การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม
เรื่อง ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED SUPPLEMENT INSTRUCTION ON GLOBAL POSITIONING SYSTEM

วิกรม พวงจิตร
VIKROM PHOUNGJIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1464-6

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED SUPPLEMENT INSTRUCTION ON GLOBAL POSITIONING SYSTEM

วิกรม พวงจิตร

VIKROM PHOUNGJIT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 60476
วัน,เดือน,ปี 29 ธ.ค. 2549

b. 11504119
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1464-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED SUPPLEMENT INSTRUCTION ON GLOBAL POSITIONING SYSTEM

VIKROM PHOUNGJIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

ISBN 974-15-1464-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก
นักศึกษา	นายวิกรม พวงจิตร
รหัสประจำตัว	46065733
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา หาคุณภาพ ประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยมุ่งหวังในการพัฒนาเพื่อนำไปให้ความรู้เพิ่มเติมและสอนเสริมแก่นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากประชากรทั้งหมด 89 คน เครื่องมือที่ใช้การวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเนื้อหามีคุณภาพในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.5 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพในระดับดี ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.14 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 87.10/85.35 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Computer Assisted Supplement Instruction on Global Positioning System
Student	Mr. Vikrom Phoungjit
Student ID	46065733
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Computer)
Year	2005
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Lertlak Klinhom
Thesis Co-Advisor	Asst. Prof. Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The objective of this research were to develop, determine quality, efficiency and compare the achievement with learning between pre-test and post-test of computer assisted supplement instruction on global positioning system. By aim at develop to lead the knowledge and supplement for students of bachelor's of science in industrial education program, major Telecommunication Engineering, department of Engineering Education, faculty of industrial education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

The sample group of this research were 30 persons students of bachelor's of science in Industrial Education program, major Telecommunication Engineering, faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang in the second semester of 2004 academic year were randomly selected to participate in simple random sampling.

The device in this research were :

1) computer assisted supplement instruction on global positioning system.

2) questionnaire for quality evaluation of computer assisted instruction.

3) achievement test of the computer assisted instruction with learning.

The results of this study found that the for computer assisted supplement instruction on global positioning system were virtue met the excellent quality ($\overline{X}$ = 4.50) for lesson contents, good quality ($\overline{X}$ = 4.14) for media production and efficiency was 87.10/85.35 and achievement post-test higher than pre-test at .05 significant level according to assumption.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากการได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล, ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม และผศ.กิติพงค์ มะโน ที่กรุณาตรวจกระบวนการวิจัย ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์อมรชัย ชัยชนะ, อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ, ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล, ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด, อาจารย์ใหม่ เจริญธรรมและอาจารย์อนันตพัฒน์ อนันตชัย ซึ่งให้เกียรติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษา คำแนะนำทั้งด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีประสิทธิภาพสูงสุด

ขอขอบคุณพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมและนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณมูลนิธิเพื่อการศึกษาคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร (Computer and Communication Education Foundation) ที่จัดสรรให้ทุนการศึกษาในการศึกษาและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์เพื่อให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่และรุ่นน้อง ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ สุดท้ายที่ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงคือ บิดา มารดาและคุณย่าที่เป็นผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจ ด้วยดีโดยตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องช่วยเหลือ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิกรม พวงจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย 3

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 รายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม 6

2.2 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก 7

2.3 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 9

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของกาเย่ 15

2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 19

2.6 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน 20

2.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 23

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานด้านวิจัย 31

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 31

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 31

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 41

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 44

4.1 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 44

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 46

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน 46

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 48

5.1 สรุปผลการวิจัย 48

5.2 อภิปรายผล 50

5.3 ข้อเสนอแนะ 52

บรรณานุกรม 53

ภาคผนวก 57

ภาคผนวก ก แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 58

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 63

ภาคผนวก ค เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 67

ภาคผนวก ง ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 92

ประวัติผู้เขียน 96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงตัวอย่างแผนผังการสร้างข้อสอบวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม 25

3.1 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบสำหรับค่าความยากง่าย 37

3.2 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบสำหรับค่าอำนาจจำแนก 37

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา 44

4.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 45

4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 46

4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 47

ค.1 แสดงรูปแบบ GGA (Global Positioning System Fixed Data) 83

ค.2 แสดงรูปแบบ GLL (Geographic Position Latitude/Longitude) 84

ค.3 แสดงรูปแบบ GSA (GNSS DOP and Active Satellites) 84

ค.4 แสดงรูปแบบ ZDA (UTC and Local Date/Time Data) 85

ค.5 แสดงรูปแบบ GSV (GNSS Satellites in View) 85

ค.6 แสดงรูปแบบ RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data) 86

ค.7 แสดงรูปแบบ VTG (Course Over Ground and Ground Speed) 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	34
3.2 แสดงแผนภูมิการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	38
ค.1 แสดงองค์ประกอบของระบบ GPS	68
ค.2 แสดงผังวงโคจรดาวเทียมระบบ GPS	69
ค.3 แสดงตำแหน่งและการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก	69
ค.4 แสดงสถานีควบคุมดาวเทียม GPS ทั้งหมด 5 แห่ง	70
ค.5 แสดงโครงสร้างของข้อมูลที่ส่งมากจากดาวเทียม GPS	72
ค.6 แสดงโครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS	73
ค.7 แสดงทรงกลม 2 วง ที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ	74
ค.8 แสดงทรงกลม 3 วง ที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ	75
ค.9 แสดงการวัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่ใช้ดาวเทียม 4 ดวง	75
ค.10 แสดงการนำร่องทางบก ทางอากาศและทางน้ำ	76
ค.11 แสดงการวัดด้วยวิธีการ Differential	78
ค.12 แสดงระบบพิกัดภูมิศาสตร์	79
ค.13 แสดงการแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซน (Zone) สำหรับการอ้างพิกัดแบบ UTM	80
ค.14 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Continuous Receivers	81
ค.15 แสดงแผนผังของเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Continuous Receivers	82
ค.16 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ DGPS	88
ค.17 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ WAAS	88
ค.18 แสดงระยะพิสัยเทียมที่เกิดจากข้อมูล Ephemerris	89
ค.19 ค่า GDOP ที่มีค่าไม่เหมาะสม	90
ค.20 ค่า GDOP ที่มีค่าเหมาะสม	90
ค.21 ค่า GDOP ที่อยู่ในตำแหน่งแคบ	91
ง.1 หน้าจอแรกของการเริ่มต้นเข้าสู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	93
ง.2 การบันทึกข้อมูลผู้เรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน	93
ง.3 เมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	94
ง.4 การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	94
ง.5 การนำเสนอแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จนถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินชีวิตของสังคมไทย คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกทั้งในรูปแบบต่างๆ โดยที่มีระบบปฏิบัติการคอยสนับสนุนอาทิ การจัดการฐานข้อมูล การจัดการด้านเอกสาร ด้านมัลติมีเดียและกราฟิกในรูปแบบต่างๆ เป็นต้น ความสามารถของเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์จึงเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในการผลิตสื่อการเรียนการสอน รูปแบบที่นิยมมากรูปแบบหนึ่ง คือ "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ซึ่งเป็นการประยุกต์การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยสอนผู้เรียน ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ภายในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบรรจุเนื้อหาอยู่ภายใน มีการแสดงข้อมูลในรูปแบบการเสนอข้อมูลที่เร้าความสนใจให้แก่ผู้เรียน ทั้งเสียงและภาพประกอบ การเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์หากมีเนื้อหาบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจ ผู้เรียนสามารถที่จะย้อยกลับไปเริ่มต้นเนื้อหาที่ต้องการได้ บทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเน้นเนื้อหา แสดงภาพนามธรรม ภาพเคลื่อนไหวหรือรายละเอียดต่างๆ ในเวลาทันทีทันใด (Real Time) จูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจได้ง่าย

ยืน ภู่วรวรรณ. (2531 : 22-31) กล่าวว่า โอกาสการรับรู้ถึงข่าวสารแพร่กระจายอย่างรวดเร็วเป็นสิ่งสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เพราะสังคมมนุษย์จะเป็นสังคมที่เปิดทุกชนชาติที่จะเรียนรู้ซึ่งกันและกัน บทบาทความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศึกษาจึงเปลี่ยนแปลง จึงทำให้บทบาททางเทคโนโลยีมีความสำคัญต่อการศึกษาอย่างมาก

การพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการเรียนการสอนทางการศึกษานั้น สามารถทำได้โดยการนำนวัตกรรมใหม่ๆ การแสวงหาความรู้และการเรียนรู้ เพื่อให้ตนเองสามารถทันกับความรู้ที่ทันต่อเทคโนโลยีที่เกิดมากยิ่งขึ้น จึงต้องมีการใส่เนื้อหาวิชาความรู้ทางเทคโนโลยีแทรกเข้าไป อาทิ ระบบสื่อสารและระบบงานโทรคมนาคม ถือได้ว่ามีการพัฒนาและขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การเรียนการสอนต้องมีการพัฒนาตามไป จึงเป็นสาเหตุให้การจัดการเรียนการสอนของหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารและระบบงานโทรคมนาคมพัฒนาองค์ความรู้ให้ทันกับเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

การสื่อสารและระบบงานโทรคมนาคมมีการใช้ประโยชน์มากมาย จนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน การพัฒนาระบบการสื่อสารและระบบงานโทรคมนาคมถูกพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกหรือระบบ GPS (Global Positioning System) เป็นรูปแบบการตรวจค้นหาตำแหน่งโดยอาศัยดาวเทียมจำนวน 24 ดวงหรือมากกว่านั้นที่โคจรเหนือพื้นโลก ใช้รูปแบบการติดต่อสื่อสารจากดาวเทียม อาศัยดาวเทียมเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในอวกาศทำหน้าที่ในการทวนสัญญาณหรือถ่ายทอดสัญญาณไปยังสถานีภาคพื้นดินเพื่อจัดการกับระบบและมีเครื่องรับในการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งที่ต้องการระบุ ซึ่งสามารถแสดงตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการนั้นอย่างแม่นยำ เนื้อหาวิชาความรู้ในเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ถือเป็นเนื้อหาที่จะสามารถเสริมความรู้ทางด้านระบบงานโทรคมนาคม นอกจากการเรียนแบบปกติได้เป็นอย่างดี

หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้จัดการสอนเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ในรายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม ในภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1 นักศึกษาต้องศึกษาเรื่อง ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก GPS เพื่อให้เกิดทักษะความรู้ ความเข้าใจและสามารถทดลองประยุกต์ใช้งานได้ แต่หากนักศึกษาได้มีสื่อการเรียนรู้เพิ่มเติมทางด้านวิชาการก็ยิ่งเป็นการให้นักศึกษามีความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น ยังถือเป็นการเสริมความรู้เฉพาะเรื่องให้กับนักศึกษาอีกทางหนึ่ง

จากความสำคัญเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) และข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก GPS ให้เป็นสื่อการสอนเสริมให้กับนักเรียนนักศึกษาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อเอื้ออำนวยประโยชน์แก่ผู้เรียนให้มากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่มีคุณภาพ

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบ ระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne′ (อ้างใน บงกช โกษารักษ์. 2544 : 4-5)

1. การเรียกความสนใจ (Gaining Attention) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจที่อยากจะเรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้รู้ล่วงหน้า

3. การเสนอเนื้อหา (Present Information) ที่ใช้ภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำพูดที่สั้นง่ายและได้ใจความ

4. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responds) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมทำกิจกรรมต่างๆ

5. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน

6. ประเมินความรู้ (Assess) เป็นการประเมินการเรียน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 89 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบไปด้วย

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกออกเป็นก่อนเรียนและหลังเรียน

1.5.4 เนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก มีดังนี้

บทเรียนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของระบบ GPS

1.1 ความเป็นมาของระบบ

1.2 ความหมายและคุณลักษณะ GPS

1.3 การนำระบบ GPS ไปใช้งาน

บทเรียนที่ 2 หลักการทำงานของระบบ GPS

2.1 โครงสร้างข้อมูลและสัญญาณ

2.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ GPS

2.3 การใช้รหัสสุ่มเทียม

2.4 การวัดด้วยวิธีอนุพันธ์

บทเรียนที่ 3 หลักการระบุพิกัดตำแหน่ง

3.1 การบอกตำแหน่ง

3.2 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่ง

บทเรียนที่ 4 เครื่องรับสัญญาณระบบ GPS

4.1 ประเภทของเครื่องรับสัญญาณ GPS

4.2 การทำงานของเครื่องรับสัญญาณ GPS

บทเรียนที่ 5 โปรโตคอลระบบ GPS

บทเรียนที่ 6 ขีดจำกัดของระบบ GPS

6.1 ปัญหาจากความแม่นยำที่ถูกจำกัด

6.2 แหล่งกำเนิดความผิดพลาดของดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก สำหรับเสริมการเรียนรู้ในสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ซึ่งมีรูปแบบการให้ความรู้ การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผล ในรูปแบบของสื่อประสม

2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในการเรียนเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม ซึ่งกำหนดไว้ว่าค่า E_1/E_2 มีค่าไม่ต่ำกว่า 80/80

เกณฑ์ 80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียน ระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

4. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับประเมินผล ความรู้ของผู้เรียน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากที่ผู้เรียนเรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

6. ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) หมายถึง เทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมที่มีอยู่ทั้งหมด 24 ดวงหรือมากกว่านั้น โคจรอยู่เหนือพื้นโลก

7. ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2 547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก" เพื่อทำความเข้าใจหลักการและทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาของเอกสารและงานวิจัยออกเป็นหัวข้อต่อไปนี้

2.1 วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม
2.2 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก
2.3 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของ Gagne'
2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2.6 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน
2.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม

รายวิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม (Telecommunication Laboratory) รหัสวิชา 03311103 จำนวน 3 หน่วยกิต เป็นรายวิชาบังคับเรียนในภาคเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ จำนวน 6 คาบต่อสัปดาห์

วิชาการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม นักศึกษาต้องทดลองตามหัวข้อที่กำหนดให้ วิชาดังกล่าวสามารถแบ่งการทดลองเป็น 3 ส่วน คือ (ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 2547 : 1-4)

1. การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม (หัวข้อหลักเฉพาะสาขา) เป็นการทดลองปฏิบัติการบังคับให้นักศึกษาเรียนมีดังนี้

1.1 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Antenna Characteristics
1.2 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Microwave Communication System
1.3 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Mobile Technology
1.4 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Spectrum Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Microcontroller Interfacing and Application

1.6 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Global Positioning System (GPS)

2. การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม (หัวข้อเลือก) เป็นการทดลองปฏิบัติการที่จัดให้นักศึกษาเลือกหัวข้อที่จะศึกษาจำนวน 2 เรื่องจากหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Z-80 Microprocessor II

2.2 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง E-Lecture System II

2.3 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Linux Server Configuration : Mail Server

2.4 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Basic JAVA Programming

2.5 การทดลองปฏิบัติการเรื่อง Digital Signal Processing (DSP)

3. การทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม Selected Topic เป็นการทดลองที่นักศึกษาแต่ละคน สามารถเลือกหัวข้อการทดลองได้ตามความสนใจหรือความถนัดของผู้เรียน

ในหัวข้อการทดลองปฏิบัติการเรื่อง Global Position System (GPS) เป็นเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำไม่ว่าในเวลาหรือสภาพอากาศแบบใด การทำงานของระบบอาศัยการทำงานของดาวเทียมที่มีอยู่ทั้งหมด 24 ดวงหรือมากกว่านั้น โคจรอยู่บนเหนือพื้นโลก

2.2 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก GPS ย่อมาจาก Global Positioning System ถอดความตามศัพท์ได้ว่าเป็นระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก เป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำ การทำงานของระบบอาศัยการดาวเทียมที่มีอยู่ทั้งหมด 24 ดวงหรือมากกว่านั้น โคจรเหนือพื้นโลก

การวางระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกปี ค.ศ.1978 โดยดาวเทียมชุดแรกประกอบด้วยกลุ่มดาวเทียม 10 ดวง มีชื่อเรียกว่า Block I ผลิตขึ้นโดย Rockwell International Corporation ภายใต้การสนับสนุนของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1989-1993 ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกถูกขยายออกจนมีดาวเทียมประจำการเพิ่มเป็น 23 ดวง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1994 ดาวเทียมดวงที่ 24 ได้ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรและทำให้ระบบดาวเทียม พื้นฐานเต็มครบทั้งระบบได้ในที่สุด ปัจจุบันระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกยังคงได้รับการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง

ในยุคแรกเริ่มระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้รับการสนับสนุนและการควบคุมโดยกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา (US Department of Defense : DOD) เพื่อใช้งานกิจการต่างด้านความมั่นคงและการทหาร แต่ทว่าในปัจจุบันระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกได้ถูกนำไปใช้กับกิจการระดับพลเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งระบบที่เอื้อให้เกิดประโยชน์และความสะดวกสบายหลายๆ ด้าน เช่น ระบบการเดินรถประจำทาง การก่อสร้างถนน การเดินป่า หรือการสำรวจเส้นทางเป็นต้น

ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกมีส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ภาคอวกาศ (Space Segment)

ในระบบดาวเทียม GPS จะประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง ที่ครอบคลุมพื้นที่ของโลก โดยแบ่งดาวเทียมออกเป็นส่วนๆได้ คือ ดาวเทียมจำนวน 21 ดวง จะใช้ในการบอกค่าพิกัด และดาวเทียมจำนวน 3 ดวง จะใช้สำรองระบบ

ดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้จะมีวงโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกัน โดยแบ่งจำนวนดาวเทียมวงโคจรละ 4 ดวง และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร (12,600 ไมล์) วงโคจรทั้ง 6 จะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา ในลักษณะสานกันคล้ายลูกตะกร้อ ดาวเทียมแต่ละดวงจะใช้เวลาในการโคจรครบรอบ 12 ชั่วโมง

2. สถานีควบคุม (Control Segment)

สถานีการควบคุมภาคพื้นดินของระบบ GPS ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่ในภูมิภาคต่างๆของโลก ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่และวงโคจรของดาวเทียม GPS ว่าทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็นหรือไม่

สถานีควบคุมจะประกอบด้วย 5 สถานี จะตั้งอยู่ที่เกาะฮาวาย (Hawaii) กวาจาลิน (Kwajalein) ดิเอโกคาร์เซีย (Diego Garcia) เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) และรัฐโคโลราโด (Colorado) สหรัฐอเมริกาซึ่งสถานีสุดท้ายนี้เป็นสถานีควบคุมหลัก (Master Control Station) สถานีควบคุมต่างๆ จะคอยติดต่อสื่อสาร (Tracking) กับดาวเทียมเพื่อบอกตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงและส่งข้อมูลที่ได้ไปยังดาวเทียม เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องอยู่ตลอดเวลา

3. ส่วนผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ (User Segment)

ผู้ใช้ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลเรือน (Civilian) และส่วนที่เกี่ยวข้องทางการทหาร (Military) ทั้ง 2 ส่วนจะมีการกำหนดสิทธิและขอบเขตของการเข้าถึงข้อมูล

การพัฒนารูปแบบต่างๆ ของระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกมีมากมายทั้งแบบพกพาและแบบติดตั้งบนยานพาหนะ ซึ่งพื้นฐานของเครื่องรับสัญญาณจะทำหน้าที่ตรวจจับ ถอดรหัสและประมวลผลสัญญาณที่ได้รับจากดาวเทียมและนำผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งเป็นค่าพิกัดตำแหน่งและเวลามาตรฐาน ณ จุดที่เครื่องรับอยู่ในขณะนั้นมาแสดงในรูปตัวเลขและกราฟิกในแบบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในประเทศไทยได้มีความตื่นตัวกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนเป็นอย่างมากดังเห็นได้จากการมีหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ ในระดับโรงเรียนเพิ่มจากวิชาอื่นๆ นอกจากนี้ยังได้มีส่วนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับช่วยสอนในวิชาต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการที่หน่วยงานภาครัฐบาลและเอกชนมีการนำเสนอผลงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการจัดประชุมทางวิชาการเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประจำทุกปีนับตั้งแต่ พ.ศ.2529 เป็นต้นมา แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงที่ผ่านมาการใช้คอมพิวเตอร์ยังไม่เป็นที่แพร่หลายเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระบบคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาการที่รวดเร็วมาก ทำให้ระบบการเรียนการสอนไม่สามารถไปด้วยกันกับระบบคอมพิวเตอร์หรือใช้ด้วยกันไม่ได้ อีกทั้งราคายังอยู่ในระดับที่โรงเรียนทั่วๆ ไปไม่สามารถจัดหามาใช้ได้

ปัจจุบันพัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปแบบมัลติมีเดีย ที่มีการแสดงผลในรูปแบบของแสง สี เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนทำให้มีความสนใจมากขึ้นต่อการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ ใช้ในการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถรับประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งจะช่วยส่งผลต่อการเกิดการความรู้ความเข้าใจในบทเรียน

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน น่าจะมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งในระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมาการเรียนการสอนแบบโปรแกรมได้รับความสนใจว่าเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนการสอนวิธีนี้มีหลักการพื้นฐานของการใช้ทฤษฎีและหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) มีการให้แรงเสริม (Reinforcement) และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน (Feedback) การเรียนการสอนในลักษณะนี้นอกจากจะใช้สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบที่เป็นเอกสารแล้วยังได้พยายามสร้างเครื่องมือสอน (Teaching Machine) เพื่อนำเสนอบทเรียนแบบโปรแกรมอีกด้วย เมื่อระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษาบทเรียนโปรแกรมจึงได้มีการพัฒนาอยู่บนจอคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการเสนอบทเรียนในรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) และทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (Computer Assisted Instruction) ขึ้น (บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538 : 5-9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำศัพท์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนั้น นิยมใช้ศัพท์แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งคำว่า ซีเอไอ (CAI : Computer-Assisted Instruction) เป็นศัพท์เดิมที่นิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ ส่วนในยุโรปมักใช้คำที่แตกต่างไปจากสหรัฐอเมริกา คือ ซีบีอี (CBE : Computer-Based Education) หมายถึง การศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีอีกหลายคำที่แพร่หลาย เช่น ซีเอแอล (CAL : Computer-Assisted Learning) และซีเอ็มแอล (CML : Computer-Managed Learning) (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 :1)

จะเห็นว่า มีการเปลี่ยนศัพท์ตัวกลางและตัวสุดท้ายของคำและยังมีศัพท์ที่แพร่หลายเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนโดยทั่วไปอีกด้วย 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) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

IAC (Instructional Application of Computer) การใช้คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอใช้ศัพท์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า CAI ซึ่งย่อมาจาก Computer-Assisted Instruction หรือ Computer-Aided Training เพราะเป็นที่นิยมและรู้จักกันแพร่หลายมากที่สุดในประเทศเรา นักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านและนักคอมพิวเตอร์ของประเทศไทยก็นิยมใช้คำนี้ด้วยเช่นกัน ซึ่งกล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) อธิบายความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Course Ware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นทั้งรูปแบบตัวหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถามและรับคำตอบจากผู้เรียน แสดงผลในรูปแบบข้อมูลป้อนกลับ

ยืน ภู่วรวรรณ (2531 : 120-129) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI ซึ่งย่อมาจาก Computer Aided Instruction หรือ Computer Assisted Instruction หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอน ซึ่งส่วนมากจะเป็นการสอนแบบบรรยาย โดยเฉพาะเมื่อผู้สอนเป็นอาจารย์ที่มาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายอาชีพที่ไม่มีความรู้ทางด้านการสอนมาก่อน ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้นและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) หมายถึง กลวิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2528 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนวิชาต่างๆ ให้มนุษย์โดยการนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาทำการบันทึกในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยให้เครื่องกับผู้เรียนโต้ตอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยให้มีการโต้ตอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนให้คนรู้จักเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ แต่ไม่รวมถึงการสอนคนให้รู้จักวิธีใช้คอมพิวเตอร์หรือรู้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร คอมพิวเตอร์จึงเป็นเพียงเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ครูนำมาใช้เป็นสื่อในการสอน

2.3.3 บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอน

สุรางค์ โค้วตระกูล (2533 : 239) ได้สรุปบทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนเป็นรายบุคคลไว้ดังนี้

1. ช่วยนักเรียนเป็นรายบุคคล ในการทบทวนและทำแบบฝึกหัด เพื่อเพิ่มความเข้าใจในวิชาที่เรียนหรือเกิดการเรียนรู้ (Drill and Practice)

2. ทำหน้าที่เป็นผู้สอนเสริมนักเรียน โดยอธิบายคำสั่งที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือให้ข้อมูลข่าวสารเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่กำลังศึกษา

3. ทำหน้าที่ในการทดสอบนักเรียนก่อนที่จะเริ่มหน่วยเรียนในวิชาต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนมีความรู้ระดับใด

4. ทำหน้าที่ในการทดสอบนักเรียนก่อนที่จะเริ่มหน่วยเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับบอกให้นักเรียนทราบว่าทำผิดถูกอย่างไร

5. ช่วยจัดโปรแกรมการเรียนให้นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบ

6. ช่วยสอนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง โดยสร้างสถานการณ์จำลอง

7. คอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลข่าวสารได้อย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากเนื้อหาสาระในหลักสูตรหรือจากการสอนของผู้สอน จึงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้อย่างดี

8. คอมพิวเตอร์จะช่วยสอนนักเรียนที่ไม่สามารถจะมาศึกษาตามปกติที่สถานที่เรียน โดยสามารถใช้ระบบ CAI ที่บ้าน

9. คอมพิวเตอร์สอนให้นักเรียนนักศึกษาแก้ปัญหาโดย Algorithms คือ การสอนให้ผู้เรียนตั้งปัญหาได้ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหาส่วนย่อย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการผสมผสานบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ของ Skinner และ Pressey และได้มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อยมาเป็นลำดับเพื่อให้การเรียนจากคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากที่สุด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกออกเป็น 10 ประเภท คือ (ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216-220)

1. แบบฝึกหัดและแบบฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นโปรแกรมที่ทำให้ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดหลังจากได้เรียนเนื้อหานั้นๆ แล้ว เพื่อเป็นการทบทวนและฝึกฝนทักษะซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนตามความสามารถของตนเอง

2. แบบสอนตัวต่อตัว (Tutorial Instruction) บทเรียนแบบนี้จะเป็นการเสนอเนื้อหาใหม่ให้แก่ผู้เรียนเน้นให้เกิดความรู้ความเข้าใจโดยอาศัยการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ เช่น การตั้งคำถาม และการตอบคำถาม เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน มีการให้การเสริมแรงตลอดการเรียน โปรแกรมแบบนี้คล้ายกับแบบที่ 1 ต่างกันตรงแบบที่ 1 เน้นฝึกให้เกิดทักษะ ความชำนาญ ส่วนแบบนี้เป็นการสอนบทเรียนใหม่เน้นให้เกิดความรู้ความเข้าใจ

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) บทเรียนชนิดนี้จะจำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง ผู้เรียนมีโอกาสทดลองแก้ไขปัญหาหรือตัดสินใจหรือจัดกระทำ โดยใช้ความคิดเพื่อควบคุมสถานการณ์การทดลองให้ได้ บทเรียนชนิดนี้มีประโยชน์ในแง่ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญโดยไม่ต้องทำการทดลองจริง ทำให้ประหยัดและมีความปลอดภัย

4. เกมส์การเรียนการสอน (Instruction Game) การนำเกมส์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนเป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะได้ทั้งความรู้ ทักษะและความสนุกสนานไปในตัว มีการกำหนดเป้าหมาย คือ ชัยชนะ เกมส์จึงมีประโยชน์ในการฝึกให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะ

5. แบบทดสอบ (Test) บทเรียนชนิดนี้ใช้เพื่อทดสอบนักเรียนโดยตรง หลังจากได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติไปแล้ว ผู้เรียนจะทำแบบฝึกหัดโดยผ่านคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์รับคำตอบและบันทึกผล ตรวจสอบคะแนน ประมวลผลและเสนอผลให้ผู้เรียนทราบในทันทีที่ผู้เรียนทำเสร็จ

6. แบบสาธิต (Demonstration) บทเรียนชนิดนี้เหมาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพราะการสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์สามารถสร้างภาพให้มีสีสันสวยงามและมีเสียงช่วยให้สะดวกและไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์อื่นๆ

7. การแก้ไขปัญหา (Problem-Solving Instruction) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนด้วยตนเอง และโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนไว้ให้แล้ว ถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและคอมพิวเตอร์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่ถ้าเป็นโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นคนแก้ไขปัญหาเอง

8. การค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงตามความคิดรวบยอดหรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบข้อมูลที่เป็นข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลและแสดงผลทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ

10. แบบรวบรวมวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีสอนหลายๆ แบบ ความต้องการนี้มาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนลักษณะของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งๆ อาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน การสอบ เกมส์ การฝึกหัด การสาธิต การไต่ถามให้ข้อมูล รวมทั้งประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

บูรณะ สมชัย (2538 : 28-32) จำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 7 ประเภท คือ

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นลักษณะบทเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามปกติตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้และทบทวนบทเรียนได้เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ

2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะพูดคุยหรือโต้ตอบกันได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษาหรือนักเรียนระดับอนุบาล

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้ในกรณีที่เรียนในสถานการณ์จริงได้ยากหรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน เป็นต้น

4. เกมส์ (Games) เป็นการเรียนรู้จากเกมส์ที่จัดขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมส์ต่อภาพ

5. การแก้ไขปัญหา (Problem Solving) เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลมาแล้วผู้เรียนทำการวิเคราะห์หรือแก้ไขปัญหา

6. การค้นพบสิ่งใหม่ (Investigation) เป็นการจัดสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมคำศัพท์ พยัญชนะ โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายตรงกันข้ามหรือใกล้เคียง เป็นต้น

7. การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้และความสามารถของผู้เรียนโดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบโดยทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวย เดชชัยศรี (2539 : 13) ได้แบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามการเสนอเนื้อหาได้ 4 ลักษณะ คือ

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำ ซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหา โดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ โปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัยและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้มีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมส์ศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์ วิธีการและกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมส์จะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกมส์ จะเป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกมส์ดังกล่าวมีความรู้ สอดแทรกก็จะเป็นประโยชน์ที่ดี แต่การออกแบบบทเรียนชนิดดังกล่าวค่อนข้างทำได้ยาก

2.3.5 เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2536 : 1-14) ได้อธิบายถึงเทคนิคในการออกแบบบทเรียนที่ดี คือ การเน้นในเรื่องความสำคัญของการใช้ภาพเพื่อเป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียนและในขณะเดียวกันก็เน้นถึงการใช้คำถามที่สั้นและสื่อความหมายได้ดี ดังนั้นบทเรียนส่วนใหญ่จึงมีการผสมผสานของกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบให้ตัวอย่างที่เป็นนามธรรมและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ สาระสำคัญอย่างหนึ่งก็คือภาพแบบของการเขียนบทเรียนซึ่งเกี่ยวกับขั้นตอนของการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. (2538 : 15-16) กล่าวว่าก่อนออกแบบบทเรียน ควรเขียนผังการทำงานของบทเรียนจะช่วยให้เข้าใจชัดเจนขึ้นว่า จะสร้างบทเรียนอย่างไร การเขียนผังการทำงานของโปรแกรมบทเรียนสำเร็จ รูปแบบสัญลักษณ์แทนความหมายของแต่ละกรอบบทเรียน คือ

→ แทนทิศทางจากกรอบหนึ่งไปยังอีกกรอบหนึ่ง

▢ แทนกรอบเริ่มต้นหรือกรอบจบบทเรียน

□ แทนกรอบเนื้อหา

◇ แทนกรอบคำถามหรือกรอบตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาเนื้อหารายวิชา

2. กำหนดจุประสงค์การเรียนรู้

3. ศึกษาโปรแกรม Authorware Professional

4. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. กำหนดภาพแบบเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. ออกแบบบทเรียนโดยใช้ ภาพ เนื้อหา คำถามที่สั้นได้ใจความผสมกับภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงและการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นสื่อกลางในการออกแบบ แล้วนำมาเขียนผังงาน

7. นำผังงานที่สร้างเสร็จแล้วมาเขียนสคริปต์ เป็นการเตรียมนำเสนอภาพ ตัวอักษร รวมทั้งสื่อมัลติมีเดียในภาพแบบต่างๆ

8. นำสคริปต์ที่สร้างมาเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของ Gagne'

แนวความคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ 9 เหตุการณ์ของ Gagne' (อ้างใน กอบชัย สิริพงศ์ดี. 2546 : 12-16) ที่กล่าวมาถึงเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

2.4.1 การเรียกความสนใจ (Gaining Attention)

ขั้นตอนแรกของการสอน คือ การดึงดูดความสนใจจากผู้เรียนทั้งนี้ เพื่อเป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียน ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจในการเรียนสูงย่อมจะเรียนได้ดีกว่าผู้ที่มีแรงจูงใจน้อยหรือไม่มีแรงจูงใจเลย ตามหลักจิตวิทยาแล้วการจูงใจถือเป็นกระบวนการที่นำไปสู่พฤติกรรมที่มีเป้าหมาย (Motivated Behavior) และเป้าหมาย (Goal) ในที่สุด

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการนำเรื่องซึ่งมีการใช้ภาพ สีหรือภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน ที่นิยมทำกัน คือ การแสดงชื่อบทเรียน ชื่อผู้สร้างบทเรียน แนะนำตัวเรื่อง (อาจมี) ในบทเรียนหรือแนะนำเนื้อหาทั่วไป เป็นต้น จากประสบการณ์ ของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านมา พบว่าการใช้มัลติมีเดียในการเร้าความสนใจเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง หากการใช้ที่มากเกินไปนั้น อาจก่อผลดีมากกว่าผลเสีย นอกจากนี้การใช้ภาพเคลื่อนไหวที่ค่อนข้างนาน สลับซับซ้อนและมีเสียงประกอบต่างๆ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย ดังนั้นผู้ออกแบบควรที่จะจัดหาทางเลือกให้ผู้ใช้ในการข้ามหรือหยุดใช้งานกราฟิกหรือภาพเคลื่อน ไหวนั้นๆ ไว้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การบอกผู้เรียนให้ทราบจุดประสงค์การสอน (Information the Learner of the Objective)

การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียน โดยรวมหรือสิ่งต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้หลังจากที่เรียนจบบทเรียน การบอกวัตถุประสงค์นี้ อาจจะอยู่ในรูปของวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม จากหลักฐานทางการวิจัย พบว่า การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น นอกจากนี้ตามทฤษฎี ARCS ของเคลเลอร์และซูซูกิแล้ว การที่ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายของการเรียนของตนยังนับว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนตระหนักถึงเป้าหมายของตน จึงเกิดความพยายามมากขึ้นในการที่จะไปให้ถึงเป้าหมายนั่นเอง

การบอกวัตถุประสงค์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ควรที่จะสั้นกระชับ ได้ใจความ และใช้เป็นข้อๆ หรือใช้รูปแบบเดียวกับตำราเรียนเสมอไป นักออกแบบควรที่จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ เทคนิคการบอกวัตถุประสงค์ในลักษณะที่น่าสนใจ เช่น หากกลุ่มเป้าหมายเป็นเด็กการบอกวัตถุประสงค์ อาจจะอยู่ในรูปของการใช้กราฟิกและเสียงเข้าช่วยแทน

2.4.3 การทบทวนความรู้ก่อน (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนตามหลักทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema Theory) การรับรู้ (Perception) เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากนี้การรับรู้ข้อมูลนั้นเป็นการสร้างความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้นั้นเข้าด้วยกัน ดังนั้นการปูความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการรับความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน จึงเป็นสิ่งจำเป็น

2.4.4 การเสนอสิ่งเร้าที่ใช้ประกอบการสอน (Presenting the Stimulus Material)

การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้การกระตุ้นที่เหมาะสม ในการเสนอเนื้อหาใหม่เป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการสอน ทั้งนี้เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหานั้นมีด้วยกันหลายลักษณะตั้งแต่การใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ตารางข้อมูล กราฟ แผนภาพ กราฟิก ไปจนถึงการใช้ภาพเคลื่อนไหว จากหลักฐานการวิจัยพบว่าการนำเสนอเนื้อหาโดยใช้สื่อหลายรูปแบบหรือที่รวมเรียกว่า มัลติมีเดียนั้นนับเป็นการนำเสนอที่มีประสิทธิภาพ เพราะนอกจากจะเร้าความสนใจของผู้เรียนแล้วยังช่วยในการเรียนรู้ ยังช่วยในการเรียนของผู้เรียนให้ดีขึ้นด้วย กล่าวคือ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำ (Retention) มากขึ้นอีกด้วย

ในปัจจุบันด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยให้มีการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาต่างๆ ในลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มัลติมีเดีย จึงไม่ใช่เรื่องยากเหมือนในอดีต แต่อย่างไรก็ตามการนำเสนอข้อมูลเนื้อหาต่างๆ ควรเลือกใช้มัลติมีเดียอย่างเหมาะสมทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งควรที่จะคำนึงถึงลักษณะและความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเป็นปัจจัยสำคัญ

2.4.5 การชี้แนะการเรียนรู้ (Guide Learning)

ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกตินั้น บ่อยครั้งที่เราจะสังเกตว่าครูผู้สอนจะไม่บอกคำตอบหรือนำเสนอแนวความคิดหรือเนื้อหาโดยตรงแก่ผู้เรียน แต่ในทางตรงกันข้ามครูผู้สอนจะใช้การสอนแบบค้นพบหรือการสอนแบบอุปมาน ตัวอย่างเช่น การยกตัวอย่างหรือตั้งคำถามชี้แนะกว้างๆ และแคบลงเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบหรือค้นพบแนวความคิดหรือเนื้อหาใหม่นั้นได้ด้วยตนเองนั้น การสอนแบบค้นพบและการสอนแบบอุปมานนี้ ถือว่าเป็นการชี้แนวทางการเรียนรู้ อย่างไรก็ดีการที่ครูผู้สอนจะชี้แนวทางการเรียนรู้แก่ผู้เรียนมากน้อยเพียงใดนั้น ก็จะมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะของเนื้อหาและความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน หากเนื้อหาเป็นในลักษณะที่ไม่ต้องการค้นพบ เช่น การเรียนคำศัพท์ใหม่ๆ การชี้แนวทางอาจมีความจำเป็นน้อยหรือไม่มีเลยและผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนรู้สูง ย่อมที่จะต้องการการชี้แนวทางการเรียนรู้น้อยกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำ เป็นต้น นอกจากนี้จากลักษณะของผู้เรียนยังเป็นตัวกำหนดรูปแบบของการชี้แนวทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อีกด้วย กล่าวคือ หากผู้เรียนมีประสิทธิภาพทางการอ่านต่ำ การใช้ภาพและเสียงในการชี้แนวทาง ถือว่าเป็นทางเลือกของการชี้แนวทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกว่าการใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว

2.4.6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response)

เป็นการให้ผู้สอนมีโอกาสทดสอบว่าผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนกำลังสอนอยู่หรือไม่และผู้เรียนก็มีโอกาสได้ทดสอบความเข้าใจตนในเนื้อหาที่กำลังศึกษา สำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองนี้มักจะออกมาในรูปของกิจกรรมต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและการปฏิบัติในเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน ดังนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบจึงควรจัดให้มีกิจกรรมที่สร้างสรรค์ต่างๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน

2.4.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การให้ข้อมูลย้อนกลับถือว่าเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การให้ผลย้อนกลับนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเองเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใดแล้วยังทำให้แรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย สามารถแบ่งผลป้อนกลับตามลักษณะการปรากฏ (Appearance) ได้ 4 แบบ คือ

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60476

1. แบบไม่เคลื่อนไหว (Passive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงคำหรือข้อความว่า ถูกต้อง ผิด ตอบอีกครั้งหรือคำเฉลย

2. แบบเคลื่อนไหว (Active Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการแสดงภาพหรือกราฟิก เช่น ภาพหน้ายิ้ม หน้าเสียใจ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักจะออกแบบให้มีลักษณะเคลื่อนไหวได้ นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงการใช้ภาพอธิบายคำตอบของผู้เรียน ซึ่งในบางครั้งการใช้ข้อความอธิบายอาจไม่ชัดเจนพอ

3. แบบโต้ตอบ (Interactive Feedback) หมายถึง การเสริมแรงด้วยการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมเชิงโต้ตอบกับบทเรียนซึ่งกิจกรรมนั้นๆ ไม่ใช่เนื้อหาโดยตรง เช่น การเล่นเกมส์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเป็นต้น

4. แบบทำเครื่องหมาย (Markup Feedback) หมายถึง การทำเครื่องหมายบนคำตอบของผู้เรียนเมื่อคำตอบของผู้เรียนถูกแค่เพียงบางส่วน ซึ่งเครื่องหมายมักจะอยู่ในรูปของขีดเส้นใต้ การใช้สีที่แตกต่าง การทำเครื่องหมายนี้จำกัดเฉพาะข้อความประเภทเติมคำ

หรืออาจแบ่งตามธรรมชาติของเนื้อหาเป็น 2 ลักษณะ

1. ผลป้อนกลับพร้อมคำอธิบาย (Construction Feedback) หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งช่วยให้คำอธิบายแก่ผู้เรียนว่าทำถูกหรือผิด อย่างไร เพราะอะไร ซึ่งข้อมูลอาจอยู่ในลักษณะการชี้ข้อผิดพลาดของคำตอบผู้เรียนหรืออาจเป็นการบอกใบ้ให้แก่ผู้เรียนในการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งผลในลักษณะนี้นอกจากจะเป็นการเสริมแรงแล้วยังเป็นการให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนในการพยายามครั้งต่อไปอีกด้วย

2. ผลป้อนกลับไร้คำอธิบาย (Non-Construction Feedback) หมายถึง ผลป้อนกลับซึ่งไม่ได้เสนอข้อมูลเพิ่มเติมอะไรแก่ผู้เรียนนอกจากข้อมูลว่าคำตอบที่ผู้เรียนเลือกนั้นถูกต้องหรือไม่ถูกต้องเท่านั้น

2.4.8 การวัดผลการเรียน (Assessing the Performance)

เป็นการประเมินว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบนั้นอาจเป็นการทดสอบหลังจากผู้เรียนเรียนจบทั้งบทแล้วก็ได้ โดยการทดสอบความรู้นั้นนอกจากจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองแล้ว ผู้สอนก็ยังที่จะสามารถนำประโยชน์ของการทดสอบความรู้ไปใช้ในการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้รับความรู้และความเข้าใจเพียงพอที่จะผ่านไปศึกษาบทเรียนต่อไปหรือไม่ ดังนั้นการออกแบบแบบทดสอบความรู้ควรมีความเชื่อถือได้ (Valid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.9 การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer)

สิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ข้อมูลใดนั้น คือ การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (Meaningful Context) ซึ่งหมายถึงการทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีความสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร สำหรับการถ่ายโยงการเรียนรู้หรือการนำไปใช้นั้น ผู้สอนจะต้องจัดหากิจกรรมใหม่ๆและหลากหลายไว้ให้สำหรับผู้เรียน โดยกิจกรรมจะต้องเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่เพิ่งเรียนรู้มา

ดังนั้นขั้นตอนนี้ ผู้ออกแบบจึงควรที่จะเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้ง การยกตัวอย่างสถานการณ์หรือบริบทอื่นๆ ที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียนด้วย

2.5 โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม ได้แก่

2.5.1 โปรแกรม Adobe Photoshop Version 7.0

โปรแกรม Photoshop เวอร์ชั้น 7.0 เป็นโปรแกรมที่นิยมมากอันดับหนึ่งในการตกแต่งภาพที่เรียกว่า Photo Retouching ได้รับการยอมรับว่าเป็นโปรแกรมมาตรฐานสำหรับการตกแต่งภาพที่มีความง่ายต่อการใช้งานและมีความสามารถยอดเยี่ยมที่สุด เพื่อนำไปใช้กับงานด้านสิ่งพิมพ์หรือกับงานด้านมัลติมีเดีย การทำงานของโปรแกรมสามารถสร้างภาพที่มีความซับซ้อนได้อย่างดีเยี่ยม สานฝันและจินตนาการให้กับศิลปิน รวมทั้งผู้ที่ใช้ที่เป็นทั้งมืออาชีพและมือสมัครเล่นได้อย่างไร้ขีดจำกัด (อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2546 : 19)

2.5.2 โปรแกรม Macromedia Flash MX

โปรแกรม Macromedia Flash MX เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากเวอร์ชั่น 5 ซึ่งแทนที่ 6 แต่เป็นเพราะเป็นการร่วมฉลองครบรอบ 10 ปี ของบริษัท Macromedia ความสามารถของโปรแกรม Flash MX นี้นอกจากเป็นการทำเว็บเพจที่มีรูปร่างสวยงามแล้วยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว สร้างการโต้ตอบ สร้างความงามในรูปแบบมัลติมิเดียหรือใส่ลูกเล่นต่างๆ เพื่อให้ผลงานที่ได้มีความสนใจมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถเพิ่มเติมรองรับกับโค้ดภาษา HTML และ Java Scrip รวมถึง Flash MX ยังเหมาะกับการทำงานในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) ซึ่งโครงสร้างของข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจะมีขนาดที่เล็กมาก จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานในระบบอินเทอร์เน็ตที่ต้องการความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล (ภัททิรา เหลืองวิลาศ. 2546 : 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 โปรแกรม Camtasia

โปรแกรม Camtasia เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างไฟล์ข้อมูลที่มีรูปแบบเป็นวีดีโอที่ได้รับความนิยมรูปแบบหนึ่งเพราะเป็นโปรแกรมที่มีขนาดเล็ก ใช้งานได้ง่าย และสนับสนุนการทำงานของระบบปฏิบัติการ Windows ทุกเวอร์ชัน ลักษณะพิเศษของโปรแกรมคือ สามารถจับจอภาพที่เราใช้งานอยู่แล้วนำมาทำเป็นไฟล์วีดีโอ ซึ่งจะสามารถสร้างไฟล์วีดีโอช่วยสอนได้ง่าย ทำให้ผู้ศึกษาสามารถศึกษาและทำความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น (อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2546 : 19)

2.5.4 โปรแกรม Adobe Premiere 6

โปรแกรม Adobe Premiere 6 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อไฟล์ข้อมูลวิดีโอต่างๆ แล้วนำมาทำการตกแต่งและรูปแบบเสียงและลูกเล่นต่างๆ ได้ตามต้องการ และจากการที่โปรแกรม Adobe Premiere 6 เป็นโปรแกรมที่มีรูปแบบใช้งานง่ายสามารถทำงานร่วมกับการตัดต่อทุกรูปแบบและไม่ต้องใช้ทรัพยากรสูงมากนักและถือเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมสูงมาก (อวยพร โกมลวิจิตรกุล. 2545 : 16)

2.5.5 โปรแกรม Authorware Version 7.0

โปรแกรม Authoware เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชั่นในระบบมัลติมิเดียไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงาน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือแม้กระทั่งเกมส์ ด้วยการออกแบบการทำงานที่ใช้หลักการวางสัญลักษณ์หรือไอคอน (Icon) บนเส้นลำดับบทเรียน (Flow line) ตามลำดับ การทำงานเหมือนกับการเขียนผังงาน (Flowchart) เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรมหรือการวางแผนงานต่างๆ ทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษาโปรแกรม (อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2546 : 29)

2.6 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน คือ การตรวจสอบดูว่าบทเรียนมีคุณภาพหรือไม่โดยการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดสอบทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2521 : 134-140) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้สมการ E_1/E_2 ดังนี้

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยการกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่น่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอใจ โดยการกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั้นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70, 75/75

80 ตัวแรก หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ได้ผลเฉลี่ย 80 %

80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้ผลเฉลี่ย 80 %

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยความคลาดเคลื่อน ± 2.5

2. คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยการใช้สูตร E_1/E_2 โดย E_1 และ E_2 ได้มาจากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad (2.1)$$

เมื่อ E_1 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \qquad (2.2)$$

เมื่อ E_2 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เมื่อทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทดลองแบบเดี่ยว (1 : 1) หรือการทดลองใช้หนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) เป็นการศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิกที่ใช้ ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ยกตัวอย่างการทดลองผู้สอน 1 คน ต่อเด็ก 1 คน โดยใช้เด็กอ่อนปานกลางและเด็กอ่อน ซึ่งต้องทำการทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปใช้กับเด็กปานกลาง จนถึงการทดลองใช้กับเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม หากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ก็ให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อได้รับการปรับปรุงแล้วคะแนนที่ได้จะสูงมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่มในขั้นตอน E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

3.2 การทดลองแบบกลุ่ม (1 : 10) หรือการทดลองในขั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้มีความคลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลา ที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลมาทำแบบทดสอบ ระหว่างเรียน และผลทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพแล้ว ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนต่อไป ยกตัวอย่างการทดลองผู้สอน 1 คน ต่อเด็กไม่เกิน 10 คน (คละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลางและอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั้นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3.3 การทดลองแบบภาคสนาม (1 : 100) หรือการทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field - Testing) เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนโดยใช้สูตร ยกตัวอย่างการทดลองผู้สอน 1 คน ต่อเด็กไม่เกิน 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัทธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ หากเกิน 2.5 % ก็ให้ยอมรับ หากแต่แตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

สถานที่และเวลาสำหรับการทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มควรใช้เวลานอกชั้นเรียนหรือแยกนักเรียนต่างหากจากห้องเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัยในครั้งนี้ ใช้เกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 เนื่องจากเป็นบทเรียนซึ่งเสนอเนื้อหาวิชาที่จัดอยู่ในประเภทวิชาทักษะและในการสร้างบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มุ่งให้ประโยชน์ในการสอนเสริมและทบทวนเนื้อหา ให้สามารถศึกษาเนื้อหาและฝึกหัดทักษะต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

2.7 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.7.1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในที่นี้หมายถึงเฉพาะแบบทดสอบที่ผู้สอนสร้างเองใช้เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น เป้าหมายสำคัญของการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือ ต้องการให้ได้ข้อมูลและข้อเสนอ (Information) เกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของนักเรียน นักศึกษาที่เที่ยงตรง (Valid) เชื่อถือได้ (Reliable) และนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยแบ่งขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 8 ขั้นตอน (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535 : 51-61) ได้แก่

1. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดสอบ (Determining the Purpose of Test)
2. การสร้างแผนผังสร้างแบบทดสอบ (Developing the Test Specification)
3. การเลือกประเภทข้อสอบ (Selecting Appropriate Item Test)
4. การเขียนและทำร่างข้อสอบ (Preparing Relevant Test Items)
5. การจัดทำชุดแบบทดสอบ (Assembling the Test)
6. การนำแบบทดสอบไปใช้งาน (Administering the Test)
7. การตรวจและประเมินผล (Appraising the Test)
8. การนำผลการทดสอบไปใช้ (Using the Results)

จากขั้นตอนการทดสอบทั้ง 8 ประการ ดังกล่าวเฉพาะขั้นตอนที่ 1-5 เท่านั้นเป็นขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

2.7.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ขั้นตอนแรกจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของการทดสอบว่าจะทดสอบก่อนว่าจะทดสอบไปทำไม ปกติการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่ใช้ในห้องเรียนจะมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง 4 ประการ ได้แก่

1. ทดสอบเพื่อจัดตำแหน่งจัดกลุ่ม (Placement Testing) เป็นการทดสอบก่อนการเรียนการสอน (Pretest) เพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถ ทักษะอะไรแล้วบ้างและมีความพร้อมมากน้อยเพียงใด จะได้จัดกลุ่มและวางแผนการสอนได้ถูกต้อง ถ้าเป็นการทดสอบเพื่อดูความพร้อมการคำนวณเนื้อหาที่ใช้ถามจะค่อนข้างมีขอบเขตเฉพาะเรื่อง เช่น วิชาคณิตศาสตร์ ก็อาจจะถามเฉพาะทักษะการคำนวณ ภาษาอังกฤษก็ถามเฉพาะหลักไวยากรณ์ เป็นต้น ระดับความยากง่ายก็ต้องเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายหน่อย เพราะเป็นการวัดความสามารถขั้นต่ำสุดและควรใช้แบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลักษณะอิงเกณฑ์ แต่ถ้าเป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบความรู้ พื้นฐานจะต้องสอบวัดผลการเรียนรู้เหมือนการทดสอบเพื่อสรุปผล คือ สอบวัดเนื้อหากว้างๆ และวัดให้ครบตามวัตถุประสงค์ของการสอนที่กำหนดไว้ แบบทดสอบที่ใช้จึงเป็นแบบอ้างอิงกลุ่มระดับความยากจึงต้องกระจายกว้างๆมาก ระหว่าง 0.2-0.8

2. ทดสอบเพื่อกำกับดูแล (Formative Testing) เป็นการทดสอบระหว่างเรียน เพื่อดูความก้าวหน้าของผลการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น เนื้อหาการสอบจะครอบคลุมเพียงส่วนหนึ่งของการสอน เช่น บทเดียว หน่วยเดียวหรือทักษะบางประการเท่านั้น ข้อสอบจึงอาจจะง่ายหรือยากก็ได้แล้วแต่เนื้อหาการเรียนรู้ที่ทดสอบ ปกติจะใช้แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ แต่แบบอิงกลุ่มก็ใช้ได้และจะไม่นำผลไปรวมให้คะแนนเป็นผลการเรียนรู้ในตอนจบการเรียนการสอนวิชานั้น

3. ทดสอบเพื่อวินิจฉัย (Diagnostic Testing) เป็นการทดสอบเพื่อมุ่งค้นคว้า นักเรียนนักศึกษารู้อะไร ไม่รู้อะไรและทำไมจึงไม่รู้ ทำให้ทราบรายละเอียดของแหล่งความผิดพลาดในการเรียนรู้ (Learning error) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องถามเฉพาะเรื่อง แตกต่างจากข้ออื่นอย่างชัดเจนและมุ่งถามเฉพาะเรื่อง ในส่วนที่นักเรียนควรรู้แต่คาดว่าจะไม่รู้เรื่อง ระดับความยากของข้อสอบค่อนข้างจะต่ำหน่อย

4. ทดสอบเพื่อหาข้อสรุป (Summative Test) เป็นการทดสอบเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนของแต่ละวิชา เพื่อให้ได้คะแนนผลการเรียนหรือรับรองผลการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังใช้ประเมินผลการเรียนหรือรับรองผลการเรียนรู้นอกจากนั้นยังใช้ประเมินผลประสิทธิภาพ การสอนด้วยลักษณะแบบทดสอบที่ใช้แบบอิงกลุ่ม ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาอย่างกว้างๆ และครบถ้วนทุกเนื้อหาที่สอน ระดับความยากจะกระจายกว้างมากระหว่าง 0.2 - 0.8

2.7.3 การสร้างแผนผังสร้างแบบทดสอบ

ขั้นตอนที่สองของการสร้างแบบทดสอบ คือ จะต้องกำหนดว่าจะวัดอะไรบ้าง ทั้งเนื้อหา (Content or Subject Matter) และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) และจะวัดอย่างละเท่าไร การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้มีวิธีที่ใช้กันทั่วไป ซึ่งเรียกชื่อว่าตารางแผนผังสร้างข้อสอบ (Table of Specification) เป็นตารางสองทางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดการสร้างตารางแผนผังสร้างข้อสอบจะประกอบด้วยงานที่ต้องทำ 3 ประการ ได้แก่

1. การแจงวัตถุประสงค์การสอน (List of Instructional Objectives) วัตถุประสงค์การสอนนั้นจะต้องเขียนไว้ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ ในการสร้างแบบทดสอบจะต้องกำหนดว่าจะวัดพฤติกรรมอะไรบ้าง เช่น ด้านความรู้-ความคิดอาจจะกำหนดว่าพฤติกรรมว่าต้องการวัดพฤติกรรม ความรู้คำศัพท์ ความรู้ข้อเท็จจริง ความเข้าใจ การนำไปใช้และการประเมินค่าเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแจงเนื้อหาวิชาที่สอน เป็นการแจงเนื้อหาเป็นข้อใหญ่ๆ (Major Topics) ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่สอนทั้งหมดและพยายามแจงเป็นรายละเอียดหัวข้อย่อย (Sub Topic) ให้ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อใหญ่นั้น

3. การจัดทำตารางสองทาง จะให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นแนวตั้งและเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นแนวนอนแจกแจงรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดกับรายการเนื้อหาที่สอนเป็นตาราง สมมติว่า ต้องการสร้างตารางแผนผังการสร้างข้อสอบวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม โดยวิชานี้มีวัตถุประสงค์การสอนต้องการให้นักเรียนรู้คำศัพท์ รู้ข้อเท็จจริง (Knows Specific Facts) เข้าใจหลักการและข้อสรุปอ้างอิง (Understands Principles and Generalizations) นำไปใช้ในการตีความหมายแผนผังและกราฟได้ ส่วนเนื้อหาวิชาประกอบด้วยพฤติกรรมมนุษย์ ระบบนิเวศทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมมลภาวะ ปัญหาและผลกระทบของมลภาวะ การควบคุมและป้องกันมลภาวะและปัญหาประชากรตารางสองทางจะเป็นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนผังการสร้างข้อสอบวิชามนุษย์กับสิ่งแวดล้อม

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					รวม
	รู้คำศัพท์	รู้ข้อเท็จจริง	เข้าใจ	นำไปใช้	ตีความหมาย	
- พฤติกรรมของมนุษย์	2	2	3	2	1	10
- ระบบนิเวศ	2	2	2	3	1	10
- ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม	3	3	3	4	2	15
- มลภาวะ	2	2	3	2	1	10
- การควบคุมและการป้องกันมลภาวะ	3	3	4	4	1	15
- ปัญหาประชากร	4	4	5	5	2	20
รวม	20	20	25	25	10	100

สำหรับตัวเลขในตารางนั้นได้จากการแจงวัตถุประสงค์หรือพฤติกรรมออกเป็น 5 ประการ และให้น้ำหนักเป็น 20, 20, 25, 25 และ 10 ซึ่งได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การสอน ส่วนทางด้านเนื้อหา มี 7 หัวข้อ ให้น้ำหนัก 10, 10, 15, 10, 20, 15 และ 20 ตามความสำคัญของเนื้อหาที่สอนหรือตามสัดส่วนของชั่วโมงที่สอนสำหรับค่าในแต่ละช่องนั้นหาได้จากเอาผลรวมตามแนวนอนหรือแนวตั้ง (R) คูณกับผลรวมตามแนวตั้ง (C) หารด้วยผลรวมตามแนวนอนหรือแนวตั้ง (N) เช่น ต้องการหาค่าในช่อง รู้คำศัพท์ของเนื้อหาระบบนิเวศจะเท่ากับ (10×20)/100 = 2 ทำนองเดียวกันตัวเลขในช่องอื่นๆ ก็หาได้ ถ้าหาผลหารไม่ลงตัวจะต้องปัด จะปัดขึ้นหรือปัดลงก็ขอให้ดูผลรวมตามแนวนอนและแนวตั้งเป็นเกณฑ์หรือบางช่องอาจจะไม่ออกข้อสอบวัดเลยก็ได้ แล้วแต่ความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การเลือกประเภทข้อสอบ

ข้อสอบที่ใช้ในการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่นิยมกันทั่วไปมี 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ข้อสอบแบบปรนัย (Objective Item) กับข้อสอบแบบความเรียง (Essay Item) การจะเลือกใช้แบบใดควรพิจารณากำหนดจากผลของการเรียนรู้ที่ต้องการวัดและข้อดี ข้อจำกัดของข้อสอบแต่ละประเภท

2.7.5 การเขียนและทำร่างข้อสอบ

จากเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด ผู้เขียนข้อสอบจะต้องสร้างสถานการณ์ สร้างปัญหาและกำหนดกิจกรรมย่อยๆ ขึ้นใช้เป็นตัวคำถาม (Stem) ถ้าเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบก็ต้องกำหนดตัวเลือก (Option) ให้ด้วย แหล่งที่จะกำหนดสถานการณ์ ปัญหาและกิจกรรมอาจจะใช้ตำรา (Textbooks) หนังสืออ่านประกอบ (Reading Assignments) คำบรรยาย (Lectures) และเรื่องที่อภิปรายซักถามในชั้นเรียนและควรใช้จากหลายๆ แหล่ง ไม่ควรใช้ตำราเล่มเดียว ควรใช้ความเห็นของผู้สอนและผู้ชำนาญการทางหลักสูตรหลายๆ คนผสมกัน จะทำให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพดีมากขึ้น

การร่างและเขียนข้อสอบโดยทั่วไปควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ต้องเขียนข้อสอบฉบับร่างให้ตรงตามตารางแผนผังการสร้างข้อสอบที่กำหนดไว้

2. ฉบับร่างครั้งแรกต้องสร้างเผื่อไว้มากๆ ไม่น้อยกว่า 25 % ของข้อสอบที่ต้องการใช้จริง

3. เมื่อเขียนฉบับร่างแล้วทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน แล้วนำมาตรวจสอบเอง เพื่อดูความผิดพลาดทั้งด้านวิชาการ ภาษาและความเรียงร้อยของรูปแบบและจัดพิมพ์

4. ข้อสอบควรเขียนเป็นวลีจะดีกว่าเขียนเป็นประโยค เพราะถ้าเขียนเป็นประโยคมักจะต้องมีคำคุณศัพท์และคำกริยาวิเศษณ์บางคำด้วยเสมอ ซึ่งจะต้องระมัดระวังในการนำมาใช้ เช่น ข้อสอบ ถูก-ผิด ถ้าในประโยคมีคำว่า "เสมอ ไม่เคย ทั้งหมด นอกจาก" จะเป็นข้อความหรือประโยคที่ต้องตอบว่าผิด มากกว่า ถูก ขณะเดียวกัน ถ้ามีคำว่า "อาจจะบางครั้ง ตามกฎโดยทั่วไป" จะเป็นคำตอบที่ถูกมากกว่า

5. ระดับความยากของข้อสอบควรพอเหมาะกับผู้สอบและเนื้อหาที่สอบ ถ้าเป็น**แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ข้อสอบที่สร้างก็ง่ายหรือยากตามความยากง่ายของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด แต่ผู้สอบจะต้องตอบถูกถึง 80-100 % จึงจะถือว่าสอบผ่าน แต่ถ้าเป็นแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม ระดับความยากของข้อสอบดังนี้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเลือก (ถูก-ผิด)	ระดับความยากเฉลี่ยควรเป็น	75 %
สามตัวเลือก (ถูก-ผิด)	ระดับความยากเฉลี่ยควรเป็น	67 %
สี่ตัวเลือก (ถูก-ผิด)	ระดับความยากเฉลี่ยควรเป็น	63 %
ห้าตัวเลือก (ถูก-ผิด)	ระดับความยากเฉลี่ยควรเป็น	60 %
เติมคำ (ถูก-ผิด)	ระดับความยากเฉลี่ยควรเป็น	50 %

6. ทดสอบกำหนดความเร็ว (Speed Test) อย่างน้อยต้องให้ผู้สอบ 85-90 % สอบเสร็จภายในเวลาที่กำหนด การที่จะกำหนดว่าแบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีความยาวเท่าใด นั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสอบ ชนิดข้อสอบที่ใช้ อายุของผู้สอบและระดับของความเที่ยงที่ต้องการให้แบบทดสอบนั้นนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปกติแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในเวลา 1 คาบ (50 นาที) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมปลาย ข้อสอบแบบปรนัย ควรใช้ 30 ข้อ แต่ถ้าเป็นแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม นักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย เวลา 1 คาบ จะต้องใช้ไม่น้อยกว่า 100 ข้อ คือ ใน 1 นาที ถ้าวัดความรู้ต้องใช้ 2 ข้อ ถ้าวัดความเข้าใจหรือการนำไปใช้ก็ใช้ 1 ข้อ

7. ข้อสอบที่สร้างจะต้องไม่ยาก-ง่าย หรือผิดถูกด้วยภาษา หมายความว่า ข้อสอบทุกข้อต้องใช้ภาษาที่ง่ายที่สุด ทุกคนอ่านเข้าใจได้อย่างชัดเจน เข้าใจความหมายได้ตรงกัน

การเขียนข้อสอบเป็นขั้นตอนแรกของการทำร่างและเขียน ข้อสอบเมื่อเสร็จแล้วจะต้องทำบรรณาธิการ (Editing) คือ ตรวจสอบความถูกต้องชัดเจนของภาษาที่ใช้ จะต้องไม่กำกวม คำถามไม่ซ้ำซ้อนกันและจะต้องไม่มีคำถามที่ไม่ให้ประโยชน์อะไรเลย จากนั้นต้องนำไปทดลองใช้เพื่อตรวจความถูกต้อง ตรวจสอบความสมบูรณ์ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อและปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการทำร่างและเขียนข้อสอบนี้อาจจะต้องทำซ้ำกันหลายๆครั้ง จนกว่าจะได้ข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวนมาก

2.7.6 การจัดทำชุดแบบทดสอบ

เมื่อสร้างข้อสอบเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว ก็ถึงการจัดทำรวมเป็นชุดแบบทดสอบขั้นตอนการจัดทำชุดแบบทดสอบนี้อาจจะต้องใช้การประชุมปรึกษาหารือกันระหว่างผู้เกี่ยวข้อง เพื่อทบทวน (Reviewing) คัดเลือก (Selecting) จัดเรียง (Arranging) และจัดทำคำสั่ง คำชี้แจงดังนี้

1. การทบทวนและคัดเลือกข้อสอบ เมื่อสร้างข้อสอบเสร็จแล้วควรทิ้งไว้ก่อนประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้นนำมาทบทวนและคัดเลือกโดยคำนึงถึงทั้งฐานะเป็นนักเรียนนักศึกษาที่สอนและฐานะครูอาจารย์ที่สร้างข้อสอบนั้น ในการทบทวนควรตั้งคำถาม ถามตนเองดังนี้

1.1 รูปแบบข้อสอบ (Item Format) เหมาะสมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัดหรือไม่

1.2 ข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามตารางแผนผังสร้างข้อสอบที่กำหนดขึ้นไว้เรื่องใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ข้อสอบที่วัดนั้นเขียนขึ้นด้วย ภาษาที่สั้น กะทัดรัดชัดเจนหรือไม่และมีการใช้ภาษาที่ยืดยาวไปบ้างหรือไม่

1.4 ข้อสอบนั้นมีความยากง่ายที่พอเหมาะ

1.5 ข้อสอบนั้นสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้หรือไม่และคำตอบเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการ

1.6 ข้อสอบนั้นปราศจากการลำเอียงทางด้านเชื้อชาติ เพศ ศาสนา วัฒนธรรมและภูมิภาค

1.7 ข้อสอบนั้นมีการใช้ภาษา คำศัพท์ทางวิชาการ ตัวสะกด การันต์ ถูกต้อง

2. การจัดเรียงข้อสอบ การนำข้อสอบมารวมกันเป็นชุดจำเป็นต้องจดเรียงข้อสอบตามหลักการจะจัดเรียงตามประกาศข้อสอบ ผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัด ความยากง่ายของข้อสอบและลักษณะเนื้อหาวิชาที่สอน ถ้าจัดเรียงตามประเภท ข้อสอบจะเรียงจาก

2.1 แบบถูก-ผิด (True False)

2.2 แบบจับคู่ (Matching Items)

2.3 แบบตอบสั้น (Shot-Answer Items)

2.4 แบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Items)

2.5 แบบฝึกหัดตีความ (Interpretive Exercise)

2.6 แบบเรียงความ (Essay Questions)

แต่ละประเภทจะเรียงตามลำดับจากง่ายไปหายากและจะเรียงตามลักษณะเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่ต้องการวัดไปพร้อมกันเลยก็ได้ แต่จะต้องเรียงจากเนื้อหาและพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ง่ายๆ แล้วค่อยๆเพิ่มยากขึ้น พร้อมกับให้หมายเลขข้อสอบเรียงตามลำดับด้วย

3. แบบทดสอบแบ่งเป็นตอนๆ หรือเป็นประเภทข้อสอบจะต้องมีคำสั่งแยกกันด้วย ปกติคำสั่ง คำชี้แจงจะต้องทราบ ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

3.2 จำนวนเวลาที่กำหนดให้ตอบ

3.3 ลักษณะการตอบต้องระบุว่าให้ตอบอย่างไร เช่น ให้เติมคำให้ตอบว่าถูกหรือผิดให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว เป็นต้น

3.4 วิธีการบันทึกคำตอบ จะให้บันทึกคำตอบอย่างไร เช่น ให้เขียนตอบลงในข้อสอบ ให้ทำเครื่องหมายกากบาททับตัวอักษรหน้าข้อที่เลือกลงในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการที่ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาททางการเรียนการสอน เป็นที่ยอมรับในวงการทางการศึกษาในลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนนักศึกษา นักวิชาการรวมถึงนักเทคโนโลยีทางการศึกษา มีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพบทเรียนช่วยสอน โดยมีผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

กอบชัย สิริพงศ์ดี (2546 : 45-46) ได้พัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการออกแบบวงจรพิมพ์ด้วยโปแกรม Protel โดยทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.44/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

ดุสิต พันธุ์พฤกษ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาชีววิทยา ว.104 เรื่องการย่อยอาหารของคน โดยทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ จำนวน 30 คน พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.83/81.08 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ทองอินทร์ ไหวดี (2546 : 65) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลพื้นฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต โดยทดลองใช้กับนักศึกษาภาคปกติ ระดับปริญญาตรี 4 ปี สถาบันราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 40 คน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77) ในระดับดีมาก ส่วนประสิทธิภาพเท่ากับ 86.25/85.08 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

นพพร น้อยวัฒนกุล (2547 : 43-44) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การไหลของของไหล โดยทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรมและสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จำนวน 30 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ (2547 : 65-69) ได้พัฒนาหาคุณภาพและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ยาเสพติดสำหรับเยาวชน โดยทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 25 คน พบว่าคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96) ส่วนประสิทธิภาพเท่ากับ 82.11/83.06 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ภิญโญ จูลี (2546 : 49) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้าโดยทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2545 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จำนวน 20 คน พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.57/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

สมบูรณ์ ฉัตรอำไพพรรณ (2547 : 47-51) ได้หาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการใช้งานเตาอบไมโครเวฟ โดยทดลองกับพนักงานบริษัทแกล็ซโซ สมิทไคลน์ (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.67/82.83 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุทธี ทับทองดี (2546 : 63-67) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติของท่อนำคลื่นทรงสี่เหลี่ยม ในย่านความถี่สูง โดยทดลองกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ จำนวน 15 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดิศัย ตั้งรุจิกุล (2547 : 75-76) ได้หาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องการใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้นสำหรับพนักงานของบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ได้ทดลองกับพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์ของฝ่ายบริหารงานข้อมูลทางธุรกิจ ฝ่ายพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่องานจัดการองค์กรและฝ่ายปฏิบัติการทางเทคโนโลยีสารสนเทศ บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) จำนวน 20 คน พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.11/89.16 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีหรืออาจจะไม่แตกต่างกับการเรียนการสอนแบบปกติ คอมพิวเตอร์จะเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้โดยใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ เช่น การเสริมแรงและการตอบสนองความต้องการ จึงทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีได้ ผู้วิจัยจึงนำระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 89 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการสร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมจากการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสาร ตำราและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

2. วิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์เนื้อหาโดยการแยกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ เพื่อนำไปสู่รายละเอียดของเนื้อหาและให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก

3. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกแต่ละส่วน ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องความรู้เบื้องต้นของระบบ GPS

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของระบบ GPS ได้

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกส่วนประกอบของระบบ GPS ได้

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนอธิบายการประยุกต์ใช้งานระบบ GPS ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องหลักการทำงานของระบบ GPS

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงโครงสร้างของข้อมูลและสัญญาณที่ใช้ในระบบได้

2.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกถึงหลักการทำงานของระบบ GPS ได้

2.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หลักการใช้รหัสสุ่มเทียมและการใช้วิธีอนุพันธ์ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องหลักการระบุพิกัดตำแหน่ง

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

3.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการระบุตำแหน่งบนพื้นโลกของระบบ GPS

3.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการอ้างอิงพิกัดตำแหน่งของระบบ GPS ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

4.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกประเภทและระบุประเภทของเครื่องรับสัญญาณ GPS ได้

4.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หลักการทำงานของเครื่องรับสัญญาณระบบ GPS ได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องโปรโตคอลของระบบ GPS

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

5.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายมาตรฐานโปรโตคอลที่ใช้ในระบบ GPS

5.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบโปรโตคอลแต่ละรูปแบบได้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องขีดจำกัดของระบบ GPS

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

6.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกปัญหาที่ถูกจำกัดภายในระบบ GPS ได้

6.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกถึงแหล่งที่มาของปัญหาในระบบ GPS ได้

4. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยออกแบบผังงาน (Flowchart) และเขียนบทดำเนินเรื่อง (Story Board) ของบทเรียนแต่ละส่วน โดยศึกษาเนื้อหาจากหนังสือและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อทำการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของบทเรียน

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จัดทำเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5) ด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับที่ดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14) และได้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

6.1 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

6.1.1 ควรกระชับเนื้อหาและตัดเนื้อหาที่ไม่จำเป็นออก

6.1.2 เนื้อหาบางส่วนควรหาภาพเพิ่มเติมและจัดลำดับให้เหมาะสม

6.2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

6.2.1 การควบคุมเสียงควรมีการสร้างปุ่มปิดและเปิดเสียง

6.2.2 การนำเสนอเนื้อหาแต่ละส่วนไม่ควรใช้สีสันและลูกเล่นมากนัก

6.2.3 ควรเพิ่มความเหมาะสมในการใช้เสียงประกอบ

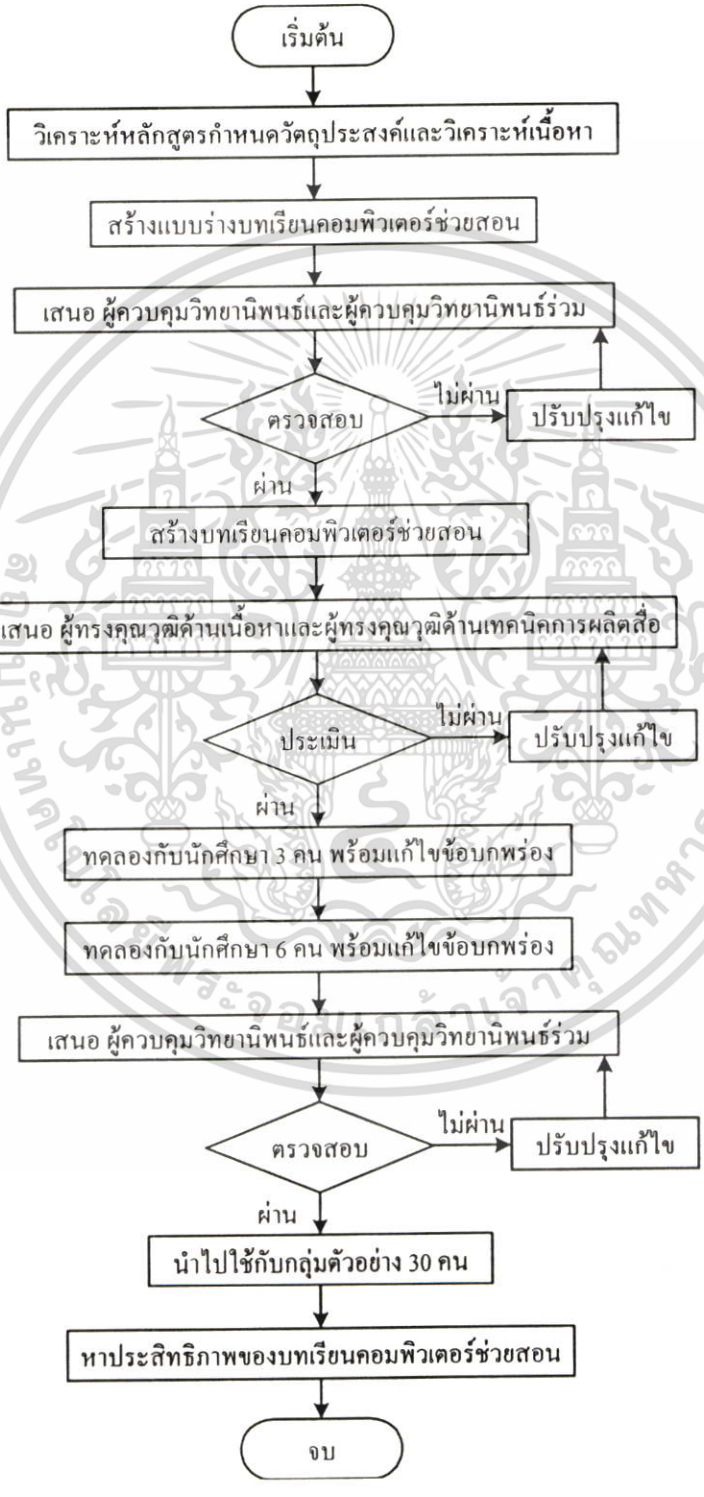
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงและทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม จำนวน 3 คน คือ ผู้ที่มีผลการเรียนดี ผลการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปานกลางและผลการเรียนต่ำ อย่างละ 1 คน โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาคัดเลือก ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ดังนี้

7.1 การนำเสนอการเข้าสู่บทเรียนใช้เวลานานเกินไป

7.2 เงื่อนไขการเข้าสู่แบบทดสอบมีมากเกินไป



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเป็นครั้งที่ 2 จำนวน 6 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลการเรียนดี 2 คน ผลการเรียนปานกลาง 2 คน และผลการเรียนต่ำ 2 คน โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาคัดเลือก ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน ดังนี้

8.1 ปรับปรุงรูปแบบเสียงการเข้าสู่บทเรียนให้น่าสนใจยิ่งขึ้น

8.2 การควบคุมเสียงควรต่อเนื่องกันไม่ควรเริ่มต้นใหม่

9. นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมซ้ำอีกครั้งก่อนนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

10. ทำการทดลองภาคสนามกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน นำผลที่ได้จากการทดลองภาคสนามมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่ไม่ต่ำกว่า 80/80

3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนแบบทดสอบและการวิเคราะห์แบบทดสอบ

2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหากับวัตถุประสงค์

3. สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์การเรียน จำนวน 87 ข้อ

4. นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อทำการพิจารณาตรวจสอบหาข้อบกพร่องของแบบทดสอบพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อ จำนวน 3 ท่าน ร่วมตรวจสอบและพิจารณาว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้สูตร IOC (Index of Object Congruency) หรือดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ ซึ่งจะต้องมีค่ามีตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป กรณีที่แบบทดสอบบางข้อมีค่าต่ำกว่า 0.5 จะทำการปรับเปลี่ยนตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

5.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ดังสูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538 : 88-89)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

5.2 เกณฑ์การให้คะแนน

+1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

-1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

เมื่อพิจารณาพบว่าแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 67 ข้อ และดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.0

6. ทำการเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ซ้ำอีกครั้ง เพื่อทำการพิจารณาตรวจสอบ ก่อนนำไปทดลอง

7. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังด้วย จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r)

7.1 สูตรที่ใช้ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (อ้างใน กอบชัย สิริพงศ์ดี. 2546 : 32)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L} \quad (3.2)$$

เมื่อ p หมายถึง ความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

N_L หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

สำหรับแบบทดสอบที่ใช้จะต้องมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบสำหรับค่าความยากง่าย

ค่า p	ความหมาย	ผลการพิจารณา
0.80 – 1.00	ค่าความยากง่ายสูง	เป็นแบบทดสอบที่ง่ายมาก
0.60 – 0.79	ค่าความยากง่ายค่อนข้างสูง	เป็นแบบทดสอบที่ง่าย
0.40 – 0.59	ค่าความยากง่ายปานกลาง	เป็นแบบทดสอบที่ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่าความยากง่ายค่อนข้างต่ำ	เป็นแบบทดสอบที่ยาก
0.00 – 0.19	ค่าความยากง่ายต่ำ	เป็นแบบทดสอบที่ยากมาก

7.2 สูตรที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (อ้างใน กอบชัย สิริพงศ์ดี. 2546 : 32)

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H} \qquad (3.3)$$

เมื่อ r หมายถึง อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง

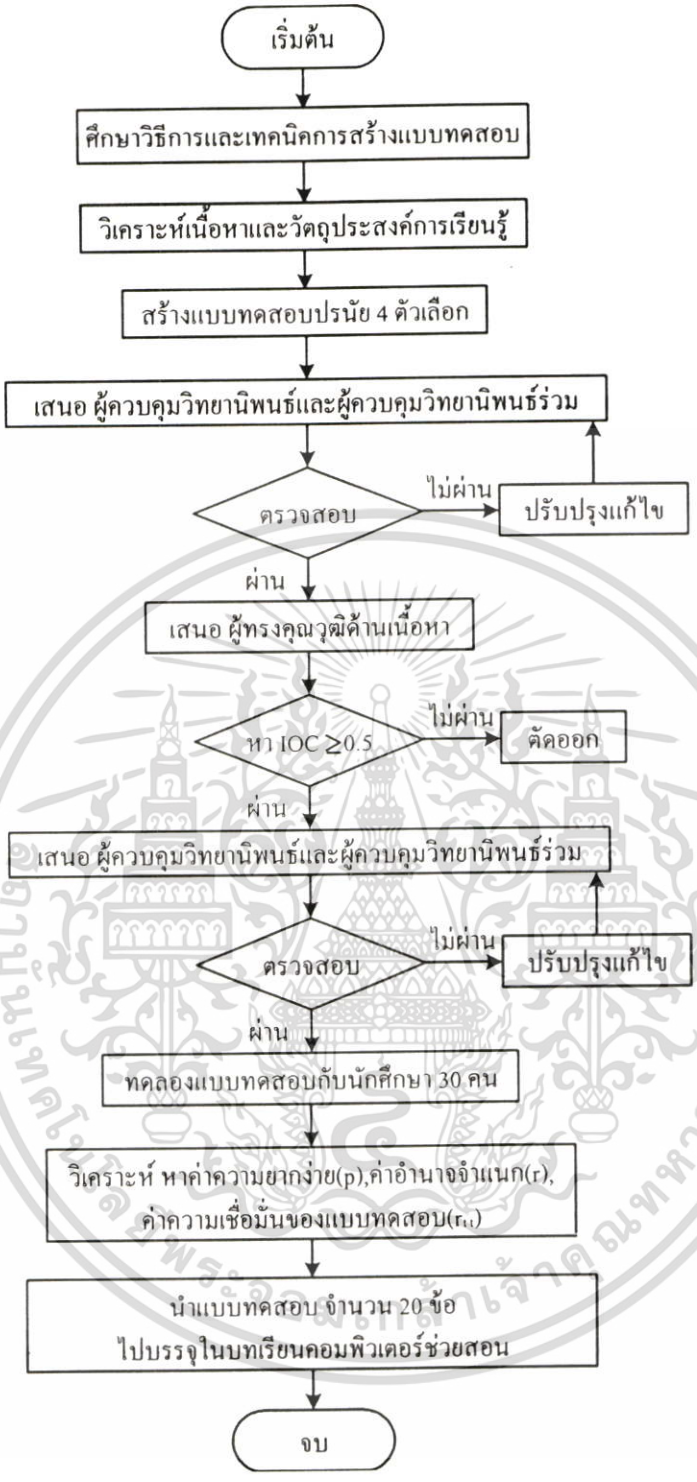
สำหรับแบบทดสอบที่ใช้ได้จะต้องมีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกแบบทดสอบสำหรับค่าอำนาจจำแนก

ค่า r	ความหมาย	ผลการพิจารณา
0.40 – 1.00	อำนาจจำแนกสูง	เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดีที่สุด
0.30 – 0.39	อำนาจจำแนกปานกลาง	เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพปานกลาง
0.20 – 0.29	อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ	เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพพอใช้
0.00 – 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	เป็นข้อสอบที่ใช้ไม่ได้

ผลการวิเคราะห์พบว่ามีแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 37 ข้อ จากแบบทดสอบทั้งหมด 67 ข้อ มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.23 - 0.8 และอำนาจจำแนกระหว่าง 0.27 - 0.53 จากนั้นผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแผนภูมิการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ ไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นเพื่อวัดความสม่ำเสมอ ไม่เปลี่ยนแปลงไปมาไม่ว่าจะทำการทดสอบกี่ครั้งก็ตาม โดยใช้สูตร KR20 ของ Kuder-Richardson (รวีวรรณ ชินะตระกูล.2540 :145)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{s^2}\right\} \quad (3.4)$$

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K หมายถึง จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่งๆ

q หมายถึง สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งๆ (1- p)

s^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวนของคะแนน

ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.87

9. นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ไปบรรจุอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพต่อไป

3.2.3 แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเป็นทางด้านเนื้อหาและการผลิตสื่อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อของแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. นำแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3. สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และกำหนดเป็นคะแนนดังนี้

5 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

3 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีการแปลความหมายของการประเมินคุณภาพเป็นดังนี้ คือ

4.50 - 5.00 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก

3.50 - 4.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี

2.50 - 3.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพอใช้

1.00 - 1.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุง

4. นำแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ทำการประเมินเป็นที่เรียบร้อยแล้วมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินแต่ละส่วนจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพและถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ต้องทำการแก้ไขปรับปรุงในส่วนที่บกพร่องเพื่อให้มีคุณภาพที่เหมาะสม

5. ทำการเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อีกครั้งเพื่อการตรวจสอบและปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบทพื้นโลก ไว้ดังนี้

1. ทำการติดต่อขอหนังสืออนุญาตจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

2. ติดต่อและขออนุญาต ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3. ติดต่อนัดหมายขอใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และตรวจความเรียบร้อยของคอมพิวเตอร์รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เช่น หูฟัง โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ที่ผ่านการประเมินจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผ่านการทดลองใช้กับนักศึกษาและผ่านการปรับปรุงแก้ไขมาแล้ว มาทดลองใช้กับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 จัดสถานที่การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ทำการแนะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้กับผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผู้เรียนศึกษารายละเอียดและทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 20 ข้อ

4.4 ผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก พร้อมทั้งทำแบบทดสอบแต่ละหน่วย

4.5 เมื่อศึกษาครบทุกหน่วยผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อหาค่า t-test แบบ Dependent Samples

4.6 ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามสูตร E_1/E_2

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติต่างๆดังนี้

1. วิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 สูตรหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 163)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad (3.5)$$

เมื่อ $\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนการประเมินคุณภาพบทเรียน

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 สูตรการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 178)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X-\overline{X})^2}{n-1}} \qquad (3.6)$$

เมื่อ S.D. หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง คะแนนแต่ละค่าของชุดข้อมูล

$\overline{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง

n หมายถึง จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) จากสมการตามเกณฑ์ E_1/E_2 (สังคม ภูมิพันธ์. 2535 : 14-17)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \qquad (3.8)$$

เมื่อ E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียน ระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการทดลอง

$\sum F$ หมายถึง คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังสิ้นสุดการทดลองปฏิบัติการ

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายหน่วยการทดลอง

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังสิ้นสุดการทดลองปฏิบัติการ

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนใช้สูตร t-test แบบ Dependent Samples ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .05 (อ้างใน นักรบ ซุ่มอารมณ์. 2547 : 41-42)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}}, \quad df = n-1 \qquad (3.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ t หมายถึง ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D หมายถึง ผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D$ หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$(\sum D)^2$ หมายถึง ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งหมดกำลังสอง

n หมายถึง จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย

4.1 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

4.1 ผลการหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผ่านการประเมินจากท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านละ 3 ท่าน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพก่อนนำไปทดลองใช้ ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

รายการการประเมินด้านเนื้อหา	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.67	.58	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของการแบ่งเนื้อหา	4.33	.58	ดี
3. การจัดลำดับ เหตุการณ์ของเนื้อหา	5.00	.00	ดีมาก
4. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา	4.33	.58	ดี
5. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.33	.58	ดี
6. การดำเนินเนื้อหามีความต่อเนื่อง	4.33	.58	ดี
7. ภาพที่ใช้นำเสนอมีความถูกต้อง	4.00	.00	ดี
8. ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหา	5.00	.00	ดีมาก
9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียนและระดับชั้น	4.67	.58	ดีมาก
10. เนื้อหาช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน	5.00	.00	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1(ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

รายการการประเมินด้านเนื้อหา	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
11. จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ	4.00	1.00	ดี
12. ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายบทเรียน	4.33	.58	ดี
รวม	4.50	.29	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.5 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.29 ซึ่งมีระดับคุณภาพของอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้และพบอีกว่าการจัดลำดับเหตุการณ์ของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหาและเนื้อหาช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.00 อยู่ในระดับดีมาก ส่วนภาพที่ใช้นำเสนอ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. รูปแบบการจัดหน้าจอของบทเรียน	4.00	.00	ดี
2. การนำเข้าสู่บทเรียน	4.33	.58	ดี
3. ความเหมาะสมของสีสันการนำเสนอ	3.67	.58	ดี
4. ความเหมาะสมของการใช้เสียงประกอบ	4.00	1.00	ดี
5. ความเหมาะสมของการใช้ภาพเคลื่อนไหว	4.00	1.00	ดี
6. การจูงใจและความน่าสนใจของบทเรียน	4.00	1.00	ดี
7. ความสะดวกและความง่ายของการใช้โปรแกรม	4.33	.58	ดี
8. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4.67	.58	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและภาพ	4.33	.58	ดี
10. ภาพที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา	4.33	.58	ดี
11. ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพและเนื้อหา	4.00	.58	ดี
12. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน	4.00	1.00	ดี
รวม	4.14	.59	ดี

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ทางเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.14 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 มีระดับคุณภาพของอยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้และพบอีกว่าความชัดเจนของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรยายที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับดีมาก ส่วนความเหมาะสมของสีสันการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 3.67 อยู่ในระดับดี

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน ซึ่งผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน	30	26.13	87.10 (E_1)	80 (E_1)
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	20	17.07	85.35 (E_2)	80 (E_2)

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก มีประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ 87.10/85.35 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐาน คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน ซึ่งสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดสอบ	คะแนนสอบ		ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	D	D^2	t
	เต็ม	ค่าเฉลี่ย				
คะแนนก่อนเรียน	20	7.73	1.36	-280	2,690	-31.44*
คะแนนหลังเรียน	20	17.07	1.23			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (α = .05, df = 29, t = 2.045)

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 7.73 และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 17.07 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ซึ่งสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่มีคุณภาพ

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

5.1.2 สมมุติฐานของการวิจัย

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 89 คน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน โดยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ที่ผ่านการประเมินคุณภาพและความเห็นชอบจากท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกและชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียนและการปฏิบัติ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยให้ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

3. ในระหว่างดำเนินการทดลองจะมีการติดตามเก็บข้อมูลก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัย

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสามารถแบ่งได้ 3 ส่วน ดังนี้

1. คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่ผ่านความคิดเห็นของท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเนื้อหามีคุณภาพในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50) ส่วนทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14)

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) เท่ากับ 87.10/85.35 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐาน คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐาน

5.2 อภิปรายผล

1. ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 จัดอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้าและศึกษามีความถูกต้อง สมบูรณ์ และเหมาะสมกับผู้เรียน ผู้วิจัยยังเน้นในเรื่องความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ การจัดลำดับเหตุการณ์ของเนื้อหาและการเพิ่มทักษะการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้คุณภาพของเนื้อมีมากที่สุด ส่วนทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 จัดอยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีการจัดรูปแบบการนำเสนอและองค์ประกอบเสียงทั้งเสียงที่บรรยายเสียงประกอบต่างๆ การนำภาพที่มีความเหมาะสม การสร้างให้สะดวกต่อการใช้งานและสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ (2547 : บทคัดย่อ) การพัฒนาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ยาเสพติดสำหรับเยาวชน พบว่ามีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96)

2. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 87.10 ส่วนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 85.35 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเพิ่มทักษะความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาและมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตลอดเวลาที่ศึกษา ในส่วนของการออกแบบภาพประกอบเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้เพิ่มรูปแบบการใช้ภาพเคลื่อนไหวเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งการที่ผ่านการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและผ่านการทดลองใช้มาแล้ว 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำไปทดลองจริง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสาเหตุที่ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เนื่องจากผู้เรียนได้ผ่านบทเรียนแต่ละหน่วยแล้วทำแบบทดสอบทันทีทำให้กระบวนการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนครบทุกหน่วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภิญโญ จูลี (2546 : 49) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้า พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.57/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และงานวิจัยของทองอินทร์ ไหวดี (2546 : 65) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลพื้นฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.25/85.08 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

ซึ่งทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมเรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 7.73 และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 17.07 แสดงให้เห็นว่าหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเป็นบทเรียนที่มีทั้งเสียง ภาพเคลื่อนไหวและองค์ประกอบต่างๆ ในการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจได้ง่าย ในขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมได้เพื่อความเข้าใจกับเนื้อหานั้นๆ เท่าที่ผู้เรียนต้องการ เป็นผลให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเพิ่มขึ้นจากเดิม จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนพพร น้อยวัฒนกุล (2547 : 43-44) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การไหลของของไหล พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของนักรบ ซุ่มอารมณ์ (2547 : 45-46) ได้ศึกษาการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และงานวิจัยของอดิศัย ตั้งรุจิกุล (2547 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้น สำหรับพนักงานของบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ควรเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียน

2. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ควรให้อิสระในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน แต่ควรมีการชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้น ถึงวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผลการเรียนมีประสิทธิภาพ

3. การศึกษาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ผู้เรียนควรมีความรู้พื้นฐานในเรื่องระบบงานโทรคมนาคมเบื้องต้น เพื่อสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. การปรับปรุงรูปแบบการสอนเพื่อให้สามารถใช้งานในอินเตอร์เน็ตได้ เพื่ออ้างถึงการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกทางอินเตอร์เน็ตที่มีอยู่ตลอดเวลา

2. การพัฒนารูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก ด้วยภาพ 3 มิติ และมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ให้มากยิ่งขึ้น

3. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกให้มีเนื้อหามากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กอบชัย สิริพงษ์ดี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ด้วยโปรแกรม Protel.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ขจรศักดิ์ ป้อมสนาม. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การเชื่อมต่อเส้นใยแสง.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ขนิษฐา ชานนท์. 2532. **เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521. **ระบบสื่อการสอน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2534. **ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.** มหาสารคาม : คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.

ดุสิต พันธุ์พฤกษ์. 2544. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว.104 เรื่องการย่อยอาหารของคน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทองอินทร์ ไหวดี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลพื้นฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทักษิณา สวนานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

นงนุช วรรธนวหะ. 2535. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

นพพร น้อยวัฒนกุล. 2547. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การไหลของของไหล.” **วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.**

นิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ. 2547. **“การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ยาเสพติดสำหรับเยาวชน” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักรบ ซุ่มอารมณ์. 2547. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ต วิชาการสื่อสารด้วยเส้นใยแก้วนำแสง." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาทางอาชีวะและเทคนิคการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บงกช โกษารักษ์. 2544. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ) กรมอาชีวศึกษา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2538. **การวัดและการประเมินผลการศึกษาและการประยุกต์**. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

บุญชม ศรีสะอาด. 2535. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บีแอนด์บีพับลิชชิ่ง.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. 2538. **ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

บูรณะ สมชัย. 2538. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ปนนนท์ นิลรัตน์. 2546. **การกำหนดตำแหน่งบนพื้นพิภพ**. [Online]. Available : http://www.rs.psu.ac.th/gps/gps.htm.

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม. 2547. "เอกสารคู่มือการทดลองปฏิบัติการทางวิศวกรรมโทรคมนาคม." กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.

ภัททิรา เหลืองวิลาศ. 2546. **FLASH MX สร้างแอนเมชั่นอย่างมืออาชีพ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ภิญโญ จูลี. 2546. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้า." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยืน ภู่วรวรรณ. 2531. "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน." **ไมโครคอมพิวเตอร์.** 31(36) : 120-129.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. **วิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

ศุภฤกษ์ ชัยชนะ. 2545. **Global Positioning System**. [Online]. Available : http://www.geocities.com/sup2822911/index.html.

ศูนย์วิชาการสารสนเทศภูมิวิศวกรรม. 2546. **ระบบหาพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก**. [Online]. Available : http://gierc.en.kku.ac.th/article_show.asp?ItemNo=16&gID=10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538. **การประเมินผลการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมบูรณ์ ฉัตรอำไพพรรณ. 2547. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย เรื่อง การใช้งานเตาไมโครเวฟ." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. "คอมพิวเตอร์ดีกว่าตำราเรียนตรงไหน." กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารอัดสำเนา.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. "แนวโน้มการใช้เทคโนโลยีการศึกษากับการจัดการศึกษาไทยในอนาคต." **วารสารครุศาสตร์**. 4(9) : 4-8

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุรางค์ โค้วตระกูล. 2533. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุทธี ทับทองดี. 2546. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวิเคราะห์คุณสมบัติของท่อนำคลื่นทรงสี่เหลี่ยม ในย่านความถี่สูง." วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สังคม ภูมิพันธ์. 2535. "เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา ET 535 การออกแบบและการผลิตเพื่อการสื่อสาร." กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม. เอกสารอัดสำเนา.

อดิศัย ตั้งรุจิกุล. 2547. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยเพื่อสอนเสริม เรื่อง การใช้งานระบบปฏิบัติการยูนิกซ์เบื้องต้น สำหรับพนักงานของบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อภิชัย เรืองศิริปิยะกุล. 2546. **การสร้าง CD Training ง่ายๆด้วยตนเอง.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อำนวย เดชชัยศรี. 2539. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน." **วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน**. 7(67) : 46-55.

Johnson, B.L. and Jack, K.N. 1979. **Basic Concept in test and Measurement for Evalution in Physical Education**. Minesota : Burgess.

GPS World Advanstar Communications. **On-line GPS Tutorials**. [Online]. Available : http://www.gpsworld.com/gpsworld/static/staticHtml.jsp?id=7860.

Peter H. Dana. 1999. **Global Positioning System**. [Online]. Available : http://www.astronautix.com/craft/gpsand2a.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thai Technics.Com. 2001. **Global Positioning System**. [Online]. Available :
http://www.thaitechnics.com/nav/gps_t.html

Trimble Navigation Limited. 2002. **All About GPS**. [Online]. Available :
http://www.trimble.com/gps/.

Satellite Navigation And Positioning Group. **GPS Glossary.** [Online]. Available :
http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/glossary_a-c.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)

เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก
Development of computer assisted supplement instruction on global positioning system

นักศึกษาผู้จัดทำ นายวิกรม พวงจิตร **รหัสประจำตัว** 46065733
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผศ.ดร. พิเชฐ ม่วงนวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

<u>คำชี้แจง</u>

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น ตามความหมายของระดับประมาณค่าของคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม

รายการการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2. ความเหมาะสมของการแบ่งเนื้อหา					
3. การจัดลำดับ เหตุการณ์ของเนื้อหา					
4. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา					
5. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
6. การดำเนินเนื้อหามีความต่อเนื่อง					
7. ภาพที่ใช้นำเสนอมีความถูกต้อง					
8. ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหา					
9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียนและระดับชั้น					
10. เนื้อหาช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน					
11. จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ					
12. ความเหมาะสมของแบบทดสอบท้ายบทเรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน

วันที่...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

Development of computer assisted supplement instruction on global positioning system

นักศึกษาผู้จัดทำ นายวิกรม พวงจิตร **รหัสประจำตัว** 46065733

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. อาจารย์ใหม่ เจริญธรรม อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์อนันตพัฒน์ อนันตชัย อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

คำชี้แจง

โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น ตามความหมายของระดับประมาณค่าของคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม

รายการการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการจัดหน้าจอของบทเรียน					
2. การนำเข้าสู่บทเรียน					
3. ความเหมาะสมของสีสันการนำเสนอ					
4. ความเหมาะสมของการใช้เสียงประกอบ					
5. ความเหมาะสมของการใช้ภาพเคลื่อนไหว					
6. การจูงใจและความน่าสนใจของบทเรียน					
7. ความสะดวกและความง่ายของการใช้โปรแกรม					
8. ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
9. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและภาพ					
10. ภาพที่นำเสนอตรงตามเนื้อหา					
11. ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพและเนื้อหา					
12. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน

วันที่...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก

Development of computer assisted supplement instruction on global positioning system

แบบทดสอบ	IOC	p	r
1. GPS ย่อมาจากอะไร ก. Ground Protocal Satellite **ค. Global Positioning System** ข. Goiter Positively System ง. Global Positioning Satellite	1	0.63	0.33
2. ดาวเทียมระบบ GPS ที่ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรครั้งแรกมีชื่อว่า **ก. Block I** ค. GPS I ข. NOAA ง. Spot	1	0.47	0.27
3. ประเทศใดมีบทบาทสำคัญต่อพื้นฐานสำคัญของระบบ GPS ก. อังกฤษ ค. รัสเซีย **ข. อเมริกา** ง. เยอรมัน	1	0.7	0.47
4. การใช้งานระบบ GPS ถูกจำแนกออกเป็นกี่ประเภท โดยจำแนกตามผู้ใช้ ก. 5 ประเภท ค. 3 ประเภท ข. 4 ประเภท **ง. 2 ประเภท**	1	0.4	0.53
5. การแบ่งข้อมูลออกเป็นเฟรมย่อยๆ เรียกว่าอะไร ก. เฟรมรีเลย์ ค. เฟรมบิต **ข. ซับเฟรม** ง. บัสดาต้า	0.67	0.67	0.53
6. ข้อมูลเส้นทางการโคจรของดาวเทียมอยู่ในซับเฟรมที่เท่าไร ก. ซับเฟรมที่ 1 ค. ซับเฟรมที่ 4 **ข. ซับเฟรมที่ 2** ง. ซับเฟรมที่ 5	0.67	0.63	0.47
7. การส่งข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุดจะประกอบด้วยข้อมูลกี่เฟรม ก. 125 เฟรม ค. 50 เฟรม ข. 75 เฟรม **ง. 25 เฟรม**	0.67	0.5	0.33
8. ผู้ใช้ข้อมูลในระบบ GPS ทั่วไปจะใช้การเข้ารหัส แบบใด **ก. P-Code** ค. C/A Code ข. BPSK ง. FBK	0.67	0.73	0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ	IOC	p	r
9. หากต้องการแสดงตำแหน่งพิกัดแบบ 3 มิติ ต้องใช้ดาวเทียมอย่างน้อย กี่ดวง ก. 1 ดวง ค. 3 ดวง ข. 2 ดวง **ง. 4 ดวง**	1	0.57	0.47
10. Pseudo Random Code หมายถึง อะไร ก. รหัสข้อมูลดาวเทียม ค. รหัสสุ่มความถี่วิทยุ ข. รหัสเฉพาะเครื่องรับ **ง. รหัสสุ่มเทียม**	0.67	0.73	0.53
11. วิธีการอนุพันธ์ (Differential) ข้อใดผิด ก. การเก็บข้อมูลที่ตำแหน่งใช้เวลาอย่างน้อย 15 นาที ข. เป็นการเปลี่ยนจุดอ้างอิงเป็นเหมือนดาวเทียม 1 ดวง **ค. ขบวนการส่งข้อมูลมีค่าความผิดพลาดมากกว่าปกติ** ง. การส่งสัญญาณจากจุดอ้างอิงจะเปรียบเสมือนดาวเทียม	0.67	0.53	0.27
12. ที่ระยะ 100 เมตรทางแนวนอนและ 156 เมตรในแนวตั้ง เป็นรูปแบบการบอกตำแหน่งในโหมดใด ก. Precise Positioning Service ค. Correct Positioning Service ข. Analyse Positioning Service **ง. Standard Positioning Service**	0.67	0.23	0.33
13. SPS จัดเป็นรูปแบบการบอกตำแหน่งในโหมดใด ก. Precise Positioning Service ค. Correct Positioning Service ข. Roughly Positioning Service **ง. Standard Positioning Service**	0.67	0.57	0.33
14. ค่าความคลาดเคลื่อน Coordinated Universal Time (UTC) ในโหมด SPS ก. 500 ns **ค. 200 ns** ข. 300 ns ง. 100 ns	1	0.4	0.27
15. รูปแบบการอ้างพิกัด Universal Transverse Mercator มีต้นแบบจากประเทศใด ก. จีน ค. อังกฤษ ข.รัสเซีย **ง. สหรัฐอเมริกา**	0.67	0.5	0.47
16. หน่วยงานใด กำหนดมาตรฐาน NMEA ก. Satellite Signal Acquisition ค. Universal Transverse Mercator **ข. Standard Positioning Service ง. National Electronic Association**	0.67	0.33	0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ	IOC	p	r
17. ข้อมูลโปรโตคอลใดมีค่าข้อมูลเวลามาตรฐาน (UTP) **ก. GGA** ค. ZDA ข. GSA ง. VTG	1	0.5	0.47
18. ค่าที่เก็บข้อมูลเป็น Latitude และ Longitude ตรงกับข้อใด ก. PDOP ค. LDOP **ข. HDOP** ง. VDOP	1	0.47	0.4
19. ข้อใด คือ ความผิดพลาดที่มาจากเครื่องรับ ก. Ephemeris Data Error ค. Security Signal ข. Satellite Clock Error **ง. Receiver Error**	1	0.6	0.53
20. ข้อใด คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากธรรมชาติ ก. Satellite Clock Error ค. Security Signal **ข. Ionosphere Error** ง. Receiver Error	1	0.57	0.47

ค่าความเชื่อมั่นจากแบบทดสอบ (r_{tt}) มีค่าเท่ากับ 0.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนที่ 1 ความรู้เบื้องต้นของระบบ GPS

1.1 ความเป็นมาของระบบ

ก่อนที่จะมีระบบ GPS มนุษย์เรามีวิวัฒนาการการบอกทิศทาง โดยเริ่มจากการสังเกตจากดวงดาว ดวงอาทิตย์ การใช้เข็มทิศ ในยุคอิเล็กทรอนิกส์ใช้ระบบ loran ซึ่งใช้คลื่นวิทยุ แต่จะได้พื้นที่บริเวณหนึ่งๆ เท่านั้น แล้วยังมีระบบTRANSIT ซึ่งจะคล้ายกับระบบ GPS แต่จะให้ข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า ซึ่งที่กล่าวมาข้างต้น ปัจจุบันได้ยกเลิกการใช้งานแล้ว จนมาถึงยุคของการใช้ระบบ GPS

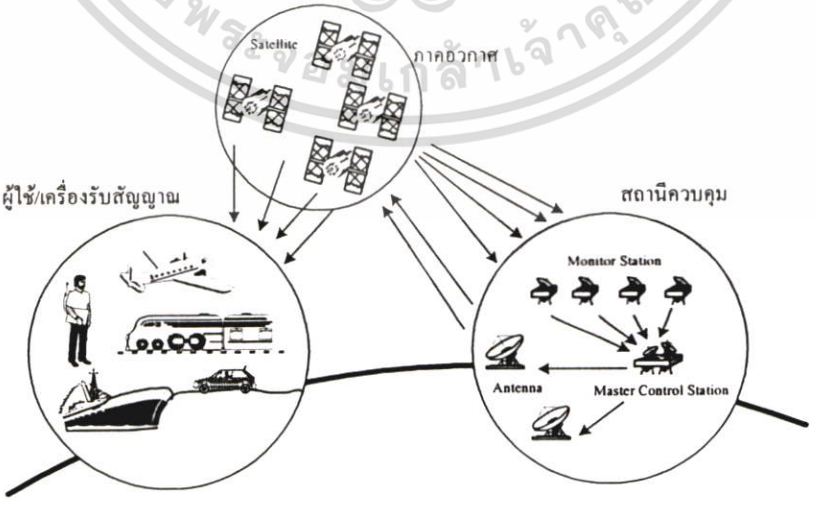
การวางระบบ GPS เริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกปี ค.ศ.1978 โดยดาวเทียมชุดแรกประกอบด้วยกลุ่มดาวเทียม 10 ดวง มีชื่อเรียกว่า Block I ผลิตขึ้นโดย Rockwell International Corporation ภายใต้การสนับสนุนของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา

- รุ่นแรก คือ Block I
- รุ่นที่สอง คือ Block II/IIA
- รุ่นที่สาม คือ Block IIR
- รุ่นที่สี่ คือ Block IIF

ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1989 - 1993 ระบบ GPS ถูกขยายออกจนมีดาวเทียมประจำการเพิ่มเป็น 23 ดวง จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1994 ดาวเทียมดวงที่ 24 ได้ถูกส่งขึ้นสู่วงโคจรและทำให้ระบบดาวเทียม GPS พื้นฐานเต็มครบทั้งระบบได้ในที่สุด ปัจจุบันระบบ GPS ยังคงได้รับการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง

1.2 ความหมายและคุณลักษณะ GPS

ระบบ GPS ย่อมาจาก Global Positioning System ถอดความตามศัพท์ได้ว่าเป็นระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก เป็นเทคโนโลยีที่สามารถระบุถึงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำ การทำงานของระบบอาศัยการดาวเทียมที่มีอยู่ทั้งหมด 24 ดวงหรือมากกว่านั้น โคจรเหนือพื้นโลก

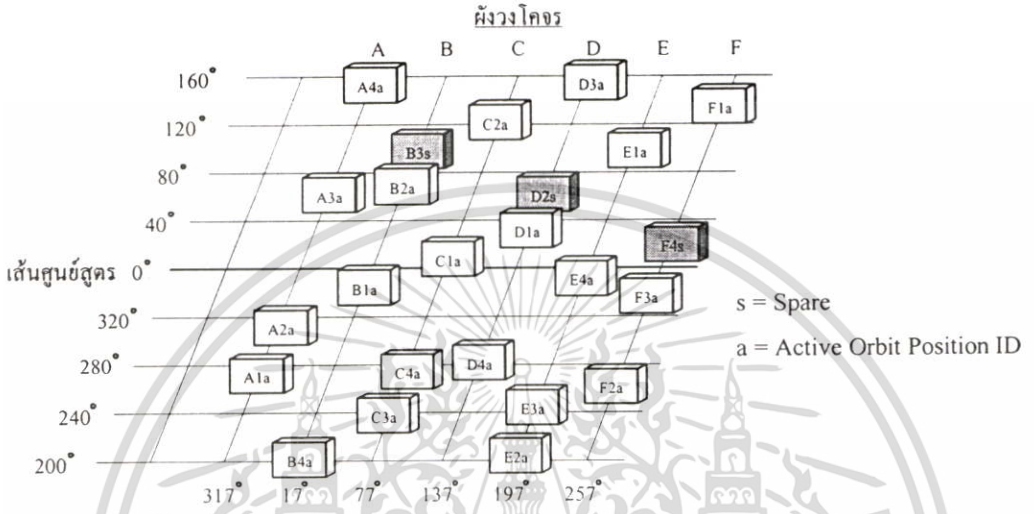


รูปที่ ค.1 แสดงองค์ประกอบของระบบ GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ GPS มีส่วนที่เป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ ภาคอวกาศ (Space Segment), สถานีควบคุม (Control Segment) และส่วนผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ (User Segment)

1. ภาคอวกาศ ในระบบดาวเทียม GPS จะประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง ที่ครอบคลุมพื้นที่ของโลก โดยแบ่งดาวเทียมออกเป็นส่วนๆได้ คือ ดาวเทียมจำนวน 21 ดวง จะใช้ในการบอกค่าพิกัด ส่วนดาวเทียมจำนวน 3 ดวง จะใช้สำรองระบบ



รูปที่ ค.2 แสดงผังวงโคจรดาวเทียมระบบ GPS

รูปที่ ค.3 แสดงตำแหน่งและการโคจรของดาวเทียม GPS รอบโลก

ดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้จะมีวงโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกัน โดยแบ่งจำนวนดาวเทียมวงโคจรละ 4 ดวง และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร (12,600 ไมล์) วงโคจรทั้ง 6 จะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา ในลักษณะสานกันคล้ายลูกตะกร้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวเทียมแต่ละดวงจะใช้เวลาในการโคจรครบรอบ 12 ชั่วโมง นั่นคือ คาบของการโคจรเป็น 12 ชั่วโมง/รอบ หน้าที่โดยพื้นฐานของดาวเทียมเหล่านี้ก็ คือ

1. การรับและเก็บสำเนาข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนควบคุมภาคพื้นดิน
2. ควบคุมและรักษาความแม่นยำของเวลาโดยใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากนาฬิกาอะตอม
3. ส่งข้อมูลและสัญญาณไปยังผู้ใช้ ด้วยความถี่พาหะ 2 ค่าในย่าน L (L – Band)
4. โคจรรอบโลกเพื่อส่งสัญญาณครอบคลุมพื้นการใช้งานทั่วโลก

2. สถานีควบคุม

สถานีการควบคุมภาคพื้นดินของระบบ GPS ประกอบด้วยสถานีภาคพื้นดินที่ตั้งกระจายอยู่ในภูมิภาคต่างๆของโลก ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงาน ตำแหน่งที่อยู่และวงโคจรของดาวเทียม GPS ว่าทั้งหมดถูกต้องอย่างที่ควรเป็นหรือไม่

สถานีควบคุมจะประกอบด้วย 5 สถานี จะตั้งอยู่ที่ เกาะฮาวาย (Hawaii) กวาจาลิน (Kwajalein) ดิเอโกคาร์เซีย (Diego Garcia) เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) และรัฐโคโลราโด (Colorado) สหรัฐอเมริกาซึ่งสถานีสุดท้ายนี้เป็นสถานีควบคุมหลัก (Master Control Station) สถานีควบคุมต่างๆ จะคอยติดต่อสื่อสาร (Tracking) กับดาวเทียมเพื่อบอกตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวงและส่งข้อมูลที่ได้ไปยังดาวเทียม เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องอยู่ตลอดเวลา

รูปที่ ค.4 แสดงสถานีควบคุมดาวเทียม GPS ทั้งหมด 5 แห่ง

3. ผู้ใช้หรือเครื่องรับสัญญาณ

ผู้ใช้ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลเรือน (Civilian) และส่วนที่เกี่ยวข้องทางการทหาร (Military) ทั้ง 2 ส่วนจะมีการกำหนดสิทธิและขอบเขตของการเข้าถึงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันระบบ GPS ถูกพัฒนารูปแบบต่างๆ มากมายทั้งแบบพกพาและแบบติดตั้งบนยานพาหนะ ซึ่งพื้นฐานของเครื่องรับสัญญาณจะทำหน้าที่ตรวจจับ, ถอดรหัสและประมวลผลสัญญาณที่ได้รับจากดาวเทียมและนำผลลัพธ์ที่ได้ซึ่งเป็นค่าพิกัดตำแหน่งและเวลามาตรฐาน ณ จุดที่เครื่องรับอยู่ในขณะนั้นมาแสดงในรูปตัวเลขและกราฟิกในแบบที่ต้องการ

1.3 การนำระบบ GPS ไปใช้งาน

ในยุคแรกเริ่มระบบ GPS ได้รับการสนับสนุนและการควบคุมโดยกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา (US Department of Defense : DOD) เพื่อใช้งานกิจการต่างด้านความมั่นคงและการทหาร แต่ทว่าในปัจจุบันระบบ GPS ได้ถูกนำไปใช้กับกิจการระดับพลเรือน รวมทั้งระบบที่เอื้อให้เกิดประโยชน์และความสะดวกสบายหลายๆ ด้าน เช่นระบบการเดินรถประจำทาง การก่อสร้างถนน การเดินป่า หรือการสำรวจเส้นทางเป็นต้น

ในระยะเวลาเพียงไม่นานระบบ GPS ได้ถูกประยุกต์ใช้กับงานที่หลากหลาย ตัวอย่างของงานเหล่านั้นได้แก่

- รถฉุกเฉินใช้ระบบ GPS ในการค้นหาจุดหายและเส้นทางบนแผนที่ที่จะนำทางไปยังจุดหมายได้อย่างรวดเร็ว

- ระบบ GPS ถูกนำไปใช้ในการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก การค้นหาเรือเดินสมุทรหรือผู้ที่สูญหายกลางทะเล

- บริษัทผู้ส่งสินค้าติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS เข้ากับรถขนส่ง เพื่อตรวจสอบเก็บบันทึกและติดตามดูความเคลื่อนไหวของรถขณะปฏิบัติงาน

- นักบินพลเรือนใช้ระบบ GPS ในการเก็บภาพถ่ายและการสำรวจจากทางอากาศ

- สายการบินสามารถประหยัดเงินจำนวนมากด้วยการใช้อุปกรณ์ GPS เพื่อวางแผนเส้นทางการบิน

- ระบบ GPS ถูกใช้ในการสร้างแผนที่ การทำรังวัดพื้นที่และการสำรวจตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ที่ว่านี้ก็คือ การทำแผนที่ถนน การติดตามสถานการณ์ไฟป่า

- นักธรณีวิทยาใช้ระบบ GPS ติดตามการเกิดแผ่นดินไหวและการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก

- บริษัทผู้ให้บริการระบบสื่อสารใช้ระบบ GPS ในการซิงโครไนซ์สถานีภาคพื้นดินของพวกเขาโดยอ้างอิงฐานเวลาจากดาวเทียม GPS

- ผู้สร้างดาวเทียมใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS เพื่อติดตามความเคลื่อนไหวของดาวเทียม

- อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ถูกติดตั้งในรถยนต์เพื่อเป็นผู้ช่วยให้ผู้ขับขี่ในขณะเดินทางปัจจุบันในประเทศญี่ปุ่นกว่า 500,000 คัน ได้ถูกติดตั้งอุปกรณ์ที่ว่านี้เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนที่ 2 หลักการทำงานของระบบ GPS

2.1 โครงสร้างข้อมูลและสัญญาณ

ข้อมูลที่ส่งจากดาวเทียมระบบ GPS ประกอบด้วยข้อมูลซึ่งถูกแบ่งออกเป็นเฟรมย่อย ๆ เรียกว่า ซับเฟรม แต่ละซับเฟรมจะแทรกค่าเวลาที่ถูกส่งมาจากดาวเทียม เพื่อใช้ร่วมกับการคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่ง ข้อมูลแต่ละเฟรมมีขนาด 1,500 บิต ถูกแบ่งในรูปซับเฟรมขนาด 300 บิต จำนวน 5 ซับเฟรม ข้อมูลหนึ่งเฟรมจะถูกส่งมาจากดาวเทียม ทุกๆ 30 วินาที ซับเฟรมขนาด 6 วินาที (300 บิต) จะบรรจุไว้ด้วยข้อมูลเส้นทางโคจรของข้อมูลนาฬิกา โดยข้อมูลในแต่ละเฟรมประกอบด้วยส่วนปลีกย่อยดังนี้

- ซับเฟรมที่ 1 เป็นข้อมูลในการแก้ไขเวลาของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 2 และ 3 เป็นข้อมูลเส้นทางโคจรของดาวเทียม GPS
- ซับเฟรมที่ 4 และ 5 เป็นข้อมูลอื่น ที่เกี่ยวข้องกับระบบ

รูปที่ ค.5 แสดงโครงสร้างของข้อมูลที่ส่งมากจากดาวเทียม GPS

ข้อมูลจากดาวเทียมซึ่งบรรจุไว้ด้วยข้อมูลในการนำร่อง (Navigation Message) ที่ครบสมบูรณ์จะประกอบด้วยเฟรมข้อมูลจำนวน 25 เฟรม (125 ซับเฟรม) โดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งจากดาวเทียมทุกๆ 12.5 นาที เป็นอย่างน้อย

สำหรับเครื่องรับสัญญาณ โดยทั่วไปจะได้รับข้อมูลของตำแหน่งล่าสุดของดาวเทียมทุกชั่วโมง เพื่อใช้ร่วมกับอัลกอริทึมในการคำนวณพิกัดตำแหน่งและการปรับชดเชยความผิดพลาดของ

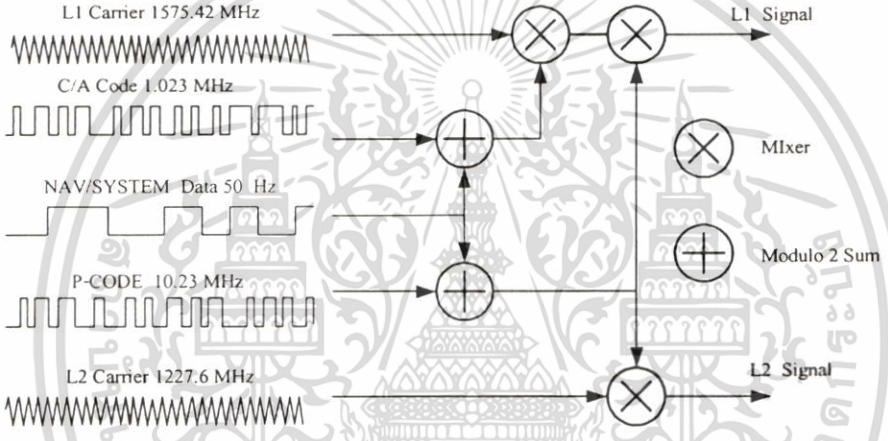
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณพาหะจาก ปรากฏการณ์ ดอปเปอร์ (Doppler) ของความถี่พาหะ (Carrier Doppler Frequency) ซึ่งเกิดจากการที่ความถี่พาหะมีการเบนค่าไปเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียม

ดาวเทียมในระบบ GPS จะส่งคลื่นพาหะ 2 ความถี่ คือ

- สัญญาณความถี่พาหะ L_1 มีค่าความถี่ 1,575.42 MHz ใช้ในการส่งข้อมูลทั่วไป ซึ่งทำหน้าที่ในการบอกรายละเอียดต่าง ๆ ของดาวเทียม เช่น ข้อมูลจำเพาะของดาวเทียม ตำแหน่งของดาวเทียม

- สัญญาณความถี่พาหะ L_2 มีค่าความถี่ 1,227.60 MHz สัญญาณที่ถูกเข้ารหัสไว้เพื่อความมั่นคง มีลักษณะเดียวกับข้อมูลที่ส่งโดยคลื่นพาหะความถี่ L_1 แต่จะมีความเที่ยงตรงมากกว่าเพื่อใช้ในการทหาร ซึ่งจะมีความถี่อ้างอิง คือ 10.23 MHz



รูปที่ ค.6 แสดงโครงสร้างของสัญญาณที่ใช้ในระบบ GPS

ในขั้นตอนของการส่งสัญญาณ ช่องสัญญาณ L1 จะถูกนำไปมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลแบบสุ่ม (Pseudorandom Noise หรือ PRN) ที่เรียกว่า C/A-Code และ P-Code ส่วนช่องสัญญาณ L2 จะถูกมอดูเลตด้วยการเข้ารหัสแบบ P-Code เพียงอย่างเดียว ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Binary Phase-Shift keying (BPSK) การมอดูเลตเข้ากับรหัสข้อมูลทั้ง 2 แบบนี้ต่างถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ที่ต่างกัน กล่าวคือ การเข้ารหัสแบบ P-Code เป็นการเข้ารหัสที่เฉพาะผู้ใช้ที่เท่านั้นจึงสามารถใช้งานได้ อีกทั้งต้องมีรหัสผ่านเพื่อผ่านเข้าไปใช้งานระบบอีกด้วย การเข้ารหัสแบบ C/A-Code เป็นการเข้ารหัสเพื่อการใช้งานสำหรับพลเรือน ใครก็ตามที่มีเครื่องรับสัญญาณ GPS ก็สามารถใช้งานได้

2.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ GPS

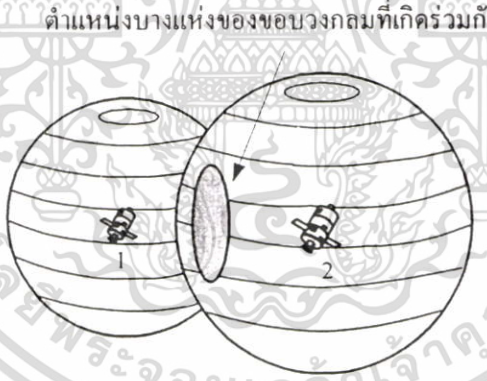
หลักการพื้นฐานของ GPS เป็นเรื่องง่ายๆ แต่อุปกรณ์ของเครื่องมือถูกสร้างขึ้นด้วยวิทยาการขั้นสูง การทำงาน GPS แบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การรับสัญญาณจากดาวเทียม
2. การวัดระยะจากดาวเทียม การวัดระยะโดยใช้เวลาเดินทางของคลื่นวิทยุ
3. การได้เวลาที่ถูกต้อง ในดาวเทียมและเครื่องรับจำเป็นจะต้องมีนาฬิกาที่ละเอียดสูงมาก
4. ตำแหน่งของดาวเทียมที่อยู่ในอวกาศ
5. การช้าของสัญญาณในการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ

<u>ขั้นที่ 1 การรับสัญญาณจากดาวเทียม</u>

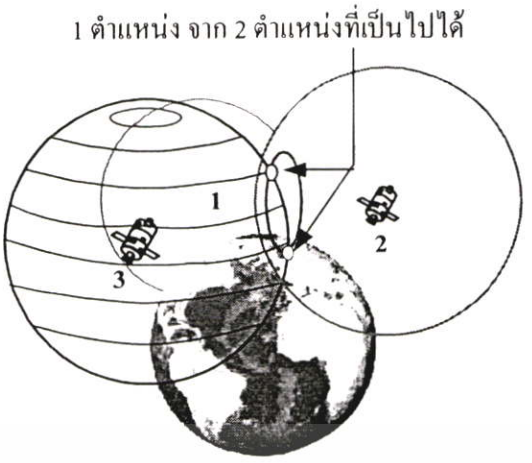
ระบบ GPS จะต้องหาระยะระหว่างดาวเทียมกับเครื่องรับ GPS ดาวเทียมจะเป็นเหมือนหมุดหลักฐานสำหรับการวัดระยะ สิ่งที่เราต้องรู้เพื่อใช้ในการคำนวณ คือ ตำแหน่งดาวเทียมดวงนั้น เพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้อง สมมุติว่า เราอยู่ห่างจากดาวเทียมดวงที่ 1 เท่ากับ 11,000 ไมล์ สามารถบอกได้แต่เพียงว่าเราอยู่ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งบนรัศมีของวงกลม ขณะเดียวกันเราหาได้ว่าระยะจากดาวเทียมดวงที่ 2 เท่ากับ 12,000 ไมล์ เราสามารถสร้างทรงกลมได้อีกดวงหนึ่งทรงกลมทั้งสองมีการตัดกัน ดังรูปที่ ค.7 ผลที่ได้จะเป็นวงกลมเล็กๆ เกิดขึ้นเครื่องรับจะอยู่ที่ใดที่หนึ่งในวงกลมนี้ซึ่งยังคงเป็นพื้นที่ที่กว้างเกินไปจะต้องมีดาวเทียมอีกดวงหนึ่ง



รูปที่ ค.7 แสดงทรงกลม 2 วง ที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ

หากเราเพิ่มดาวเทียมดวงที่ 3 เป็นระยะ 13,000 ไมล์ก็จะมีทรงกลมอีกหนึ่งลูก ทรงกลมทั้ง 3 มีการตัดกันก็จะบอกตำแหน่งที่ทรงกลมตัดกันอยู่เพียง 2 จุดเท่านั้น หากเราทราบระยะดาวเทียม 3 ดวง ก็สามารถบอกตำแหน่งในลักษณะ 2 มิติ กรณีต้องการตำแหน่งลักษณะ 3 มิติ จะต้องวัดจากดาวเทียม อย่างน้อย 4 ดวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.8 แสดงทรงกลม 3 วง ที่จำลองรัศมีของดาวเทียม GPS ระหว่างเครื่องรับ

รูปที่ ค.9 แสดงการวัดตำแหน่งบนพื้นโลกที่ใช้ดาวเทียม 4 ดวง

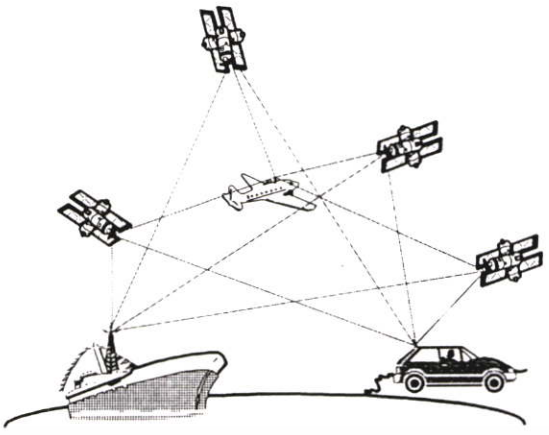
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>ขั้นที่ 2 การวัดระยะจากดาวเทียม</u>

การที่ GPS จะทราบระยะทางจากเครื่องรับถึงดาวเทียม จะต้องมีวิธีการหาระยะ วิธีการหาระยะใช้สมการง่ายๆ คือ อัตราความเร็วคูณด้วยเวลา โดยปกติถ้าดาวเทียมดวงที่ส่งสัญญาณอยู่เหนือศีรษะเราพอดีเวลาที่คลื่นวิทยุจะใช้เวลาเดินทางถึงเราเพียง .06 วินาที เท่านั้น

ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำวิวัฒนาการทางอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ เพื่อให้ได้เวลาที่เที่ยงตรงสูง สำหรับระบบ GPS นาฬิกาดาวเทียมจะอ่านค่าละเอียดถึง 0.000000001 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



GPS Navigation

รูปที่ ค.10 แสดงการนำร่องทางบก ทางอากาศและทางน้ำ

ขั้นที่ 3 การได้เวลาที่ถูกต้อง

ดาวเทียมใช้นาฬิกาอะตอมซึ่งจะให้เวลาที่ถูกต้อง ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีนาฬิกาอะตอมนี้ติดตั้งอยู่ถึง 4 เครื่อง ที่ชื่ออะตอมเพราะว่า ใช้การวัดจังหวะจากอนุภาคของสารเฉพาะเหมือนเครื่องเคาะจังหวะ อะตอมนี้จะให้เวลาที่แน่นอนและถูกต้องที่สุดที่มนุษย์เราได้ประดิษฐ์มา ดังนั้นถ้านาฬิกาบอกเวลาเที่ยง 12.00 น. ก็หมายถึงเวลาเที่ยง 12.00 จริง

ขั้นที่ 4 ต้องรู้ตำแหน่งของดาวเทียมก่อน

ดาวเทียมในระบบ GPS จะเดินทางตามวงโคจรตามแนวที่ถูกกำหนด วงโคจรของดาวเทียมแต่ละดวงถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว และเครื่องรับ GPS สามารถรับตารางดาวเทียม ไว้ในหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ ตารางดาวเทียมจะบอกได้ว่าในท้องฟ้าจะมีดาวเทียมดวงไหนขึ้นลงเวลาใดบ้าง มีการติดตามการโคจรของดาวเทียมทุกดวงอย่างสม่ำเสมอ ดาวเทียมหมุนรอบโลกทุก 12 ชั่วโมง และจะโคจรผ่านสถานีติดตามดาวเทียมวันละ 2 ครั้ง ซึ่งทำให้สถานีติดตามนี้สามารถวัดความสูง ตำแหน่งและความเร็วของดาวเทียมได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 5 การช้าของสัญญาณในการเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศ

เกิดจากบรรยากาศชั้นไอโอโนสเฟียร์ ซึ่งเป็นชั้นของอนุภาคประจุไฟฟ้า อนุภาคเหล่านี้มีผลต่อความเร็วของแสงและความเร็วของสัญญาณวิทยุจากดาวเทียม GPS เช่นกัน บางคนอาจคิดว่าความเร็วของแสงเป็นค่าคงที่อยู่ตลอดเวลา แต่แสงเดินทางด้วยความเร็วคงที่เมื่ออยู่ในสุญญากาศซึ่งอยู่ในชั้นอวกาศที่สูงมาก แต่เมื่อแสงหรือสัญญาณวิทยุเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นย่อมทำให้ความเร็วลดลง

การที่คลื่นวิทยุเดินทางช้าลงนี้จะทำให้ระยะที่ได้ไม่ถูกต้อง ถ้าหากว่าใช้ความเร็วของแสงคงที่ จะมีสองวิธีที่จะใช้ลดความคลาดเคลื่อนของระยะทางจากการที่สัญญาณเดินทางช้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่ 1. ทราบค่าความแปรเปลี่ยนเฉลี่ยรายวันตามสภาพบรรยากาศชั้นไอโอเฟียร์ แล้วทำการนำมาเป็นค่าแก้กับทุกค่าที่วัดได้ แต่สภาพอากาศตามความเป็นจริงจะไม่คงที่ปานกลางตลอดเวลา ดังนั้นการนำค่าเฉลี่ยมาใช้จะไม่ถูกต้องทั้งหมด

วิธีที่ 2. การวัดหาค่าความแปรความเร็วของสัญญาณวิทยุ โดยการวัดความเร็วสัมพัทธ์ของสัญญาณที่ส่งมาจากดาวเทียมพร้อมกัน วิธีการนี้มีแนวคิดจากการที่แสงจะผ่านชั้นบรรยากาศไอโอโนสเฟียร์จะเดินทางช้าลงเป็นอัตราส่วนกลับกับความถี่ของสัญญาณยกกำลังสอง ถ้าความถี่ยิ่งต่ำการเดินทางจะยิ่งช้าลง

2.3 การใช้รหัสสุ่มเทียม (Pseudo Random Code)

การใช้รหัสสุ่มเทียม จะช่วยทำให้การส่งสัญญาณ GPS จึงกินกำลังไฟน้อยลง รหัสสุ่มเทียมดูก็คล้ายคลื่นรบกวนมาก แต่มีข้อแตกต่างที่สำคัญคือ เราทราบรูปร่างของคลื่นสัญญาณนั้นอยู่แล้ว

รหัสสุ่มเทียมช่วยให้เราจับสัญญาณที่อ่อนมากได้ ซึ่งหมายถึงในเครื่อง GPS ไม่ต้องใช้ไฟมากและมีวิธีการเพิ่มความแรงของสัญญาณ เครื่องรับจึงใช้เสาอากาศขนาดเล็ก

ประโยชน์ของรหัสสุ่มเทียม คือ ดาวเทียมทุกดวงสามารถใช้คลื่นความถี่เดียวกันได้ โดยไม่เกิดการรบกวนต่อกัน ดาวเทียมแต่ละดวงจะมีรหัสสุ่มเทียมเป็นของเฉพาะตัวและประโยชน์ที่ได้ก็ทำให้ระบบ GPS ทำงานได้ผลและราคาไม่แพง ซึ่งต่อไปอาจพูดได้ว่า โดยการใช้รหัส Pseudo Random จะทำให้ GPS กลายเป็นเครื่องใช้ทั่วไปที่ทุกคนใช้ได้

2.4 การวัดด้วยวิธีอนุพันธ์ (Differential)

GPS ทำหน้าที่เหมือนจุดอ้างอิง และสามารถใช้ค่าปรับแก้เดียวกันนี้กับเครื่อง GPS ตัวอื่นที่อยู่บริเวณเดียวกันได้และสามารถนำไปใช้เป็นค่าแก้สำหรับการคำนวณตำแหน่ง แนวคิดนี้ใช้การได้เพราะดาวเทียมอยู่สูงมากที่ค่าความคลาดเคลื่อนที่รับได้ในเครื่องรับเครื่องหนึ่งจะมีค่าเท่ากับค่าความคลาดเคลื่อนในเครื่องอื่นที่อยู่บริเวณเดียวกัน

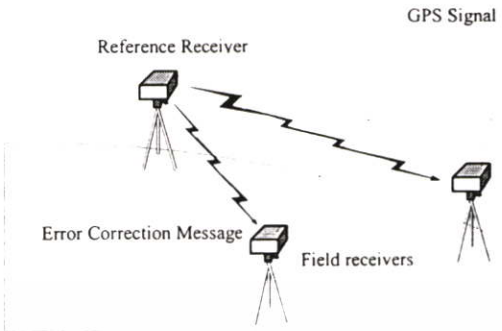
วิธีการ Differential ทำให้การวัดมีความถูกต้องละเอียดมาก แต่จะต้องตั้งเครื่องเก็บข้อมูล GPS ที่สถานีเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที ซึ่งจะต้องรู้ค่าจุดอ้างอิง (Reference Point) และใช้ซอฟแวร์คำนวณ สามารถทำงานได้หลายๆ คนในเวลาเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการวัดแบบเดิม

การรายงานผลคลาดเคลื่อนของเครื่องที่จุดอ้างอิงถูกส่งไปยังเครื่องรับอื่นได้ 2 รูปแบบ คือ

1. การส่งด้วยวิธีผ่านวิทยุหรือระบบสื่อสารไปที่เครื่องรับ แล้วให้คอมพิวเตอร์ประมวลตามความคลาดเคลื่อนที่จุดอ้างอิง ก็จะสามารถคำนวณหาตำแหน่งที่ถูกต้องได้

2 การเปลี่ยนจุดอ้างอิงเป็นเหมือนดาวเทียม ระบบนี้จะไม่มีข้อเสียในเรื่องสัญญาณรบกวนซึ่งมีสภาวะ เช่น เดียวกับการรับสัญญาณจากดาวเทียมจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.11 แสดงการวัดด้วยวิธีการ Differential

บทเรียนที่ 3 หลักการระบุพิกัดตำแหน่ง

3.1 การบอกตำแหน่ง การบอกตำแหน่ง มีรูปแบบ 2 แบบด้วยกันคือ คือ

- การบอกตำแหน่งโหมดมาตรฐาน (Standard Positioning Service, SPS) เปิดให้ใช้โดยเสรีไม่มีการเข้ารหัสใดๆ แต่ข้อมูลที่ได้จะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าการบอกตำแหน่งโหมดละเอียด คือ 100 เมตร ในแนวนอน 156 เมตร ในแนวตั้ง และความคลาดเคลื่อนของ Coordinated Universal Time (UTC) 340 nsec

- การบอกตำแหน่งโหมดละเอียด (Precise Positioning Service, PPS) เพื่อใช้กับงานทางทหารหรืองานที่ได้รับอนุญาตเป็นพิเศษ ข้อมูลที่ได้จะถูกเข้ารหัสไว้เพื่อไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตลักลอบนำข้อมูลไปใช้ ข้อมูลที่ได้มีความเที่ยงตรงมากคือ 22 เมตร ในแนวนอน และ 27.7 เมตร ในแนวตั้งและความคลาดเคลื่อนของ Coordinated Universal Time (UTC) 200 nsec

3.2 การอ้างอิงพิกัดตำแหน่ง

ระบบพิกัด (Coordinate System) เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการระบุตำแหน่ง หรือบอกตำแหน่งบนพื้นโลกจากแผนที่ มีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate) และ ระบบแบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

3.2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์

รูปแบบที่ได้รับความนิยมมีอยู่ 2 ลักษณะคือ การอ้างพิกัดตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา/พิลิปดา และการอ้างตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา แบบทศนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. องศา/ลิปดา/พิลิปดา

การอ้างพิกัดตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา/พิลิปดา เป็นระบบที่ได้รับความนิยม ลักษณะโดยทั่วไปในการอ้างของระบบ ดังตัวอย่าง *7. RAPIDS N61 11′05.5″W130 30′10.0″*

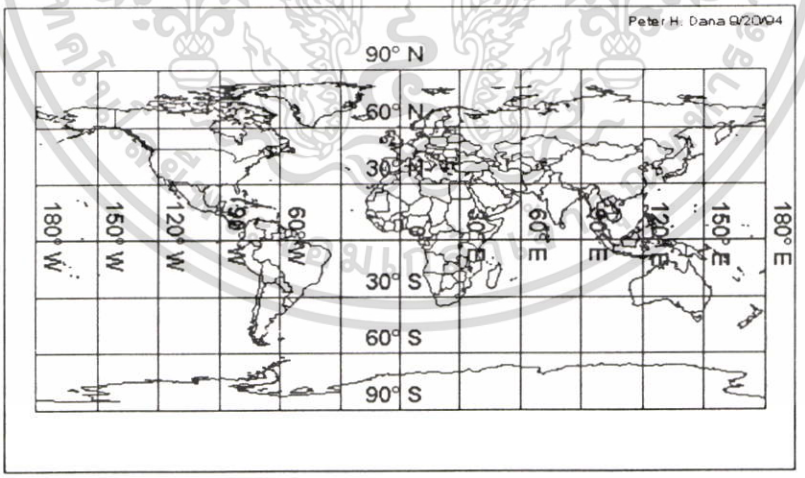
มีความหมายเท่ากับ *N61 11′05.5″W130 °30′10.0″* ความหมายของชุดข้อมูลคือนี้ คือ

7.	คือ ตัวเลขเวย์พอยต์ (Waypoint number)
RAPIDS	คือ ชื่อเวย์พอยต์ (Waypoint name)
N61	คือ ค่าพิกัดความหมายของ เส้นละติจูด *61* °เหนือ
11′	คือ ค่าลิปดา (′ = ลิปดา)
05.5″	คือ ค่าพิลิปดา (″ = พิลิปดา)
W130 °	คือ ค่าพิกัดความหมายของ เส้นละติจูด *130* °ตะวันออก
30′	คือ ค่าลิปดา (′ = ลิปดา)
10.0″	คือ ค่าพิลิปดา (″ = พิลิปดา)

โดยอ้างอิงกับเส้นศูนย์และเส้นเมอริเดียนหลัก ตามลำดับ

2. องศา/ลิปดา แบบทศนิยม

การอ้างตำแหน่งโดยใช้ องศา/ลิปดา แบบทศนิยมเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ ลักษณะทั่วไปในการอ้างพิกัดของระบบนี้ ยกตัวอย่าง *7. RAPIDS W130 30.1666* ซึ่งมีความหมายเทียบเท่ากับ *N61 °11.0916′W130 °30.1666′*



รูปที่ ค.12 แสดงระบบพิกัดภูมิศาสตร์

ข้อมูลที่ได้มาจากการนำค่าระบบ องศา/ลิปดา/พิลิปดา มาปรับเปลี่ยนด้วยการนำค่าพิลิปดาของพิกัดมาหารด้วย 60 นำมาบวกกับค่าลิปดาที่อยู่ก่อนหน้า เพื่อเป็นการแปลงค่าพิลิปดาในรูปแบบตัวเลขทศนิยม ยกตัวอย่างเช่น *N61 °11′05.5″* ส่วนที่สองของพิกัดคือ 05.5 จะถูกนำมาหารด้วย

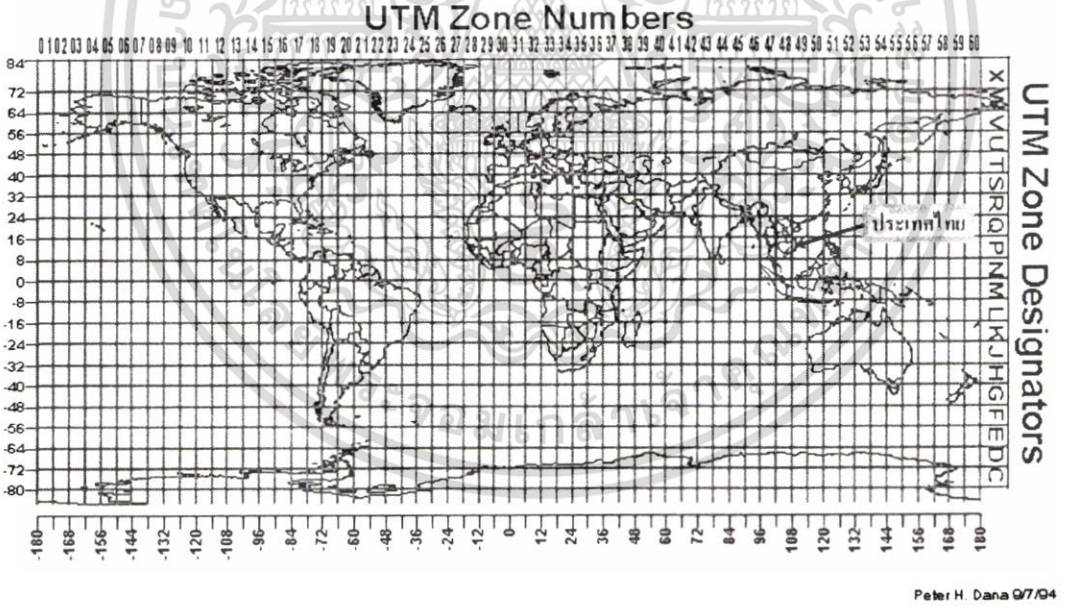
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60 ได้ค่า 0.09166666 นำมาบวกกับ 11 จะได้ผลลัพธ์ของพิกัดในหน่วย องศา/ลิปดา แบบทศนิยม เท่ากับ $N61^{\circ}\ 11.0916'$ (โดยส่วนใหญ่จะแสดงทศนิยมเพียง 4 ตำแหน่ง) ในทางกลับกัน การจะเปลี่ยนพิกัดในหน่วย องศา/ลิปดา แบบทศนิยม กลับไปเป็นพิกัดแบบ องศา/ลิปดา/พิลิปดา ต้องนำเอาส่วนที่เป็นทศนิยมคูณด้วย 60 ได้เท่ากับ 5.496 และจะได้ค่าพิกัด องศา/ลิปดา/พิลิปดา กลับมาเป็น $N61^{\circ}11'05.49''$ ซึ่งใกล้เคียงกับค่า $05.49''$ ซึ่งเป็นค่าแรกเริ่มนั้นเอง

3.2.2 การอ้างพิกัดแบบ UTM

การอ้างพิกัดตำแหน่งแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) เป็นระบบกริดตาราง (Grid) ที่พัฒนาขึ้นโดยกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปี ค.ศ.1974 สำหรับใช้ชี้ตำแหน่งที่ตั้งบนโลกอย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการส่งข้อมูลจากแผนที่หนึ่งไปยังอีกแผนที่หนึ่ง ตัวอย่างที่ดีตัวอย่างหนึ่งก็คือ การส่งข้อมูลของพิกัดตำแหน่งจากแผนที่ส่งหนึ่งไปให้ผู้รับโดยผู้รับสามารถเอาข้อมูลของพิกัดตำแหน่งดังกล่าวไปใช้เพื่อจะได้ทราบที่ตั้งจริงบนแผนที่ได้

UTM เป็นระบบตารางกริดที่มีวิธีการกำหนดบอกค่าพิกัดที่ง่ายและถูกต้องเป็นระบบกริดที่นำเอาเส้นโครงแผนที่แบบ Universal Transverse Mercator Projection ของ Gauss Krugger มาใช้ดัดแปลงการถ่ายทอดรายละเอียดของพื้นผิวโลกให้อยู่ในรูปทรงกระบอก



รูปที่ ค.13 แสดงการแบ่งพื้นที่ออกเป็นโซน (Zone) สำหรับการอ้างพิกัดแบบ UTM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนที่ 4 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS

4.1 ประเภทของเครื่องรับสัญญาณ GPS

ปกติเครื่องรับสัญญาญาณดาวเทียม GPS โดยทั่วไปเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (Receiver) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ตัวเครื่อง (Body) ส่วนให้พลังงาน (Power Supply) ส่วนเสาอากาศ (Antenna)

ประเภทของเครื่องรับสัญญาณ GPS เครื่องรับสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 . เครื่องรับแบบเรียงลำดับสัญญาณดาวเทียม คือ เครื่องที่มีการรับดาวเทียมโดยการเรียง ลำดับแต่ละกลุ่มยังแบ่งย่อยได้อีก ได้แก่

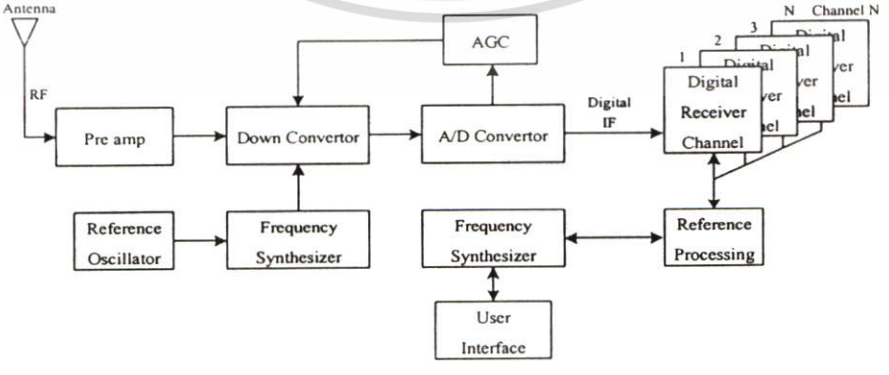
- Starved-Power Single Receivers เครื่องแบบนี้ออกแบบให้พกพาได้และสามารถทำงานได้ด้วยถ่านไฟฉายขนาดเล็ก การจำกัดการใช้กระแสไฟโดยให้ปิดการทำงานตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อแสดงตำแหน่งครั้งสองครั้งใน 1 นาที เหมาะสำหรับใช้งานบอกตำแหน่งส่วนตัว

ข้อเสีย คือ ความถูกต้องของ GPS ไม่ดีและต่อเชื่อมกับอุปกรณ์อื่นไม่ได้ และไม่สามารถใช้วัดหาความเร็วได้

- Single Channel Receivers เป็นเครื่องรับสัญญาณช่องเดียว ใช้ทำงานหาระยะจากดาวเทียมทุกดวง แต่ที่ไม่เหมือนคือเครื่องรับช่องเดียวแบบมาตรฐานไม่จำกัดที่กำลังไฟ ดังนั้นจึงทำการรับต่อเนื่องได้ มีผลทำให้ความถูกต้องสูงกว่า และใช้วัดหาความเร็วได้

- Fast-Multiplexing Single Receivers เครื่องรับนี้สามารถเปลี่ยนดาวเทียมได้เร็วกว่ามาก สามารถทำการวัดได้ในขณะที่กำลังรับข้อมูลจากดาวเทียม ดังนั้นเครื่องทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และการที่มีนาฬิกาไม่เที่ยงจึงมีผลต่อเครื่องประเภทนี้น้อย

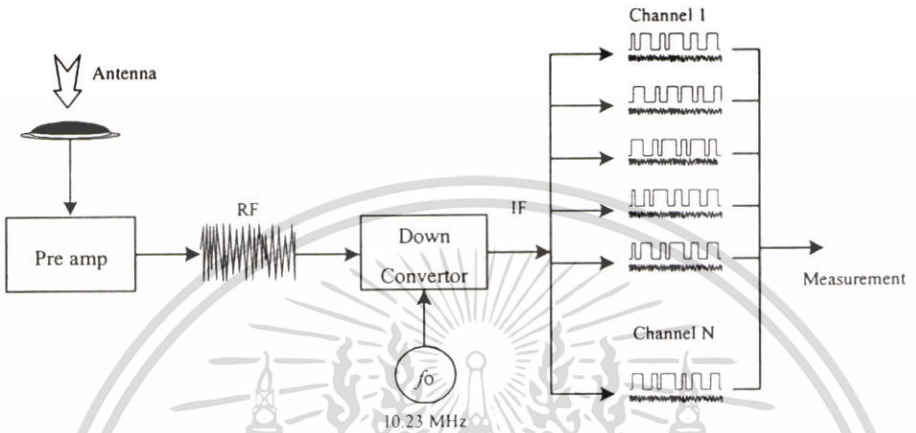
- Two-Channel Sequencing Receivers การเพิ่มช่องรับสัญญาณขึ้นอีกหนึ่งช่องช่วยให้เครื่องเพิ่มขีดความสามารถขึ้นอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ ค.14 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Continuous Receivers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 2. เครื่องประเภทที่สามารถรับดาวเทียมได้ 4 ดวง หรือมากกว่าได้พร้อมกันทีเดียว (Continuous Receivers) ได้แก่ การรับดาวเทียมได้ทั้ง 4 ดวง พร้อมกับที่มีค่าในการวัดหาในขณะที่มีการเปลี่ยนตำแหน่งรวดเร็วหรือต้องการความถูกต้องสูง ดังนั้นเครื่องแบบนี้จึงนำมาใช้ในงานรังวัดและทางด้านวิทยุ นอกจากข้อดีที่ใช้วัดตำแหน่ง เครื่องรับสามารถปรับตั้งค่าพิกัดเทียมระหว่างช่องรับสัญญาณ ซึ่งช่วยทำให้การวัดมีความถูกต้องขึ้น



รูปที่ ค.15 แสดงแผนผังของเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบ Continuous Receivers

4.2 การทำงานของเครื่องรับสัญญาณ GPS (GPS Receiver Operation)

1. การเลือกดาวเทียม (Satellite Tracking Selection)

กระบวนการแทรกสัญญาณจะเริ่มโดย เครื่องรับจะหาว่าดาวเทียมดวงไหนที่เป็นไปได้ในการแทรกสัญญาณ โดยจะทำการค้นหารหัส C/A Code ของสัญญาณดาวเทียมที่อยู่ในวิสัยและล็อคสัญญาณดาวเทียมดวงนั้น เครื่องรับจะทำการดึงมอดูเลตข้อมูลนำร่องและข้อมูลแสดงสถานะของดาวเทียมทั้งหมด ซึ่งการเลือกดาวเทียมของเครื่องรับจะต้องใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อย 4 ดวง ในการคำนวณหาตำแหน่ง เครื่องรับส่วนใหญ่จะเลือกดาวเทียมไม่มากเกินไป ในการคำนวณแต่ละครั้ง เนื่องจากปัญหาความซับซ้อนในการคำนวณและต้นทุนการสร้าง ดังนั้นในการเลือกดาวเทียมที่จะรับข้อมูลเครื่องรับอาจเลือกจากข้อมูลสถานะดาวเทียมที่ดีที่สุด ได้จากสัญญาณแทรกดาวเทียมดวงแรกหรืออาจเลือกดาวเทียมที่ได้สัญญาณก่อนเลยก็ได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

2. การรับสัญญาณดาวเทียม (Satellite Signal Acquisition)

สัญญาณที่ได้จะมีกำลังอ่อนและจะถูกรบกวนโดนสัญญาณรบกวน (Noise) เครื่องรับจึงจำเป็นต้องจำลองสัญญาณที่ได้รับเข้ามาและนำมาเรียงให้ตรงกับสัญญาณดาวเทียม จากนั้นจึงทำการคอมเพรสกลับให้เป็นสัญญาณจริง เรียกวิธีนี้ว่า เทคนิคการ “Code Correlation”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนที่ 5 โปรโตคอลระบบ GPS

โปรโตคอลระบบ GPS จะมีมาตรฐาน NMEA 0183 ซึ่งกำหนดโดยองค์กรกลางคือ National Electronic Association สำหรับมาตรฐาน NMEA 0183 เวอร์ชัน 2.2 ได้ประกาศใช้มาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ.1997 เป็นเวอร์ชันซึ่งใหม่กว่าเวอร์ชัน 1.5 และในปัจจุบันอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ส่วนใหญ่สามารถรองรับได้

NMEA Message คือข้อมูลซึ่งส่งออกมาจากโมดูลรับสัญญาณ GPS ข้อมูลใน NMEA Message สามารถแบ่งได้เป็นเรคอร์ด (Record) หรือฟิลด์ (Field) ย่อย โดยในแต่ละเรคอร์ดจะประกอบด้วยอักขระแอสกี (ASCII) ซึ่งมีความยาวรวมไม่เกิน 80 ตัวอักษร สามารถอ่านข้อมูล NMEA Message ได้โดยการใช้ซอฟต์แวร์สื่อสาร เรคอร์ดข้อมูลใน NMEA Message แต่ละเวอร์ชันมีอยู่มากน้อยแตกต่างกัน และแต่ละเรคอร์ดจะมีรายละเอียดที่ต่างกัน เรคอร์ดที่ใช้กันเป็นหลักใน NMEA Message จะมีอยู่หลายเรคอร์ด รายละเอียดภายในเรคอร์ดต่างๆ ของ NMEA Message มีดังนี้

- GGA : Global Positioning System Fixed Data
- GLL : Geographic Position - Latitude/Longitude
- GSA : GNSS DOP and Active Satellites
- ZDA : UTC and Local Date/Time Data
- GSV : GNSS Satellites in View
- RMC : Recommended Minimum Specific GNSS Data
- VTG : Course Over Ground and Ground Speed

ตารางที่ ค.1 แสดงรูปแบบ GGA (Global Positioning System Fixed Data)

ตัวอย่าง $GPGGA,094437.999,1343.7402,N,10046.8590,E,1,04,05.24,000021.1,M,-026.8,M,,*68

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	SGPGGA	เริ่มต้นของโปรโตคอล GGA
UTC Time	094437.999	hhmmss.sss : ค่าเวลามาตรฐาน ชั่วโมง นาที วินาที ในระบบ UTP
Latitude	1343.7402	ddmm.mmmm (D=Degree(องศา) ,M=Minute(ลิปดา) ค่าตำแหน่งละติจูด
N/S Indicator	N	N=North or S=South : การบ่งบอกถึงทิศทาง เหนือ ใต้
Longitude	10046.8590	dddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute)
E/W Indicator	E	E=East or W=West : การบ่งบอกถึงทิศทาง ตะวันออก ตะวันตก
Position Fix Indicator	1	โหมดบอกตำแหน่ง GPS : 0=not fix, 1= fix, 2=differential GPS fix
Satellites Used	04	จำนวนดาวเทียมที่ใช้ระบุพิกัด ได้ 0 to 12 range
HDOP	5.24	คุณภาพของสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มกันของดาวเทียมในแนวระนาบ
MSL Altitude	21.1	ความสูงของสายอากาศเหนือระดับน้ำทะเล
Units	M	หน่วยความสูง เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1(ต่อ) แสดงรูปแบบ GGA (Global Positioning System Fixed Data)

ตัวอย่าง $GPGGA,094437.999,1343.7402,N,10046.8590,E,1,04,05.24,000021.1,M,-026.8,M,,*68

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Geoids Separation	-026.8	ความต่างที่ระดับน้ำทะเล เทียบมาตรฐาน WGS-84
Separation Units	M	หน่วยความต่าง เมตร
Age of Differential		ไม่มีฟิลด์นี้เมื่อไม่ใช้ DGPS
DGPS Station ID	0000	หมายเลขของสถานีอ้างอิง
Checksum	*68	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด
<CR> <LF>		สิ้นสุดรูปแบบโปรโตคอล

ตารางที่ ค.2 แสดงรูปแบบ GLL (Geographic Position Latitude/Longitude)

ตัวอย่าง $GPGLL,1343.7402,N,10046.8591,E,094436,A,A*49

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	$GPGLL	เริ่มต้นของโปรโตคอล GLL
Latitude	1343.7402	ddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute) ค่าตำแหน่งละติจูด
N/S Indicator	N	N=North or S=South : การบ่งบอกถึงทิศทาง เหนือ ใต้
Longitude	10046.8591	dddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute) ค่าตำแหน่งลองติจูด
E/W Indicator	E	E=East or W=West : การบ่งบอกถึงทิศทาง ตะวันออก ตะวันตก
UTC Position	094436	hhmmss : ค่าเวลามาตรฐาน ชั่วโมง นาที วินาที ในระบบ UTC
Status	A	สถานะของข้อมูล A=ข้อมูลใช้ได้, V=ข้อมูลใช้ไม่ได้
Checksum	*49	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด
<CR> <LF>		สิ้นสุดรูปแบบโปรโตคอล

ตารางที่ ค.3 แสดงรูปแบบ GSA (GNSS DOP and Active Satellites)

ตัวอย่าง $GPGSA,A,3,02,03,09,26,27,,,,,,,,05.24,03.31,04.05*35

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	$GPGSA	เริ่มต้นของโปรโตคอล GSA
Mode 1	A	บอกสถานะ A=Automatic ,M=Manual
Mode 2	3	บอกลักษณะ 1 ไม่ระบุค่า,2 = 2 มิติ, 3 = 3 มิติ
Satellite Used	02	Sv (Satellite) on Channel 1 : ข้อมูลดาวเทียมในตำแหน่งช่อง 1
Satellite Used	03	Sv (Satellite) on Channel 2 : ข้อมูลดาวเทียมในตำแหน่งช่อง 2
Satellite Used	09	Sv (Satellite) on Channel 3 : ข้อมูลดาวเทียมในตำแหน่งช่อง 3
Satellite Used	26	Sv (Satellite) on Channel 4 : ข้อมูลดาวเทียมในตำแหน่งช่อง 4
Satellite Used	27	Sv (Satellite) on Channel 5 : ข้อมูลดาวเทียมในตำแหน่งช่อง 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3(ต่อ) แสดงรูปแบบ GSA (GNSS DOP and Active Satellites)

ตัวอย่าง $GPGSA,A,3,02,03,09,26,27,,,,,,,,05.24,03.31,04.05*35

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Satellite Used	27	Sv (Satellite) on Channel 5 : ข้อมูลดาวเทียมในตำแหน่งช่อง 5
Satellite Used	,,,,,,,	Channel 6 -12 Not Used : ข้อมูลดาวเทียมที่ไม่ใช้
PDOP	5.24	คุณภาพของสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มกันของดาวเทียมในตำแหน่งนั้น
HDOP	3.31	คุณภาพของสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มกันของดาวเทียมในแนวระนาบ
VDOP	4.05	คุณภาพของสัญญาณที่ได้จากการจับกลุ่มกันของดาวเทียมในแนวตั้ง
Checksum	*35	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด
<CR> <LF>		สิ้นสุดรูปแบบโปรโตคอล

ตารางที่ ค.4 แสดงรูปแบบ ZDA (UTC and Local Date/Time Data)

ตัวอย่าง $GPZDA,093038,06,09,2003,+00,00*6C

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	$GPZDA	เริ่มต้นของโปรโตคอล ZDA
UTC Time	093038	ค่าเวลามาตรฐานในระบบ UTC
UTC Day	06	วันปัจจุบันในระบบ UTC
UTC Month	09	เดือนปัจจุบันในระบบ UTC
UTC Year	2003	ปีปัจจุบันในระบบ UTC
Local Zone Hours	+00	ค่าชดเชยชั่วโมง : Offset to Local Zone in Hours (+/-00 to +/- 59)
Local Zone Minutes	00	ค่าชดเชยนาที : Offset to Local Zone in Minutes (00 to 59)
Checksum	*6C	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด

ตารางที่ ค.5 แสดงรูปแบบ GSV (GNSS Satellites in View)

ตัวอย่าง $GPGSV,3,1,10,01,69,307,33,02,36,018,47,03,64,054,48,11,13,184,29*75

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	$GPGSV	เริ่มต้นของโปรโตคอล GSV
Number of Messages	3	จำนวนรวมของ Messages (มีได้ 1 ถึง 3 Messages แต่ละ Messages แสดงได้ถึง 4 ดวง
Message Number	1	หมายเลข Messages
Satellites in View	10	มุมมองที่สามารถเห็นดาวเทียม
Satellite ID	01	เป็นการเลือกช่องที่ Channel 1 (อยู่ในช่วง 1 to 32)
Elevation	69	เป็นการเลือกมุมเงย (จำนวนสูงสุดคือ 90) มีหน่วยเป็น degree
Azimuth	307	เป็นการเลือกมุมกวาด (,อยู่ในช่วง 0 ถึง 359) มีหน่วยเป็น degree
SNR (C/No)	33	เป็นความแรงของสัญญาณ (SNR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5(ต่อ) แสดงรูปแบบ GSV (GNSS Satellites in View)

ตัวอย่าง $GPGSV,3,1,10,01,69,307,33,02,36,018,47,03,64,054,48,11,13,184,29*75

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Satellite ID	02	เป็นการเลือกช่องที่ Channel 2 (อยู่ในช่วง 1 to 32)
Elevation	36	เป็นการเลือกมุมเงย (จำนวนสูงสุดคือ 90) มีหน่วยเป็น degree
Azimuth	018	เป็นการเลือกมุมกวาด (,อยู่ในช่วง 0 ถึง 359) มีหน่วยเป็น degree
SNR (C/No)	47	เป็นความแรงของสัญญาณ (SNR)
Satellite ID	03	เป็นการเลือกช่องที่ Channel 3 (อยู่ในช่วง 1 to 32)
Elevation	64	เป็นการเลือกมุมเงย (จำนวนสูงสุดคือ 90) มีหน่วยเป็น degree
Azimuth	054	เป็นการเลือกมุมกวาด (,อยู่ในช่วง 0 ถึง 359) มีหน่วยเป็น degree
SNR (C/No)	48	เป็นความแรงของสัญญาณ (SNR)
Satellite ID	11	เป็นการเลือกช่องที่ Channel 4 (อยู่ในช่วง 1 to 32)
Elevation	13	เป็นการเลือกมุมเงย (จำนวนสูงสุดคือ 90) มีหน่วยเป็น degree
Azimuth	184	เป็นการเลือกมุมกวาด (,อยู่ในช่วง 0 ถึง 359) มีหน่วยเป็น degree
SNR (C/No)	29	เป็นความแรงของสัญญาณ (SNR)
Checksum	*75	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด
<CR> <LF>		สิ้นสุดรูปแบบโปรโตคอล

ตารางที่ ค.6 แสดงรูปแบบ RMC (Recommended Minimum Specific GNSS Data)

ตัวอย่าง $GPRMC,152825,A,1343.7402,N,10046.8590,E,0.13,309.62,160203,001.2,E*7B

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	$GPRMC	เริ่มต้นของโปรโตคอล RMC
UTC Time	152825	hhmmss : ค่าเวลามาตรฐานในระบบ UTC
Status	A	สถานะของข้อมูล A=ข้อมูลใช้ได้, V=ข้อมูลใช้ไม่ได้
Latitude	1343.7402	ddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute) ค่าตำแหน่งละติจูด
N/S Indicator	N	N=North หรือ S=South : การบ่งบอกถึงทิศทาง เหนือ ใต้
Longitude	10046.8590	dddmm.mmmm (D=Degree ,M=Minute) ค่าตำแหน่งลองติจูด
E/W Indicator	E	E=East หรือ W=West : การบ่งบอกถึงทิศทาง ตะวันออก ตะวันตก
Speed Over Ground	0.13	ความเร็วบนพื้นดิน (Knots)
Course Over Ground	309.62	ค่าเฉลี่ยของมุม (Degree)
Date	160203	ddmmyy บอกสถานะ วัน เดือน ปี
Magnetic Variation	1.2	ความแปรปรวนของสนามแม่เหล็ก(Degree)
Magnetic Variation	E	การบ่งบอกถึงทิศความแปรปรวน ตะวันออก ตะวันตก
Checksum	*7B	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด
<CR> <LF>		สิ้นสุดรูปแบบโปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 แสดงรูปแบบ VTG (Course Over Ground and Ground Speed)

ตัวอย่าง $GPVTG,300.1,T,300.6,M,000.1,N,0000.2,K,A*17

ชื่อ	ข้อมูล	หมายเหตุ
Message ID	$GPVTG	เริ่มต้นของโปรโตคอล VTG
Course	300.1	ข้อมูล Measured Heading (Degree)
Reference	T	สนามไฟฟ้า
Course	300.6	ข้อมูล Measured Heading (Degree)
Reference	M	สนามแม่เหล็ก
Speed	0.1	ความเร็วในการวัดทางแนวระนาบ
Units	N	หน่วย Knots
Speed	0.2	ความเร็วในการวัดทางแนวระนาบ
Units	K	หน่วย Km/hr
Checksum	*17	ผลการตรวจสอบของข้อมูล ทั้งหมด

บทเรียนที่ 6 ขีดจำกัดของระบบ GPS

6.1 ปัญหาจากความแม่นยำที่ถูกจำกัด

ระดับความแม่นยำในการบอกพิกัดตำแหน่งซึ่งถูกจำกัดไว้โดย Selective Availability หรือ SA ทำให้เกิดอุปสรรคกับการใช้งานบางอย่างที่จำเป็นต้องทราบพิกัดตำแหน่งที่แม่นยำ จึงทำให้เกิดแนวคิดของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดในระบบ GPS ระบบที่กล่าวถึงนี้ก็คือ DGPS (Differential GPS)

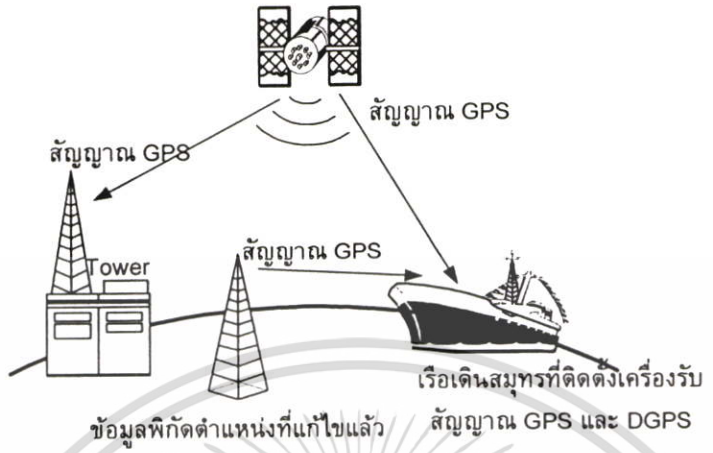
หลักการของระบบ DGPS จะอาศัยการติดตั้งเครื่องรับสัญญาณ GPS บนสถานีภาคพื้นดินในจุดที่ทราบพิกัดที่แน่นอนเพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยที่สถานีภาคพื้นดินจะทำหน้าที่แก้ไขข้อมูลแล้วส่งกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณที่อยู่ในรัศมีของระบบ

ถึงแม้ระบบ DGPS จะไม่เพียงพอต่อการใช้งานบางประเภทที่ต้องการความแม่นยำมากและบวกกับอุปสรรคในการใช้งานที่มีอยู่จึงได้มีการพัฒนาระบบที่ชื่อว่า WAAS (Wide Area Augmentation System) เพื่อใช้แก้ปัญหาเดียวกัน

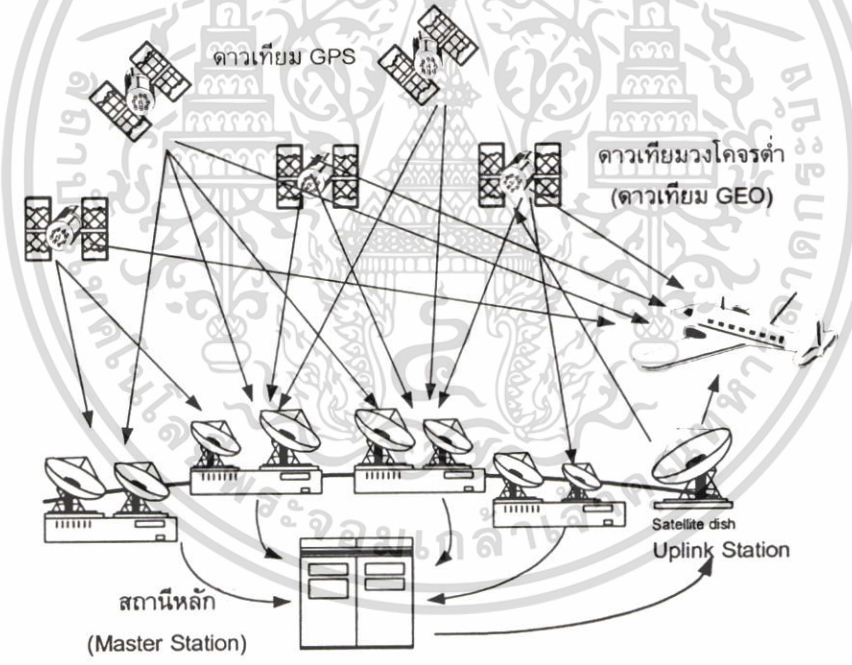
สิ่งสำคัญของระบบ WAAS อยู่ที่การนำดาวเทียมวงโคจรค้างฟ้าหรือ GEO (Geosynchronous Earth Orbiting) ซึ่งเป็นดาวเทียมวงโคจรต่ำและมีตำแหน่งที่ตายตัวสัมพัทธ์กับพื้นโลก ระบบ WAAS ใช้การส่งข้อมูลด้วยคลื่นความถี่ในย่าน VHF ทำให้สามารถป้องกันคลื่นรบกวนได้ระดับหนึ่ง นอกจากนั้นยังสามารถแก้ปัญหาการติดตั้งเสาอากาศที่เครื่องรับสัญญาณเพิ่มได้ด้วย โดยระบบ WASS จะรับข้อมูลมาจากดาวเทียม GEO ส่งไปยังสถานีแม่ข่าย (WMAS หรือ Wide Area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Master station) จากนั้นสถานีแม่ข่ายจะคำนวณเพื่อแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ผ่านการแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งไปยังดาวเทียม GEO เพื่อส่งกลับไปยังเครื่องรับสัญญาณอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ ค.16 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ DGPS



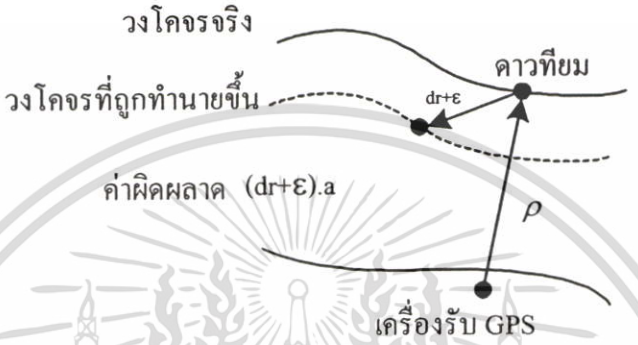
รูปที่ ค.17 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบ WAAS

6.2 แหล่งกำเนิดความผิดพลาดของดาวเทียม

ในระบบการสื่อสารของระบบ GPS ได้มีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมในการตรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลก แต่ระบบดังกล่าวก็ยังมีข้อที่ผิดพลาดในระบบ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Ephemeris Data Error เป็นค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากตำแหน่งของดาวเทียม GPS เกิดจากการเฉไปของ วงโคจรดาวเทียม เมื่อข้อมูล GPS ไม่ได้ส่งมาตำแหน่งที่ดาวเทียมโคจรอยู่ จะมีผลความผิดพลาดไปถึงการคำนวณตำแหน่งของเครื่องรับสัญญาณควบคุมข้อมูลจะมีความผิดพลาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่จากการรายงานใน ค.ศ.1984 แสดงให้เห็นว่า การทำงานไม่เกิน 24 ชั่วโมง ค่าความผิดพลาดจะไม่เกิน 2.1 เมตร อย่างไรก็ตามในกรณีของการประมาณค่าข้อมูลการแก้ฐานเวลาบนดาวเทียมให้ถูกต้อง ยังคงมีความผิดพลาดอยู่ทำให้เกิดระยะพิสัยเทียมขึ้นดังภาพ



รูปที่ ค.18 แสดงระยะพิสัยเทียมที่เกิดจากข้อมูล Ephemeris

2. Satellite Clock Error ภายในเครื่องส่งสัญญาณ ของระบบ GPS จะมีนาฬิกาอะตอมมิค (Cesium and Rubidium Oscillators) ซึ่งมีความแม่นยำสูงและจะต้องซิงโครนัสกับระบบโดยตลอด แต่นาฬิกาอะตอมของระบบ แต่ในความเป็นจริงแล้วสัญญาณของดาวเทียมจะถูกแก้ไขโดยสถานีควบคุมหลักในซิงโครนัส กับระบบโดยตลอด แต่ในนาฬิกาของเครื่องรับนั้นยากที่จะทำการแก้ไขจึ้งต้องมีการชดเชยการคำนวณโดยใช้สัญญาณจากดาวเทียมเพิ่มในการคำนวณด้านเวลา

3. Security Signal ความผิดพลาดเป็นความคลาดเคลื่อนมากที่สุด สาเหตุเกิดจากการที่ทางสหรัฐอเมริกาได้ใส่รหัสข้อมูล SA ลงในสัญญาณดาวเทียมทุกดวง ค่าความคลาดเคลื่อนทางระยะทางเฉลี่ยประมาณ 20 เมตร ผู้เข้ามาใช้ระบบจะมีสัญญาณ SA รวมอยู่ด้วยทำให้เกิดความผิดพลาด แต่ผู้ใช้ที่ได้รับอนุญาตตัวระบบจะไม่มีความผิดพลาดจากรหัส SA ซึ่งผลของ SA ที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขฐานเวลาของดาวเทียม และจากการแก้ไขข้อมูล Ephemeris

4. Ionosphere Error เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่ผิดพลาดที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการเดินทางของสัญญาณดาวเทียม เกิดเนื่องจากอิเล็กตรอนอิสระในชั้นบรรยากาศนี้ไม่สามารถเดินทางได้เร็วเท่ากับความเร็วแสง การเปลี่ยนแปลงสัญญาณจะมีความล่าช้าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนอิเล็กตรอนอิสระที่อยู่ในชั้นนี้และแปรผันตรงกับ 1/f ผู้ใช้ทั้งหมดจะมีค่าความคลาดเคลื่อนในความล่าช้าในชั้น ไอโอโนสเฟียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Multipart Error ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีสาเหตุจากการส่งสัญญาณของดาวเทียม GPS ไปกระทบกับผิวสะท้อนก่อนที่จะไปถึงผู้รับ เช่น สะท้อนผิวของตึกหรือผิวของน้ำ โดยผลกระทบนี้มีแนวโน้มที่มากขึ้นในที่ที่เครื่องรับอยู่นิ่งๆ ใกล้กับผิวสะท้อนที่ใหญ่มากๆ ความผิดพลาดที่พบมากที่สุดประมาณ 15 เมตร การแก้ไขปัญหาคือการนำสายอากาศมาต่อให้กับเครื่องรับสัญญาณ

6. Receiver Error เป็นค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดระยะของเครื่องรับสัญญาณอันเนื่องมาจากความร้อนภายในเครื่องรับสัญญาณ ประสิทธิภาพของเครื่องรับ และจำนวนช่องรับสัญญาณแต่เนื่องมาจากปัจจุบันเทคโนโลยีได้พัฒนาจนความผิดพลาดลักษณะนี้มีค่าน้อยมาก

7. Geometric Dilution of Precision ความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการหาระยะทางเทียมของเครื่องรับ การเลือกกลุ่มดาวเทียมจะเป็นองค์ประกอบหลัก มีการใช้ค่าๆหนึ่ง เป็นตัวแสดงถึงคุณภาพของผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการกำหนดตำแหน่งของเครื่องรับ GPS ค่านี้คือ DOP (Dilution of Precision) มักถูกอธิบายในเทอมต่างๆ GDOP, PDOP, HDOP, VDOP, TDOP

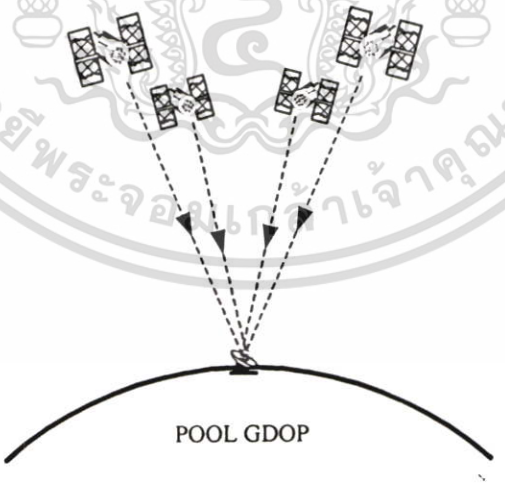
ความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตระหว่างตำแหน่งของดาวเทียมและตำแหน่งของเครื่องรับ GPS ซึ่งจะคำนวณเป็นค่า GDOP = Geometric Dilution of Precision ซึ่งเนื่องจากลักษณะการวางตัวของดาวเทียม Dilution คือการทำให้ค่าคำนวณได้ง่ายขึ้น และ GDOP มีส่วนประกอบคือ

PDOP = Position Dilution of Precisionเก็บค่าเป็น (3-D)

HDOP = Horizontal Dilution of Precisionเก็บค่าเป็น (Latitude, Longitude)

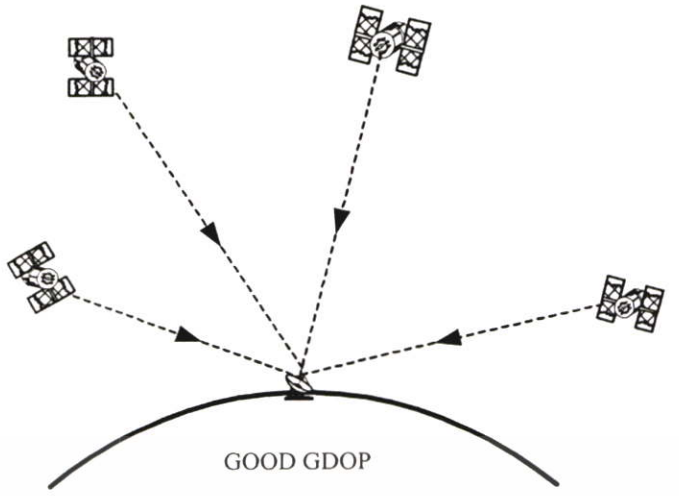
VDOP = Vertical Dilution of Precisionเก็บค่าเป็น (Height)

TDOP = Time Dilution of Precision เก็บค่าเป็น (Time)



รูปที่ ค.19 ค่า GDOP ที่มีค่าไม่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.20 ค่า GDOP ที่มีค่าเหมาะสม

รูปที่ ค.21 ค่า GDOP ที่อยู่ในตำแหน่งแคบ

8. ความผิดพลาดอื่นๆ

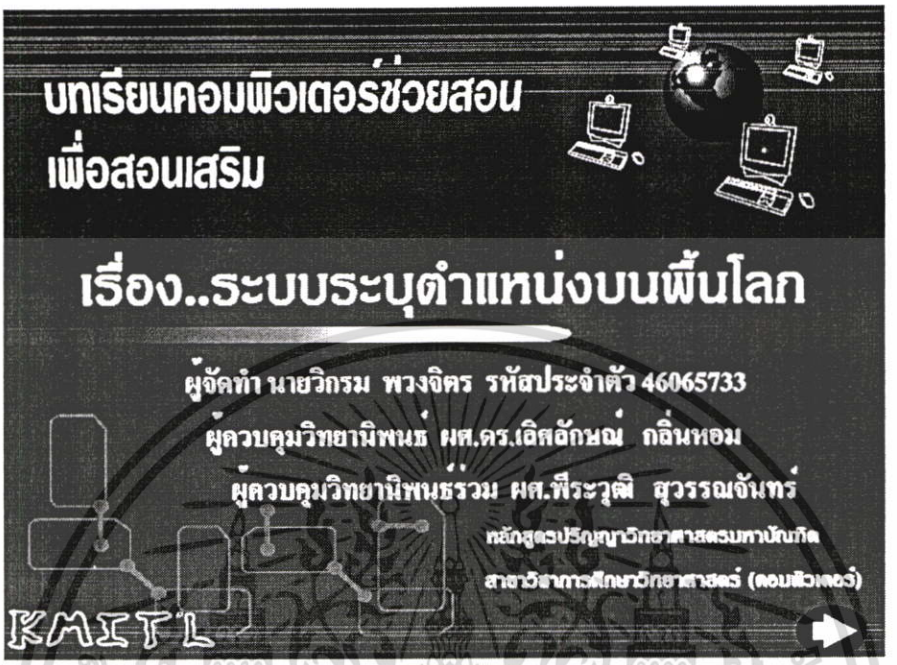
ความผิดพลาดจากระบบคอมพิวเตอร์ ความผิดพลาดของเครื่องรับ GPS, Software, Hardware, ผู้ใช้ ซึ่งเป็นความผิดพลาดที่ไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

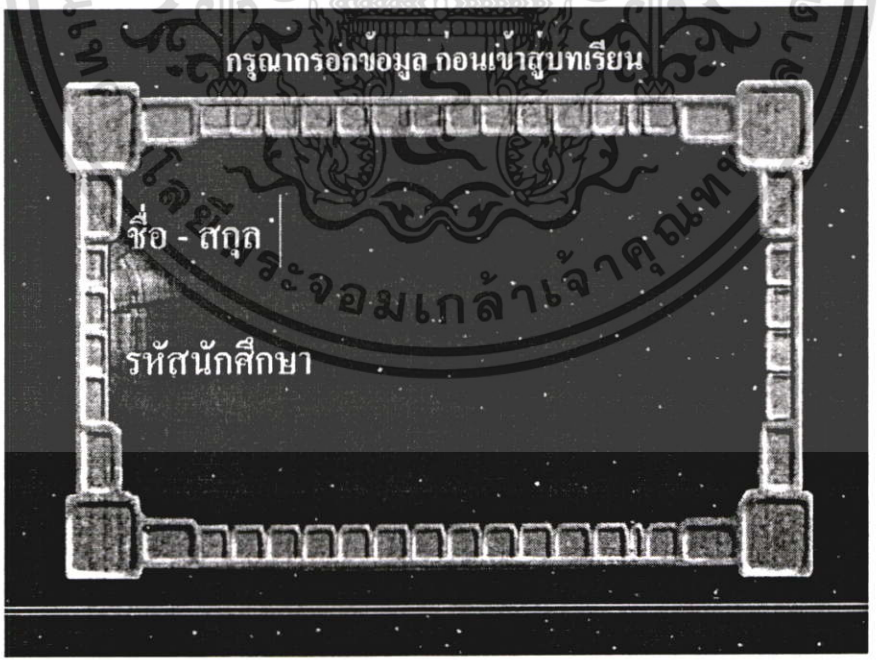
ภาคผนวก ง
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริมเพื่อสอนเสริม
เรื่องระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลก



รูปที่ ง.1 หน้าจอแรกของการเริ่มต้นเข้าสู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



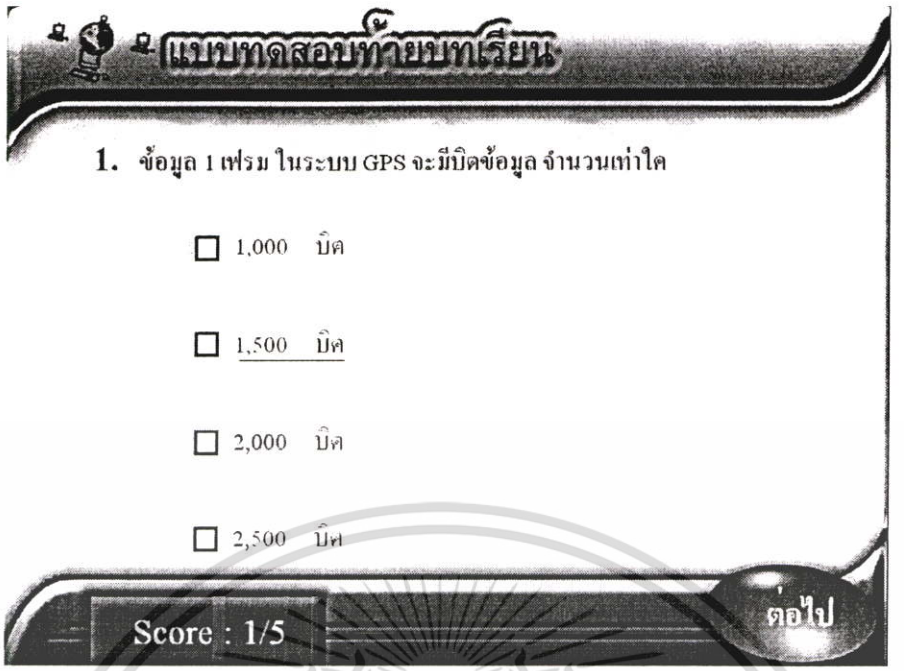
รูปที่ ง.2 การบันทึกข้อมูลผู้เรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ง.3 เมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปที่ ง.4 การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.5 การนำเสนอแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวิกรม พวงจิตร
วัน-เดือน-ปีเกิด	19 ธันวาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
ภูมลำเนา	59/78 หมู่ที่ 7 ตำบลรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต 83000
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	50/487 หมู่ที่ 1 หมู่บ้านสุภาวัลย์ แขวงบางชัน เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร 10510
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้