป็นตัวบังคับให้แกนปลายเส้นใยแสงอยู่ในแนวแกนที่ชนกันพอดี หัวต่อชนิดนี้มีหัวเสียบที่มีรูปคล้ายกรวยและเจาะรูตรงกลางเพื่อให้เส้นใยแสงผ่าน ทั้งหัวเสียบและรูเสียบจะยึดติดกันพอดีเมื่อเวลาประกอบกันเข้า หัวต่อชนิดนี้ BELL LABORATORY เป็นผู้ผลิต

หัวต่อชนิดนี้มีขายสำหรับใช้กับเส้นใยแสงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกขนาด 125, 140, 250 และ 400 ไมครอน และมีค่าอินเซอร์ชั่นลอส (INSERTION LOSS) ของทั้งซิงเกิลโหมดและมัลติโหมด อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1.1 dB ขึ้นอยู่กับลักษณะการต่อเส้นใยแสง

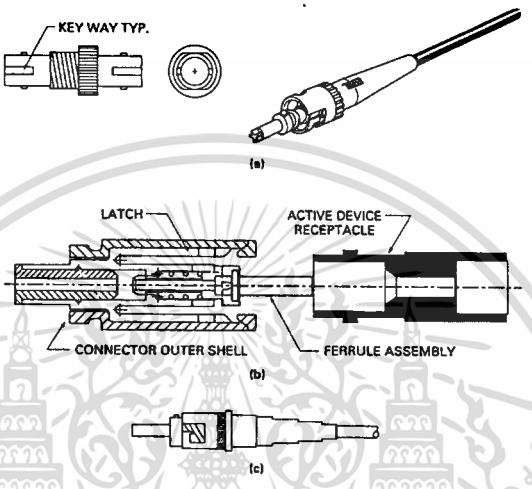


ภาพที่ ง 25 หัวต่อแบบไบโคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หัวต่อแบบ ST

เป็นเครื่องหมายการค้าของบริษัท AT&T แต่ก็มีบริษัทอื่นๆ ที่ได้ทำการผลิตหัวต่อที่เข้ากันได้ กับหัวต่อแบบ ST หัวต่อแบบ ST นี้จะมีอัตราการสูญเสียแสงเมื่อใช้กับเส้นใยแสงแบบซิงเกิลโหมดประมาณ 0.15 dB ถึง 0.25 dB และเมื่อใช้กับเส้นใยแสงแบบมัลติโหมดจะมีค่าการสูญเสียแสงประมาณ 0.05 dB ถึง 0.15 dB หัวต่อแบบ ST นี้เป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในระบบการสื่อสารข้อมูล โดยใช้เส้นใยแสงแบบมัลติโหมด



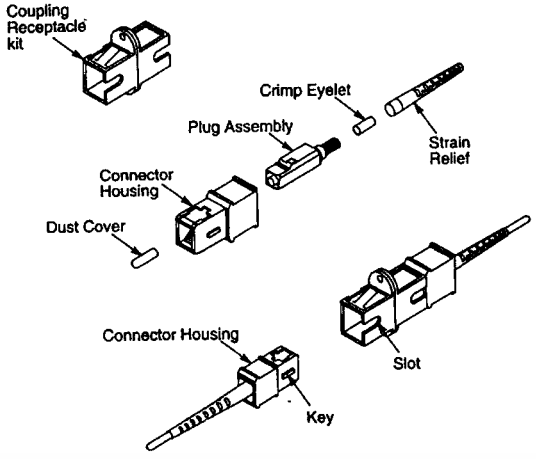
ภาพที่ ง 26 หัวต่อแบบ ST (a) แบบไบโอเน็ต (b) แบบปรับแกนด้วยการผลัก (c) แบบ 6100 Hot-Melt ใช้แทนแบบ ST

5. หัวต่อแบบ SC

เป็นหัวต่อที่ออกแบบโดยบริษัท NTT ของประเทศญี่ปุ่น โดยเป็นหัวต่อแบบ PUSH-PULL ขณะนี้ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากใช้ง่าย เป็นแบบถอดเข้าออกได้ และในขณะที่เอาหัวต่อกันก็ไม่ต้องหมุนหรือบิด แต่ใช้เสียบต่อตรงๆ นอกจากนี้หัวต่อยังเป็นชนิดปรับแนวแกนเส้นใยแสงได้ด้วยตัวเอง หัวต่อชนิดนี้รูที่สอดเส้นใยแสงนั้น มีขนาดพอดีกับความโตของเส้นใยแสง

การลดทอนสัญญาณในเส้นใยแสงแบบซิงเกิลโหมด มีค่าประมาณ 0.25 dB และอาจจะเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.6 dB ขณะที่เอาหัวต่อเสียบต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

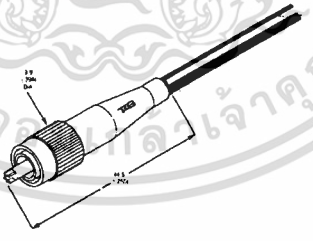


ภาพที่ ง 27 หัวต่อแบบ SC

6. หัวต่อแบบ FC

หัวต่อชนิดนี้ออกแบบเป็นปลอกเหล็กอยู่ในปลอกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง ชุดแกนของหัวต่อมีเกลียวหมุนเข้ากับตัวเรือนหุ้ม การออกแบบทำเป็นพิเศษ คือตัวเสียบนั้นมีลิ่ม และตัวรับมีร่องเมื่อเสียบเข้ากันแล้ว หน้าสัมผัสของเส้นใยแสงทั้งสองข้างไม่เกิดการหมุนหรือขยับเขยื้อน ซึ่งอาจทำให้หน้าสัมผัสของเส้นใยแสงเกิดรอยขีดข่วนได้ นิยมใช้งานกับระบบการสื่อสารเส้นใยแสงระยะทางไกลมากที่สุด

หัวต่อชนิดนี้เมื่อใช้กับซิงเกิลโหมดจะเกิดการสูญเสียอยู่ระหว่าง 0.4 dB ถึง 0.7 dB และเมื่อใช้กับเส้นใยแสงแบบมัลติโหมดจะมีค่าการสูญเสียประมาณ 0.12 dB ถึง 0.6 dB



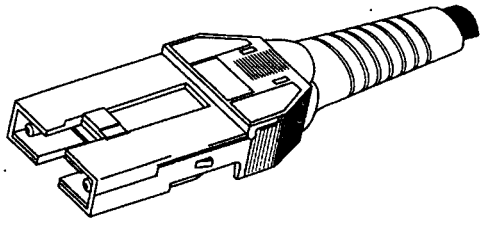
ภาพที่ ง 28 หัวต่อแบบ FC

7. หัวต่อแบบ FDDI

หัวต่อแบบ FDDI บางทีเรียกกว่า MEDIA INTERFACE CONNECTOR (MIC) ออกแบบเพื่อวัตถุประสงค์อันแรกคือ เชื่อมต่อระบบส่งออฟติกจากสายส่งเส้นใยแสงชุดแรกไปยังชุดที่สอง หรือส่งสัญญาณจากเส้นใยแสงผ่านหัวต่อ FDDI แล้วแยกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องรับเครื่องส่ง หรือสวิตซ์บายพาส (BYPASS SWITCH) ตัวปลั๊กเสียบมีปุ่มล็อกเพื่อล็อกกับตัวรับอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง หัวต่อชนิดนี้มีปลอกโลหะสำหรับยึดสายจำนวนสองปลอก เพื่อใช้งานกับเคเบิลแบบดูเพล็กซ์ (DUPLEX CABLE) ตัวปลอกมีลักษณะยืดหด หรือปรับตัวได้ขณะที่เสียบต่อกัน



ภาพที่ ง 29 หัวต่อแบบ FDDI

สิ่งสำคัญของหัวต่อ CONNECTOR ที่มีผลทำให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุดคือ

1. ปลอกที่สอดสายเส้นใยแสงเข้าไปนั้น ต้องมีขนาดพอดีกับขนาดความโตภายนอกของตัวแกนเส้นใยแสง
2. ระหว่างหัวต่อสองอัน การเยื้องศูนย์จะต้องไม่เกิน 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ของขนาดของแกนเส้นใยแสง
3. การยึดกันของหัวต่อต้องไม่ฟิตเกินไปจนทำให้หน้าสัมผัสเกิดการสึกหรอ หรือมีรอยขีดข่วน
4. หน้าผิวสัมผัสระหว่างหัวต่อ จะต้องไม่มีช่องว่าง ซึ่งจะทำให้เกิดแสงสะท้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบหลังเรียน)

วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีกระดาษคำถาม 7 แผ่น จำนวนคำถาม 40 ข้อ
2. การเลือกตอบ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย **X** ลงในช่องว่างให้ตรงกับตัวเลือก ก. ข. ค. หรือ ง. ในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดฆ่าคำตอบเดิมที่ไม่ต้องการออก แล้วจึงทำเครื่องหมาย **X** ใหม่ลงในช่องที่ต้องการ
4. กำหนดให้คะแนนข้อที่ตอบถูกต้องเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อใดกล่าวผิดเกี่ยวกับคุณสมบัติของเส้นใยแสง
   ก. มีแบนด์วิดท์กว้าง
   ข. ไม่ถูกรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
   ค. มีการสูญเสียเนื่องจากการลดทอนสูง
   ง. ทนความร้อนได้สูง
2. ข้อใดที่ไม่ใช่ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบการสื่อสารด้วยเส้นใยแสง
   ก. เครื่องกำเนิดความถี่
   ข. เครื่องกำเนิดแสง
   ค. อุปกรณ์รับแสง
   ง. อุปกรณ์ทวนสัญญาณ
3. ข้อใดไม่ใช่โครงสร้างของเส้นใยแสง
   ก. CORE
   ข. CLAD
   ค. COATING
   ง. CABLE
4. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของ COATING
   ก. ป้องกันแสงจากภายนอกเข้ามาภายในเส้นใยแสง
   ข. ป้องกันแสงจากภายในเส้นใยแสงออกข้างนอก
   ค. ป้องกันการถูกรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
   ง. ป้องกันแรงกระทำจากภายนอก
5. เส้นใยแสงชนิดใดที่ถูกแบ่งตามลักษณะของดัชนีการหักเหของ CORE
   ก. SILICA GLASS OPTIC FIBER
   ข. SINGLE MODE OPTIC FIBER
   ค. MULTI MODE OPTIC FIBER
   ง. STEP INDEX OPTIC FIBER
6. เส้นใยแสงประเภทใดแบ่งตามจำนวนโหมด การป้อนแสงเข้าไปในเส้นใยแสง
   ก. STEP INDEX , GRADED INDEX
   ข. PLASTIC – CLAD , SILICA – CORE
   ค. MULTI COMPONENT GLASS , PLASTIC
   ง. SINGLE MODE , MULTI MODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เส้นใยแสงแบบ MULTI MODE OPTIC FIBER คือ
   ก. เส้นใยแสงที่มีโครงสร้างหลายชั้น
   ข. เส้นใยแสงที่สร้างจากสารชนิดต่างๆ หลายชนิด
   ค. เส้นใยแสงที่ใช้ความเข้มของแสงในการส่งมาก
   ง. เส้นใยแสงที่มีการเดินทางของแสงเกิดขึ้นหลายโหมด
8. เส้นใยแสงชนิดใดที่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการหักเหระหว่าง CORE กับ CLAD ค่อยๆ ลดลงทีละน้อย
   ก. STEP INDEX OPTIC FIBER
   ข. GRADED INDEX OPTIC FIBER
   ค. SINGLE MODE OPTIC FIBER
   ง. MULTI MODE OPTIC FIBER
9. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสง
   ก. การเดินทางของแสงจะอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
   ข. การเดินทางของแสงจะอาศัยการสะท้อนแสงไปมาระหว่าง CORE และ CLAD
   ค. อุณหภูมิจะมีผลต่อการเดินทางของแสงในเส้นใยแสง
   ง. แสงจากภายนอกจะรบกวนการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสง
10. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ก. ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่าน้อยกว่าค่าดัชนีการหักเหของ CORE
   ข. ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่ามากกว่าค่าดัชนีการหักเหของ CORE
   ค. ค่าดัชนีการหักเหของ CLAD มีค่าเท่ากับค่าดัชนีการหักเหของ CORE
   ง. ผิดทุกข้อ
11. หลักการเดินทางของแสงในเส้นใยแสงแบบ GRADED INDEX คือข้อใด
   ก. การทำให้ลำแสงมีโหมดเดียวอาศัยการสะท้อนแสงไปมาระหว่าง CORE และ CLAD
   ข. การทำให้ลำแสงทุกโหมด ใช้เวลาในการเดินทางผ่านเส้นใยแสงต่างกัน
   ค. การทำให้ลำแสงทุกโหมด ใช้เวลาในการเดินทางผ่านเส้นใยแสงเท่ากัน
   ง. การทำให้ลำแสงทุกโหมดเดินทางไปพร้อมกัน
12. การเชื่อมต่อเส้นใยแสงจะเกิดการสูญเสียแสง ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการสูญเสียแสงแบบ INTRINSIC
   ก. ขนาดแกนเส้นใยแสงโตไม่เท่ากัน
   ข. การวางสายเหลื่อมกัน
   ค. ค่าของ NA ไม่เท่ากัน
   ง. ลักษณะของแกนเส้นใยแสงไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. การเชื่อมต่อเส้นใยแสงจะเกิดการสูญเสียแสง ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการสูญเสียแสงแบบ EXTRINSIC
    ก. การตัดสายเป็นมุมเอียง
    ข. การเตรียมผิวเส้นใยแสงไม่เรียบ
    ค. การวางสายไม่สนิทกันเกิดช่องว่าง
    ง. แกนของเส้นใยแสงไม่อยู่ในภาวะสมมาตร
14. การสูญเสียแสงเนื่องจากการเชื่อมต่อ กรณีใดที่สูญเสียสัญญาณแสงมีค่ามากที่สุด
    ก. การวางสายเหลื่อมกัน
    ข. ค่า NA ไม่เท่ากัน
    ค. การตัดสายเป็นมุมเอียง
    ง. การวางสายไม่สนิทกันเกิดช่องว่าง
15. อุปกรณ์ตัดเส้นใยแสงมีความสำคัญอย่างไรมากที่สุด
    ก. ช่วยให้ตัดง่ายขึ้น
    ข. ช่วยให้ตัดเร็วขึ้น
    ค. ช่วยให้การตัดมีผิวหน้าเรียบ
    ง. ช่วยให้การทำงานสะดวกขึ้น
16. สารชนิดใดใช้ทำความสะอาดเส้นใยแสงที่ปอกแล้ว
    ก. แอลกอฮอล์
    ข. อาซิโตน
    ค. น้ำมันก๊าด
    ง. ทินเนอร์
17. การเชื่อมต่อแบบ MACHANICAL SPLICING โดยวิธีการนำเส้นใยแสงทั้งสองเส้นใส่เข้าไปในท่อที่มีลักษณะกลม และทำการเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อแบบนี้เรียกว่าอะไร
    ก. CAPILLARY SPLICING DEVICE
    ข. ELASTOMERIC SPLICE
    ค. V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE
    ง. V – GROOVE FIBER SPLICE USING THREE RODS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. การเชื่อมต่อเส้นใยแสงโดยใช้ PRECISION RODS สามแท่งวางกดทับลงไปบนเส้นใยแสงทั้งสองเส้น โดยวางตำแหน่งปลายเส้นใยแสงให้ใกล้กันมากที่สุด แล้วทำการยึดให้แน่นด้วยอีลาสติคพันให้แน่นหรือใช้ท่อหด เรียกว่าการเชื่อมต่อแบบใด
    ก. V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE
    ข. V – GROOVE TECHNIQUE BASE ON TWO RODS
    ค. V – GROOVE FIBER SPLICE USING THREE RODS
    ง. ELASTOMERIC SPLICE
19. หลักการของการเชื่อมต่อแบบ MACHANICAL SPLICE คืออะไร
    ก. ใช้อุปกรณ์จับยึดให้ปลายทั้งสองของเส้นใยแสงอยู่ในตำแหน่งที่ตรงกัน และใกล้กันที่สุด
    ข. การเชื่อมต่อเส้นใยแสงด้วย MATCHING GEL
    ค. การทำให้แสงเดินทางผ่านเส้นใยแสงที่เชื่อมต่อได้ โดยไม่เกิดการสูญเสีย
    ง. การทำให้เส้นใยแสงสองเส้นชนกันแน่นสนิท
20. ในการเชื่อมต่อแบบ MACHANICAL SPLICE ตรงรอยต่อระหว่างเส้นใยแสงเราใส่ MATCHING GEL เพื่ออะไร
    ก. เพื่อประสานรอยต่อของเส้นใยแสงให้เป็นเนื้อเดียวกัน
    ข. เพื่อให้ค่าดัชนีการหักเหของแสงใกล้เคียงกับค่าดัชนีการหักเหของ CORE
    ค. เพื่อเชื่อมต่อเส้นใยแสงให้แน่นขึ้น
    ง. เพื่ออุดช่องว่างระหว่างรอยต่อ
21. การเชื่อมต่อแบบ MACHANICAL SPLICE เหมาะที่จะใช้งานในลักษณะใด
    ก. งานที่ต้องการความแข็งแรง
    ข. งานที่ต้องการค่าการสูญเสียสัญญาณแสงต่ำ
    ค. งานที่มีระยะทางของการเดินสายระยะไกล
    ง. งานที่มีระยะทางของการเดินสายไม่ยาวมาก
22. ข้อใดคือข้อดีของการเชื่อมต่อแบบ MACHANICAL SPLICE
    ก. สามารถตรวจสอบคุณภาพของจุดต่อด้วยตนเองได้
    ข. ต้องการการฝึกอบรมค่อนข้างน้อย
    ค. ไม่มี RETURN LOSS
    ง. มี SPLICING LOSS สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. ข้อใดคือข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบ MACHANICAL SPLICE

ก. มี SPLICING LOSS สูง

ข. วิธีการติดตั้งยุ่งยาก

ค. ต้องการการบำรุงรักษาสูง

ง. ใช้เวลาการติดตั้งนาน

24. ในการเชื่อมต่อแบบ V – GROOVE SPLICE TECHNIQUE นั้น สารโปร่งแสงที่ใช้ยึดเส้นใยแสงให้ติดกันนั้นเรียกว่าอะไร

ก. พลาสติก

ข. ซิลิกา

ค. อีพอกซี่เรซิ่น

ง. เรซิ่น

25. หลักการเชื่อมต่อเส้นใยแสง FUSION SPLICE คือ

ก. การใช้สารเป็นตัวเชื่อม

ข. การใช้ท่อเป็นตัวเชื่อม

ค. การใช้ MATCHING GEL เป็นตัวเชื่อม

ง. การใช้ความร้อนเชื่อม

26. ข้อใดกล่าวถึงหลักการของ LID (LIGHT INJECTION AND DETECTION) ได้ถูกต้อง

ก. อาศัยหลักการตรวจวัดปริมาณแสงที่ส่งผ่านเส้นใยแสงทั้งสองเส้นที่จะเชื่อมต่อ

ข. อาศัยหลักการปรับฐานรองสายและสังเกตการเชื่อมต่อผ่านกล้องขยาย

ค. อาศัยหลักการตรวจจับหน้าสัมผัสของเส้นใยแสงทั้งสองเส้น

ง. อาศัยหลักการตรวจวัดปริมาณแสงที่รั่วตรงจุดต่อ

27. ในเครื่องเชื่อมต่อแบบ FUSION SPLICE มีกล้องจุลทรรศน์ไว้เพื่อวัตถุประสงค์อะไร

ก. เพื่อดูขนาดของเส้นใยแสง

ข. เพื่อดูพื้นที่หน้าตัดปลายสายของเส้นใยแสง

ค. เพื่อดูการปรับตำแหน่งของปลายสายเส้นใยแสงทั้งสอง

ง. เพื่อดูลักษณะพื้นผิวของเส้นใยแสง

28. ข้อใดคือข้อดีของการตัดต่อแบบ FUSION SPLICE

ก. มี RETURN LOSS

ข. SPLICING LOSS ต่ำ

ค. อายุการใช้งานของจุดเชื่อมต่อต่ำ

ง. จุดต่อมีขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. ข้อใดคือข้อเสียของการตัดต่อแบบ FUSION SPLICE

ก. มี RETURN LOSS

ข. จุดต่อมีขนาดใหญ่

ค. อายุการใช้งานของจุดเชื่อมต่อต่ำ

ง. เครื่องมือมีราคาแพง

30. CLEAVER เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำอะไรในการตัดต่อเส้นใยแสง

ก. ตัด LOOSE TUBE ที่หุ้มเส้นใยแสง

ข. ปอก PRIMARY / SECONDARY COATING

ค. ตัดปลายเส้นใยแสงให้เรียบและได้มุมฉาก

ง. ติดตั้งเส้นใยแสงทั้งสองข้างเข้ากับตัวต่อ

31. STRIPPER เป็นเครื่องมือที่ใช้ทำอะไรในการตัดต่อเส้นใยแสง

ก. ตัด LOOSE TUBE ที่หุ้มเส้นใยแสง

ข. ปอก PRIMARY / SECONDARY COATING

ค. ตัดปลายเส้นใยแสงให้เรียบและได้มุมฉาก

ง. ติดตั้งเส้นใยแสงทั้งสองข้างเข้ากับตัวต่อ

32. การสูญเสียที่เกิดจากการเชื่อมต่อด้วยวิธี FUSION SPLICE นี้มีค่าเท่าใด

ก. 0.01 – 0.2 dB

ข. 0.1 – 0.5 dB

ค. 0.5 – 1 dB

ง. 1 – 5 dB

33. การเชื่อมต่อชั่วคราวโดยใช้ CONNECTOR ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควรต่ออย่างไร

ก. ให้ปลายเส้นใยแสงห่างกันประมาณ 2 ม.ม.

ข. ให้ปลายเส้นใยแสงอยู่ใกล้กันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ค. ให้ปลายเส้นใยแสงชนกันแน่นสนิท

ง. ให้ปลายเส้นใยแสงเกยทับกันเล็กน้อย

34. หัวต่อแบบยืดหยุ่นได้ทำด้วยวัสดุอะไร

ก. หัวต่อทำด้วยพลาสติก แต่ปลอกที่สวมหุ้มหัวทำด้วยโลหะ

ข. หัวต่อทำด้วยโลหะ แต่ปลอกที่สวมหุ้มหัวทำด้วยพลาสติก

ค. หัวต่อทำด้วยโลหะ ปลอกที่สวมหุ้มหัวทำด้วยโลหะ

ง. หัวต่อทำด้วยพลาสติก ปลอกที่สวมหุ้มหัวทำด้วยพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. หัวต่อแบบที่เป็นน็อตหกเหลี่ยมและนิยมใช้กับสายเคเบิลแบบมัลติโหมด คือหัวต่อแบบใด
    ก. หัวต่อแบบ ST CONNECTOR
    ข. หัวต่อแบบ BICONIC CONNECTOR
    ค. หัวต่อแบบ SMA
    ง. หัวต่อแบบยืดหยุ่นได้
36. หัวต่อแบบ BICONIC CONNECTOR มีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร
    ก. หัวต่อเป็นพลาสติกกลึงเป็นรูปกรวย เจาะรูตรงกลาง มีปลอกเป็นโลหะ
    ข. หัวต่อเป็นพลาสติกทรงกระบอก เจาะรูตรงกลาง มีปลอกเป็นโลหะ
    ค. หัวต่อเป็นโลหะกลึงเป็นรูปกรวย เจาะรูตรงกลาง มีปลอกเป็นโลหะ
    ง. หัวต่อเป็นโลหะทรงกระบอก เจาะรูตรงกลาง มีปลอกเป็นโลหะ
37. หัวต่อที่เป็นเครื่องหมายการค้าของบริษัท AT&T และเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายคือหัวต่อแบบใด
    ก. SC CONNECTOR
    ข. SMA CONNECTOR
    ค. FC CONNECTOR
    ง. ST CONNECTOR
38. หัวต่อที่ใช้วิธีการต่อแบบเสียบต่อตรงๆ โดยไม่ต้องหมุน คือหัวต่อแบบใด
    ก. SMA CONNECTOR
    ข. SC CONNECTOR
    ค. FC CONNECTOR
    ง. ST CONNECTOR
39. หัวต่อชนิดใดที่นิยมใช้ในการสื่อสารระยะทางไกลๆ มากที่สุด
    ก. SMA CONNECTOR
    ข. SC CONNECTOR
    ค. FC CONNECTOR
    ง. ST CONNECTOR
40. หัวต่อแบบใดเหมาะสำหรับการเชื่อมต่อระบบส่งออฟติค จากสายส่งเส้นใยแสงชุดแรกไปยังชุดที่สอง หรือส่งสัญญาณจากเส้นใยแสงผ่านหัวต่อ และแยกไปยังอุปกรณ์ต่างๆ
    ก. หัวต่อแบบยืดหยุ่นได้
    ข. FDDI CONNECTOR
    ค. FC CONNECTOR
    ง. ST CONNECTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบหลังเรียน)

วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

.....

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
4. ค่าความเชื่อมั่น
5. คะแนนของนักศึกษาจากการทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง
6. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง
7. คะแนนของนักศึกษาจากการทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย
8. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นทดสอบกลุ่มย่อย
9. คะแนนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของกลุ่มทดลอง
10. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ
11. คะแนนจากการเรียนด้วยวิธีสอนปกติของกลุ่มควบคุม
12. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 1 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และระดับการวัดผลพฤติกรรมด้านพุทธพิสัย (Cognitive)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์	ระดับการวัด						จำนวนข้อ	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประมาณค่า		
1. การสื่อสารด้วยแสง	1. บอกคุณสมบัติของเส้นใยแสงได้	1	-	-	-	-	-	16	40.00
	2. บอกส่วนประกอบพื้นฐานของระบบการสื่อสารเส้นใยแสงได้	1	-	-	-	-	-		
	3. อธิบายลักษณะโครงสร้างเส้นใยแสงได้	-	2	-	-	-	-		
	4. บอกประเภทของเส้นใยแสงได้	1	2	-	1	-	-		
	5. อธิบายลักษณะการเดินทางของแสงภายในเส้นใยแสงได้	2	1	-	-	-	-		
	6. บอกลักษณะการสูญเสียแสงในเส้นใยแสงได้	-	2	1	-	-	-		
	7. บอกความสำคัญของอุปกรณ์ตัดเส้นใยแสงได้	1	-	-	-	-	-		
	8. บอกวิธีการทำความสะอาดเส้นใยแสงได้	-	-	1	-	-	-		
2. การเชื่อมต่อแบบถาวร	1. บอกวิธีการเชื่อมต่อเชิงกลแบบต่างๆ ได้	1	1	-	-	-	-	16	40.00
	2. อธิบายหลักการเชื่อมต่อแบบเชิงกลได้	1	1	1	-	-	-		
	3. บอกข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมต่อแบบเชิงกลได้	1	1	-	-	-	-		
	4. บอกสารที่ใช้ในการเชื่อมต่อได้	1	-	-	-	-	-		
	5. บอกหลักการเชื่อมต่อแบบหลอม รวมได้	2	1	-	-	-	-		
	6. บอกข้อดีและข้อเสียของการเชื่อมต่อ แบบหลอมรวมได้	2	-	-	-	-	-		
	7. บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ตัดต่อเส้นใยแสงได้	-	1	1	-	-	-		
	8. บอกค่าการสูญเสียจากการเชื่อมต่อได้	-	1	-	-	-	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 1 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์	ระดับการวัด						จำนวนข้อ	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประมาณค่า		
3. การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยใช้ Connector	1. บอกวิธีการเชื่อมต่อเส้นใยแสงโดยใช้ Connector ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้	-	-	1	-	-	-	8	20.00
	2. บอกวัสดุที่ใช้ทำหัวต่อได้	1	-	-	-	-	-		
	3. บอกลักษณะของหัวต่อแบบต่างๆ ได้	2	2	-	-	-	-		
	4. เลือกใช้หัวต่อแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะงานได้	-	-	2	-	-	-		

ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์ สรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ดังนี้

1.วัดความรู้ความจำ จำนวน 17 ข้อ

2. วัดความเข้าใจ จำนวน 15 ข้อ

3. การนำไปใช้ จำนวน 7 ข้อ

4. การวิเคราะห์ จำนวน 1 ข้อ

จากผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะเน้นวัดความรู้ความจำมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.50

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวนทั้งหมด 40 ข้อ โดยแบ่งตามหัวข้อเนื้อหาแล้วได้จำนวนข้อสอบดังนี้

1. การสื่อสารด้วยแสง จำนวน 16 ข้อ

2. การเชื่อมต่อแบบถาวร จำนวน 16 ข้อ

3. การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวโดยใช้ Connector จำนวน 8 ข้อ

จำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อจะครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 2 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

หัวข้อที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
	1	2	3			
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
- ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
- ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
- ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
- ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
- ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปภาพและภาษาที่ใช้						
- ความถูกต้องของภาพที่นำมาใช้	4	4	4	4.00	0.00	ดี
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
- ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3. เวลาเรียน						
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาและรูปภาพ	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	5	4	4	4.33	0.47	ดี
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	57	52	55	4.56	0.24	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 3 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

หัวข้อที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
	1	2	3			
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
- เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
- ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
- เนื้อหาเหมาะสมกับการใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปภาพและภาษาที่ใช้						
- ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
- ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4	5	4	4.33	0.47	ดี
- ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
3. สีและเทคนิค						
- ความเหมาะสมของสีที่ใช้	5	4	4	4.33	0.47	ดี
- ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
- แรงจูงใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4	4	5	4.33	0.47	ดีมาก
4. เวลาเรียน						
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	58	62	62	4.67	0.36	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 4 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มเก่งตอบ (R_U)	กลุ่มอ่อนตอบ (R_L)	จำนวนผู้ตอบถูก (R)	ค่าความยากง่าย $p=\frac{R}{N}$	ค่าอำนาจจำแนก $r=\frac{R_u-R_L}{N/2}$
1	19	11	30	0.75	0.40
2	19	11	30	0.75	0.40
3	19	10	29	0.72	0.45
4	15	10	25	0.62	0.25
5	17	11	28	0.70	0.30
6	16	10	26	0.65	0.30
7	16	6	22	0.55	0.50
8	19	10	29	0.72	0.45
9	15	9	24	0.60	0.30
10	18	11	29	0.72	0.35
11	20	9	29	0.72	0.55
12	17	11	28	0.70	0.30
13	16	11	27	0.67	0.25
14	19	10	29	0.72	0.45
15	18	11	29	0.72	0.35
16	18	11	29	0.72	0.35
17	16	11	27	0.67	0.25
18	17	8	25	0.62	0.45
19	13	1	14	0.35	0.30
20	12	7	19	0.47	0.25
21	16	10	26	0.65	0.30
22	15	10	26	0.65	0.30
23	18	12	30	0.75	0.30
24	15	10	25	0.62	0.25
25	15	5	20	0.50	0.50
26	11	6	17	0.42	0.25
27	19	13	29	0.72	0.45
28	17	13	28	0.70	0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 4 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มเก่งตอบ (R_U)	กลุ่มอ่อนตอบ (R_L)	จำนวนผู้ตอบถูก (R)	ค่าความยาก $p=\frac{R}{N}$	ค่าอำนาจจำแนก $r=\frac{R_u-R_L}{N/2}$
29	13	8	21	0.52	0.25
30	12	7	19	0.47	0.25
31	18	9	27	0.67	0.45
32	18	10	28	0.70	0.40
33	17	10	27	0.67	0.35
34	19	7	26	0.65	0.35
35	14	7	21	0.52	0.25
36	18	13	31	0.77	0.25
37	17	12	29	0.73	0.25
38	13	7	20	0.50	0.30
39	17	11	28	0.70	0.30
40	18	13	31	0.77	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา การสื่อสารเส้นใยแสง (03310120) เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

ข้อที่	วิเคราะห์ข้อสอบ			คุณภาพข้อสอบ		
	ค่า P	ค่า r	ค่า r_{tt}	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความเชื่อมมั่น
1	0.75	0.40	ค่าความ	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	ความเชื่อมั่นสูง
2	0.75	0.40	เชื่อมั่น	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	เชื่อถือได้
3	0.72	0.45	ของข้อ	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
4	0.62	0.25	สอบทั้ง	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
5	0.70	0.30	ฉบับเท่า	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
6	0.65	0.30	กับ	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
7	0.55	0.50	0.8475	ยากง่ายพอเหมาะ(ดี)	ดีมาก	
8	0.72	0.45		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
9	0.60	0.30		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
10	0.72	0.35		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
11	0.72	0.55		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
12	0.70	0.30		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
13	0.67	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
14	0.72	0.45		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
15	0.72	0.35		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
16	0.72	0.35		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
17	0.67	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
18	0.62	0.45		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
19	0.35	0.30		ค่อนข้างยาก(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
20	0.47	0.25		ยากง่ายพอเหมาะ(ดี)	พอใช้ได้	
21	0.65	0.30		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
22	0.65	0.30		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
23	0.75	0.30		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
24	0.62	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
25	0.50	0.50		ยากง่ายพอเหมาะ(ดี)	ดีมาก	
26	0.42	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 5 (ต่อ)

ข้อที่	วิเคราะห์ข้อสอบ			คุณภาพข้อสอบ		
	ค่า P	ค่า r	ค่า r_{tt}	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ความเชื่อมั่น
27	0.72	0.45	ค่าความ	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	ความเชื่อมั่นสูง
28	0.70	0.30	เชื่อมั่น	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	เชื่อถือได้
29	0.52	0.25	ของข้อ	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
30	0.47	0.25	สอบทั้ง	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
31	0.67	0.45	ฉบับเท่า	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
32	0.70	0.40	กับ	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีมาก	
33	0.67	0.55	0.8475	ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
34	0.65	0.35		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
35	0.52	0.25		ยากง่ายพอเหมาะ(ดี)	ดีพอสมควร	
36	0.77	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
37	0.72	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	พอใช้ได้	
38	0.70	0.30		ยากง่ายพอเหมาะ(ดี)	ดีพอสมควร	
39	0.77	0.30		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
40	0.77	0.25		ค่อนข้างง่าย(ใช้ได้)	ดีพอใช้ได้	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 6 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ r_{tt}= 0.875

คนที่	ข้อที่																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
9	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
11	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
14	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
17	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
18	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
19	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
20	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
รวม (Ru)	19	19	19	15	17	16	16	19	15	18	20	17	16	19	18	18	16	17	13	12	16	16	18	15	15	11	19	17	13	12	18	18	17	19	14	18	17	13	17	18

* 0 หมายถึง ตอบผิด 1 หมายถึง ตอบถูก

* * กลุ่มเก่ง หมายถึง นักศึกษาที่ทำคะแนนได้สูงจากข้อสอบ 40 ข้อ จำนวน 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฉ 7 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ r_{tt}= 0.875

คนที่	ข้อที่																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
22	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
23	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1
24	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
25	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
26	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
28	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	
29	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1
30	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
31	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
32	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
33	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0
35	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
36	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
37	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
38	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
39	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
40	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
รวม (RI)	11	11	10	10	11	10	6	10	9	11	9	11	11	10	11	11	11	8	1	7	10	10	12	10	5	6	10	11	8	7	9	10	10	7	7	13	12	7	11	13
รวมทั้งหมด	30	30	29	25	28	26	22	29	24	29	29	28	27	29	29	29	27	25	14	19	26	26	30	25	20	17	29	28	21	19	27	28	27	26	21	31	29	20	28	31

* * กลุ่มอ่อน หมายถึง นักศึกษาที่ทำคะแนนได้ต่ำจากข้อสอบ 40 ข้อ จำนวน 20 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จากโปรแกรม SPSS

****** Method 1 (space saver) will be used for this analysis ******

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Reliability Coefficients

N of Cases = 40.0 N of Items = 40

Alpha = 0.875

จากค่าที่ได้จำนวนผู้เรียนเท่ากับ 40 คน จำนวนข้อสอบ 40 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.875

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

ตารางที่ ฉ 8 คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน	คิดเป็นร้อยละ	แบบทดสอบหลังเรียน	คิดเป็นร้อยละ
	40 คะแนน	%	40 คะแนน	%
1 กลุ่มเก่ง	30	75	32	80
2 กลุ่มปานกลาง	32	80	31	77.5
3 กลุ่มอ่อน	28	70	31	77.5
รวม	90	225	94	235
เฉลี่ย	30	75	31.33	78.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

N = แทนจำนวนผู้เรียนทั้งหมด = 3 คน

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 90 คะแนน

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน = 94 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน= 40 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 40 คะแนน

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{90}{3} = 30 \quad \text{คะแนน}$$

$$\overline{F} = \frac{\sum F}{N} = \frac{94}{3} = 31.33 \quad \text{คะแนน}$$

แทนค่าในสูตร $E_1 = \frac{\overline{X}}{A} \times 100 = \frac{30}{40} \times 100 = 75$

แทนค่าในสูตร $E_2 = \frac{\overline{F}}{B} \times 100 = \frac{31.33}{40} \times 100 = 78.33$

ได้ $E_1 = 75$ และ $E_2 = 78.33$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

ตารางที่ ฉ 9 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ %	แบบทดสอบหลังเรียน 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ %
1 กลุ่มเก่ง	34	85.00	34	85.00
2 กลุ่มเก่ง	33	82.50	34	85.00
3 กลุ่มปานกลาง	31	77.50	32	80.00
4 กลุ่มปานกลาง	32	80.00	33	82.50
5 กลุ่มอ่อน	30	75.00	32	80.00
6 กลุ่มอ่อน	31	77.50	31	77.50
รวม	160	477.50	165	490.00
เฉลี่ย	26.67	79.58	27.50	81.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

N = แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด = 6 คน

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 160 คะแนน

$\sum F$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน = 165 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 40 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 40 คะแนน

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{160}{6} = 26.67 \quad \text{คะแนน}$$

$$\overline{F} = \frac{\sum F}{N} = \frac{165}{6} = 27.50 \quad \text{คะแนน}$$

แทนค่าในสูตร $E_1 = \frac{\overline{X}}{A} \times 100 = \frac{26.67}{40} \times 100 = 79.58$

แทนค่าในสูตร $E_2 = \frac{\overline{F}}{B} \times 100 = \frac{27.50}{40} \times 100 = 81.67$

ได้ $E_1 = 79.58$ และ $E_2 = 81.67$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

ตารางที่ ฉ 10 คะแนนที่ได้จากการทำฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน		x^2
	คะแนนเต็ม40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ	
1	34	85.00	33	82.50	1089
2	33	82.50	32	80.00	1024
3	34	85.00	34	85.00	1156
4	30	75.00	36	90.00	1296
5	35	87.50	32	80.00	1024
6	34	85.00	36	90.00	1296
7	30	75.00	34	85.00	1156
8	31	77.50	33	82.50	1089
9	33	82.50	32	80.00	1024
10	33	82.50	30	75.00	900
11	31	77.50	34	85.00	1156
12	30	75.00	35	87.50	1225
13	33	82.50	34	85.00	1156
14	31	77.50	31	77.50	961
15	33	82.50	36	90.00	1296
16	34	85.00	35	87.50	1225
17	34	85.00	34	85.00	1156
18	32	80.00	32	80.00	1024
19	35	87.50	33	82.50	1089
20	33	82.50	33	82.50	1089
21	37	92.50	31	77.50	961
22	32	80.00	34	85.00	1156
23	32	80.00	35	87.50	1225
24	36	90.00	33	82.50	1089
25	30	75.00	34	85.00	1156
26	32	80.00	31	77.50	961
27	35	87.50	33	82.50	1089
28	31	77.50	32	80.00	1024
29	32	80.00	32	80.00	1024
30	33	82.50	31	77.50	961
31	32	80.00	34	85.00	1156
32	34	85.00	32	80.00	1024
33	34	85.00	35	87.50	1225
34	34	85.00	37	92.50	1369
35	33	82.50	34	85.00	1156
36	33	82.50	34	85.00	1156
37	35	87.50	36	90.00	1296
รวม	1218	3045.00	$\sum X = 1237$	3092.50	$\sum X^2 = 41459$
เฉลี่ย	33	82.30	33	83.58	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

N = แทนจำนวนนักเรียนทั้งหมด = 37 คน

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 121 คะแนน

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน = 1237 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 40 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 40 คะแนน

E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} = \frac{1218}{37} = 32.92 \quad \text{คะแนน}$$

$$\overline{F} = \frac{\sum F}{N} = \frac{1237}{37} = 33.43 \quad \text{คะแนน}$$

แทนค่าในสูตร $E_1 = \frac{\overline{X}}{A} \times 100 = \frac{32.92}{40} \times 100 = 82.30$

แทนค่าในสูตร $E_2 = \frac{\overline{F}}{B} \times 100 = \frac{33.43}{40} \times 100 = 83.58$

ได้ E_1 = 82.30 และ E_2 = 83.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางคะแนน POSTTEST มีค่า $\sum X = 1237$ และมีค่า $\sum X^2 = 41459$

ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง $S = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2}$

$$S = \sqrt{\frac{41459}{37} - \left(\frac{1237}{37}\right)^2}$$

$$= 1.67$$

ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง $S_1^2 = \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2$

$$S_1^2 = \frac{41459}{37} - \left(\frac{1237}{37}\right)^2$$

$$= 2.78$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเรียนด้วยการเรียนแบบปกติ เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

ตารางที่ ฉ 11 คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ

คนที่	คะแนนทดสอบหลังเรียน		X^2
	คะแนนเต็ม 40 คะแนน (X)	คิดเป็นร้อยละ	
1	31	77.50	961
2	30	75.00	900
3	32	80.00	1024
4	33	82.50	1089
5	34	85.00	1156
6	34	85.00	1156
7	32	80.00	1024
8	32	80.00	1024
9	32	80.00	1024
10	32	80.00	1024
11	33	82.50	1089
12	34	85.00	1156
13	32	80.00	1024
14	35	87.50	1225
15	34	85.00	1156
16	33	82.50	1089
17	36	90.00	1296
18	35	87.50	1225
19	34	85.00	1156
20	33	82.50	1089
21	31	77.50	961
22	32	80.00	1024
23	30	75.00	900
24	31	77.50	961
25	35	87.50	1225
26	34	85.00	1156
27	34	85.00	1156
28	33	82.50	1089
29	34	85.00	1156
30	34	85.00	1156
31	33	82.50	1089
32	32	80.00	1024
33	33	82.50	1089
34	32	80.00	1024
35	31	77.50	961
36	32	80.00	1024
37	30	75.00	900
รวม	$\sum X = 1212$	3030.00	$\sum X^2 = 39782$
เฉลี่ย	33	81.89	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางคะแนน POSTTEST มีค่า $\sum X = 1212$ และมีค่า $\sum X^2 = 39782$

ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม $S = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2}$

$$S = \sqrt{\frac{39782}{37} - \left(\frac{1212}{37}\right)^2}$$

$$= 1.48$$

ค่าความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม $S_2^2 = \frac{\sum x^2}{N} - \left(\frac{\sum x}{N}\right)^2$

$$S_2^2 = \frac{39782}{37} - \left(\frac{1212}{37}\right)^2$$

$$= 2.18$$

การทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการหาค่า F test

จากการทดสอบสมมติฐานความแปรปรวน (กัลยา วานิชย์บัญชา 2543)

$$H_0 : \delta_1^2 = \delta_2^2$$

$$H_1 : \delta_1^2 \neq \delta_2^2$$

ทดสอบค่า F ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ เมื่อ $s_1^2 > s_2^2$

$$F = \frac{S_1^2}{S_1^2}$$

โดยที่ $df_1 = n_1 - 1$, $df_2 = n_2 - 1$

$$s_1^2 = 2.78, s_2^2 = 2.18$$

$$F = \frac{2.78}{2.18}$$

F = 1.27

หาค่า F จาก Table D ที่ $\alpha = 0.05$, $df_1 = 36$, $df_2 = 36$

ได้ F = 1.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าจากตาราง

ยอมรับ H_0 ที่ตั้งว่า $\delta_1^2 = \delta_2^2$ แสดงว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน

ดังนั้นเมื่อการทดสอบสมมติฐาน ต้องทดสอบ t – test โดยใช้สูตร Pooled Variance t – test

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ df = $n_1 + n_2 - 2$

การคำนวณเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ได้ดังนี้

การทดสอบสมมติฐาน (Hypotesis Testing)

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ H_0 และ H_1

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่ μ_1 คือ กลุ่มทดลอง

μ_2 คือ กลุ่มควบคุม

H_0 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองน้อยกว่าหรือเท่ากับกลุ่มควบคุม

H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

คำนวณหาค่า t (Independent Sample t - test)

จากการทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่าความแปรปรวนเท่ากัน ($\delta_1^2 = \delta_2^2$) จึงใช้สูตร Pooled Variance t – test ในการทดสอบสมมติฐาน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

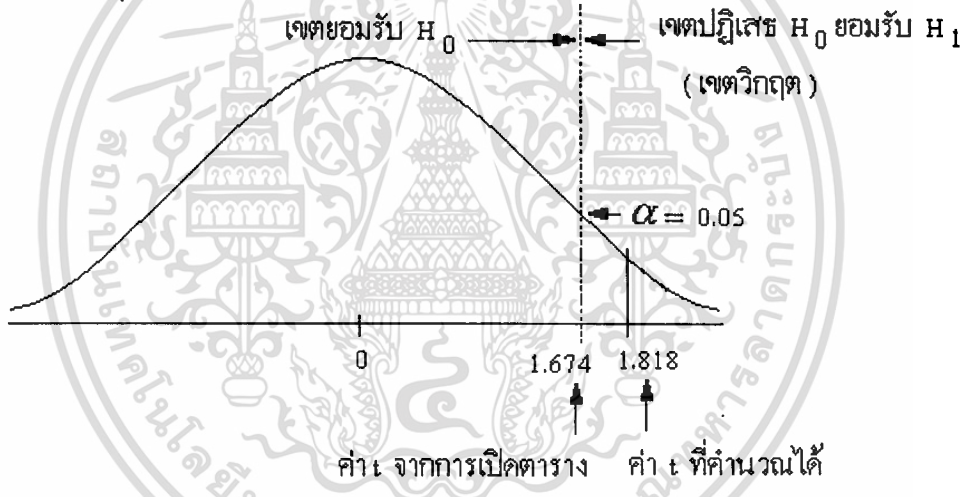
สูตร $$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

โดยที่ df = $n_1 + n_2 - 2$

$$t = \frac{33.43 - 32.76}{\sqrt{\frac{(37-1)2.86 + (37-1)2.245}{37+37-2}\left(\frac{1}{37}+\frac{1}{37}\right)}}$$

$$= 1.818$$

ค่าที่คำนวณได้สามารถนำมาวิเคราะห์ โดยการ PLOT CURVE ได้ดังรูป



ภาพที่ ฉ 1 แสดงค่า t ที่คำนวณได้อยู่ในเขตวิกฤต

จากภาพที่ ฉ 1 สรุปได้ว่าเป็นการทดสอบแบบ One-tailed test โดยเขตวิกฤตอยู่ทางขวา จากการเปิดตารางแบบ One-tailed ที่ $t_{.05,72}$ (α =.05 , df = 72) ได้ t = 1.674 และผลจากการคำนวณโดยการคำนวณ ได้ค่า t = 1.818 ซึ่งค่า t จากการคำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง จึง

ปฏิเสธ $H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$

และยอมรับ $H_1 : \mu_1 > \mu_2$

จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

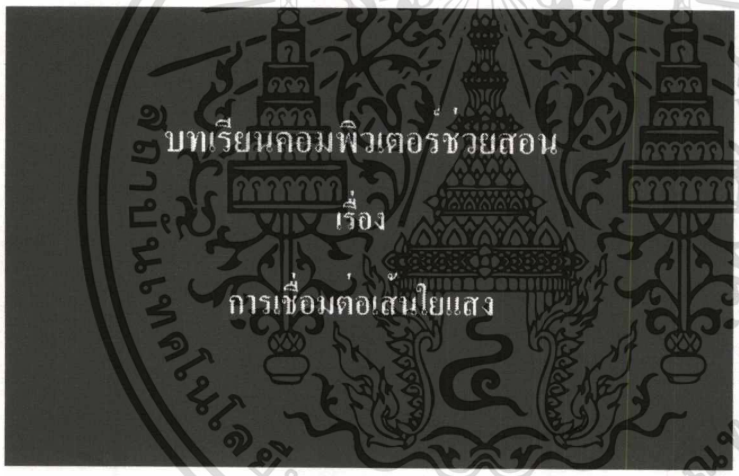
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

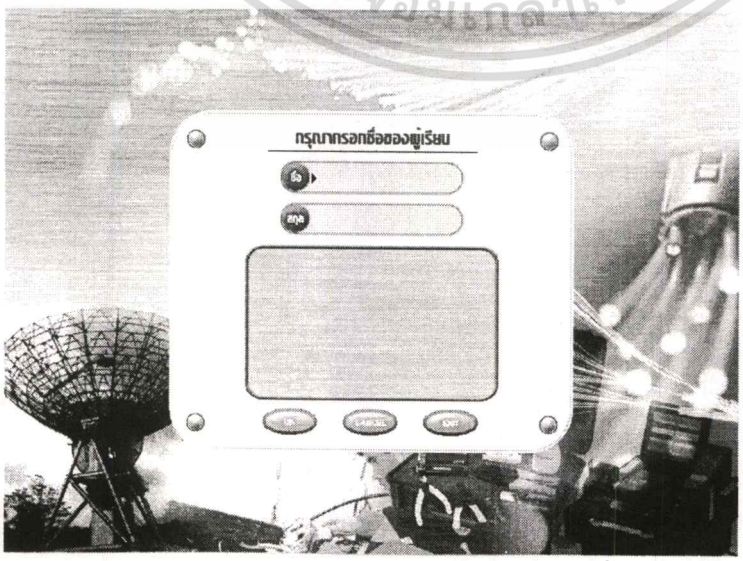
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง

เป็นส่วน Title ตัวหนังสือวิ่งเข้ามาแล้วกระจายออกไป



เป็นส่วน Title ตัวหนังสือวิ่งเข้ามาแล้วกระจายออกไป

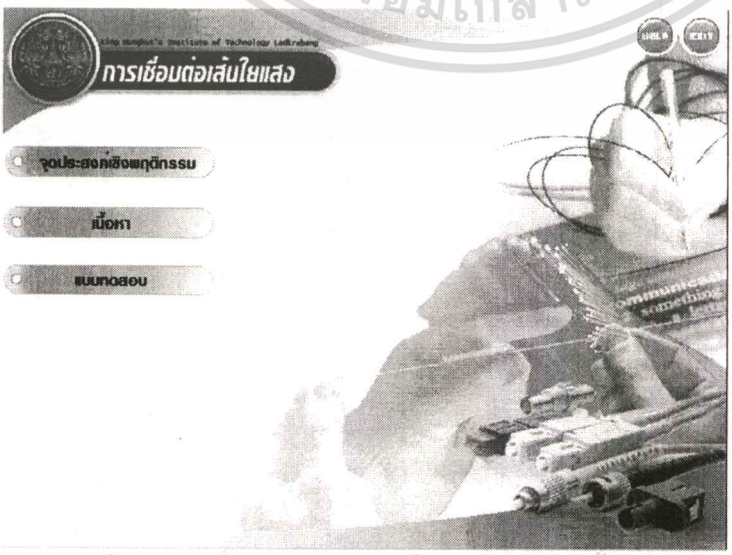


หลังจากจบ Title ก็จะเป็นเฟรมที่เป็นส่วนรับข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนกรอกชื่อและนามสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกรอกชื่อ และนามสกุล เรียบร้อยแล้ว ก็จะแสดงข้อความต้อนรับผู้เรียน ถ้าพร้อมที่จะเข้าไปเรียนให้กดปุ่ม OK แต่ถ้ายังไม่พร้อมต้องการกรอกข้อมูลใหม่ให้กดปุ่ม Cancel และถ้าต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่ม Exit

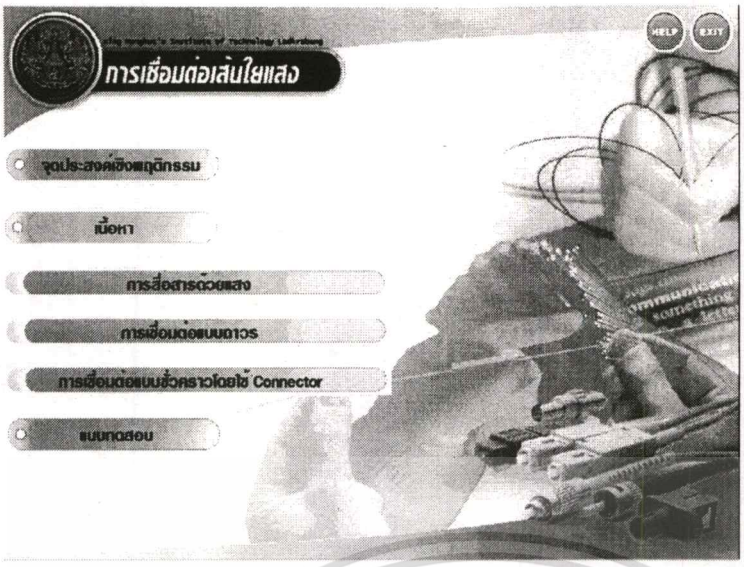
หลังจากกดปุ่ม OK ก็จะเข้ามาที่เฟรม คำแนะนำในการเรียน ซึ่งจะบอกขั้นตอนในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อพร้อมแล้วก็สามารถกดปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่บทเรียนได้เลย



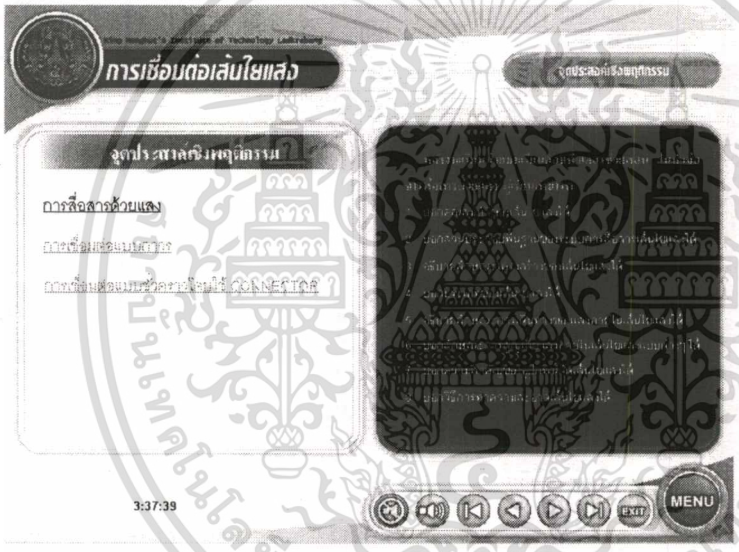
หน้าเมนูหลักจะประกอบด้วย

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหา
3. แบบทดสอบหลังเรียน

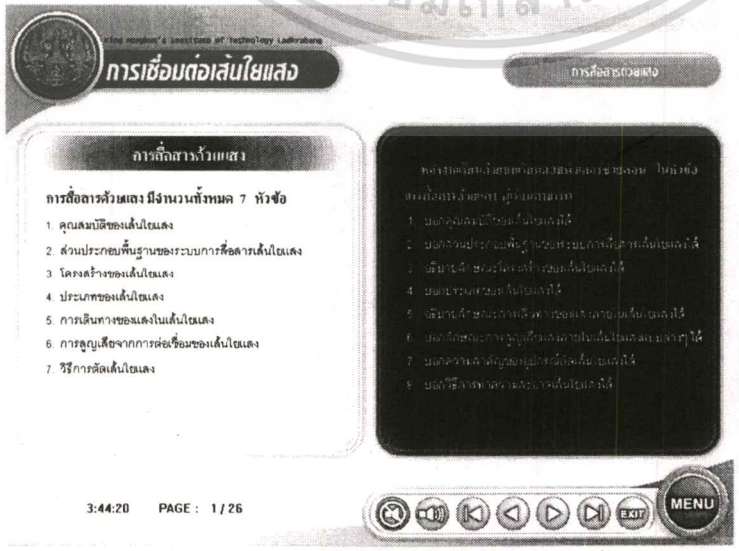
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เมื่อกดปุ่มเข้าไปในส่วนของเนื้อหา จะปรากฏหัวข้อของบทเรียนที่จะต้องทำการศึกษา ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 หัวข้อ และแต่ละหัวข้อจะมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนอยู่ด้วย

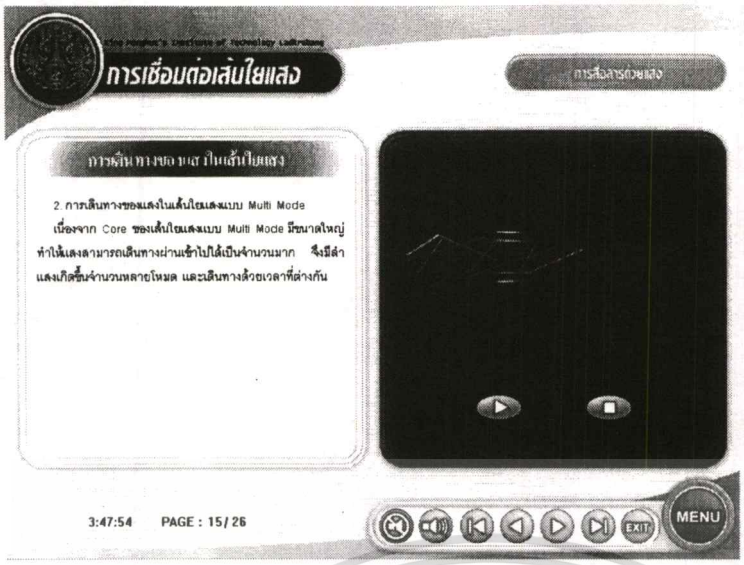


เมื่อกดปุ่มเข้าไปในส่วนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จะมีจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหัวข้ออยู่ทางฝั่งซ้ายมือคือหัวข้อที่จะต้องทำการศึกษา เป็นตัวอักษร Hyper เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่หัวข้อไหน ทางฝั่งขวามือจะเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหัวข้อนั้น



เมื่อเข้ามาในส่วนของเนื้อหา จะปรากฏรายละเอียดของเรื่องที่จะต้องศึกษาในหัวข้อนั้น พร้อมทั้งบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

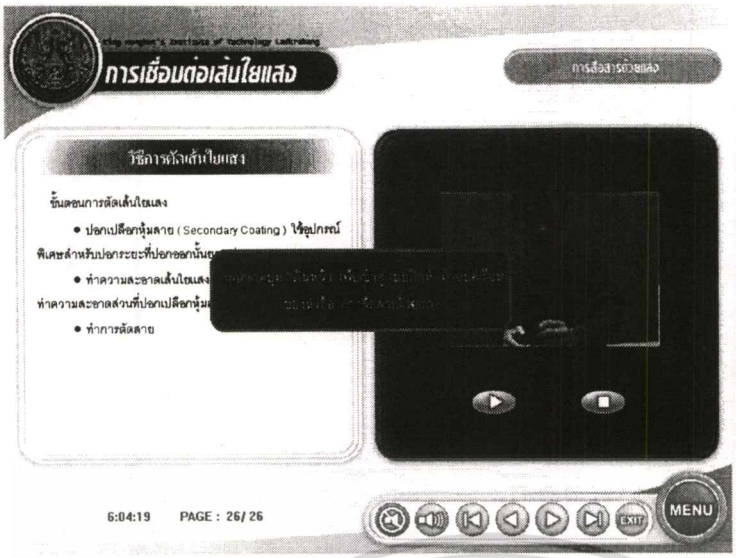


ในส่วนของเนื้อหานั้นได้ออกแบบให้กรอบซ้ายมือคือคำบรรยาย ส่วนกรอบขวามือจะเป็นส่วนที่แสดงรูปภาพ และหลักการทำงาน

ได้ออกแบบให้มีการจำลองหลักการการทำงานของเครื่องมือตัดเส้นใยแสง ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกดูโดยกดปุ่ม Play

เนื้อหาบางส่วนได้มีการนำเอาภาพที่เป็น VDO การสาธิต มานำเสนอเพื่อความเข้าใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

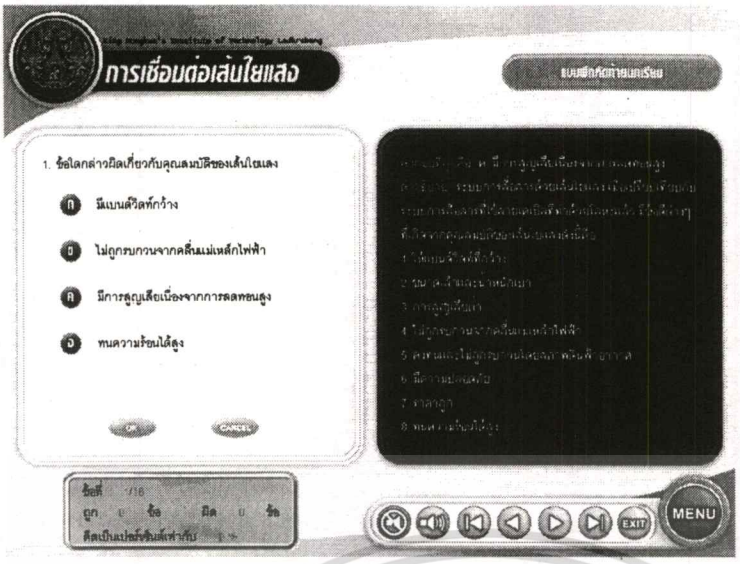


เมื่อเรียนจบแต่ละหัวข้อ จะมีการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และก่อนที่จะเข้าไปทำแบบฝึกหัดจะมีกรอบเล็กๆ ถามว่าต้องการเข้าสู่การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนหรือไม่

เมื่อเข้าสู่แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนจะมีคำชี้แจง

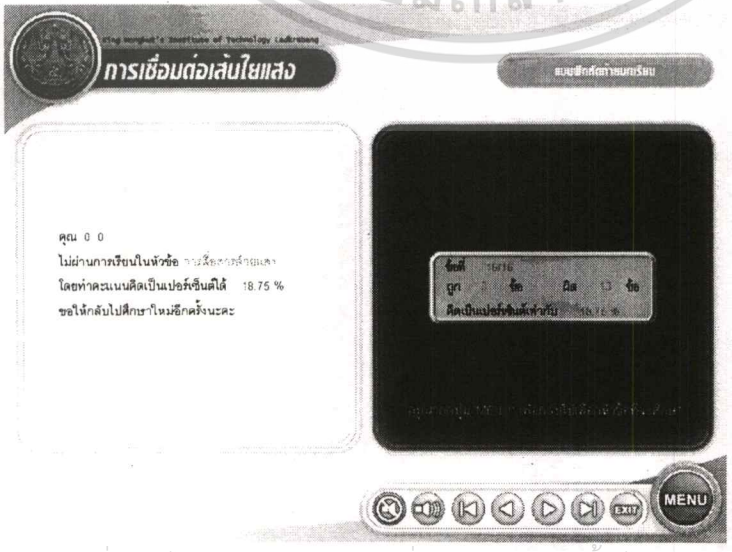
ในการเลือกคำตอบผู้เรียนสามารถเปลี่ยนคำตอบได้ โดยการกดปุ่ม Cancel แต่ถ้ากดปุ่ม OK ก็จะแสดงว่าเลือกคำตอบข้อนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



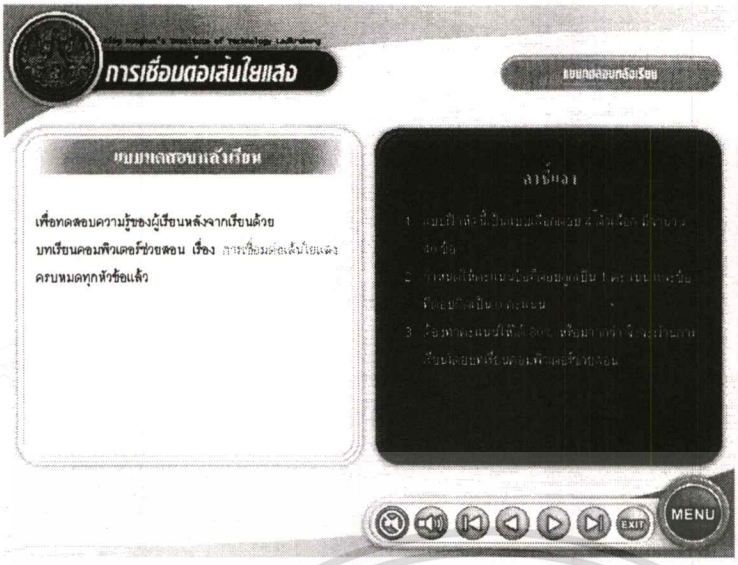
ในกรณีที่ตอบผิด จะมีการเฉลยคำตอบ พร้อมคำอธิบายทันที และแสดงผลคะแนนข้อที่ตอบถูก ข้อที่ตอบผิด คะแนนเฉลี่ยที่ทำได้ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ในกรณีที่ตอบถูกจะมีการเสริมแรงโดยการชม



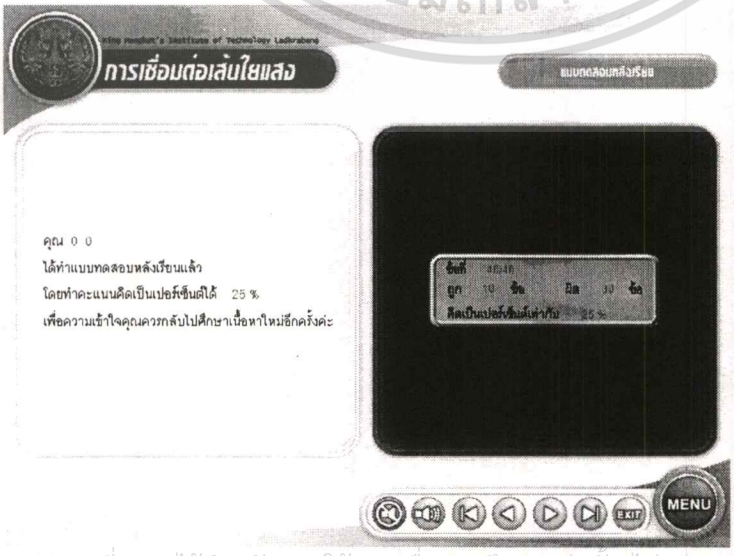
เมื่อทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบหมดทุกข้อแล้วจะมีการแสดงผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด และคำแนะนำในการศึกษาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



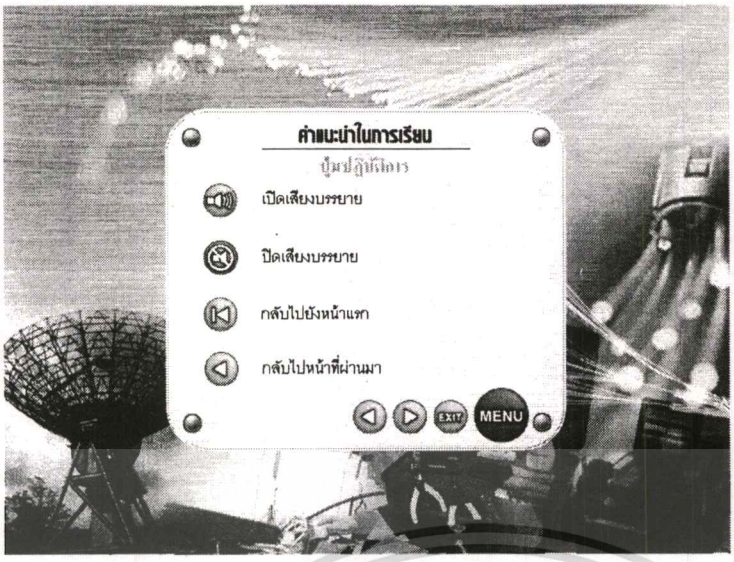
เมื่อศึกษาจบทุกหัวข้อแล้ว ก็จะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งจะมีอยู่ทั้งหมด 40 ข้อ ในหน้านี้จะแสดงคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

เมื่อเข้าสู่การทำแบบทดสอบ ผู้เรียนจะมีโอกาสในการเลือกคำตอบได้เพียง 1 ครั้ง และจะไม่มีคำเฉลย โดยข้อสอบนี้จะมีการสุ่มไปเรื่อยๆ ในการทำข้อสอบแต่ละครั้งจะไม่ซ้ำกัน ทางขวามือจะแสดงจำนวนข้อที่ตอบถูก จำนวนข้อที่ตอบผิด และคะแนนที่ทำได้คิดเป็น



เมื่อทำข้อสอบครบทุกข้อแล้วจะมีการแสดงผลคะแนนที่ทำได้ และคำแนะนำในการศึกษาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำแนะนำการใช้งานปุ่มต่างๆ

เมื่อกดปุ่ม Exit จะแสดงข้อความถามว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายขจรศักดิ์ ป้อมสนาม
วันเดือนปีเกิด	3 กันยายน 2516
สถานที่เกิด	อ.ถลาง จ.ภูเก็ต
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 65/38 หมู่ 2 ต.บางเขน อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
ประวัติการศึกษา	2538 ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2545 ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้