

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท
วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

A DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON
LOGIC GATE THEORY FOR INTRODUCTION TO DIGITAL CONCEPT



จำลอง ศรีสง่า
JUMLONG SRISANGA

ฉพ.
๖๖๗๘๗
๒๕๔๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 47555
วัน, เดือน, ปี..... 20 ส.ค. 2546

b..... 11326256
i..... 1217797๙

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



COPYRIGHT 2003

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงวนไวสำหรับกรเซงานเพอการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎี
ลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น

นักศึกษา

นายจำลอง ศรีสง่า

รหัสประจำตัว

41064241

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์

พ.ศ.

2546

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

อ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาหาคุณภาพและประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น โดยหาประสิทธิภาพของ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไม่น้อยกว่า 80/80

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะ
วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น
ในปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีวิธีการดำเนินการดังนี้ การเลือกเนื้อหา ผู้วิจัย
ได้นำหัวข้อเรื่องเรื่องทฤษฎีลอจิกเกทมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำเนื้อหาที่ได้มา
วิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่แบ่งย่อยแล้ว
สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน
นำเนื้อหาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรม Authorware version 6 แล้ว
นำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและ
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประเมินคุณภาพเพื่อหาข้อบกพร่อง
นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจาก
กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น
ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.61 และมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อเท่ากับ 4.29 ซึ่ง
คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดีขึ้นไปทุกรายการและมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.39 และเป็นไป
ตามสมมติฐานการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Development of Computer Assisted Instruction on Logic Gate Theory for Introduction to Digital Concept.
Student	Mr.Jumlong Srisanga
Student ID	41064241
Degree	Master of Science
Programme	Science Education
Year	2003
Thesis Advisor	Assist.Prof.Dr. Lertlak Klinhom
Thesis CO-Advisor	Mr.Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The objectives of this study were to develop , test for the Quality and determine an Efficiency of a Computer Assisted Instruction on Logic Gate Theory for Introduction to Digital Concept. And find out the efficiency test of the Computer Assisted Instruction in accordant with the defined at 80/80.

The fourth years bachelor's degree of Computer Science students in Faculty of Sciences Technology, Rajabhat Institute Pranakhon Si Ayutthaya for Register Introduction to Digital Concept Subject of Rajabhat Institute Pranakhon Si Ayutthaya were randomly selected to participate in purposive sampling from 30 selected samples.

The development of Computer Assisted Instruction was selected a lesson content. In this case, the lesson of Logic Gate, Introduction to Digital Concept Subject was selected. It was divided into sub-topics. Learning objectives were defined to covered all sub-topics. Then, the learning experiment was constructed to be used by learners between and after the learning period. Contents of the lesson was designed as a computer assisted instruction, The Authorware version 6 Software program was utilized to develop the lesson. After suggesting and approving by the thesis's advisor, co-advisor and contents/media production specialists, the experiments were conducted and collected data were analyzed from 30 selected samples.

The research revealed that this Computer Assisted on Logic Gate Theory for Introduction to Digital Concept met the Quality in contents was equal 4.61 and the Quality in media production was equal 4.29 at Good level in all item and the Efficiency was equal 83.00/82.39 which coincided with the pre-assumption of this research.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของท่าน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และ อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาแนะนำและให้คำปรึกษา ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ซึ่งให้ความเมตตาแก่ศิษย์ด้วยดีเสมอมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา เป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม และ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และให้คำปรึกษา มาโดยตลอดในช่วงระยะเวลาของการเรียนและการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ทุก ๆ คนที่รู้จัก สำหรับความเป็นเพื่อน เป็นพี่ เป็นน้อง และ ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ที่มีให้กันด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายขอกราบขอบคุณพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่น่ารักที่ให้ความสำคัญ สนับสนุนกับการศึกษาของข้าพเจ้า ด้วยดีเสมอมา

ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

จำลอง ศรีสง่า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์.....	6
2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	16
2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	34
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	43
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	43
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	43
3.3 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	53
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะเพื่อลดเสียงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... 57
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา.....	58
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	59
4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	61
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	61
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	63
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	64
บรรณานุกรม.....	65
ภาคผนวก.....	71
ภาคผนวก ก. แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	72
ภาคผนวก ข. แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา.....	77
ภาคผนวก ค. เนื้อหาและหน่วยเรียน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท.....	99
ภาคผนวก ง. แผนภูมิการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	123
ภาคผนวก จ. ตารางวิเคราะห์หาระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ.....	125
ประวัติผู้วิจัย.....	130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กับผู้เรียนจำนวน 9 คน.....	54
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนด้านเนื้อหา.....	58
4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนด้านเทคนิคการผลิต สื่อ.....	59
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กับผู้เรียนจำนวน 30 คน.....	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 ขั้นตอน	33
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	47
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ กำหนดให้การศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของสถาบันราชภัฏ ทั้ง 41 แห่ง ซึ่งสังกัดสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ให้นักศึกษาที่เรียนโปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิทยาศาสตร์ ทุกคนจะต้องลงทะเบียนเรียน วิชา 4121701 ดิจิตอลเบื้องต้น (Introduction to Digital Concept) เป็นวิชากลุ่มเนื้อหา เลือ ก ข. เพราะว่าเป็นรายวิชาที่มีเงื่อนไขบังคับเรียน ซึ่งกำหนดไว้ในโครงสร้างหลักสูตรในข้อกำหนดเฉพาะ ให้เรียนรายวิชา 4121701 ดิจิตอลเบื้องต้น ก่อนการเรียนรายวิชา 4122701 ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรม (กลุ่มวิชาเนื้อหา บังคับ) ด้วยเหตุผลรายวิชาดิจิตอลเบื้องต้นเป็นวิชาพื้นฐานที่ผู้เรียนต้องศึกษาเกี่ยวกับระบบตัวเลข เลขฐานต่าง ๆ การเปลี่ยนเลขฐาน และศึกษาทฤษฎีลอจิกเกต วงจรพื้นฐาน ไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษาเครื่องและการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน

จากข้อสังเกตและปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอนวิชาดิจิตอลเบื้องต้น พบว่า นักศึกษาไม่เข้าใจหลักการและการทำงานเบื้องต้นของลอจิกเกต ซึ่งเป็นพื้นฐานในการศึกษาในรายวิชาอื่นๆ ซึ่งพื้นฐานความรู้เดิมของนักศึกษาส่วนใหญ่จบมาจากมัธยมปลายปีที่ 6 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่ไม่เคยศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีลอจิกเกตหรือศึกษามาเพียงเล็กน้อย จากการสอบถามนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิตอลเบื้องต้น ดังนั้นเพื่อให้ นักศึกษาได้เข้าใจหลักการ ทำงานต่าง ๆ ของทฤษฎีลอจิกเกตอย่างต่อ่งแท้ และช่วยให้นักศึกษาที่เรียนอ่อน สามารถใช้เวลา นอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ เพื่อปรับปรุงการเรียนของตน ผู้วิจัยจึงได้ พัฒนาคอนเทนต์เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีลอจิกเกต วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

ในด้านงานวิจัยเพื่อพัฒนาคอนเทนต์เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาประสิทธิภาพของ บทเรียนในลักษณะที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นไปใช้เป็น สื่อในการเรียนการสอนในเรื่องทฤษฎีลอจิกเกตของรายวิชาดิจิตอลเบื้องต้นได้ อีกทั้งเครื่องมือใน การพัฒนาคอนเทนต์เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น Macromedia Authorware, Toolbook เป็นต้น ซอฟต์แวร์เหล่านี้มีความสามารถในด้านการนำเสนอในลักษณะ สื่อประสม (Multimedia) สามารถนำเสนอสารสนเทศได้ทั้งประเภทตัวอักษรหรือข้อความ (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Audio) และภาพวีดีโอ (Video) รวมอยู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยกันในบทเรียน ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณภาพ และสามารถช่วยให้เกิดการ เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในด้านประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 198) ได้สรุปคุณค่าของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) ไว้ กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน การใช้สื่อ ภาพลายเส้นที่แลดู คล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิด ความอยากเรียนรู้ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ เป็นต้น

จากสภาพปัญหาและเหตุผลตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิจัย เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น (The Development of Computer Assisted Instruction on Logic Gate Theory for Introduction to Digital Concept) เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในลักษณะที่เจาะจงเฉพาะเรื่อง ซึ่งเป็น ส่วนหนึ่งของรายวิชา สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนตามหลักสูตรได้จริง โดยนำเนื้อหา ในรายวิชา 4121701 ดิจิตอลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งสถาบันราชภัฏ ทั้ง 41 แห่ง ในสังกัดสำนักงาน สภาสถาบันราชภัฏ ใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในปัจจุบันมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำการทดลองเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนั้น การวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับนโยบายเกี่ยวกับบทบาทของสำนักงาน สภาสถาบันราชภัฏในแผนพัฒนาการศึกษา ระยะที่ 8 ด้านการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการนำ เทคโนโลยีมาใช้ในการปฏิรูปการเรียนการสอนของสถาบันราชภัฏทั่วประเทศทั้ง 41 แห่ง อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น
2. เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอล เบื้องต้น
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชา ดิจิตอลเบื้องต้น

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น มีคุณภาพระดับดี ขึ้นไปทุกรายการ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดส่วนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตรีรัตนากุล และคณะ. (2542 : 4-13) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในลักษณะของ Interactive MultiMedia Computer Assisted Instruction : IMMCAI) โดยเริ่มจากหัวข้อเรื่องเป้าหมายที่กำหนด วัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมาย ผู้ใช้บทเรียน การพัฒนาจะดำเนินได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นตอนออกแบบ (Design)
3. ขั้นพัฒนา (Development)
4. ขั้นสร้าง (Implementation)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของสถาบันราชภัฏทั้ง 41 แห่ง ในสังกัดสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิตอลเบื้องต้น ในปีการศึกษา 2/2545

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิตอลเบื้องต้น ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2/2545 จำนวน 30 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่ม

ตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 เนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาเรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาในสายวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ หมวดวิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเนื้อหา มีดังนี้

หน่วยที่ 1 หลักการเบื้องต้นของวงจรรลอจิกเกท

หน่วยที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกท ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของ ลอจิกเกทพื้นฐาน Inverter Gate, AND Gate, OR Gate, NAND Gate, NOR Gate, Exclusive-OR Gate และ Exclusive NOR Gate

หน่วยที่ 3 การเขียนวงจรรลอจิกเกท และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชา ดิจิตอลเบื้องต้น
2. ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชา ดิจิตอลเบื้องต้น

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและตรงตามจุดมุ่งหมายของการค้นคว้าการวิจัยครั้งนี้ ได้ นิยามศัพท์ดังนี้คือ

วิชาดิจิตอลเบื้องต้น หมายถึง วิชาในหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาในสายวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โปรแกรมวิทยาการ คอมพิวเตอร์ หมวดวิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเนื้อหา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบ หนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟฟิก แผนภูมิ กราฟ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียน ของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งจำแนกออกเป็นด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อประเมินความรู้ของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดีจิตอลเบื้องต้น

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กระบวนการที่วัดได้ในการทำแบบทดสอบได้ถูกต้อง ระหว่างการทดสอบเมื่อจบบทเรียนแต่ละหน่วยเรียนกับการทดสอบเมื่อจบบทเรียนทุกหน่วยเรียน และทำให้ผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

เกณฑ์ 80/80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดีจิตอลเบื้องต้น ซึ่งผู้วิจัยใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยอธิบายได้ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหน่วยเรียนได้ถูกต้อง โดยทดสอบเมื่อจบบทเรียนแต่ละหน่วย

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องโดยทดสอบเมื่อจบบทเรียนทุกหน่วยเรียน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมจาก ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์

2.1.1 รายวิชาดิจิทัลเบื้องต้น รหัสวิชา 4121701

2.1.2 แนวการสอนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น เรื่องทฤษฎีลอจิกเกต

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.3 ประโยชน์และคุณค่าทางการศึกษาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.4 ขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.5 การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์

จุดประสงค์

1. เพื่อผลิตบัณฑิตทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ให้มีความรู้และความสามารถในการประกอบอาชีพในตำแหน่งด้านนักวิทยาการคอมพิวเตอร์ นักวิเคราะห์ นักวางระบบและออกแบบระบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านระบบฐานข้อมูลและการสื่อสาร

2. เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถในการที่จะนำไปประกอบอาชีพและอาชีพอิสระได้

3. เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ประดิษฐ์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
พัฒนาางานทางด้านคอมพิวเตอร์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีพื้นฐานในด้านการศึกษาในระดับที่สูงกว่าปริญญาตรีต่อไป
5. เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ต่อวิชาชีพได้

คุณสมบัติเฉพาะโปรแกรมวิชา

สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่าในสายวิทยาศาสตร์ หรือศิลป์
คำนวณ หรือคอมพิวเตอร์

ด้านโครงสร้างหลักสูตร

ใช้โครงสร้างและหลักสูตรรายวิชาของสภาสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 เป็นเกณฑ์ในการจัดการเรียนการสอนโดยได้จัดหลักสูตรโปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ หน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 143 หน่วยกิต โดยมีสัดส่วนหน่วยกิตแต่ละหมวดวิชาและกลุ่มวิชา ดังนี้

1. หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป	33	หน่วยกิต
1) กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร	9	หน่วยกิต
2) กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์	9	หน่วยกิต
3) กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	6	หน่วยกิต
4) กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	9	หน่วยกิต
2. หมวดวิชาเฉพาะด้าน	100	หน่วยกิต
1) กลุ่มวิชาเนื้อหา	78	หน่วยกิต
2) กลุ่มวิชาวิทยาการจัดการ	15	หน่วยกิต
3) กลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	7	หน่วยกิต
3. หมวดวิชาเลือกเสรี	10	หน่วยกิต

การจัดการเรียนการสอน

1. หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป	33	หน่วยกิต
2. หมวดวิชาเฉพาะด้าน	100	หน่วยกิต
2.1 กลุ่มวิชาเนื้อหา	78	หน่วยกิต
วิชาบังคับ เรียน	39	หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4091606	คณิตศาสตร์สำหรับคอมพิวเตอร์	3(3-0)
4121103	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และอัลกอริทึม	3(2-2)
4121201	การประมวลผลข้อมูลและเพิ่มข้อมูล	3(2-2)
4121202	การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1	3(2-2)
4121401	ระบบปฏิบัติการ 1	3(2-2)
4122202	โครงสร้างข้อมูล	3(2-2)
4122502	การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 1	3(2-2)
4122701	ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรม	3(2-2)
4122702	สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์และโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี	3(2-2)
4123201	ระบบการจัดการฐานข้อมูล	3(2-2)
4123305	โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ขั้นสูง	3(2-2)
4123702	ระบบการสื่อสารข้อมูล	3(2-2)
4124902	การศึกษาเอกเทศด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์	3(2-2)
ข้อกำหนดเฉพาะ ให้เรียนรายวิชา 4121701 ดิจิตอลเบื้องต้นก่อนการเรียนรายวิชา		
4122701 ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรม		
เลือก	ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้ไม่น้อยกว่า	39 หน่วยกิต
	เลือก ก. ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้ไม่น้อยกว่า	21 หน่วยกิต
4011309	ฟิสิกส์พื้นฐาน	3(2-3)
4021101	เคมีทั่วไป 1	3(2-2)
4031101	ชีววิทยาพื้นฐาน	3(2-2)
4091401	แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 1	3(3-0)
4092401	แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 2	3(3-0)
4092601	พีชคณิตเชิงเส้น 1	3(3-0)
4094407	การวิเคราะห์เชิงตัวเลข	3(3-0)
4111101	หลักสถิติ	3(3-0)
4113105	สถิติเพื่อการวิจัย	3(3-0)
4121402	ระบบปฏิบัติการ 2	3(2-2)
4122201	ฐานข้อมูลเบื้องต้น	3(2-2)
4122504	การวิจัยและดำเนินงาน 1	3(2-2)
4123402	ศีลศรุตและโครงสร้าง	3(2-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือก ข. ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้ไม่น้อยกว่า	18	หน่วยกิต
4121701 ดิจิตอลเบื้องต้น		3(2-2)
4122102 เครือข่ายคอมพิวเตอร์และการกระจาย		3(2-2)
4122603 คอมพิวเตอร์กราฟิก		3(2-2)
4122604 โปรแกรมสำเร็จรูปและการประยุกต์ใช้งาน		3(2-2)
4123401 โปรแกรมควบคุมระบบ		3(2-2)
4123601 โปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติวิจัย		3(2-2)
4123603 โปรแกรมประยุกต์ด้านการเงินและการบัญชี		3(2-2)
4123604 โปรแกรมประยุกต์ด้านการควบคุมสินค้า		3(2-2)
4123605 โปรแกรมประยุกต์ด้านงานทะเบียนบุคคลและการจ่ายเงินเดือน		3(2-2)
4123607 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ		3(2-2)
4123608 โปรแกรมประยุกต์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์		3(2-2)
4123612 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน		3(2-2)
4123613 คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ		3(2-2)
4123617 การประยุกต์ใช้งานมัลติมีเดีย		3(2-2)
4123704 ไมโครโปรเซสเซอร์		3(2-2)
4123705 การศึกษาวงจรและซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์		3(2-2)
4124501 ปัญญาประดิษฐ์		3(2-2)
4124502 การจำลองและโมเดล		3(2-2)
4124503 การสร้างคอมไพเลอร์		3(2-2)
4124901 สัมมนาคอมพิวเตอร์		3(2-2)
4124903 หัวข้อพิเศษเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์		3(2-2)

ข้อกำหนดเฉพาะ ให้เรียนรายวิชา 4123601 โปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติวิจัย จะ
ต้องเรียนรายวิชา 4113105 สถิติเพื่อการวิจัย

2.2 กลุ่มวิทยาการจัดการ	15	หน่วยกิต
3561101 องค์การและการจัดการ		3(3-0)
3561204 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประกอบธุรกิจ		3(3-0)
3591105 เศรษฐศาสตร์ทั่วไป		3(3-0)
4122602 โปรแกรมประยุกต์ด้านการจัดการสำนักงานอัตโนมัติ		3(2-2)
4122606 โปรแกรมประยุกต์ด้านระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร		3(2-2)

2.3	กลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	7	หน่วยกิต
4123801	การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพวิทยาการคอมพิวเตอร์ 3		2(90)
4124801	การฝึกประสบการณ์วิชาชีพวิทยาการคอมพิวเตอร์ 3		5(450)

3. หมวดวิชาเลือกเสรี เรียน 10 หน่วยกิต

ให้เลือกเรียนรายวิชาใด ๆ ในหลักสูตรหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 โดยไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้วและต้องไม่เป็นรายวิชาที่กำหนด ให้เรียนโดยไม่นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จหลักสูตรของโปรแกรมวิชานี้

การเลือกรายวิชาในหลักสูตรที่ใช้นั้นหลักการเลือกรายวิชา จัดลำดับ เพื่อให้ให้นักศึกษาได้มีระบบการเรียนรู้ที่เป็นไปตามลำดับขั้นอย่างเหมาะสม เมื่อมีการจัดการเรียนการสอนไประยะหนึ่ง จะมีการทบทวนแผนการเรียนการสอน รายวิชา ลำดับต่าง ๆ ของรายวิชาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน อันเป็นผลต่อเนื่องถึงความเป็นที่ต้องการของท้องถิ่น ตลาดแรงงาน ตามพันธกิจ

4. กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง วิธีสอน และกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดแล้วทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์ ส่วนนี้เป็นส่วนของกระบวนการที่ทำให้ นักศึกษาคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยมีการจัดบรรยากาศให้เหมาะสมกับการเรียน ของโปรแกรมวิชา สภาพการจัดการเรียนการสอน โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ระดับปริญญาตรี ได้ใช้เทคนิควิธีการสอน ซึ่งที่ระบุไว้ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

4.1 การบรรยายโดยใช้แผ่นใส สไลด์ Microsoft PowerPoint Projector TV บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเทปโทรทัศน์ประกอบการบรรยาย

4.2 การทดลองและฝึกปฏิบัติแบบทำงานเดี่ยวและกลุ่ม

4.3 ศึกษาปัญหาพิเศษและค้นคว้าเอกสาร รายงาน วารสาร เป็นต้น

2.1.1 รายวิชาดิจิทัลเบื้องต้น รหัสวิชา 4121701

ชื่อ รายวิชาดิจิทัลเบื้องต้น (Introduction to Digital Concept) จำนวน 3(2-2) หน่วยกิต กล่าวคือ วิชาจำนวน 3 หน่วยกิต แยกเป็นภาคทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 2 คาบ ต่อสัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา ทบทวนเกี่ยวกับระบบตัวเลข เลขฐานต่างๆ การเปลี่ยนเลขฐาน ทฤษฎีลอจิกเกต วงจรพื้นฐานไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษาเครื่องและการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 แนวการสอนวิชาดิจิตอลเบื้องต้น

สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี

อาจารย์ผู้สอน โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์

คำอธิบายรายวิชา (Syllabus)

ทบทวนเกี่ยวกับระบบตัวเลข เลขฐานต่าง ๆ การเปลี่ยนเลขฐาน ทฤษฎีลอจิกเกต วงจรพื้นฐานไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษาเครื่องและการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน

ศึกษาภาคทฤษฎีเกี่ยวกับระบบดิจิตอลเบื้องต้น ให้ครอบคลุมในคำอธิบายรายวิชา ได้แก่ การเปลี่ยนฐานของระบบตัวเลข การบวก ลบ คูณ หาร เลขฐานต่าง ๆ การแปลง รหัส การลดรูปสวิตชิงฟังก์ชัน โดยใช้ทฤษฎีของบูลีน และแผนผังคาร์โนห์ สัญลักษณ์ คุณสมบัติ ตารางความจริงของเกทชนิดต่าง ๆ การออกแบบ วงจรลอจิก ฟลิปฟลอป การถอดรหัสและเข้ารหัส การมัลติเพล็กซ์ และ ดีมัลติเพล็กซ์ การให้กำเนิดสัญญาณและพัลส์ แบบต่าง ๆ วงจรพื้นฐานไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษาเครื่องและการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน

ภาคปฏิบัติ การต่อวงจร โดยใช้แผงทดลอง DIGITAL LEARNING SYSTEM DL-1A เพื่อทำการทดลองตามหลักทฤษฎี ในรายวิชานี้ และในแต่ละกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ทดสอบคุณสมบัติของเกทชนิดต่าง ๆ พิสูจน์พีชคณิตบูลีน การทดลองวงจรบวก ลบ วงจรเข้ารหัสและถอดรหัส วงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ การทดลองวงจรฟลิปฟลอปแบบต่าง ๆ เป็นต้น

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาและทบทวน บทนำทั่วไปในระบบดิจิตอล และระบบเลขฐานต่าง ๆ
2. เพื่อเรียนรู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกี่ยวกับระบบดิจิตอล และรหัสที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์
3. เพื่อศึกษาทฤษฎีลอจิกเกตและเรียนรู้หลักการวิเคราะห์รูปแบบสัญญาณไฟฟ้าของคุณลักษณะทางไฟฟ้าของเกท (Gate) ต่าง ๆ เช่น สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางค่าความจริง การเขียนวงจรลอจิกเกต ไดอะแกรมเวลาของลอจิกเกต เป็นต้น
4. เพื่อเรียนรู้การคำนวณในระบบคอมพิวเตอร์ เช่น การบวก การลบ เป็นต้น
5. เพื่อศึกษาหลักการของบูลีนและการลดรูปสวิตชิงฟังก์ชัน โดยแผนผังคาร์โนห์
6. เพื่อศึกษาการทำงาน Encoder/Decoders, Multiplexers/ Demultiplexer
8. เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของ ฟลิปฟลอปและเรียนรู้การเลื่อนไหลของข้อมูล (Shift registers) และ วงจรนับเลข (Counters)

เอกสารนี้เป็น 9.8 เพื่อศึกษาระบบไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐาน เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เพื่อศึกษาภาษาเครื่องและการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน
 ความรู้พื้นฐานที่นักศึกษาต้องมีมาก่อน/วิชาที่ต้องเรียนมาก่อน
 - ไม่มี

เนื้อหา (Content)

สัปดาห์ที่	1-2
เรื่อง	บทที่ 1 ระบบเลขฐานต่าง ๆ (Number system)
จุดประสงค์ การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถอธิบายความหมายและความแตกต่างกันของระบบตัวเลขแต่ละระบบได้ - เพื่อให้สามารถเปลี่ยนฐานระบบตัวเลขได้ - เพื่อให้สามารถบวก และลบเลขฐานต่าง ๆ ได้ - เพื่อให้สามารถอธิบายการคอมพลีเมนต์และการลบเลข Binary โดยใช้ 1's Complement และ 2's Complement ได้ - เพื่อให้สามารถคูณเลข Binary และการหารเลข Binary ได้
เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - บทนำทั่วไประบบดิจิทัล - ระบบตัวเลข - การเปลี่ยนฐานของระบบตัวเลข - การแปลงเลขฐานต่างๆ - การบวก และการลบ เลขฐานต่างๆ - คอมพลีเมนต์ - การลบเลข Binary โดยใช้ 1's complement - การลบเลข Binary โดยใช้ 2's complement - การคูณ เลข Binary และการหารเลข Binary
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง

สัปดาห์ที่	3-4
เรื่อง	บทที่ 2 รหัส
จุดประสงค์ การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถอธิบายถึงความหมายและการใช้ รหัส BCD-8421 ,รหัส Octal และ Hexadecimal ได้ - เพื่อให้สามารถใช้ Parity ในรหัสได้ - เพื่อให้สามารถอธิบายความหมายและการใช้รหัสแบบ Gray ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - รหัส BCD-8421 - รหัส Octal และ Hexadecimal - การใช้ Parity ในรหัส - รหัสเกิน-3 และ รหัส BCD แบบอื่นๆ - รหัส ชนิด 5 bit และรหัส ชนิดมากกว่า 5 bit - รหัสแบบ Gray
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง

สัปดาห์ที่	5-6
เรื่อง	บทที่ 3 ทฤษฎีลอจิกเกตและพีชคณิตบูลีน
จุดประสงค์ การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถอธิบายหลักการลอจิกเกตพื้นฐาน สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางค่าความจริง การเขียนวงจรลอจิกเกต ไดอะแกรมเวลาของวงจรลอจิก - เพื่อให้สามารถอธิบายหลักการเบื้องต้นของวงจรลอจิก และพีชคณิตบูลีนได้ - เพื่อให้สามารถอธิบายและพิสูจน์ทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน - เพื่อให้สามารถอธิบายทฤษฎีของบูลีนลดรูปสวิตชิงฟังก์ชันได้
เนื้อหา	<p>หน่วยเรียนที่ 1 หลักการเบื้องต้นของลอจิกเกต</p> <ul style="list-style-type: none"> - หลักการสัญญาณของลอจิกเกต <p>หน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางค่าความจริงและไดอะแกรมเวลาของลอจิกเกตพื้นฐาน Inverter Gate หรือ NOT Gate, AND Gate, OR Gate, NAND Gate, NOR Gate, XOR Gate และ XNOR Gate</p> <p>หน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีน</p> <ul style="list-style-type: none"> - หลักการเบื้องต้นของวงจรลอจิก และพีชคณิตบูลีน - ทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน - การพิสูจน์ทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง

สัปดาห์ที่	7-8
เรื่อง	บทที่ 4 แผนผังคาร์โนห์
จุดประสงค์ การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถวาดแผนผังคาร์โนห์ ชนิดต่างๆ ได้ - เพื่อให้สามารถลดรูปสวิตชิงฟังก์ชันโดยใช้แผนผังคาร์โนห์ได้ - เพื่อให้สามารถเขียน Canonical Form โดยใช้แผนผังคาร์โนห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... โดยให้แผนผังคาร์โนห์ได้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถอธิบายวงจร Half Adder และวงจร Full Adder ได้ - เพื่อให้สามารถอธิบาย Don't care term ได้
เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - แผนผังคาร์โนห์ ชนิด 2, 3 และ 4 ตัวแปร - การลดรูปสวิตซิงฟังก์ชันโดยใช้ แผนผังคาร์โนห์ - การเขียน Canonical Formโดยใช้ แผนผังคาร์โนห์ - วงจร Half Adder และ วงจร Full Adder - วงจร Half Subtractor และวงจร Full Subtractor - Don't care term
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง

สัปดาห์ที่	9
เรื่อง	สอบระหว่างเรียน
สัปดาห์ที่	10-11
เรื่อง	บทที่ 5. การเข้ารหัส และ การถอดรหัส
จุดประสงค์การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถออกแบบวงจรเข้ารหัส (Encoder) - เพื่อให้สามารถออกแบบวงจรถอดรหัส (Decoder) - เพื่อให้สามารถออกแบบวงจร Multiplex - เพื่อให้สามารถออกแบบวงจร Demultiplex
เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - การออกแบบวงจรเข้ารหัส (Encoder) - วงจรถอดรหัส (Decoder) - วงจร Multiplex - วงจร Demultiplex - ตัวอย่างการใช้ IC สำหรับวงจรเข้ารหัส และ ถอดรหัส
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง

สัปดาห์ที่	12-13
เรื่อง	บทที่ 6. ฟลิป ฟลอป
จุดประสงค์การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถอธิบาย Clock Pulse ได้ - เพื่อให้สามารถอธิบาย วงจร Monostable(One Shot) and Astable multivibrator (Oscillator)ได้ โดยใช้ IC เบอร์ 555 - เพื่อให้สามารถอธิบาย RS Flip Flop และ ทดลอง RS Flip Flop โดยใช้ Clock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>pulse ได้</p> <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้สามารถอธิบาย D Flip Flop และ ทดลอง D Flip Flop ได้ - เพื่อให้สามารถอธิบาย T Flip Flop และ ทดลอง T Flip Flop ได้ - เพื่อให้สามารถอธิบาย Master/Slave JK Flip Flop และ ทดลอง Master/Slave JK Flip Flop ได้ - เพื่อให้สามารถอธิบายวงจรมับและ ทดลอง วงจรมับได้ - เพื่อให้สามารถอธิบายวงจร Shift Register และ ทดลอง วงจร Shift Register ได้
เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - Clock Pulse, Monostable(One Shot) and Astable multivibrator (Oscillator) - RS Flip Flop - D Flip Flop และ T Flip Flop - JK Flip Flop - Master/Slave JK Flip Flop - วงจรมับ (Counter) - Shift Register
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง
สัปดาห์ที่	14-15
เรื่อง	บทที่ 7 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐาน
จุดประสงค์การเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> - เพื่อศึกษาระบบไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐาน - สถาปัตยกรรมไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐาน - เพื่อศึกษาภาษาเครื่องและการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้งาน
เนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> - ไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ - สถาปัตยกรรมไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐาน - โครงสร้างภาษาเครื่อง
กิจกรรม	บรรยาย, อธิบาย, สาธิต , ทำแบบฝึกหัด และ กิจกรรมเสริมทดลอง
สัปดาห์ที่	16
เรื่อง	สอบปลายภาคเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541:3) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) เป็นสื่อการศึกษายุคใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากและยังมีข้อได้เปรียบเหนือสื่ออื่น ๆ ด้วยกันหลายประการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงกลายเป็นสื่อการศึกษาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้นในแวดวงของครู อาจารย์ และนักศึกษาในปัจจุบัน การนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการสอนนั้น ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของการจัดหาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้หรือการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาใช้เองก็ตาม ครู อาจารย์ นักการศึกษา และผู้สนใจ จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) มีบทบาทหรือความสัมพันธ์อย่างไรกับคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา (Computer Based Education) หรือคอมพิวเตอร์ศึกษา จากการเก็บรวบรวมเอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ดังนี้

คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาหรือในภาษาอังกฤษว่า Computer Based Education มีความหมายเดียวกันกับคำว่า Instructional Computing (IC) หรือ Instructional Applications of Computer (IAC) ซึ่งหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนการสอน ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาการศึกษาให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขีดความสามารถในการสอนของครูอาจารย์และขณะเดียวกันก็ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นคำว่าคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจะมีความหมายกว้างมากและครอบคลุมการใช้คอมพิวเตอร์ทางการศึกษาศึกษาเกือบทั้งหมดทีเดียว พอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเพียงส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

ดังนั้นถ้านำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในการศึกษา จะเห็นว่าวงการศึกษาดำเนินการรับสื่อคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับนักวิชาการต่าง ๆ ที่เห็นความสำคัญของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาดังนี้ (เย็น ภู่วรรณ. 2531 : 131; ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541: 4-7 ; ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2528 : 67-68 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 166)

สารานุกรมศัพท์การศึกษาและจิตวิทยา สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (เย็น ภู่วรรณ. 2531 : 131) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ศึกษา (Education Computer) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจการด้านการศึกษา ซึ่งประกอบด้วยงานหลัก 3 ระบบ คือ งานบริหารการศึกษา งานบริการการศึกษา งานด้านการเรียนการสอน

1. ระบบคอมพิวเตอร์บริหารการศึกษา คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษา เช่น บริหารงานบุคลากร อธิการ การเงิน พัสดุ อาคารสถานที่ กิจกรรมพิเศษ และความสัมพันธ์ชุมชน

2. ระบบคอมพิวเตอร์บริการการศึกษา เช่น บริการสื่อการศึกษา (Education Media Service) ระบบสารสนเทศ (Information System) และอำนวยความสะดวกเพื่อการศึกษา

3. ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน มีชื่อในภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันไป เช่น ซีไอไอ (CAI : Computer Assisted Instruction) ซีบีไอ (CBI : Computer Based Instruction) ซีบีแอล (CBL : Computer Based Learning Systems) ซึ่งทุกชื่อมีความหมายใกล้เคียงกัน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบการเรียนการสอนวิชาต่างๆ เช่น สังคมศึกษา ศิลปะ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ รวมทั้งวิชาคอมพิวเตอร์ โดยถือว่าคอมพิวเตอร์เป็นสื่อระบบการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนรู้ผลการตอบสนองได้รวดเร็วกว่าสื่อประเภทอื่น ยกเว้นสื่อบุคคล

ถนอมพร เลานจรัสแสง (2541: 4-7) ได้กล่าวว่า เราสามารถแบ่งลักษณะของการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปในการศึกษาออกเป็น 5 ลักษณะด้วยกัน

1. คอมพิวเตอร์กับการบริหาร ใช้งานในฝ่ายธุรการ การเตรียมข้อมูล การประมวลผล และนำเสนอ เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอน (Computer Managed Instruction หรือ CMI) แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอนทั่ว ๆ ไป คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บสถิติต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การเก็บสถิตินักเรียนที่มาเข้าเรียน ผลการสอบในแต่ละเทอม เป็นต้น

2.2 คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอนทางคอมพิวเตอร์ คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างระบบในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและความต้องการของผู้เรียน

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในการศึกษาในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอนและผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

4. คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การเรียนการสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยการนำเสนอเนื้อหา (Presentation)

5. คอมพิวเตอร์กับการติดต่อสื่อสารและการค้นหาข้อมูล

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2528 : 67-68) ได้กล่าวว่า โรงเรียนสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานต่าง ๆ ดังนี้

1. เพื่อรับรู้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้สำหรับศึกษาวิทยาการทางด้านคอมพิวเตอร์
3. ใช้สำหรับเรียนการเขียนโปรแกรม
4. ใช้ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหา หรือทำโจทย์
5. ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ เพื่อช่วยการเรียน
6. เป็นชุดการสอนสำเร็จรูป
7. ใช้คอมพิวเตอร์บริหารการสอน
8. ใช้เป็นแบบฝึกหัด โดยใช้โปรแกรมเก็บโจทย์และเฉลยไว้เป็นจำนวนมาก สำหรับนักเรียนฝึกความสามารถ และทดสอบ เป็นต้น

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 166) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาได้ 2 ลักษณะคือ

1. คอมพิวเตอร์ในด้านการบริหาร (Administrative Use) มีลักษณะการใช้งาน 2 ด้าน คือ

1.1 ในด้านของผู้บริหารสถานศึกษา สามารถช่วยผู้บริหารในด้านต่าง ๆ เช่น การบัญชี การจัดตารางสอน การควบคุมทรัพย์สินของสถาบัน เป็นต้น

1.2 ในด้านบริหารของครูผู้สอน ช่วยเหลือผู้สอนเกี่ยวกับงานที่นอกเหนือจากการสอนปกติ เช่น การเตรียมบทเรียน การเตรียมแบบทดสอบ การตรวจคะแนน เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์ด้านการเรียนการสอน (Computer Based Instruction) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 คอมพิวเตอร์จัดการสอน (CMI : Computer Managed Instruction) ผู้สอนจะใช้วิเคราะห์ลักษณะและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะแก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถแก้ปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ โดยจัดโปรแกรมการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามความสามารถและความถนัดของตน โดยใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ หรือเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับสื่อชนิดอื่น ๆ เพื่อให้เรียนรู้ครบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) โดยจะเป็นสื่อการสอน ทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการสอนโดยครูกับนักเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลผู้เรียนที่ป้อนเข้าไปได้ทันที เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน คือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหรือเป็นตัวกลางที่จะช่วยนักเรียนให้เรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมต่างๆ ที่สร้างไว้ในแต่ละเนื้อหาแต่ละวิชาและนำโปรแกรมเหล่านั้นไปสอนโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ คำว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction : CAI และนอกจากคำนี้แล้วยังมีคำอื่น ๆ อีกที่มีความหมายเช่นเดียวกัน เช่น

1. Computer Aided Instruction (CAI)
2. Computer Assisted Learning (CAL)
3. Computer Aided Learning (CAL)
4. Computer Based Instruction (CBI)
5. Computer Based Learning (CBL)
6. Computer Based Education (CBE)
7. Computer Based Training (CBT)

CAT และ CBT นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ให้ความสำคัญที่ผู้สอน

CAL และ CBE นิยมใช้ในประเทศอังกฤษและยุโรป ให้ความสำคัญที่ผู้เรียน

CAI นิยมใช้ในประเทศไทย

ในด้านความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้เริ่มมีคนให้ความสนใจมาตั้งแต่ต้นศตวรรษ 1960 เป็นต้นมา มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลากหลายดังนี้

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 206) ให้ความหมายว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดหรือการวัดผลนักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพ จอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นอธิบาย เป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงภาพ ซึ่งผู้เรียนต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน รอจนคิดว่าพร้อมแล้วก็สั่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อคอมพิวเตอร์อาจให้ทำต่อ หรืออาจทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม ซึ่งอาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลย ส่วนมากจะเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบประเภทให้เลือกหรือปรนัย เมื่อทำแล้ว คอมพิวเตอร์จะตรวจให้เลย ชมเชย และให้กำลังใจด้วยถ้าทำถูก ดำเนินหรือต่อว่าบ้างที่ทำผิด หรืออาจสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ เป็นต้น หลังจากนั้นจะแจ้งผลให้ทราบว่าทำถูกก็ข้อ ผิดก็ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 10) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้สู่ผู้เรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541:7) ให้ความหมายว่า สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนให้มากที่สุด

นุชนาฏ วุฒิโกคา (2529 : 12) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอนนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนและฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะดำเนินอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ยังเป็นเครื่องมือสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 32) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI นั้น หมายถึงบทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งและบันทึกลงในจานแม่เหล็ก เพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคลและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

กำพล ดำรงวงศ์ (2528 : 150) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบ ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ในการใช้คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรม(Programmed Instruction)

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2531 : 24-28) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นระบบการสอนโดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Active Participation) โดยให้มีการตอบคำถาม คิด และกระทำกิจกรรมในขณะที่เรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอนสามารถบันทึกความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

ขนิษฐา ชานนท์ (2531 : 8) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และการแข่งขันเพื่อการค้าโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในเชิงพาณิชย์ การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ หรือการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ ถือว่าผิดกฎหมาย

ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปแบบหนังสือและกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบของข้อมูลป้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

ยีน ฎุวรรรณ (2531:121) ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเอาเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

Hannafin and Peck (1988 : 5-13) ให้ความหมายว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมการเรียน การเรียนการสอนที่ผ่านคอมพิวเตอร์ประเภทใดก็ตามกล่าวได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มีคำที่ใช้ในความหมายเดียวกันได้แก่ Computer-Assisted Learning (CAL) , Computer-aided Instruction (Cal), Computer-aided Learning (CaL) เป็นต้น

2.2.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับผู้สอนและผู้เขียนโปรแกรม ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

ทักษิณา สนวนานท์ (2530 : 216-220) ได้จัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็น 7 ประเภทดังนี้

1. การฝึกทักษะ และทำแบบฝึกหัด (Drill and Practice) วิธีนี้เป็นวิธีที่รู้จักกันดีมาตั้งแต่เริ่มแรก โดยมักจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหามาให้อ่าน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ หรือความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดในลักษณะนี้ มักจะเป็นบทเรียนสั้น ๆ ที่นิยมกันมาก แบบหนึ่งก็คือ จับคู่ ซึ่งว่าถูก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก 3-5 ตัว

การสอนในลักษณะนี้ จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียน คือ ค่อย ๆ เพิ่มเนื้อหาโดยให้เริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก การเตรียมคำถามจะต้องเตรียมไว้มาก ๆ ผู้เรียนควรจะได้สัมผัสเลือกขึ้นมาเอง โดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อน หรือจำได้จากการทำในครั้งแรก วิธีการนี้จะช่วยประกันว่า แบบฝึกหัดที่ทำทุกครั้งจะถูกเรียงข้อต่างกัน ผู้เรียนจะต้องไม่สามารถจำได้ โปรแกรมดี ๆ จะต้องทำให้ผู้สอนสามารถวิจัยได้ด้วยว่าข้อทดสอบแต่ละข้อ ถ้าผู้เรียนตอบอีกอย่างหนึ่ง จะแสดงผลอีกอย่างหนึ่ง ผู้สอนน่าจะมีโอกาสแก้ไขปรับปรุงตกแต่งแบบฝึกหัดให้เข้ากับกลุ่มเรียนที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะกลุ่มได้ด้วย

การเก็บระเบียบการเรียนรู้อของผู้เรียนอาจมีส่วนสำคัญมากด้วยบางโปรแกรมอาจจะบังคับ

ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนจนกว่าจะถูกต้องถึงร้อยละ 80 ถึงจะถือว่าสอบผ่านก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเจรจา (Dialogue) วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกันถึงแม้ว่าวิธีการทำจะค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพแล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถามลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาดิจิทัล อาจถามคำถามเกี่ยวกับสัญลักษณ์ของเกทบางชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใช้รูปภาพให้เป็นคำตอบ

3. การจำลองสภาพ (Simulation) วิธีการนี้เป็นการเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพราะบางทีประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไป หรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องบิน ผู้เรียนน่าจะจะได้ลองขับในเครื่องจำลอง (ด้วยคอมพิวเตอร์) มากกว่า การสอนด้วยวิธีนี้จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริง ความสำเร็จจริง ๆ ก็อยู่ที่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถจำลองสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด

การจำลองมี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation)

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation)

เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่าง หรือ ตัดสินใจในบางเรื่อง การทำจริง ๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่า ประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่า ควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึกความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างไร

4. เกมส์ (Games) การเรียนรู้จากการเล่น เป็นเรื่องที่เป็นที่ยอมรับกันมานานแล้ว การเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนานและหากเลือกเล่นให้เป็นแล้ว เกมส์นั้นจะช่วยในการเรียนรู้เป็นอย่างมากโรงเรียนบางแห่งนำเกมส์บางเกมส์มาเล่นในโรงเรียน โดยเห็นว่ามีคุณค่าทางการศึกษา

เกมส์นั้นมีเป้าหมายที่แน่นอน ผู้เล่นจะต้องพยายามให้บรรลุเป้าหมายคือ ชัยชนะโดยต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ประกอบด้วยตลอดเวลา ในหลายกรณีเกมส์จะเหมือนกับการจำลองสภาพที่กล่าวถึงมาแล้วในข้อ 3 เกมส์นั้นมี 2 ประเภท คือ การแข่งขัน และการร่วมมือ เกมส์การแข่งขันมองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง ให้อยากพบความสำเร็จ ส่วนเกมส์ความร่วมมือมักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม เช่น เกมส์ที่นำคนกลุ่มหนึ่งไปทิ้งไว้บนเกาะที่มีทรัพยากรจำกัด ผู้เล่นแต่ละคนจะถูกกำหนดให้มีของติดตัวบางอย่าง และมีความสามารถพิเศษเฉพาะตัว เป้าหมายของทุกคนคือช่วยกันให้อยู่รอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกมส์นั้นมีประโยชน์ทั้งเพื่อความสนุกสนานและเพื่อการศึกษาถ้าเป็นการเล่นเพียงคนเดียว ก็อาจเป็นการฝึกให้ใช้ตาและมือให้สัมพันธ์กันถ้าเป็นการแข่งขัน ก็เป็นการสอนให้รู้จักใช้ปฏิภาณหรือความสามารถเอาชนะคู่แข่งต่อสู้ให้ได้ เกมส์พวกนี้อย่างน้อยก็ทำให้ความกลัวที่จะใช้คอมพิวเตอร์ลดลงไป เด็กสมัยใหม่ ๆ ที่รู้จักเล่นตุ้เกมส์มาตั้งแต่เล็กจะไม่กลัวเรื่องคอมพิวเตอร์เลย ทั้งยังอาจช่วยผู้ช่วยที่ไม่คุ้นการใช้คอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

เกมส์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนด้วย มีตัวอย่างเช่นเกมส์ประเภทจับคู่ ซึ่งเป็นการสอนศัพท์เกมส์วิ่งแข่ง ซึ่งผู้เล่นจะต้องสุ่มเรียกเลขมา 3 ตัว จัดการบวกลบเลขให้ไปได้ไกลที่สุดเท่าที่จะไปได้ โดยไม่ตกบันไดหรือถอยหลังไปตั้งต้นใหม่ ซึ่งเป็นการสอนเลขคณิต

5. การแก้ปัญหาต่าง ๆ (Problem Solving) ซีเอไอ ประเภทหนึ่งจะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนน หรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดสอบในการดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ การทำเช่นนี้ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูก ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย ดังนี้ เป็นต้น

การแก้ปัญหามองอัน กว่าผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากเพียงไร

6.การค้นพบของใหม่ ประสบการณ์เป็น “ ครู ” ที่ดี การให้โอกาสผู้เรียนมีประสบการณ์ในด้านต่างๆ มาก ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง เป็นต้นว่า การคิดภาษาโลโก (LOGO) ทำให้นักเรียนตัวเล็ก ๆ สามารถเข้าใจอะไรได้ง่าย ๆ เพราะโลโกเป็นภาษาอิงภาพขณะที่ผู้เรียนเรียนการใช้ภาษาต่าง ๆ ของโลก แล้วลองใช้คำสั่งต่าง ๆ จะทำให้มีภาพเกิดขึ้น เขาก็จะเรียนรู้ไปด้วยตั้งแต่ศัพท์หลักการพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์ เรขาคณิต เช่น การทำมุมมองต่าง ๆ เป็นต้น

7.การทดสอบ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักต่าง ๆ ต่อไปนี้

7.1 การสร้างข้อสอบ

7.2 การจัดการสอบ

7.3 การตรวจให้คะแนน

7.4 การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 7.5 การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้ โยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนาจ เดชชัยศรี (2542 : 112-117) ได้จัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ได้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบโปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันทีซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์วิธีการ และกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกม จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกimdังกล่าวมีความรู้สอดแทรกก็จะเป็นประโยชน์มาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิดเกมศึกษาค่อนข้างทำได้ยาก

ชูศรี ยินดีตระกูล (2530 : 30-33) ได้จัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โปรแกรมแบบฝึกหัด (Drill and Practice) โปรแกรมประเภทนี้ใช้สำหรับทำแบบฝึกหัด ทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาแล้ว หรือพัฒนาทักษะเฉพาะเรื่อง โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอบทเรียนในรูปของแบบฝึกหัดหรือโจทย์ทีละข้อ เปรียบเทียบคำตอบของผู้เรียนกับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าผู้เรียนตอบผิดในครั้งแรกจะถามคำถามเดิม ถ้าครั้งที่สองยังตอบผิดอีกคอมพิวเตอร์จะเฉลยคำตอบ แล้วเสนอแบบฝึกหัดหรือโจทย์ถัดไป หรืออาจจะยังคงถามคำถามเดิมจนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงเสนอแบบฝึกหัดหรือโจทย์ถัดไป หรือคอมพิวเตอร์อาจใช้วิธีสุ่มคำถามให้ผู้เรียนตอบ หรืออาจข้ามไปเสนอแบบฝึกหัด หรือโจทย์ชุดใหม่ทันทีที่ผู้เรียนตอบถูก จะอย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์จะต้องบันทึกจำนวนคำถามหรือโจทย์ที่เสนอให้ผู้เรียนตอบและจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกไว้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดบทเรียนให้ผู้เรียน ให้เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละคน

2. โปรแกรมช่วยสอน (Tutorial) โปรแกรมประเภทนี้ใช้ช่วยสอนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ หรือมโนทัศน์ (Concept) ใหม่ ๆ คอมพิวเตอร์จะเสนอบทเรียนแล้วจึงทดสอบผู้เรียนด้วยคำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ในขณะภาคให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าแบบต่าง ๆ คอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบของผู้เรียนที่บันทึกไว้ทั้งหมด แล้วจึงเสนอเนื้อหาในบทไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียนต่อไปข้อดีของโปรแกรมแบบนี้คือ ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนได้ตามถนัด ตามความสามารถของตน

3. โปรแกรมสถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมประเภทนี้จัดได้ว่ามีประโยชน์และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากที่สุด เพราะเป็นการจำลองสถานการณ์จริงให้ผู้เรียนศึกษาอย่างใกล้ชิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการตัดสินใจแบบต่างๆ และเห็นผลการตัดสินใจได้ทันที โปรแกรมสถานการณ์จำลองมีประโยชน์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มาก แบ่งออกเป็น

3.1 การจำลองสถานการณ์ภาพการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสถานการณ์ภาพการขับเครื่องบิน การขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำลองสถานการณ์แบบจำลองแบบ (System Modeling Simulator) เช่น การจำลองสถานการณ์ระบบการจราจร การเดินทางเดียวในนครหลวง เพื่อดูวิธีการแก้ไขปัญหาก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาจริง

3.3 การจำลองสภาพประสบการณ์ (Experience/Encounter Simulator) เกมการเรียนรู้การสอน (Instruction game) เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ทำให้ผู้เรียนได้ความรู้และความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กัน เป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้เป็นสำคัญ

4. การสาธิต (Demonstration) การสอนแบบนี้ผู้สอนจะแสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์ การทดสอบ (Test) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักรวมเอาการทำข้อสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเอาไว้ด้วย โดยคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ ดังนี้คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอน การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบ การสร้างคลังเก็บข้อสอบ

5. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกคิด การตัดสินใจ โดยกำหนดเกณฑ์ไว้แล้ว ผู้เรียนพิจารณาเกณฑ์ที่มีการให้คะแนนแต่ละข้อ

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนเพียงแต่แทนที่จะใช้เสียงก็อาจจะเป็นจอภาพ แล้วมีการสอนโดยใช้ภาพ มีการสอนโดยตั้งคำถาม

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นคว้าข้อมูล ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่มีประโยชน์ ในลักษณะการให้ข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีที่ผู้เรียนต้องการ

8. แบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างวิธีการสอนแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ วิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงโชติ พันธุ์เวช (2535 : 11-31) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจำแนกตามประเภทการนำเสนอบทเรียนได้ 6 ประเภทคือ

1. บทเรียนแบบฝึกหัด (Drill and Practice) โปรแกรมประเภทนี้ได้ออกแบบไว้สำหรับการทำแบบฝึกหัด และการฝึกทักษะ เช่น หลังการเรียนมาแล้วก็สามารถทำแบบฝึกหัดกับโปรแกรม แต่ก็มักมีข้อจำกัดทางด้านวิธีสอน รูปแบบการนำเสนอบทเรียนของ PLATO แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ปกและบทนำ ส่วนของคำถามและแบบฝึกหัด และส่วนสรุปผล

2. บทเรียนแบบสอนและติว (Tutorial) บทเรียนนี้หลังจากเรียนเนื้อหาแล้วจะเป็นการทำแบบฝึกหัดเพื่อเป็นการฝึกทักษะ หรือความคิดรวบยอด ของเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และตอบคำถามได้ตามความสนใจ และความถนัดของตนเอง ขั้นตอนการทำงานบทเรียนแบบสอนเสริม สามารถเสนอบทเรียนได้ 2 รูปแบบ คือ บทเรียนแบบเส้นตรง และบทเรียนแบบสาขา

3. บทเรียนแบบจำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมช่วยจำลองสิ่งแวดล้อม การสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งบางครั้งการฝึกหรือการทดลองจริง อาจแพงหรือมีความเสี่ยงสูง การทำโปรแกรมสถานการณ์จำลองขึ้นเพื่อเสนอเนื้อหาแบบจำลอง อาจแบ่งออกได้ 2 รูปแบบคือ แบบกฎตายตัว และแบบความน่าจะเป็นจริง

4. บทเรียนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นโปรแกรมการสอนที่ซับซ้อน ใช้เทคนิคหลายวิธีการ เช่น แบบเกม แบบจำลองสถานการณ์

5. บทเรียนการสอนแบบเกมส์ (Instructional Games) เป็นเครื่องมือที่มีอนุภาพอย่างหนึ่ง มีลักษณะคล้ายกับการสอนบทเรียนแบบจำลอง ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียน และเกิดทักษะต่าง ๆ โปรแกรมประเภทนี้มีลักษณะเด่นหลายประการ มีความท้าทาย มานะ เพลิดเพลิน ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ด้านภาษา การคิดหาเหตุผล การอ่าน เป็นต้น

6. บทเรียนแบบชาญฉลาด (Intelligence CAI) โปรแกรมนี้ใช้หลักปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (Artificial Intelligence) และมีวิธีการฐานความรู้มาใช้ เพื่อจัดการ เตรียม และเก็บข้อมูลและข้อเท็จจริงไว้ สำหรับให้โปรแกรมหาเหตุผล หรือโต้ตอบกับผู้เรียน นอกจากนี้อาจสร้างโมเดลของการเรียน ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง

บุรณะ สมชัย (2538 : 28-32) จำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้คือ

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นลักษณะบทเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้เมื่อยังไม่เข้าใจ หรือมีความรู้ไม่เพียงพอ

2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะพูดคุยหรือโต้ตอบกันได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเทคนิคแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือนักเรียนระดับอนุบาล หรือชั้นประถมเป็นต้น

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางอวกาศ เป็นต้น

4. เกมส์ (Games) เป็นการเรียนรู้จากเกมที่จัดขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมต่อภาพ เกมต่อคำศัพท์ เป็นต้น

5. การแก้ปัญหาต่าง ๆ (Problem Solving) เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ หรือแก้ปัญหา

6. การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ (Investigation) เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมคำศัพท์ พยายามหาคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายตรงกันข้าม หรือ คำใกล้เคียง เป็นต้น

7. การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้ และความสามารถของผู้เรียน โดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้ และทำการประมวลผลให้ทราบโดยทันที

จากการศึกษาและรวบรวมเอกสารจากเบื้องต้น ผู้วิจัยสรุปรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ ได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกหัด กล่าวคือ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหา ในบทเรียนนั้น ๆ และสามารถทบทวนบทเรียนเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีกได้

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบติวเตอร์ กล่าวคือนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่และทำแบบฝึกหัด เพื่อช่วยให้เกิดความรู้ความจำ และความเข้าใจ

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ กล่าวคือ โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นเพื่อการลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเกมส์ กล่าวคือ เน้นทำให้ผู้เรียนการความเพลินเพลิน สนุกสนาน และกระตุ้นให้เกิดความสนใจในเนื้อหานั้น ๆ ส่วนมากนิยมใช้กับเด็กระดับประถมศึกษา จนถึงระดับมัธยมศึกษา

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการทดสอบ กล่าวคือ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การวัดผลประเมินผลสอบ และผลการการวัดผลประเมินผลของแบบทดสอบสามารถรับผลป้อนกลับโดยทันที

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการแก้ปัญหา กล่าวคือ เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลหรือแบบทดสอบแล้ว ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ หรือแก้ปัญหาด้วยวิธีขององค์ความรู้ ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสาธิต กล่าวคือ เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้สอน จัดนำเสนอตามลำดับขั้นตามผู้สอนได้ดำเนินการไว้

2.2.3 ประโยชน์และคุณค่าทางการศึกษาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 12) สรุปประเด็นของประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการสอนเสริมหรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนก็สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ที่ซึ่งสะดวก

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียน

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 215) ได้สรุปประโยชน์สำหรับในด้านผู้เรียนแล้ว ที่ได้รับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ดังนี้

1. การได้เจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนพอใจมาก
2. นอกจากนั้นผู้เรียนสามารถควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้
3. ผู้เรียนใช้ความถนัดของตนเองมากที่สุด ถ้าสนใจมากก็อาจใช้เวลามาก สนใจน้อยก็ใช้เวลาน้อยลง

4. เราอาจกำหนดวิธีสอนให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนได้ เพราะคำตอบที่ผู้เรียนใช้ อาจเป็นแนวให้กำหนดบทเรียนให้ไปช้า เร็ว หรือมีความแตกต่างอย่างนั้นอย่างนี้ได้

5. ในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนจะต้องมีสมาธิอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์และจอภาพตลอดเวลา จะฝันกลางวันเหมือนอย่างเวลาฟังครูสอนหน้าชั้นไม่ได้เลย

6. การได้นำคำตอบของผู้เรียนมาวิจัยได้ นับว่าเป็นประโยชน์ที่สุดในการทำบทเรียนหรือแก้ไขบทเรียนในโอกาสต่อไป ผู้เรียนจะพบว่าบทเรียนดี สนุกสนาน และน่าเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hannafin and Peck (1988 : 5-13) ได้สรุปข้อได้เปรียบและประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเปรียบเทียบกับสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ ไว้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนในขณะที่เรียนมากกว่าสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการนำเสนอบทเรียน

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสนับสนุนการเรียนรู้แบบรายบุคคล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเวลาใดก็ได้ตามต้องการ

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดต้นทุนในด้านการจัดการเรียนการสอนได้ เพราะการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ต้องใช้ครูผู้สอน เมื่อสร้างบทเรียนแล้ว การทำซ้ำเพื่อการเผยแพร่ใช้ต้นทุนต่ำมาก และสามารถใช้กับผู้เรียนได้เป็นจำนวนมากเมื่อเทียบการสอนโดยใช้ครูผู้สอน

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจเรียน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอบทเรียน เป็นสิ่งแปลกใหม่ มีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนตลอดเวลา ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย ทำให้ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที

6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสะดวกต่อการติดตามประเมินผลการเรียน โดยมีการออกแบบโปรแกรมให้สามารถเก็บข้อมูลคะแนนหรือผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนไว้ สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับครูผู้สอน

7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาที่คงสภาพแน่นอน เนื่องจากเนื้อหาของบทเรียนได้ผ่านการตรวจสอบให้มีเนื้อหาที่ครอบคลุม จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างถูกต้อง มีความคงสภาพเหมือนเดิมทุกครั้งที่เรียน ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนเมื่อได้เรียนบทเรียน ทุกครั้งจะได้เรียนเนื้อหาที่คงสภาพเดิมไว้ทุกประการ ต่างจากการสอนด้วยครูผู้สอนที่มีโอกาสที่การสอนแต่ละครั้งของครูผู้สอนในเนื้อหาเดียวกัน อาจมีลำดับเนื้อหาไม่เหมือนกันหรือข้ามเนื้อหาบางส่วนไป

8. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนสามารถควบคุมกิจกรรมการเรียนได้ด้วยตนเอง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอนุญาตให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ตามต้องการ เช่น การเลือกเนื้อหา การเลือกทำแบบฝึกหัด การเลือกเวลาเรียน เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถทำได้หากเรียนโดยใช้ครูผู้สอนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณค่าทางการศึกษาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในด้านประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้น กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 198) ได้สรุปคุณค่าของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) ไว้ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่

2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ เป็นต้น

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนน และพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนได้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่งโดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องมือเมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

ครรรชิต มาลัยวงศ์ (2538 : 41-59) กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาลักษณะคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนยังไม่ก้าวหน้าในเมืองไทยเท่าที่ควร ส่วนหนึ่งเป็นเพราะครูอาจารย์วิทยาศาสตร์ของไทยยังขาดทักษะในด้านการประกอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ขาดความรู้เรื่องอิเล็กทรอนิกส์ และขาดความคิดสร้างสรรค์ที่จะพัฒนางานประยุกต์ทางด้านนี้ ด้วยเหตุนี้ คอมพิวเตอร์มาช่วยสอนจึงเน้นกันที่บทเรียนทางคอมพิวเตอร์เท่านั้น ยังไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำเร็จรูปในลักษณะที่เป็นการสอนเนื้อหาใหม่ ที่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ครบทุกขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตร บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะต้องสามารถใช้สอนแทนครูได้ มีคุณภาพและประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ใกล้เคียงกับการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้สอน หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถดังกล่าว ก็จะมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับวงการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตรีรัตนากุล และคณะ (2542 : 4-13) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในลักษณะของ Interactive MultiMedia Computer Assisted Instruction : IMMCAI) โดยเริ่มจากหัวข้อเรื่องเป้าหมายที่กำหนด วัตถุประสงค์ และกลุ่มเป้าหมาย ผู้ใช้บทเรียน การพัฒนาควรจะดำเนินได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นตอนออกแบบ (Design)
3. ขั้นพัฒนา (Development)
4. ขั้นสร้าง (Implementation)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

รายละเอียดของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้ง 5 ขั้นตอนหลัก ผู้วิจัยได้ดัดแปลงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

เริ่มจากหัวข้อที่กำหนด โดยมีวัตถุประสงค์และกลุ่มตัวอย่าง

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดเนื้อหาเรื่อง รายวิชา ที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเลือกเนื้อหาเรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดีจิตอลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : 34-37)

2. ขั้นตอนออกแบบ (Design) มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดวิธีการนำเสนอ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดของเนื้อหาแต่ละตอน

2.2.สร้างแผนการนำเสนอบทเรียนเป็นแผนภูมิ (Course Flow Chart) และลำดับการนำเสนอบทเรียน

3. ขั้นพัฒนา (Development) มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 นำเนื้อหาที่กำหนดการนำเสนอในรูปแบบ story board และนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำข้อเสนอแนะ นำไปแก้ไข/ปรับปรุงให้สมบูรณ์

4. ขั้นสร้าง (Implementation) มีขั้นตอน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองตอบต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวเลือกการสอนบนคอมพิวเตอร์

4.2 จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน

4.3 จัดการนำรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption เข้าในโปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียนซึ่งได้เป็นบทเรียน (หน่วยที่ เรื่อง วิชา) บนคอมพิวเตอร์

5. ขั้นตอนประเมินผล (Evaluation) มีขั้นตอน ดังนี้

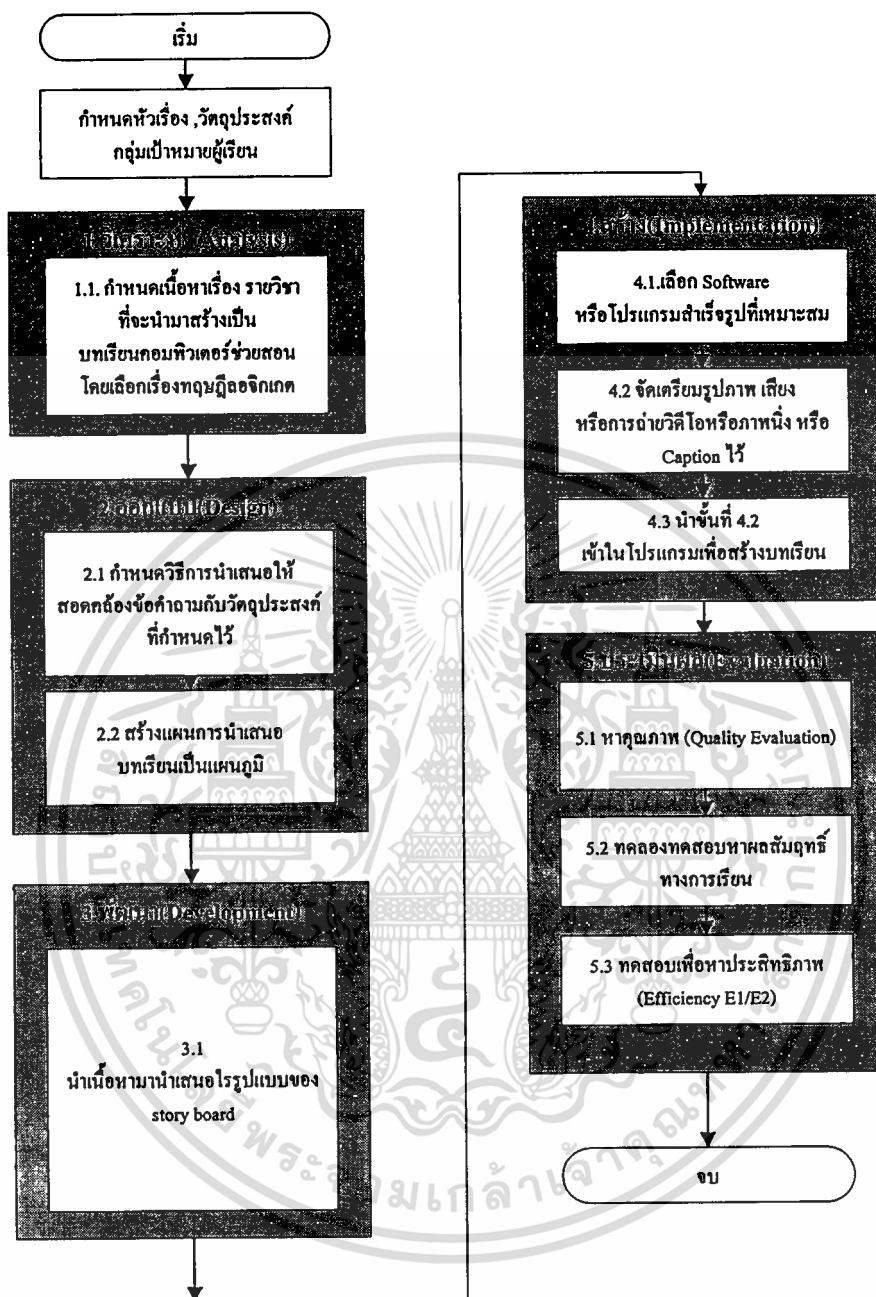
5.1 หากคุณภาพ (Quality Evaluation) จัดส่งให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบคุณภาพ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพสื่อ และนำมาแก้ไข/ปรับปรุงให้สมบูรณ์

5.2 ทำการทดสอบ ดำเนินการทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) และประสิทธิภาพด้วยกลุ่มตัวอย่าง จำนวนไม่น้อยกว่า 10 คน นำผลมากำหนดวิธีการหาประสิทธิภาพภาคสนามต่อไป

5.3 ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E1/E2) ของบทเรียน จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

เมื่อได้พัฒนาตาม 5 ขั้นตอนและเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ตามที่ได้มุ่งหวังไว้ เป็นอันว่าได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สรุปเป็นขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 5 ขั้นตอน

2.2.5 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนนิยมตั้งไว้ 90/90 85/85 หรือ 80/80 สำหรับด้านเนื้อหา ควรจะอยู่ในระดับเกณฑ์ 80/80 ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนสถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพการเรียนรู้หลังจากทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ดังนี้ (จันทร์ฉาย เตมียาการ. 2533 : 90)

E_1 / E_2	ประสิทธิภาพของการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยที่
80 ตัวแรก	เป็นค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของบทเรียนโดยเฉลี่ย ได้จากการทดสอบหลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยเรียน
80 ตัวหลัง	เป็นค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยเรียน

2.3 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุรณะ สมชัย (2538 :34-36) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีลักษณะเด่น ๆ ดังนี้

1. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพนิ่ง (Slide Presentation Software) ในปัจจุบันโปรแกรมที่นิยมในการสร้างภาพนิ่งที่ให้คุณภาพของความละเอียด ความคมชัด ให้ภาพเหมือนจริง ได้แก่ โปรแกรม Adobe Photoshop 6.0, Microsoft Photo Editor เป็นต้น

2. โปรแกรมนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหว (Animation Presentation Software) เป็นโปรแกรมการสร้าง Effect และ Transition ในการเปลี่ยนจากเฟรมหนึ่งสู่อีกเฟรมหนึ่ง หรือการเคลื่อนไหวของวัตถุในเฟรมนั้น ๆ ได้แก่ Macromedia Flash 5.0, Swich 5.0, SnapIT เป็นต้น

3. โปรแกรมสื่อประสม (Multimedia or Interactive Video) โปรแกรมในการดำเนินบทเรียนที่สามารถนำเสนอในรูปแบบของสื่อประสมได้ กล่าวคือ สามารถนำเสนอ ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สี และเสียง ในเวลาเดียวกัน ได้แก่ Macromedia Authorware 6.0 เป็นต้น

4. โปรแกรมช่วยเหลือด้านอื่น ๆ เช่น ด้านการบันทึกเสียง ได้แก่ โปรแกรม Goldwave 3.24, Sound Recorder เป็นต้น ด้านการตัดต่อภาพนิ่ง ได้แก่ โปรแกรม PINNACLE STUDIO V.7.04 เป็นต้น

ดังนั้นในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.0 เป็นโปรแกรมหลักในการพัฒนาบทเรียน ดังพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 โปรแกรม Macromedia Authorware 6.0

Authorware เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่นิยมนำมาสร้าง CAI มากที่สุด เพราะใช้ง่าย มีการพัฒนามาตั้งแต่รุ่น Beta มาเป็น Professional, Stars และ Macromedia

ส่วนประกอบของโปรแกรม Macromedia Authorware 6.0

เมื่อเราเข้าสู่โปรแกรม Macromedia Authorware 6.0 จะพบกับหน้าจอที่พร้อมสำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งหน้าจอนี้จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. แถบหัวเรื่องโปรแกรม (Titlebar) จะอยู่บนสุด แสดงชื่อไฟล์ที่ตั้งชื่อไว้
2. แถบคำสั่ง (Menubar) อยู่รองลงมา จะมีเมนู 8 เมนู แต่ละตัวจะมีเมนูย่อยเป็นแบบพูลดาวน์เมนู (Pull Down Menu)
3. แถบเครื่องมือ (Toolbar) อยู่รองลงมาอีกแถวเป็นรูปไอคอนต่าง ๆ โดยเอาคำสั่งจากเมนูย่อยของแถบเมนูคำสั่งที่เรียกใช้บ่อย ๆ มาทำเป็นไอคอน เพื่อจะได้เรียกใช้ได้ง่ายและเร็วขึ้น
4. แถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา (Icon Palette) เป็นแถบไอคอนเครื่องมือ เรียงตามแนวตั้งอยู่ทางด้านซ้ายมือของหน้าจอ มีทั้งหมด 16 ไอคอน
5. แถบชื่อแฟ้ม (File) ซึ่งเริ่มแรกยังไม่ได้มีการตั้งชื่อไฟล์นั้น จึงเขียนว่า Untitled (ยังไม่มีชื่อ)
6. เส้น Flowline สำหรับวางเนื้อหาไปตามลำดับ สำหรับตำแหน่งขององค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ จะแสดงให้เห็นดังรูป

แถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา (Icon Palette)

แถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหาจะประกอบด้วย Icon อยู่หลายตัวแต่ละตัวทำหน้าที่ต่าง ๆ กันไป เพื่อกำหนดเนื้อหาให้นำสนใจ ต่อไปนี้จะกล่าวแต่เพียงเบื้องต้นให้พอเข้าใจหลักการของ Icon แต่ละตัวว่าทำอะไรได้บ้าง ส่วนรายละเอียด และวิธีการใช้ จะเรียนรู้ต่อไป



Display Icon

เป็นคำสั่งสำหรับทำงานกราฟิกสำหรับนำเสนอภาพ ข้อความต่าง ๆ การอ่านแฟ้มข้อมูล กราฟิกจากภายนอกเข้ามา รวมทั้งการวาดรูป รูปทรงต่าง ๆ สร้างข้อความ โดยมีเครื่องมือให้มาจำนวน 8 ชนิด เพื่อสร้างภาพพื้นฐาน เครื่องมือนี้เรียกว่า Graphic Toolbox นอกจากนี้ยังมีวิธีแสดงผลพิเศษให้เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Animation Icon

เป็นคำสั่งสำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบต่าง ๆ โปรแกรม Authorware 6.0 มีคำสั่งสำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหวหลายรูปแบบ ซึ่งเพียงพอสำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหวทั่วไป ภาพเคลื่อนไหวที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ที่ต้องกำหนดจุดปลายทางที่เคลื่อนที่ไป ความเร็วและจำนวนรอบที่จะแสดงภาพ



Erase Icon

ใช้สำหรับลบภาพหรือข้อความออกจากจอภาพสามารถกำหนดวิธีการลบได้หลายรูปแบบ โดยมีภาพผลพิเศษให้เลือกใช้ตามต้องการ



Wait Icon

ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรม อาจเป็นการหยุดโดยกำหนดระยะเวลา หรือหยุดจนกว่าผู้ใช้จะให้ทำงานต่อโดยกดแป้นพิมพ์หรือคลิกเมาส์



Decision Icon

ประกอบด้วยคำสั่งควบคุมการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการทำงานตามลำดับขั้น การทำงานแบบสุ่ม หรือการทำงานโดยกำหนดขั้นตอนด้วยค่าของตัวแปร



Interaction Icon

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดวิธีการโต้ตอบกับผู้ใช้ ซึ่งอาจกำหนดเป็นปุ่มกดคลิกเมาส์ เลื่อนเมาส์ไปอยู่ในพื้นที่ที่กำหนดไว้ กำหนดเวลา กำหนดจำนวนครั้งการโต้ตอบ และอื่น ๆ รวมทั้งกำหนดทิศทางการทำงานของโปรแกรม



Calculation Icon

ใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขของบทเรียนเป็นฟังก์ชันหรือตัวแปร สามารถทำงานในลักษณะเอกส โครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าหนึ่งระดับ โดยการทำงานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นการคูณหารต่าง ๆ อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Map Icon

เป็นคำสั่งควบคุมขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากกว่าหนึ่งระดับ โดยการทำงานร่วมกับคำสั่งอื่น ๆ



Movie Icon

เป็นคำสั่งควบคุมการเรียกไฟล์ภาพเคลื่อนไหวจากภายนอกเข้ามาใช้งาน ได้แก่ ไฟล์ภาพที่มีส่วนขยายเป็น .flt, .flc, .avi และอื่น ๆ



Sound Icon

ใช้สำหรับเรียกไฟล์เสียงจากภายในหรือภายนอกเข้ามาใช้ในบทเรียน ได้แก่ ไฟล์เสียงที่มีส่วนขยายเป็น .wav, .pen และ .mid



Video Icon

ใช้สำหรับควบคุมการเล่นภาพวิดีโอจากโปรแกรม



Framework Icon

ใช้สำหรับกำหนดทิศทางการดำเนินไปของเนื้อหา



Navigate Icon

ใช้สำหรับสร้างกรอบเนื้อหา



Start Icon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไอคอนสำหรับสั่งให้ประมวลผลบทเรียนเป็นส่วน ๆ โดยใช้คำสั่ง Run From Flag ใน ส่วนของคำสั่ง Try it บนรายการให้เลือก



Stop Icon

เป็นไอคอนสำหรับสั่งให้ประมวลผลบทเรียนบางส่วน ใช้ร่วมกับ Start Flag โดยนำธงไปปักในส่วนของโปรแกรมที่ต้องการประมวลผล ทั้ง Start Icon และ Stop Icon เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุสิต พันธุ์ฤกษ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน โดยหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของคนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83/81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

ณัฐวรรณ ช่างเพ็ง (2543 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่ององค์ประกอบศิลป์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่ององค์ประกอบศิลป์ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบศิลป์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 92.77/80.87 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่ององค์ประกอบศิลป์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

อภิศักดิ์ พ่วงกุล (2542 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ในวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ในวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า (2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75.37/74.33 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความเห็นด้วยในระดับมาก ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พงษ์ศักดิ์ พลเยี่ยม (2542 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การวิเคราะห์ข้อสอบ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ เรื่อง “แรงเสียดทาน” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบอุปกรณ์การเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน โดยวิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และมีความเหมาะสมในด้านส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากที่สุด รองลงมาคือด้านเนื้อหาสาระ ด้านภาพและรูปแบบและด้านแบบฝึกหัด มีคะแนนเฉลี่ยจาก 4 เท่ากับ 3.609, 3.525, 3.472 และ 3.422 ตามลำดับ

บุญส่ง ชนะศรีรัตนกุล (2541 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องเชื่อมไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.00/82.3 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

พิธาน ศาสตร์วาทิธา (2541 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง โลกและดวงดาวตอนดาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา วัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องโลกและดวงดาวตอนดาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องดาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา ซึ่งมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .28 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .24 - .65 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78 พบว่า ผลจากการค้นคว้าพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องโลกและดวงดาวตอนดาวเคราะห์ : เพื่อนบ้านของเรา ที่ผู้ค้นคว้าสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.78/81.11 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วรางคณา พระลัทธิรักษา (2541 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง คำศัพท์ในกริยาภาษาอังกฤษอ่าน – เขียน (๑022) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เพื่อสอนคำศัพท์ ในรายวิชาภาษาอังกฤษอ่าน – เขียน (๑ 022) สำหรับนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผล .50 ขึ้นไป พร้อม
 เอกสาร
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งศึกษาความคิดเห็นและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย พบว่า ผลการวิจัยได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เพื่อสอนคำศัพท์ในรายวิชาภาษาอังกฤษอ่าน - เขียน (อ 022) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีค่าประสิทธิภาพ 94.12/85.23 มีค่าดัชนีประสิทธิผล .65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้เรียนมีความคิดเห็นที่ดี และมีความพึงพอใจมากต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย แสดงว่ามีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และสามารถนำบทเรียนนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้

สมพร จันทมัตตุการ (2540 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง "พันธะโคเวเลนต์" ของนักศึกษาศาสนาบ้านราชภัฏสุรินทร์ จุดประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับชั้นปริญญาตรี จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ พบว่า ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (82.15/82.64) และการใช้บทเรียนนี้ทำให้การเรียนวิชาเคมีของนักศึกษา เรื่องพันธะโคเวเลนต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักศึกษา เรื่อง พันธะโคเวเลนต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ($p = 0.014$) นักศึกษากลุ่มทดลองมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้สอนวิชาเคมี

ชัยรัตน์ สุวรรณรัตน์ (2539 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กล้องถ่ายรูป วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กล้องถ่ายรูป ให้มีประสิทธิภาพเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการจากการที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ผลเท่ากับ 88.11 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากการที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลเท่ากับ 85.33

มนต์ชัย เทียนทอง (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สำหรับใช้การฝึกอบบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบบรม เรื่อง สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกำหนดให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีประสิทธิภาพ 85/85 และภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นแล้ว ผู้ใช้ต้องสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 70% โดยผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจากสถานศึกษาและสถานประกอบการ จำนวน 20 คน ใช้เวลาทดลอง 42 ชั่วโมง รวมทั้งสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนจากผู้ใช้นี้และผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมี

ประสิทธิภาพ 88.23/85.64 และหลังจากผู้เรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้ว สามารถสร้างบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 72.09% สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้ใช้บทเรียนและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อบทเรียนในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการฝึกอบรมเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียได้

จิรารัตน์ ไตรยางค์ (2539 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างงานนวัตกรรมและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ตามเนื้อหาแบบเรียนชีววิทยา (ว 041) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) กระทรวงศึกษาธิการ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตตามเนื้อหาแบบเรียนวิชาชีววิทยา (ว 041) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง 2533) กระทรวงศึกษาธิการ มีประสิทธิภาพ 81.70/80.78 สูงกว่าเกณฑ์และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สุพรรณ แก้วผืน (2539 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอนเรื่องสไลด์เรลเกจอินดักชั่นมอเตอร์ วัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1.สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบการสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้าเรื่องสไลด์เรลเกจอินดักชั่นมอเตอร์ 2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สไลด์เรลเกจอินดักชั่นมอเตอร์ ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 3. หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผู้เรียนทำได้ 84.97/80.95 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้จึงมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนใช้วิชานั้นได้

นฤมล ไชยยา (2538 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง ผลของการใช้ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว มีประสิทธิภาพ 83.17/81.00 และค่าดัชนีประสิทธิผล .61 แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย ระหว่าง .29 – .68 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง .21 และมีค่าความเชื่อมั่น .73 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนของนักเรียนที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ภาพนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นสื่อในการเรียนการสอนไม่ว่าเป็นการเรียนตามปกติหรือเรียนเสริม ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและการสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการหาค่าด้านคุณภาพและประสิทธิภาพแล้วนั้น สามารถนำไปประกอบเป็นสื่อร่วมกับหลักสูตรหรือการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ ที่ตีได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชา
ดิจิทัลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาวิทยาการ
คอมพิวเตอร์ ของสถาบันราชภัฏทั้ง 41 แห่ง ในสังกัดสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ กระทรวง
ศึกษาธิการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น ในปีการศึกษา 2/2545

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น
ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2/2545 จำนวน 30 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัว
อย่างแบบเฉพาะเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการในการทำวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น ที่ผู้วิจัย
สร้างขึ้นมา

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์ผู้สอนเพื่อใช้ในการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น ระหว่างเรียนแต่ละหน่วยและหลังเรียนครบทุกหน่วย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกวิชาดิจิทัลเบื้องต้น ได้ดำเนินการสร้างบทเรียนตามขั้นตอนของไพโรจน์ ตรีรัตนากุล และคณะ (2542 : 4-13) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ดำเนินได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)
2. ขั้นตอนออกแบบ (Design)
3. ขั้นพัฒนา (Development)
4. ขั้นสร้าง (Implementation)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation)

รายละเอียดของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้ง 5 ขั้นตอนหลัก ผู้วิจัยได้ดัดแปลงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

เริ่มจากหัวข้อที่กำหนด โดยมีวัตถุประสงค์และกลุ่มตัวอย่าง

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis) มีขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดเนื้อหาเรื่อง รายวิชา ที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเลือกเนื้อหาเรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : 34-37)

2. ขั้นตอนออกแบบ (Design) มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดวิธีการนำเสนอ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดของเนื้อหาแต่ละตอน

2.2 สร้างแผนการนำเสนอบทเรียนเป็นแผนภูมิ (Course Flow Chart) และลำดับการนำเสนอบทเรียน

3. ขั้นพัฒนา (Development) มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 นำเนื้อหาที่กำหนดการนำเสนอในรูปแบบ story board และนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และแก้ไข/ปรับปรุงให้สมบูรณ์ ซึ่งรายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สายันต์ เสาวฤกษ์

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ 8

สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทรศักดิ์ สุขสุขะโน

ตำแหน่ง ประธานโปรแกรมวิชาฟิสิกส์

สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์

จ.เพชรบูรณ์

3. อาจารย์สุรพันธ์ ยิ้มมัน

ตำแหน่ง อาจารย์

สถานที่ทำงาน ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์

คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. ขั้นสร้าง (Implementation) มีขั้นตอน ดังนี้

4.1 เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสมและสามารถสนองตอบ

ต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

4.2 จัดเตรียมรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption ไว้ให้

พร้อมที่จะใช้งาน

4.3 จัดการนำรูปภาพ เสียง หรือการถ่ายวิดีโอหรือภาพนิ่ง หรือ Caption เข้า

ในโปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียนซึ่งได้เป็นบทเรียน (หน่วยที่ เรื่อง วิชา) บนคอมพิวเตอร์

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) มีขั้นตอน ดังนี้

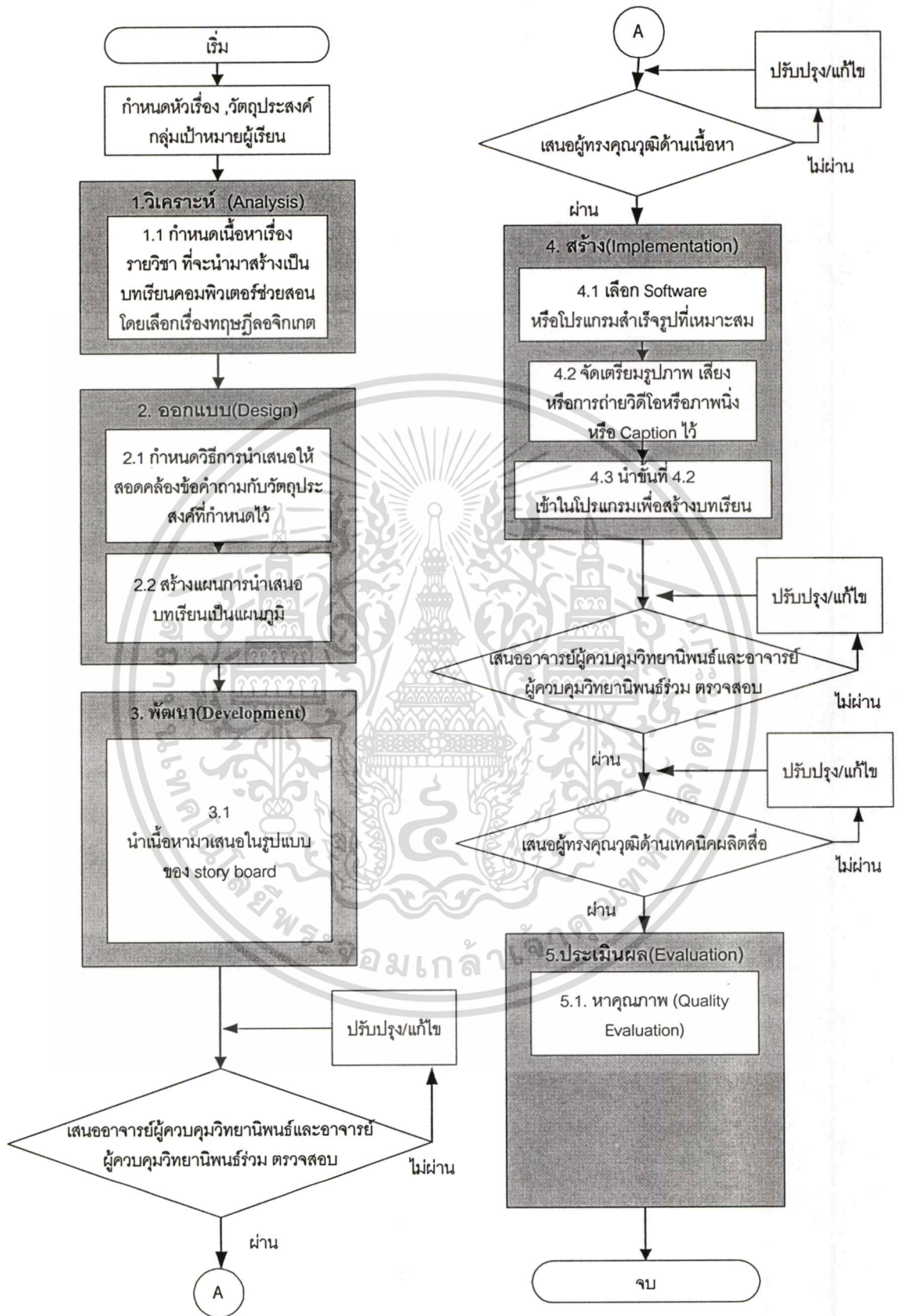
5.1 หากคุณภาพ (Quality Evaluation) จัดส่งให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบคุณภาพ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพสื่อ และนำมาแก้ไข/ปรับปรุงให้สมบูรณ์ ซึ่งรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังต่อไปนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์สมพร สุขวิเศษ
ตำแหน่ง อาจารย์
สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันราชภัฏ
พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา
2. อาจารย์ศิริชัย นามบุรี
ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์
สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
สถาบันราชภัฏยะลา จ.ยะลา
3. อาจารย์ประยูร ไชยบุตร
ตำแหน่ง - ประธานโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
- รองผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์
สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์ จ.เพชรบูรณ์

ซึ่งแสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดัง ภาพที่ 3.1



เอกสารภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการก่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ขั้นตอนการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจบทุกหน่วยเรียน จำนวน 60 ข้อ ดังแสดงในภาพที่ 3.2 มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์จุดประสงค์และเนื้อหาเรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาจิตตอลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ.2543 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์
2. กำหนดจุดประสงค์ที่จะออกข้อสอบ ให้ครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรและเรื่องที่ทำวิจัย โดยพิจารณาว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยแต่ละพฤติกรรมอย่างละกี่ข้อ เช่น วัดความรู้ วัดความเข้าใจ คือการวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วในขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง จำนวน 60 ข้อ (เอกสารภาคผนวก ข)
3. ทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยยึดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ (เอกสารภาคผนวก ข) เพื่อกำหนดข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์ และกำหนดขั้นตอนการวัดผล
4. กำหนดรูปแบบของคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบโดยเลือกสร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน
5. ตรวจสอบข้อสอบ คือ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วมาพิจารณาอีกครั้ง โดยพิจารณาความถูกต้อง สามารถวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการได้หรือไม่ ภาษาที่ใช้ชัดเจนหรือไม่ ทำการแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
6. เสนอแบบทดสอบต่อผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาเพื่อปรับปรุงแก้ไข
7. นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่านพิจารณาประเมิน/ตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยหาค่าความสอดคล้องข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบ การพิจารณากำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อไว้ดังนี้

คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำมาหาค่าความสอดคล้อง (IC) ถ้าได้ค่า IC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นเป็นข้อคำถามที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ถ้าได้ค่า IC น้อยกว่า 0.5 ให้นำข้อคำถามนั้นไปปรับปรุงใหม่ และผลการหาค่าความสอดคล้อง ดังเอกสารภาคผนวก จ. โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยการนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาประเมินคุณภาพ ใช้สูตรดังนี้ (เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. 2537: 102)

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

เมื่อ IC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
 N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยพบว่าค่า IC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

8. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ไม่เคยเรียนวิชานี้มา จำนวน 30 คน

9. นำผลการทดสอบทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีหาค่า KR-20 ตามสูตรที่กำหนดไว้ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า
 - ค่าความยากง่าย พบว่า อยู่ระหว่าง $P = .27 - .73$ โดยใช้สูตรในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบรายข้อ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2535 : 81)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P = ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
 R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

- อำนาจจำแนก พบว่า อยู่ระหว่าง $r = .20 - .67$ โดยหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination Index) โดยใช้สูตรสัดส่วนความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ดังนี้ (เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. 2537 : 112)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ $r = \frac{R_u - R_e}{N/2}$ ใช้เชิงการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

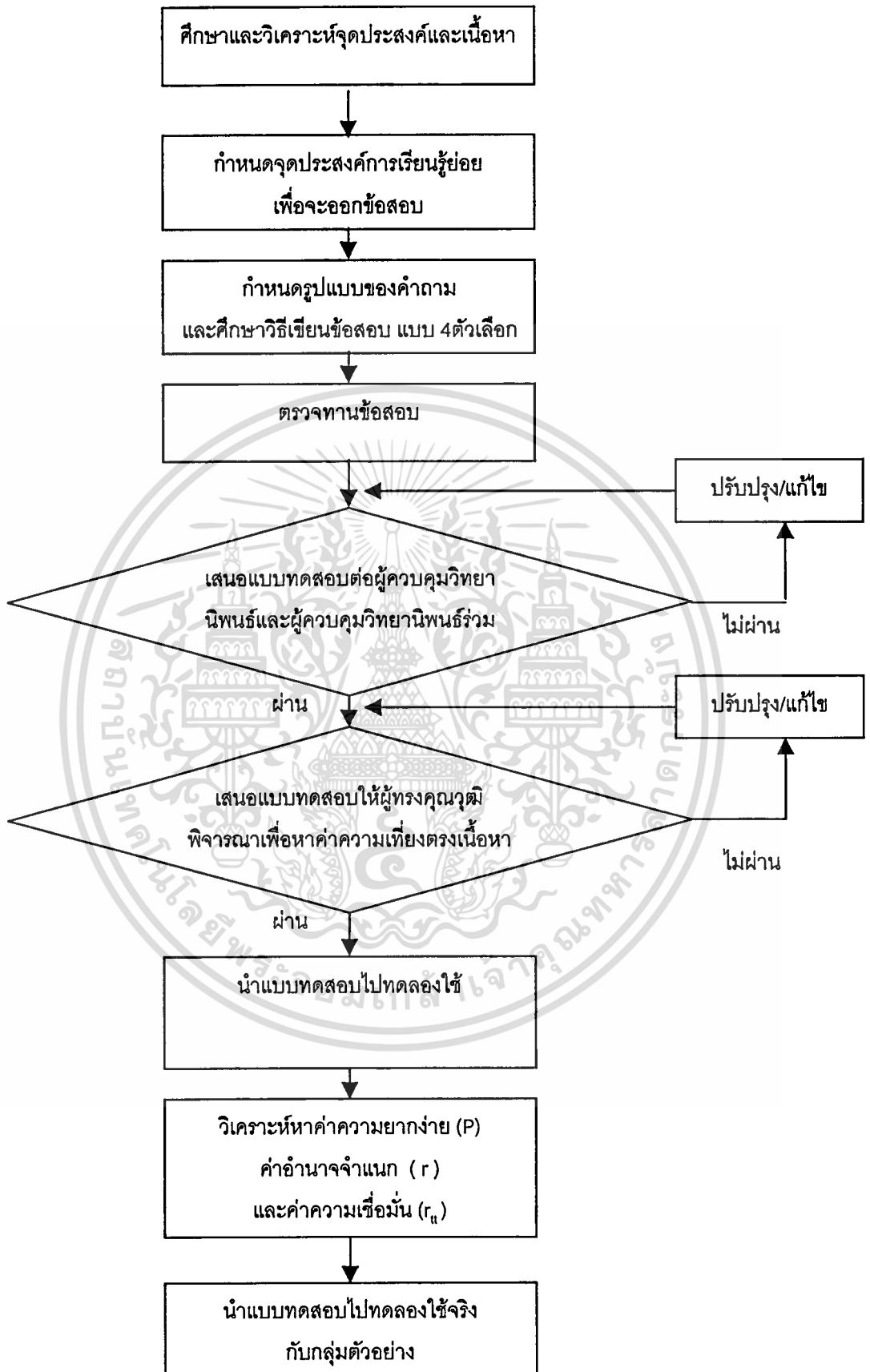
เมื่อ	r	=	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	R_u	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
	R_e	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
	N	=	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

- ค่าความเชื่อมั่น พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับนี้เท่ากับ 0.92 โดยใช้วิธีหาค่า KR-20 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ใช้กับแบบทดสอบที่กำหนดให้ข้อที่ตอบถูกมีคะแนนเป็น 1 และข้อที่ตอบผิดมีคะแนนเป็น 0 และใช้ได้กับแบบทดสอบที่ข้อสอบแต่ละข้อมีความยากง่ายแตกต่างกันหรือเท่า ๆ กันก็ได้ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder- Richardson Formula 20 (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 145)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	=	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	=	จำนวนแบบทดสอบทั้งหมด
	p	=	สัดส่วนของผู้ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ (R/N)
			เมื่อ R แทนจำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
			N แทนจำนวนผู้สอบ
	q	=	สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ เท่ากับ $(1 - P)$
	S^2	=	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

10. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป
ซึ่งแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังภาพที่ 3.2



เอกสารภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ดังนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดย
ผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
โดยลักษณะของแบบประเมินในแต่ละด้านจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิเลือก
ประเมินเพื่อแสดงความคิดเห็นการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า เป็น 5 ระดับและมี
เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ

4.50 – 5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

3.50 – 4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

2.50 – 3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

1.50 – 2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

1.00 – 1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะต้องได้ผลใน
ระดับ ดี ขึ้นไป (\bar{X} ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไปทุกรายการ) จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรง
คุณวุฒิ

2. นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ ให้อาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและแล้วนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำ

3. ได้แบบประเมินสื่อการสอนที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
และเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แสดงความคิดเห็นเพื่อการประเมินบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อขอรับหนังสือขออนุญาต เก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อวิจัย และขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา

2. นำหนังสือขอความร่วมมือ ดำเนินการทำวิจัยจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ส่งให้อธิการบดีสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยาเพื่อขออนุญาต และประสานงานในการทำวิจัยในสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของสื่อ โดยการประเมินตามแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้ทรงคุณวุฒิทดลองใช้และตอบแบบประเมิน นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและปรับปรุงแก้ไข

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มเล็ก โดยทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 9 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 3 คน คุณสมบัติของนักศึกษาได้มาโดยวิธีการจัดลำดับผลการเรียนสะสม (GPA) ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้ 1 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข ได้ผลดังนี้

1. โจทย์และตัวเลือกบางข้อกำกวม เช่น ข้อที่ 28,33,34,37,38,39,41 และข้อ43

เป็นต้น

2. เนื้อหาบางส่วน ปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ข้อบกพร่องต่าง ๆ นี้ได้มาจากการรวบรวมข้อคิดเห็นและข้อบกพร่องต่าง ๆ จากผู้เรียนที่ให้ข้อมูลและนำมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และนำสื่อที่พัฒนาให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตสื่อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่ต้องแก้ไขปรับปรุงได้แก่

1. ปัญหาเรื่องเสียงประกอบ เช่น เสียงพูด เสียงดนตรี เป็นต้น

2. ปัญหาการเชื่อมโยงไฟล์จากโปรแกรม Macromedia Authorware 6.0 กับ โปรแกรม Electronic Workbench 5.12 เพื่อสร้างงานทดลองวงจรเกิดเบื้องต้นเหมือนจริง เนื่องจาก Platform ของโปรแกรมไม่เหมือนกันจึงไม่สามารถเชื่อมโยงได้ จึงแก้ไขโดยสร้างเป็นไฟล์ .avi

ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้ไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข ไปใช้ในขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาข้อบกพร่องและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไร่ไม่น้อยกว่า 80/80 และเพื่อการปรับปรุงแก้ไข โดยทดลองกับผู้เรียน จำนวน 9 คน ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กับผู้เรียนจำนวน 9 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน	9	60	48.33	80.56	80
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	9	60	48.20	80.40	80

จากตารางที่ 3.1 พบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 48.33 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.56 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 48.20 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.40 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.40 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไร่ไม่น้อยกว่า 80/80 หลังจากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง มีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเองตามลำดับขั้นตอนของบท

เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อเสร็จสิ้นหรือจบแต่ละหน่วยเรียนแล้ว ให้ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังหน่วยเรียนย่อยเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน (E1)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อผู้เรียนเสร็จสิ้นจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกหน่วยแล้วให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบรวม เพื่อวัดประสิทธิภาพหลังจากเรียนจบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E2)

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1. หาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดีจิตอลเบื้องต้น ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division) ดังนี้ (จวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 163-179)

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} = คะแนนแต่ละค่าในชุดข้อมูล
 X = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ
 $\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Division)

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

เมื่อ S.D. = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X = คะแนนแต่ละค่าในชุดข้อมูล
 \bar{X} = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากผู้ทรงคุณวุฒิ
 n = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน

3.4.2 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท

วิชาดีจิตอลเบื้องต้น โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้ (จันทร์ฉาย เตมียาการ. 2533 : 90)
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E_1 / E_2 = ประสิทธิภาพของการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยที่

80 ตัวแรก เป็นค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของบทเรียนโดย
เฉลี่ย ได้จากการทดสอบหลังจากเรียนจบแต่ละหน่วย

80 ตัวหลัง เป็นค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนจากการ ทดสอบหลังเรียน หลังจาก
เรียนครบทุกหน่วย
มีสูตรการหาค่าดังนี้

$$E1 = \frac{(\sum X/N)}{A} \times 100$$

$$E2 = \frac{(\sum F/N)}{A} \times 100$$

เมื่อ

$E1$ = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียน คิดเป็น
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่าง
หน่วยเรียนได้ถูกต้อง โดยทดสอบเมื่อจบบทเรียนแต่ละ
หน่วย

$E2$ = ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียน คิดเป็น
ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
ได้ถูกต้องโดยทดสอบเมื่อจบบทเรียนทุกหน่วยเรียน

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 หน่วยเรียน ดังนี้

หน่วยเรียนที่ 1 หลักการเบื้องต้นของวงจรถ่ายลอจิกเกท

หน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกท ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของ ลอจิกเกทพื้นฐาน Inverter Gate, AND Gate, OR Gate, NAND Gate, NOR Gate, Exclusive-OR Gate และ Exclusive NOR Gate

หน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรถ่ายลอจิกเกท และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น

ผู้วิจัยนำเนื้อหาทั้งหมดมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware 6 เมื่อทำการสร้างจนเสร็จสมบูรณ์แล้วได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียน ระดับปริญญาตรี 4 ปี ของสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยวิเคราะห์ ด้วยหลักการทางสถิติ และเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

- 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
- 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- 4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware 6.0 ได้บทเรียนซึ่งบรรจุไว้ในแผ่น CD ในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยเรียน และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบันทึกผลของคะแนนข้อถูก ข้อผิด รายงานให้ผู้เรียนทราบทันทีหลังการการสิ้นสุดการทำแบบทดสอบเป็นรูปแบบคะแนนจริงและร้อยละของข้อที่ตอบถูก และหลังจบทุกหน่วยเรียน โดยนักศึกษาทำแบบทดสอบรวมทั้งหมดของทุกหน่วยเรียนและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะบันทึกผลของคะแนน รายงานทั้งคะแนนระหว่างเรียนและ หลังเรียนจบทุกหน่วยเรียนให้ผู้เรียนทราบทันที เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยประเมินเนื้อหาในแต่ละบทเรียนซึ่งประกอบไปด้วย หลักการเบื้องต้นของวงจรลอจิกเกต สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง ไตอะแกรมเวลา การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา เรื่องทฤษฎีลอจิกเกต วิชาดิจิทัลเบื้องต้น

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. การใช้ภาษาถูกต้อง มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.33	0.58	ดี
5. โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	4.33	0.58	ดี
6. การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	4.00	0.00	ดี
รวมทุกรายการ	4.61	0.19	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาในบทเรียนเรื่องทฤษฎีลอจิกเกต วิชาดิจิทัลเบื้องต้น อยู่ในระดับดีขึ้นไปทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 3 รายการ คือ รายการที่ (1) เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ รายการที่ (2) ความถูกต้องของเนื้อหา และรายการที่ (3) ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา รองลงมา มีค่าเฉลี่ย 4.33 มี 2 รายการ คือ รายการที่ (4) การใช้ภาษาถูกต้อง มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และสื่อความหมายได้ชัดเจน และ รายการที่ (6) โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 4.00 มี 1 รายการคือ รายการที่ (6) การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยประเมินเทคนิคการผลิตสื่อในแต่ละบทเรียนซึ่งประกอบไปด้วย ด้านตัวอักษร(Text) ด้านภาพนิ่ง (Image) ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation) ด้านเสียง (Sound) และด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านตัวอักษร(Text)	4.53	0.58	ดีมาก
2. ด้านภาพนิ่ง (Image)	4.47	0.58	ดี
3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)	4.13	0.23	ดี
4. ด้านเสียง (Sound)	3.92	0.43	ดี
5. ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)	4.39	0.58	ดี
รวมทุกรายการ	4.29	0.48	ดี

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้ง 3 หน่วยเรียน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไปทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.29 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 โดยด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านตัวอักษร(Text) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.53 รองลงมาคือด้านภาพนิ่ง (Image) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 และ ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive) มีค่าเฉลี่ย 4.39 และด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation) มีค่าเฉลี่ย 4.13 และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 3.92 คือ ด้านเสียง (Sound)

4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภาคสนามมีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 โดยทดลองกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

รายการ	จำนวน ผู้เรียน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน	30	60	49.80	83.00 (E1)	80 (E1)
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	30	60	49.43	82.39 (E2)	80 (E2)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้ 49.80 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.00 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 49.43 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.39 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไว้ คือไม่น้อยกว่า 80/80

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น ตามหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543 ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย
2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น
- 1.2 เพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น
- 1.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ โปรแกรมวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ของสถาบันราชภัฏทั้ง 41 แห่ง ในสังกัดสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น ในปีการศึกษา 2/2545

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดิจิทัลเบื้องต้น ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2/2545 จำนวน 30 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินการทดลองดังนี้

1. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยตนเอง โดยให้ 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยเรียนให้ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน รวม 3 หน่วยเรียน จำนวน 60 ข้อ เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนจบครบทุกหน่วยเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนรวม จำนวน 60 ข้อ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.61 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.19
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับดี ขึ้นไปทุกรายการ มีค่าเฉลี่ย 4.29 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.00/82.39 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไว้ ไม่น้อยกว่า 80/80 และสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ของผู้ทรงคุณวุฒิได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากเนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม การใช้ภาษาถูกต้อง มีความเหมาะสมกับผู้เรียนและสื่อความหมายได้ชัดเจน และโครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 แสดงว่าผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

ส่วนการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อของผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ดี เนื่องจากมีความเหมาะสมในการจัดรูปแบบด้าน ต่าง ๆ เช่น ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านตัวอักษร ด้านภาพนิ่ง ด้านภาพเคลื่อนไหว ด้านปฏิสัมพันธ์ และด้านเสียง ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 แสดงว่ามีผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 จากการทดลองแบบทดสอบภาคปฏิบัติ ซึ่งได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/82.39 อันเนื่องมาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาจิตตอลเบื้องต้น สำหรับชั้นนักศึกษาปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี ของสถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา มีความยากง่าย (P)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ 0.27-0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถให้ความรู้กับนักศึกษาที่เรียน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยในลักษณะเดียวกัน ได้แก่ งานวิจัยของ ดุสิต พันธุ์พุกฤษ (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน โดยหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.83/81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐวรรณ ช่างเพ็ง (2543 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่ององค์ประกอบศิลป์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่ององค์ประกอบศิลป์ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาศิลปะ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่ององค์ประกอบศิลป์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 92.77/80.87 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่ององค์ประกอบศิลป์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความยากง่ายและอำนาจจำแนกที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเรื่องทฤษฎีลจิกเกท สามารถนำไปใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ หรือให้ความรู้เรื่องทฤษฎีลจิกเกท สำหรับผู้ที่สนใจ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาวิจัยถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อผลสัมฤทธิ์และประสิทธิภาพทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาทิเช่น ฮาร์ดแวร์ ระยะเวลาเรียน เพศ วัย สถานะทางสังคม ระดับความรู้ สถานที่ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2531. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : เอดิสัน เพรสโปรดักส์.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2531. "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน." เทคโนโลยีทางการศึกษา กรุงเทพฯ. หน้า 7-13.
- ครรรชิต มาลัยวงศ์. 2538. "เทคโนโลยีการศึกษา : ปรัชญาและหลักการ." วารสารการศึกษาแห่งชาติ. ปีที่ 29 หน้า 41-59.
- จันทร์ฉาย เตมียาการ. 2533. การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.
- จิราวัฒน์ ไตรยางค์. 2539. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การขับถ่าย ของสิ่งมีชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4". วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยยโสธร.
- เฉลิมพล น้ำค้าง. 2536. หลักจิตตอลและการใช้งาน. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ช่วงโชติ พันธุ์เวช. 2535. "คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน." เอกสารประกอบการประชุมครั้งที่ 1 โครงการพัฒนาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน, สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.
- ชัยรัตน์ สุวรรณรัตน์. 2539. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กล้องถ่ายรูป". วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชูศรี ยินดีตระกูล. 2530. "การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบ และแบบบอกให้รู้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.
- ณัฐวรรณ ช่างเพ็ง. 2543. "การพัฒนาการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาศิลปะ : สำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบศิลป์". วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- ดุสิต พันธุ์พฤกษ์. 2544. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการย่อยอาหารของคน วิชาชีววิทยา 041". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถนนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : วงกลมโปรดักชัน.
- ถวัลย์วงศ์ ไกรโรจนานันท์. 2539. อิเล็กทรอนิกส์ระบบดิจิทัล. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ทักษณา สนวนานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : องค์การคำครุสภา.
- ธনীท ชัยยุทธ และกณพ แก้วพิชัย. 2521. ดิจิตอลพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ธวัชชัย เลื่อนจวี และอนุรักษ์ เตือนศิริ. 2532. ดิจิตอลเทคนิค เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์.
- ธีรวัฒน์ ประกอบผล. 2540. ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร : แมคกรอ-ฮิล อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์, อิงค์.
- นงนุช วรรณวณะ. 2535. คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นภัทร วัจนเทพินทร์. 2540. ดิจิตอล ภาคปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สกายบุ๊กส์.
- นฤมล โฮมไชยยา. 2538. “ผลของการใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1”. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิพนธ์ ศุขบริดี. 2530. “บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการศึกษาไทยในอนาคต.” ไมโครคอมพิวเตอร์. (ฉบับที่ 27.) มกราคม-กุมภาพันธ์ 2530.
- นุชนาฏ สิริโกคา. 2529. “ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บัณฑิต บัวบูชา และคณะ. 2536. ทฤษฎีและการออกแบบวงจรดิจิทัล เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2535. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น.
- บุญช่วย พิชญวิวัฒน์. 2542. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ว 032 เรื่อง ตารางธาตุที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามคู่มือครู”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2535. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : B&B Publishing.

บุญส่ง ชนะศรีรัตนกุล. 2541. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเครื่องเชื่อมไฟฟ้า".

วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI). กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ประชา พฤกษ์ประเสริฐ และคณะ. 2543. คู่มือการเรียนรู้และเทคนิคการใช้งาน Adobe Photoshop 6.0. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : ชัคเชส มีเดีย.

พงษ์ศักดิ์ พลเยี่ยม. 2542. "การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการวิเคราะห์ข้อสอบ". วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรนิภา ศิลป์ประคอง. 2541. "ผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบอุปกรณ์การเรียนรู้ที่มีต่อความเข้าใจ เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3". วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพโรจน์ ตรีรัตนกุล. 2528. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

พิธาน ศาสตร์วาทิรา. 2541. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องโลกและดวงดาวตอนดาวเคราะห์เพื่อนบ้านของเรา วิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ". วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

มงคล ทองสงคราม. 2535. ทฤษฎีจิตดอล. กรุงเทพมหานคร : วี.เจ.พรินติ้ง.

----- . 2536. ไมโครโพรเซสเซอร์ I. กรุงเทพมหานคร : พรศิวการพิมพ์.

มนต์ชัย เทียนทอง. 2539. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบรมเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เย็น ภู่วรรณ. 2531. "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน." ไมโครคอมพิวเตอร์. (ฉบับที่ 3.) กุมภาพันธ์ 2531.

ยุทธชัย รุจิวิมล. 2543. Macromedia FLASH 5.0. กรุงเทพมหานคร : ชัคเชส มีเดีย.

รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. วิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์.

----- . 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ที.พี.พรินท์.

วรางคณา พระลัษัรักษา. 2541. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง คำศัพท์ในรายวิชาภาษาอังกฤษอ่าน – เขียน (๑022) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1". วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วีระพนธ์ คำดี. 2543. AUTHORWARE 5.0 โปรแกรมสร้าง CAI. กรุงเทพมหานคร : ชัคเชส มีเดีย.
-----, 2545. macromedia AUTHORWARE 6 Workshop. กรุงเทพมหานคร : ชัคเชส มีเดีย.
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา.
กรุงเทพมหานคร : วี.เจ.พรินติ้ง.
- วุฒิพงศ์ พงศ์สุวรรณ และอิทธิฤทธิ์ บุญยังดำรง. 2543. 2 in 1 Adobe 6.0 & Adobe ImageReady
3.0. กรุงเทพมหานคร : DLS.
- ศักดิ์ วาสิกะสิน และชนก หงส์น้อย. 2521. ดิจิตอลคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร :
ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ศักดิ์สิทธิ์ วงศ์ตรง. 2545. อินไซต์ macromedia Authorware 6. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ศิริชัย นามบุรี. 2542. "การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำเร็จรูป วิชาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ
คอมพิวเตอร์". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สมพร จันทน์ตตุการ. 2540. "คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนัก
ศึกษาศาสนาบ้านราชภัฏสุรินทร์". วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- สมรภัท ประยวาทิ. 2544. AUTHORWARE 5.0 โปรแกรมสร้าง CAI. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
-----, 2545. Authorware 6.0 โปรแกรมสร้าง CAI Multimedia. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สมศักดิ์ จีวัฒน์นา. 2541. "สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการสื่อสารข้อมูลหลักสูตร
คอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏ". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- सानนท์ เจริญฉาย. 2533. โปรแกรมประยุกต์ด้านการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ไอเอสพรินติ้งเฮ้าส์.
- สำนักงานสถาบันราชภัฏ. 2543. คู่มือหลักสูตรสถาบันราชภัฏ พ.ศ. 2543. กรุงเทพมหานคร : อัดสำเนา.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. "การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน." เอกสารทางวิชาการ สูเส้นทางใหม่
ทางการศึกษา: คอมพิวเตอร์กับการศึกษา. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาย ธนวงเสถียร และชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์. 2521. หลักการออกแบบวงจรลอจิก.
กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุพรรณ แก้วผืน. 2539. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอน เรื่อง สโคปเวลด
เกจอันดักซ์มอเตอร์". วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อดิศักดิ์ คงสัจย์. 2543. รวม Plug-in Photoshop & CorelDRAW. กรุงเทพมหานคร : อินโฟเพรส.
- อดิศักดิ์ พ่วงกุล. 2542. "การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วย
แมกเนติกคอนแทกเตอร์ ในวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้าสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ". วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. .
- อำนาจ เดชชัยศรี. "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา.สิงหาคม
2542. หน้า 112-117
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. 2537. การวิจัยเทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร :
สุวีริยาสาส์น.
- Alessi, Stephen M. and Trollip, Steanley R. 1991. Computer-Based Instruction Method and
Development. New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Caforio, Sylvia T.E. 1994. "Computer Assisted Tutorial as a Supplementary Learning Tools."
Dissertation Abstract . CD-ROM (April 1994).
- Hannafin, M.J. and PECK, K.L. (1988.) The Design, Development, and Evaluation of
Instructional Software. NEW YORK : Macmillan Publishing Company.
- Kumar, Patricia Anne. 1994. "The Use of Drill and Practice AS a Method of Computer
Assisted Instruction in the Content Area Mathematics with Learning Disable Students
in a Special Education Classroom." Master Abstract International. CD-ROM.
(February 1994).
- Niemice, Merle LouiseHenny. 1993. "The Development of a Computer Assisted instruction in
the Middle School." Dissertation Abstract International. CD-ROM. (Spring 1993).
- Roblyer, M. & Hall, K. (1985) Systematic Instructional Design of Computer Courseware : A
Workshop Handbook. Tallahassee, FL:Florida A&M University.
- Thomas L.Floyd. Digital Fundamental. Seventh edition. New Jersey : Prentice Hall Inc.
- Uyemura, John P. A first Course in Digital System Designs : An Integrated Approach.
Georgia Institute of Technology. USA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.
แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ) เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น มีทั้งหมด 5 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของบทเรียน โดยแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้
 - 1.1 ด้านตัวอักษร (Text)
 - 1.2 ด้านภาพนิ่ง (Image)
 - 1.3 ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)
 - 1.4 ด้านเสียง (Sound)
 - 1.5 ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)
 รวมทั้งแบบฟอร์มสำหรับแสดงข้อคิดเห็นและเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยในวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ขอขอบพระคุณท่าน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นายจำลอง ศรีสง่า

ผู้วิจัย

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาติจิตอลเบื้องต้น

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาติจิตอลเบื้องต้น ตามที่ท่านเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของแต่ละข้อ ระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ดีมาก	ได้คะแนน	5
ดี	ได้คะแนน	4
ปานกลาง	ได้คะแนน	3
พอใช้	ได้คะแนน	2
ควรปรับปรุง	ได้คะแนน	1

ด้านการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง	
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
1. ด้านตัวอักษร(Text)						
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่าย และชัดเจน						
1.2 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ สวยงาม อ่านง่าย และชัดเจน						
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และสีของพื้นที่ใช้						
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษรหรือข้อความในแต่ละกรอบ						
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปาน กลาง (3)	พอ ใช้ (2)	ควร ปรับ ปรุง (1)	
2. ด้านภาพนิ่ง (Image)						
2.1 ขนาดของภาพที่ใช้ เหมาะสม						
2.2 สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้						
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย						
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ						
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา						
3. ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)						
3.1 ขนาดของภาพที่ใช้ เหมาะสม						
3.2 ความชัดเจนของภาพที่ใช้						
3.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย						
3.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ						
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา						
4. ด้านเสียง (Sound)						
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหาเหมาะสม						
4.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบเหมาะสม						
4.3 ความชัดเจนของเสียงอธิบาย						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุง
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)	
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลักภาษา						
5.ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)						
5.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน						
5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก						
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในหน่วยเรียน						
5.4 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียน						
5.5 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง						
5.6 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ด้านตัวอักษร (Text)

.....

.....

.....

ด้านภาพนิ่ง (Image)

.....

.....

.....

ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)

.....

.....

.....

ด้านเสียง (Sound)

.....

.....

.....

ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง

วันที่/...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)
เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)
เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

คำชี้แจง

- แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น มีทั้งหมด 3 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียน โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ด้านเนื้อหา (Content) กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective) เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
 - ตอนที่ 2 ด้านเนื้อหาของความเหมาะสมของการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา รวมทั้งแบบฟอร์มสำหรับแสดงข้อคิดเห็นและเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ
- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยในวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบพระคุณท่าน ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น เป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นายจำลอง ศรีสง่า

ผู้วิจัย

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ตอนที่ 1 ด้านเนื้อหา)
เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาติจิตอลเบื้องต้น

คำชี้แจง โปรดพิจารณาด้านเนื้อหาของความเหมาะสมของการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาติจิตอลเบื้องต้น ตามที่ท่านเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหา อยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของแต่ละข้อ ระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

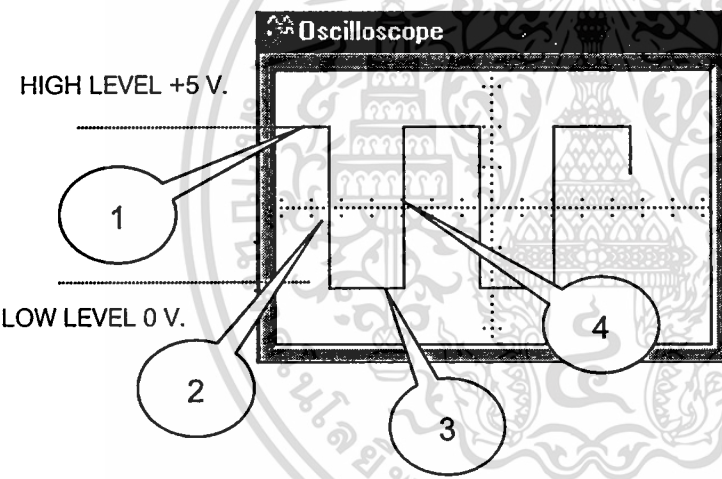
ดีมาก	ได้คะแนน	5
ดี	ได้คะแนน	4
ปานกลาง	ได้คะแนน	3
พอใช้	ได้คะแนน	2
ควรปรับปรุง	ได้คะแนน	1









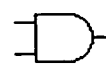



ด้านการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)	
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์						
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม						
3. ความถูกต้องของเนื้อหา						
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา						
5. การใช้ภาษาถูกต้อง มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และสื่อความหมายได้ชัดเจน						
6. โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่						

















เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลวิเคราะห์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ตอนที่ 2 ด้านเนื้อหา)
เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

สรุป ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .27 - .73
ค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง .20 - .67 และค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) อยู่ระหว่าง .67 - 1
และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .92

หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 1 หลักการเบื้องต้นของทฤษฎีลอจิกเกท	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายหลักการลอจิกเกทพื้นฐานได้				
 <p>จากรูปภาพของสัญญาณดิจิตอล ให้ตอบคำถามในข้อ 22-24</p>				
ข้อ 22. หมายเลขใดที่แสดงสถานะลอจิกในระดับ ลอจิก "1" ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4	0.73	0.4	1	
ข้อ 23. หมายเลขใดที่แสดงสถานะลอจิกในระดับ ลอจิก "0" ก. 1 ข. 2 ค. 3 ง. 4	0.67	0.27	1	
ข้อ 24. ข้อใดกล่าวถูกต้องของสถานะลอจิก หมายเลข 2 ก. HIGH LEVEL ข. LOW LEVEL ค. RISE TIME ง. FALL TIME	0.43	0.33	1	

หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 1 หลักการเบื้องต้นของทฤษฎีลอจิกเกต	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
ข้อ 59. เครื่องมือวัดชนิดใด นำมาเพื่อใช้วัดและแสดงสัญญาณดิจิทัลของลอจิกเกตเบื้องต้น ก. MULTIMETER ค. LOGIC PROBE ข. OSCILLOSCOPE ง. FUNCTION GENERATOR	0.43	0.33	1	
ข้อ 60. เครื่องมือวัดชนิดใด นำมาเพื่อใช้วัดและแสดงค่าของแรงดันไฟฟ้าของลอจิกเกตเบื้องต้น ที่ถูกต้องที่สุด ก. OHMMETER ค. VOLTMETER ข. WATTMETER ง. AMMETER	0.27	0.27	0.67	
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายสัญลักษณ์ของลอจิกเกตได้				
ข้อ 1. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ OR Gate ก.  ค.  ข.  ง. 	0.6	0.5	1	
ข้อ 2. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ AND Gate ก.  ค.  ข.  ง. 	0.7	0.3	1	
ข้อ 3. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ NOT Gate หรือ Inverter Gate ก.  ค.  ข.  ง. 	0.6	0.3	1	

หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตาราง ความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 4. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ NAND Gate</p> <p>ก.  ค. </p> <p>ข.  ง. </p>	0.7	0.2	1	
<p>ข้อ 5. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ NOR Gate</p> <p>ก.  ค. </p> <p>ข.  ง. </p>	0.7	0.3	1	
<p>ข้อ 6. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ Exclusive-OR Gate</p> <p>ก.  ค. </p> <p>ข.  ง. </p>	0.7	0.6	1	
<p>ข้อ 7. สัญลักษณ์ใดเป็นสัญลักษณ์ของ Exclusive-NOR Gate</p> <p>ก.  ค. </p> <p>ข.  ง. </p>	0.7	0.5	1	

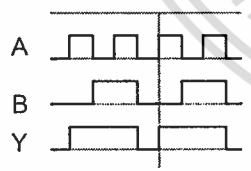
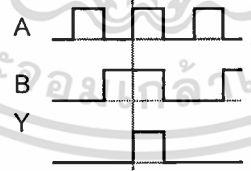
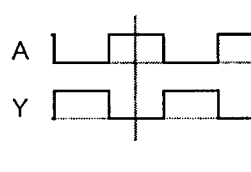
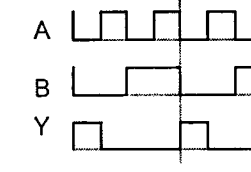
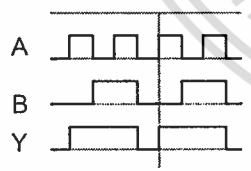
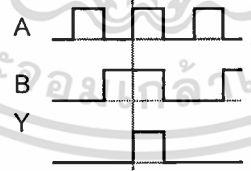
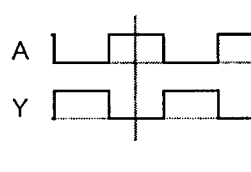
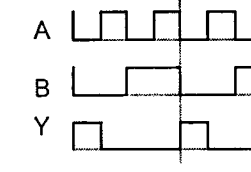
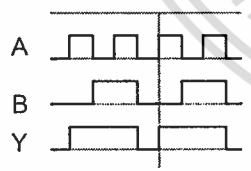
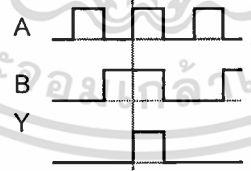
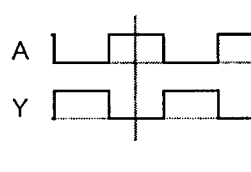
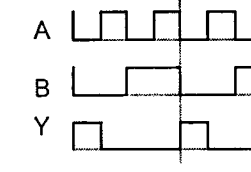
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ด้วยประการใด

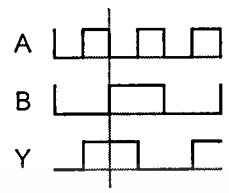
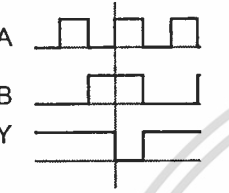
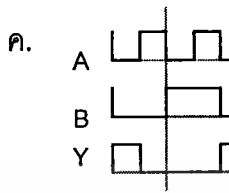
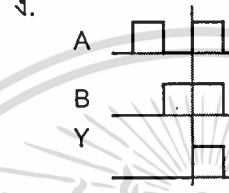
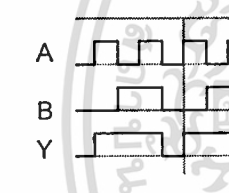
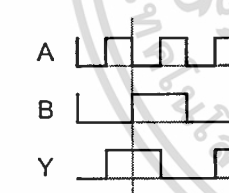
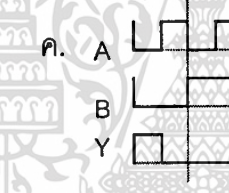
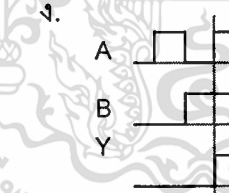
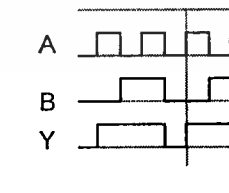
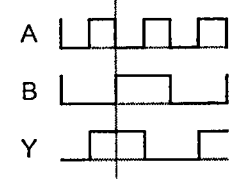
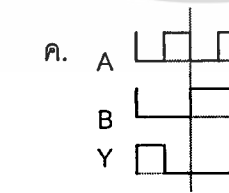
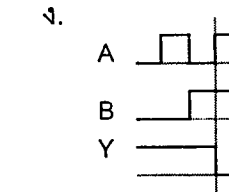
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

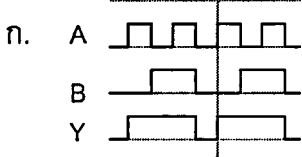
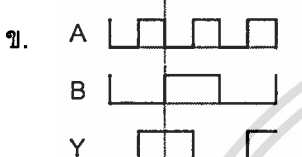
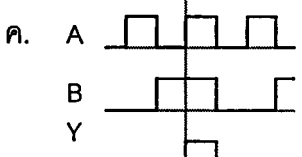
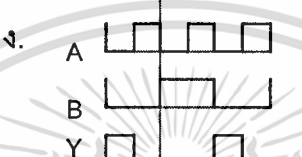
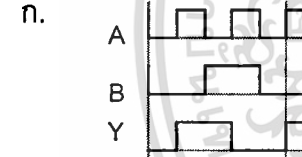
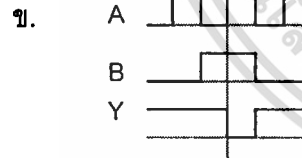
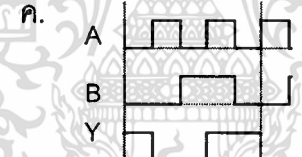
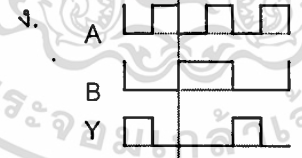
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ																																																																																										
	(P)	(r)	(IC)																																																																																											
จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายตารางค่าความจริง (Truth Table) ของลอจิกเกตได้																																																																																														
ข้อ 8. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ AND Gate <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ก.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> <th rowspan="2">ข.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> <th rowspan="2">ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT	A	B	A	B	Y		0	0	0		0	0	0		0	1	1		0	1	1		1	0	1		1	0	1		1	1	1		1	1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT	A	B	A	B	Y		0	0	1		0	0	0		0	1	0		0	1	0		1	0	0		1	0	0		1	1	0		1	1	1	0.7	0.7	1	
ก.		INPUT				OUTPUT	ข.		INPUT		OUTPUT																																																																																			
	A	B	A	B	Y																																																																																									
	0	0	0		0	0	0																																																																																							
	0	1	1		0	1	1																																																																																							
	1	0	1		1	0	1																																																																																							
	1	1	1		1	1	0																																																																																							
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																																							
	A	B			A	B		Y																																																																																						
	0	0	1		0	0	0																																																																																							
	0	1	0		0	1	0																																																																																							
	1	0	0		1	0	0																																																																																							
	1	1	0		1	1	1																																																																																							
ข้อ 9. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ OR Gate <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ก.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> <th rowspan="2">ข.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> <th rowspan="2">ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th rowspan="2">OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td></td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT	A	B	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	1		1	0	1		1	0	1		1	1	1		1	1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT	A	B	A	B	Y		0	0	1		0	0	0		0	1	0		0	1	0		1	0	0		1	0	0		1	1	0		1	1	1	0.7	0.5	1	
ก.		INPUT				OUTPUT	ข.		INPUT		OUTPUT																																																																																			
	A	B	A	B	Y																																																																																									
	0	0	0		0	0	1																																																																																							
	0	1	1		0	1	1																																																																																							
	1	0	1		1	0	1																																																																																							
	1	1	1		1	1	0																																																																																							
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																																							
	A	B			A	B		Y																																																																																						
	0	0	1		0	0	0																																																																																							
	0	1	0		0	1	0																																																																																							
	1	0	0		1	0	0																																																																																							
	1	1	0		1	1	1																																																																																							

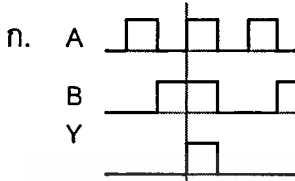
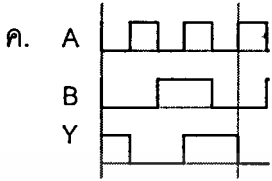
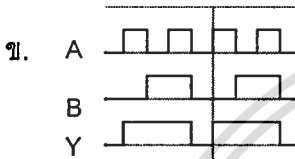
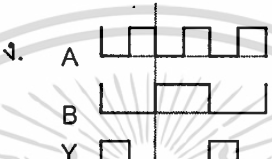
หัวข้อ		ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ																																																																																												
		(P)	(r)	(IC)																																																																																													
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน																																																																																																	
ข้อ 10. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ NAND Gate <table border="1" data-bbox="253 404 710 706"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ก.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ข.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="253 734 710 1036"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	1		1	0	1		1	0	1		1	1	1		1	1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	1		0	0	0		0	1	0		0	1	0		1	0	0		1	0	0		1	1	0		1	1	1	0.63	0.6	1	
ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	0		0	0	1																																																																																										
	0	1	1		0	1	1																																																																																										
	1	0	1		1	0	1																																																																																										
	1	1	1		1	1	0																																																																																										
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	1		0	0	0																																																																																										
	0	1	0		0	1	0																																																																																										
	1	0	0		1	0	0																																																																																										
	1	1	0		1	1	1																																																																																										
ข้อ 11. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ NOR Gate <table border="1" data-bbox="253 1166 710 1468"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ก.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ข.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="253 1532 710 1834"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	1		1	0	1		1	0	1		1	1	1		1	1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	1		0	0	0		0	1	0		0	1	0		1	0	0		1	0	0		1	1	0		1	1	1	0.6	0.4	1	
ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	0		0	0	1																																																																																										
	0	1	1		0	1	1																																																																																										
	1	0	1		1	0	1																																																																																										
	1	1	1		1	1	0																																																																																										
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	1		0	0	0																																																																																										
	0	1	0		0	1	0																																																																																										
	1	0	0		1	0	0																																																																																										
	1	1	0		1	1	1																																																																																										

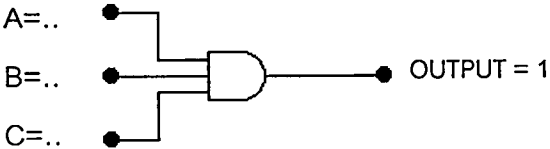
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน		ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ																																																																																												
		(P)	(r)	(IC)																																																																																													
ข้อ 12. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ Exclusive-OR Gate		0.47	0.27	1																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ก.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ข.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	1		1	0	1		1	0	1		1	1	1		1	1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	0		1	0	1		1	0	0		1	1	0		1	1	1				
ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	0		0	0	1																																																																																										
	0	1	1		0	1	1																																																																																										
	1	0	1		1	0	1																																																																																										
	1	1	1		1	1	0																																																																																										
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	0		0	0	1																																																																																										
	0	1	1		0	1	0																																																																																										
	1	0	1		1	0	0																																																																																										
	1	1	0		1	1	1																																																																																										
ข้อ 13. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ Exclusive-NOR Gate		0.73	0.27	1																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ก.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ข.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th rowspan="2">ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	1		1	0	1		1	0	1		1	1	1		1	1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT	A	B	Y	A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	0		1	0	1		1	0	0		1	1	0		1	1	1				
ก.	INPUT		OUTPUT	ข.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	0		0	0	1																																																																																										
	0	1	1		0	1	1																																																																																										
	1	0	1		1	0	1																																																																																										
	1	1	1		1	1	0																																																																																										
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																																										
	A	B	Y		A	B	Y																																																																																										
	0	0	0		0	0	1																																																																																										
	0	1	1		0	1	0																																																																																										
	1	0	1		1	0	0																																																																																										
	1	1	0		1	1	1																																																																																										

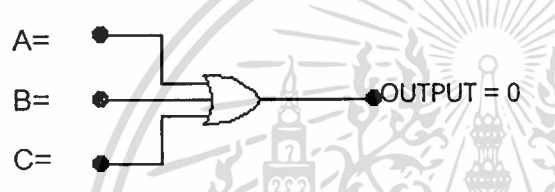
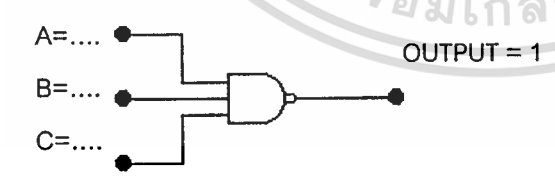
หัวข้อเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ																																																																								
	(P)	(r)	(IC)																																																																									
ข้อ 14. ข้อใดเป็นตารางความจริงของ NOT Gate หรือ Inverter Gate <table border="1" style="margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>ก.</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th>ข.</th> <th>INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <td></td> <td>A</td> <td>Y</td> <td></td> <td>A</td> <td>Y</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ค.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> <th>ง.</th> <th colspan="2">INPUT</th> <th>OUTPUT</th> </tr> <tr> <td></td> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> <td></td> <th>A</th> <th>B</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	ก.	INPUT	OUTPUT	ข.	INPUT	OUTPUT		A	Y		A	Y		0	0		0	1		1	1		1	0	ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT		A	B	Y		A	B	Y		0	0	0		0	0	1		0	1	1		0	1	0		1	0	1		1	0	0		1	1	0		1	1	1	0.5	0.33	1	
ก.	INPUT	OUTPUT	ข.	INPUT	OUTPUT																																																																							
	A	Y		A	Y																																																																							
	0	0		0	1																																																																							
	1	1		1	0																																																																							
ค.	INPUT		OUTPUT	ง.	INPUT		OUTPUT																																																																					
	A	B	Y		A	B	Y																																																																					
	0	0	0		0	0	1																																																																					
	0	1	1		0	1	0																																																																					
	1	0	1		1	0	0																																																																					
	1	1	0		1	1	1																																																																					
จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายตารางคาบเวลา (Timing Diagram) ของลอจิกเกตได้																																																																												
ข้อ 15. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ NOT Gate หรือ Inverter Gate <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ก.  </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ค.  </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> ข.  </td> <td style="vertical-align: top;"> ง.  </td> </tr> </table>	ก. 	ค. 	ข. 	ง. 	0.6	0.27	1																																																																					
ก. 	ค. 																																																																											
ข. 	ง. 																																																																											

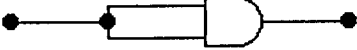
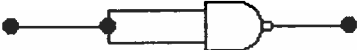


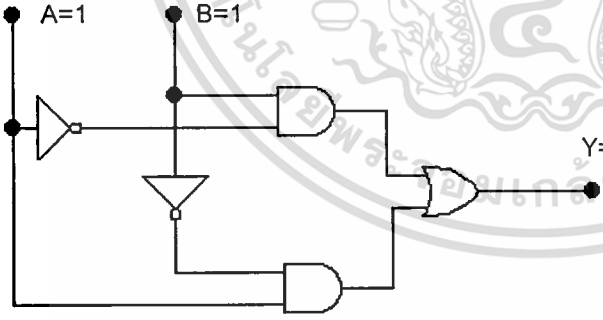
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 16. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ AND Gate</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.27	0.27	1	
<p>ข้อ 17. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ OR Gate</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.57	0.33	1	
<p>ข้อ 18. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ NAND Gate</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.63	0.33	1	

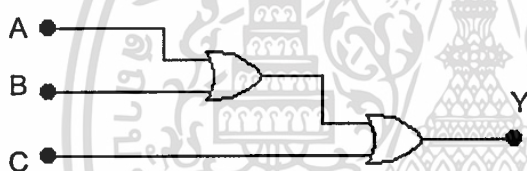
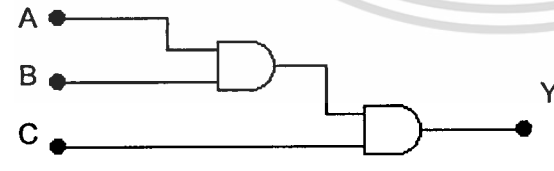
หัวข้อเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 19. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ NOR Gate</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.53	0.4	1	
<p>ข้อ 20. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ Exclusive-OR Gate</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.5	0.33	1	

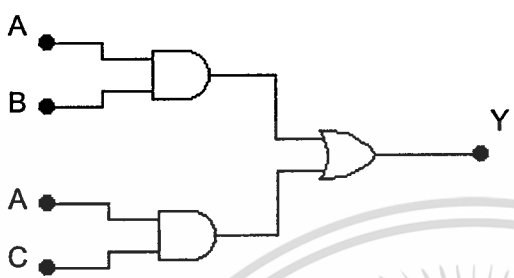

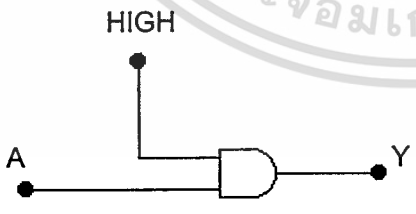
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกตพื้นฐาน	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
ข้อ 21. ข้อใดเป็นคาบเวลา(Timing Diagram) ของ Exclusive-NOR Gate ก.  ค.  ข.  ง. 	0.6	0.27	1	
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายหลักการเบื้องต้นของวงจรลอจิก และพีชคณิตบูลีนได้				
ข้อ 33. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ AND Gate ก. $Y = A + B$ ค. $Y = \overline{AB}$ ข. $Y = A \cdot B$ ง. $Y = A \oplus B$	0.4	0.27	0.67	
ข้อ 34. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ OR Gate ก. $Y = A + B$ ค. $Y = \overline{A + B}$ ข. $Y = A \cdot B$ ง. $Y = A \oplus B$	0.6	0.4	0.67	
ข้อ 35. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ NOT Gate ก. $Y = \overline{A + B}$ ค. $Y = \overline{A}$ ข. $Y = \overline{A \cdot B}$ ง. $Y = \overline{\overline{A}}$	0.63	0.33	1	
ข้อ 36. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ NAND Gate ก. $Y = \overline{A + B}$ ค. $Y = \overline{A \oplus B}$ ข. $Y = \overline{A \cdot B}$ ง. $Y = \overline{A \otimes B}$	0.67	0.27	1	

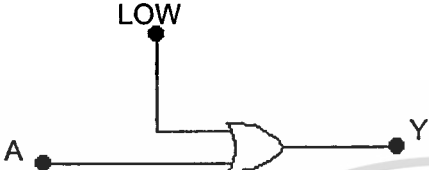
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และ พีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
ข้อ 37. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ NOR Gate ก. $Y = \overline{A+B}$ ค. $Y = \overline{A \oplus B}$ ข. $Y = \overline{A \cdot B}$ ง. $Y = \overline{A \otimes B}$	0.57	0.33	0.67	
ข้อ 38. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ Exclusive -OR Gate ก. $Y = \overline{A+B}$ ค. $Y = A \oplus B$ ข. $Y = \overline{A \cdot B}$ ง. $Y = A \otimes B$	0.63	0.33	0.67	
ข้อ 39. ข้อใดเป็นสมการบูลีนเบื้องต้นของ Exclusive -NOR Gate ก. $Y = \overline{A+B}$ ค. $Y = A \oplus B$ ข. $Y = \overline{A \cdot B}$ ง. $Y = A \otimes B$	0.53	0.27	0.67	
จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถเขียนวงจรลอจิกเบื้องต้น และการเขียน สวิตซ์ฟังก์ชันจากวงจรลอจิกได้				
ข้อ 25. ข้อใดถูกต้อง เมื่อสถานะ OUTPUT ของ NOT Gate แสดงสถานะลอจิก เท่ากับ "1" ก. เมื่อ INPUT เป็น LOW ข. เมื่อ INPUT เป็น HIGH ค. เมื่อเปิดไฟฟ้าเลี้ยงวงจรของ NOT Gate ง. เมื่อปิดไฟฟ้าเลี้ยงวงจรของ NOT Gate	0.4	0.53	1	
ข้อ 26. ข้อใดถูกต้อง เมื่อกำหนดให้ AND Gate เป็น 3 INPUT ซึ่งสถานะของ OUTPUT แสดงสถานะลอจิก "1" ดัง นั้นควรบ่อนสัญญาณแบบใด 	0.67	0.4	1	

หัวข้อเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
ก. A=1, B=1, C=0 ข. A=0, B=0, C=0 ค. A=1, B=0, C=1 ง. A=1, B=1, C=1				
ข้อ 27. ข้อใดถูกต้อง เมื่อกำหนดให้ OR Gate เป็น 3 INPUT ซึ่งสถานะของ OUTPUT แสดงสถานะลอจิก "0" ดังนั้นควรป้อนสัญญาณแบบใด  ก. A=0, B=0, C=0 ข. A=0, B=0, C=1 ค. A=0, B=1, C=0 ง. ข้อ ข และข้อ ค	0.47	0.4	1	
ข้อ 28. ข้อใดถูกต้อง เมื่อกำหนดให้ NAND Gate เป็น 3 INPUT ซึ่งสถานะของ OUTPUT แสดงสถานะลอจิก "1" ดังนั้นควรป้อนสัญญาณแบบใด  ก. A=0, B=0, C=0 ข. A=0, B=1, C=1 ค. ค. A=1, B=1, C=1 ง. ข้อ ข และข้อ ค	0.73	0.4	0.67	

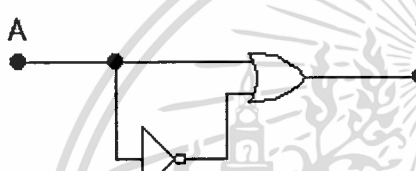
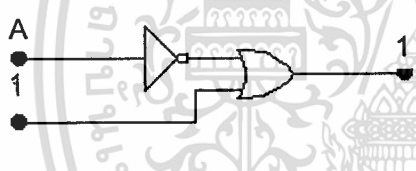
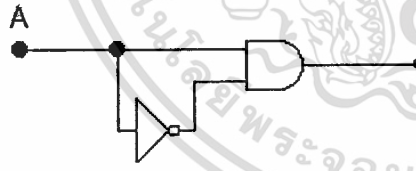
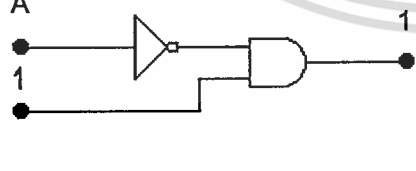
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และ พืชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 29. ข้อใดเขียนวงจรลอจิกเกตเป็น NOT Gate หรือ Inverter Gate</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.43	0.33	1	
<p>ข้อ 30. ข้อใดถูกต้องที่สุด ความหมายของ Inverter Gate</p> <p>ก. เหมือนกับการทำงานของ NOT Gate</p> <p>ข. สถานะลอจิกเปลี่ยนจากลอจิก "0" ไป "1"</p> <p>ค. สถานะลอจิกเปลี่ยนจากลอจิก "1" ไป "0"</p> <p>ง. เครื่องมือเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้า DC. to AC.</p>	0.57	0.33	1	
<p></p> <p>จากวงจรรลอจิกเบื้องต้น ตอบคำถามในข้อ 31-32</p> <p>ข้อ 31. ถ้าป้อนสัญญาณ INPUT A=1, B=1 สถานะลอจิกที่ OUTPUT ควรแสดงสถานะใด .</p> <p>ก. OUTPUT LOW (Y=0)</p> <p>ข. OUTPUT HIGH (Y=1)</p> <p>ค. ระบุสถานะลอจิกไม่ได้</p>	0.5	0.33	1	

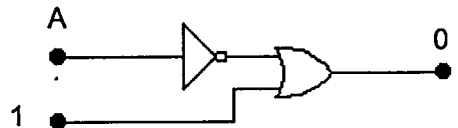
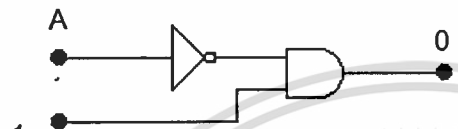



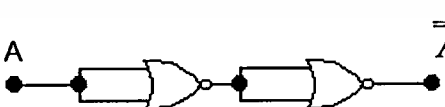
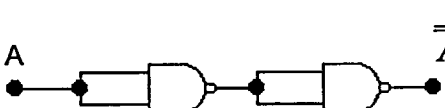
หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และ พีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
ข้อ 32. จากวงจรลอจิกเบื้องต้น ข้างบนสามารถเปรียบเทียบกับ Gate ชนิดใด ก. AND Gate. ข. OR Gate ค. Exclusive –OR Gate. ง. Exclusive –NOR Gate	0.47	0.27	1	
จุดประสงค์ เพื่อให้สามารถอธิบายและพิสูจน์ทฤษฎีของพีชคณิตบูลีน				
ข้อ 40. ข้อใดแทนด้วยสมการบูลีนจากวงจรลอจิกเกต ได้ถูกต้อง  ก. $Y = (A \cdot B) \cdot C$ ค. $Y = \overline{(A \cdot B) \cdot C}$ ข. $Y = (A + B) + C$ ง. $Y = \overline{(A + B) + C}$	0.7	0.47	1	
ข้อ 41. ข้อใดแทนด้วยสมการบูลีนจากวงจรลอจิกเกต ได้ถูกต้อง  ก. $Y = (A \cdot B) \cdot C$ ค. $Y = \overline{(A \cdot B) \cdot C}$ ข. $Y = (A + B) + C$ ง. $Y = \overline{(A + B) + C}$	0.5	0.33	0.67	

หัวข้อเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรถลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 42. ข้อใดแทนด้วยสมการบูลีนจากวงจรถลอจิกเกตได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. $Y = (A+B) \cdot (A+C)$ ค. $Y = \overline{(A+B) + (A+C)}$ ข. $Y = (A \cdot B) + (A \cdot C)$ ง. $Y = \overline{(A \cdot B) + (A \cdot C)}$</p>	0.53	0.4	1	
<p>ข้อ 43. ข้อใดแทนด้วยสมการบูลีนจากวงจรถลอจิกเกตได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. $Y = 1$ ค. $Y = \overline{\overline{A}}$ ข. $Y = AA$ ง. $Y = \overline{\overline{\overline{A}}}$</p>	0.43	0.47	0.67	
<p>ข้อ 44. ข้อใดแทนกฎพื้นฐานของสมการบูลีน(Basic Rule of Boolean Algebra) จากวงจรถลอจิกเกตได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. $A+1 = A$ ค. $A+A = A$ ข. $A \cdot 1 = A$ ง. $A+\overline{A} = 1$</p>	0.6	0.4	1	

หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 45. ข้อใดแทนกฎพื้นฐานของสมการบูลีน (Basic Rule of Boolean Algebra) จากวงจรลอจิกเกต ได้ถูกต้อง</p>  <p>ก. $A + 0 = A$ ค. $A + A = A$ ข. $A \cdot 0 = 0$ ง. $A \cdot \bar{A} = 0$</p>	0.73	0.53	1	
<p>ข้อ 46. ถ้า OR Gate ชนิด 3 INPUT มีความแตกต่างในการบ่อนสัญญาณได้ 8 รูปแบบ และสถานะทาง OUTPUT ที่แสดงสถานะลอจิก HIGH หรือ "1" ได้เท่ากับ</p> <p>ก. 1 รูปแบบ ค. 7 รูปแบบ ข. 2 รูปแบบ ง. 8 รูปแบบ</p>	0.57	0.33	1	
<p>ข้อ 47. ถ้า AND Gate ชนิด 3 INPUT มีความแตกต่างในการบ่อนสัญญาณได้ 8 รูปแบบ และสถานะทาง OUTPUT ที่แสดงสถานะลอจิก HIGH หรือ "1" ได้เท่ากับ</p> <p>ก. 1 รูปแบบ ค. 7 รูปแบบ ข. 2 รูปแบบ ง. 8 รูปแบบ</p>	0.63	0.2	1	
<p>ข้อ 48. ถ้า NAND Gate ชนิด 3 INPUT มีความแตกต่างในการบ่อนสัญญาณได้ 8 รูปแบบ และสถานะทาง OUTPUT ที่แสดงสถานะลอจิก LOW หรือ "0" ได้เท่ากับ</p> <p>ก. 1 รูปแบบ ค. 7 รูปแบบ ข. 2 รูปแบบ ง. 8 รูปแบบ</p>	0.5	0.33	1	
<p>ข้อ 49. ถ้า NOR Gate ชนิด 3 INPUT มีความแตกต่างในการบ่อนสัญญาณได้ 8 รูปแบบ และสถานะทาง OUTPUT ที่แสดงสถานะลอจิก LOW หรือ "0" ได้เท่ากับ</p> <p>ก. 1 รูปแบบ ค. 7 รูปแบบ ข. 2 รูปแบบ ง. 8 รูปแบบ</p>	0.53	0.4	1	

หัวข้อเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
จากวงจร Network of Cascaded Inverters ตอบคำถามในข้อ 50-53				
ข้อ 50. ถ้าจุด A ป้อนสัญญาณด้วยลอจิก LOW หรือ "0" จุดวัดที่ C แทนด้วยสถานะลอจิกเท่ากับ ก. HIGH ค. สถานะลอจิกสลับ HIGH to LOW ข. LOW ง. สถานะลอจิกสลับ LOW to HIGH	0.6	0.27	1	
ข้อ 51. ถ้าจุด A ป้อนสัญญาณด้วยลอจิก HIGH หรือ "1" จุดวัดที่ E แทนด้วยสถานะลอจิกเท่ากับ ก. HIGH ค. สถานะลอจิกสลับ HIGH to LOW ข. LOW ง. สถานะลอจิกสลับ LOW to HIGH	0.5	0.33	1	
ข้อ 52. ถ้าจุด A ป้อนสัญญาณด้วยลอจิก LOW หรือ "0" จุดวัดที่ D แทนด้วยสมการบูลีนเท่ากับ ก. $Y = A$ ค. $Y = \overline{\overline{A}}$ ข. $Y = \overline{A}$ ง. $Y = A \cdot \overline{A} \cdot \overline{\overline{A}}$	0.6	0.27	1	
ข้อ 53. ถ้าจุด A ป้อนสัญญาณด้วยลอจิก LOW หรือ "0" จุดวัดที่ F แทนด้วยสมการบูลีนเท่ากับ ก. $Y = A$ ค. $Y = \overline{\overline{A}}$ ข. $Y = \overline{A}$ ง. $Y = A \cdot \overline{A} \cdot \overline{\overline{A}}$	0.37	0.47	1	
ข้อ 54. ข้อใดที่คุณสมบัติกฎเอกลักษณ์ของบูลีน (Basic Rule of Boolean Algebra) ไม่ถูกต้อง ก. $A + 0 = A$ ค. $A \cdot 0 = 0$ ข. $A + 1 = A$ ง. $A \cdot 1 = A$	0.53	0.4	1	

หัวเรื่องหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ข้อ 55. ข้อใดที่คุณสมบัติกฎเอกลักษณ์ของบูลีน (Basic Rule of Boolean Algebra) ไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. $A + A = A$ ค. $A + AB = AB$</p> <p>ข. $A \cdot \bar{A} = A$ ง. $A + \bar{A}B = A + B$</p>	0.53	0.4	1	
<p>ข้อ 56. ข้อใดที่คุณสมบัติกฎเอกลักษณ์ของบูลีน (Basic Rule of Boolean Algebra) ที่แทนด้วยสัญลักษณ์เกตที่ถูกต้อง จากสมการ $A + \bar{A} = 1$</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	0.6	0.27	1	
<p>ข้อ 57. ข้อใดที่คุณสมบัติกฎเอกลักษณ์ของบูลีน (Basic Rule of Boolean Algebra) ที่แทนด้วยสัญลักษณ์เกตที่ถูกต้อง จากสมการ $A \cdot \bar{A} = 0$</p>	0.6	0.27	1	

หัวข้อหน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น	ค่าจากแบบทดสอบต่าง ๆ			หมายเหตุ
	(P)	(r)	(IC)	
<p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>				
<p>ข้อ 58. ข้อใดที่คุณสมบัติกฎเอกลักษณ์ของบูลีน (Basic Rule of Boolean Algebra) ที่แทนด้วยสัญลักษณ์เกตที่ถูกต้อง จากสมการ $\overline{\overline{A}} = A$</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>	0.37	0.33	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
เนื้อหาและหน่วยเรียน
เรื่อง ทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิตอลเบื้องต้น สามารถแบ่งออกเป็น 3 หน่วยเรียน ดังนี้

หน่วยเรียนที่ 1 หลักการเบื้องต้นของวงจรลอจิกเกท

หน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกท ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของ ลอจิกเกทพื้นฐาน Inverter Gate, AND Gate, OR Gate, NAND Gate, NOR Gate, Exclusive-OR Gate and Exclusive NOR Gate

หน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกท และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น

หน่วยเรียนที่ 1 หลักการเบื้องต้นของวงจรลอจิกเกท

1. หลักการเบื้องต้นของลอจิกเกท

วงจรตรรก เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำการประมวลผลตรรก สร้างจากเครื่องมือ อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Device) มีสัญญาณทางเข้า 1 สัญญาณ หรือมากกว่า 1 สัญญาณ มี สัญญาณทางออกเพียง 1 สัญญาณการทำงานของวงจรเป็นแบบสวิตชิง (Switching) มีสัญญาณ ผ่านออกเป็น 5 V หรือ 0 V หรือมีค่าตรรก "1" หรือ "0" สามารถประมวลผล เลขในระบบจำนวน เลขฐานสอง (Binary Number System) ตามทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (สุเจตน์ จันทพงษ์, 2543 :46)

การประมวลผลของวงจรตรรก ทำให้มนุษย์สามารถนำระบบจำนวนเลขฐานสอง สร้าง รหัสคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกับมนุษย์ได้ สามารถคำนวณ ประมวลผล ตามที่มนุษย์ต้องการได้ (สุเจตน์ จันทพงษ์, 2543 :46)

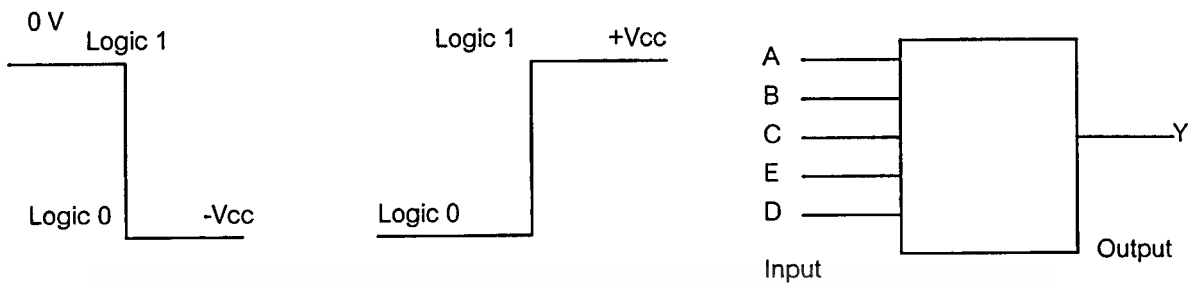
เกต หรือ ลอจิกเกท เมื่อนำวงจรตรรกแต่ละชนิด ต่อรวมกันไว้ใน 'ไอซี' วงจรตรรก 1 วงจร นิยมเรียกว่า "เกต" และเรียกตามเครื่องหมายพีชคณิตบูลีน คือ นีทเกต แอนด์เกต ออร์ เกต แนนท์เกต นอร์เกต เอ็กคลูซีฟออร์เกต และเอ็กคลูซีฟนอร์เกต (স্যันต์ เสาวฤกษ์, 2544 :21)

วงจรลอจิกเกทเบื้องต้นเราจะศึกษาเกี่ยวกับ Two-state Logic คือใช้ตัวแปรค่า 2 ภาวะ โดยมีข้อกำหนดคือ สามารถมีได้เพียง 2 ภาวะเท่านั้น และจะอยู่ในภาวะใดภาวะหนึ่ง จะอยู่พร้อม กันทั้ง 2 ภาวะในเวลาเดียวกันไม่ได้ Logic 2 ภาวะดังกล่าว อาจใช้แทนความหมายต่างๆ ได้ เช่น ถูก-ผิด, สูง-ต่ำ, 1-0, ขึ้น-ลง, ปิด-เปิด, ใช่-ไม่ใช่, ทำงาน-ไม่ทำงาน, มี-ไม่มี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเพื่อความสะดวก ตัวแปรค่า 2 ภาวะ เราใช้สัญลักษณ์ "0" และ "1" โดยที่ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Logic 0 แทน ไม่มีสัญญาณ หรือ Switch เปิด

Logic 1 แทน มีสัญญาณ หรือ Switch ปิด



ก. การแทนระดับแรงดัน
ด้วยรหัสลอจิกลบ

ข. การแทนระดับแรง
ดันด้วยรหัสลอจิก

ค. วงจรลอจิกแสดงเป็น
บล็อกไดอะแกรม

รูปที่ 1.1 แสดงการแทนระดับลอจิกเกท (ยื่น ภาววรรณ , 2538 : 109)

ในระบบ Electronic Logic เราใช้ระดับของกำลังดันไฟฟ้า (Voltage level) แทนภาวะทั้งสองเมื่อใช้ Logic 1 แทนกำลังดันที่เป็นบวกมากกว่า เราก็ใช้ Logic 0 แทนกำลังดันที่เป็นบวกน้อยกว่า ระบบเช่นนี้ เราเรียกว่า Positive Logic ในทางตรงกันข้าม ถ้าใช้ Logic 1 แทนกำลังดันที่เป็นลบมากกว่า เราก็ใช้ Logic 0 แทนกำลังดันที่เป็นลบน้อยกว่า ระบบเช่นนี้ เราเรียกว่า Negative Logic หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก่อนที่จะทำการศึกษาคณิตศาสตร์ลอจิกหรือพีชคณิตบูลีนจะต้องทำความเข้าใจกับอุปกรณ์ ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แทนลอจิก การทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้ เราเรียกว่า ลอจิกเกท (Logic Gate) และลอจิกเกทที่มีอยู่หลายชนิด นอกจากนี้พีชคณิตบูลีนยังแตกต่างจากพีชคณิต ทั่ว ๆ ไปตรงที่ค่าคงที่บูลีนมีอยู่เพียง 2 ค่า คือ 0 และ 1 ส่วนตัวแปรบูลีนจะเป็นระดับของแรงดันไฟฟ้า 0 หรือ 1 เรียกว่า ระดับลอจิก (Logic Level) ของบูลีน ซึ่งมีใช้อยู่หลายค่าที่ใช้เรียกระดับของลอจิก 0 หรือ 1 ดังแสดงในตารางที่ 1.1 แต่ที่นิยมใช้มักจะแทนระดับลอจิก "0" ด้วย 0 หรือ Low และแทนระดับลอจิก "1" ด้วย 1 หรือ High

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าแทนระดับลอจิก

ลอจิก 0	ลอจิก 1
False	True
Off	On
Low	High
No	Yes
Open Switch	Closed Switch

ปฏิบัติการพื้นฐานของพีชคณิตบูลีนมีอยู่ 3 แบบ คือ

1. การรวมทางลอจิก (Logic Addition) เรียกว่า การ OR แทนด้วยเครื่องหมายบวก (+)
2. การคูณทางลอจิก (Logic Multiplication) เรียกว่า การ AND แทนด้วยเครื่องหมายคูณแบบจุด (·)
3. การคอมพลีเมนต์ทางลอจิกหรือการกลับค่า (Logic Complementation or Inversion) เรียกว่า การ NOT แทนด้วยเครื่องหมายขีดบนหรือบาร์ ($\bar{\quad}$)

หน่วยเรียนที่ 2 สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ตารางความจริง และไดอะแกรมเวลา ของลอจิกเกต พื้นฐาน Inverter Gate, AND Gate, OR Gate, NAND Gate, NOR Gate, Exclusive-OR Gate and Exclusive-NOR Gate

2.1 ตารางความจริง (Truth Table)

ตารางความจริงประกอบด้วยอินพุต (Input) หรือเรียกว่า ตัวแปร ซึ่งมักจะมากกว่า 1 อินพุต และเอาต์พุต (Output) ซึ่งมักจะมีเอาต์พุตเดียว ตารางความจริงจะแสดงค่าระดับลอจิกทางด้านเอาต์พุตที่สัมพันธ์กับเงื่อนไขและการจัดหมวดหมู่ของทางด้านอินพุต รูปแบบของตารางความจริงจะมีกี่แถวหรือกี่บรรทัด ขึ้นอยู่กับจำนวนอินพุตหรือตัวแปร ซึ่งเป็นไปตามสูตร

$$\text{จำนวนแถว (บรรทัด)} = 2^n \quad \dots(2.1)$$

$$n = \text{จำนวนอินพุตหรือตัวแปร}$$

เช่น มีอินพุตหรือตัวแปร 2 ตัว คือ A และ B จะได้ตารางความจริงตามตารางที่ 1.2

$$\text{จำนวนแถว} = 2^n = 2^2 = 4 \text{ แถว}$$

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางความจริง 2 อินพุต

B	A	Y
0	0	x
0	1	x
1	0	x
1	1	x

ถ้าอินพุตหรือตัวแปร 3 ตัว จะได้ตารางความจริงดังตารางที่ 1.3

$$\text{จำนวนแถว} = 2^3 = 8 \text{ แถว}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงตารางความจริง 3 อินพุต

C	B	A	Y
0	0	0	x
0	0	1	x
0	1	0	x
0	1	1	x
1	0	0	x
1	0	1	x
1	1	0	x
1	1	1	x

ตัวแปร 4 ตัวจะได้ตารางความจริง ดังตารางที่ 1.4

$$\text{จำนวนแถว} = 2^4 = 16 \text{ แถว}$$

ตารางที่ 2.3 แสดงตารางความจริง 4 อินพุต

D	C	B	A	Y
0	0	0	0	x
0	0	0	1	x
0	0	1	0	x
0	0	1	1	x
0	1	0	0	x
0	1	0	1	x
0	1	1	0	x
0	1	1	1	x
1	0	0	0	x
1	0	0	1	x
1	0	1	0	x
1	0	1	1	x
1	1	0	0	x
1	1	0	1	x
1	1	1	0	x
1	1	1	1	x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการทำงานของวงจร

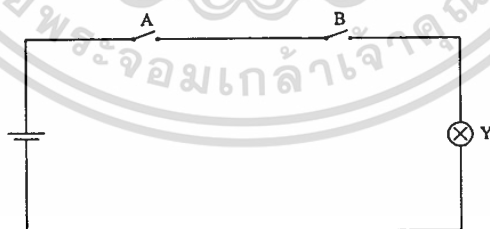
เกตต่าง ๆ ซึ่งเป็นหลักการเบื้องต้นที่เป็นพื้นฐานในการศึกษาวงจรถิศจิตอลนั้น แบ่งได้ตามคุณสมบัติการทำงานได้ใหญ่ ๆ ดังนี้

1. แอนด์เกต (AND Gate)
2. ออร์เกต (OR Gate)
3. นอตเกต (NOT Gate)
4. แนนด์เกต (NAND Gate)
5. นอร์เกต (NOR Gate)
6. เอกซ์คลูซีฟออร์เกต (Exclusive OR Gate)
7. เอกซ์คลูซีฟนอร์เกต (Exclusive NOR Gate)

เกตต่าง ๆ เหล่านี้มีคุณสมบัติ สัญลักษณ์ และวงจรถิศจิตที่แตกต่างกัน บางเกตจะมีขั้วอินพุตมากกว่า 2 ขั้ว และในบางเกตอาจมีเพียงอินพุตเดียว เช่น นอตเกต หรืออินเวอร์เตอร์ เป็นต้น ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและหน้าที่ในการนำไปใช้งาน ส่วนขั้วเอาต์พุตปกติจะมีเพียงขั้วเดียว ดังจะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป

2.2.1 แอนด์เกต (AND Gate)

แอนด์เกตมีลักษณะการทำงานเหมือนกับวงจรไฟฟ้าที่มีสวิตช์ต่ออนุกรมกันอยู่ ดังรูปที่ 1.1 จากวงจร หลอดไฟจะติดก็ต่อเมื่อสวิตช์ A และ B ต่อวงจรพร้อมกัน หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งแอนด์เกต คือ วงจรที่ให้เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตทุกตัวเป็น 1 และเอาต์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตตัวใดตัวหนึ่ง หรือทุกตัวเป็น 0



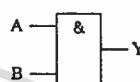
รูปที่ 2.1 วงจรพื้นฐานแอนด์เกต

จากรูปที่ 2.1 ถ้าต้องการให้หลอดไฟติดสว่าง (1) สวิตช์ทุกตัวจะต้องปิดวงจร (1) แทนลักษณะการทำงานของแอนด์เกตได้ด้วยตารางและสัญลักษณ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตารางความจริงของแอนด์เกต

B	A	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.2 (ก) สัญลักษณ์ของแอนด์เกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

ดังนี้

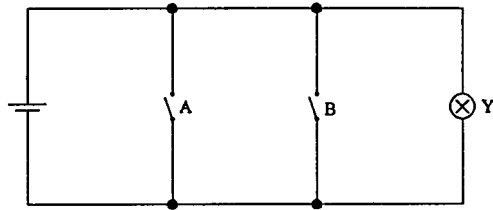
เลข 1

เมื่อพิจารณารูปที่ 2.2 และตารางที่ 2.4 ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับวงจรแอนด์เกตได้

1. แอนด์เกต มีหลักการเหมือนกับการคูณเลขธรรมดาเพียงแต่ใช้เฉพาะเลข 0 และ
2. แอนด์เกต ให้ผลลัพธ์ที่เอาต์พุตเป็น 1 เมื่อตัวแปรที่อินพุตทั้งหมดเป็น 1 เท่านั้น
3. เมื่อตัวแปรที่อินพุตตัวใดตัวหนึ่งเป็น 0 จะได้ผลลัพธ์ที่เอาต์พุตเป็น 0

2.2.2 ออร์เกต (OR Gate)

ลักษณะการทำงานของออร์เกต เขียนแทนด้วยวงจรไฟฟ้าที่สวิตช์ต่อขนานกันดังรูปที่ 2.3 จากวงจร หลอดไฟจะติด เมื่อสวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งต่อวงจร หรือออร์เกต คือ วงจรที่ให้เอาต์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตทุกตัวเป็น 0 และจะให้เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตตัวใดตัวหนึ่ง หรือทุกตัวเป็น 1



รูปที่ 2.3 วงจรพื้นฐานออร์เกต

จากรูปที่ 2.3 ถ้าต้องการให้หลอดไฟติดสว่าง (1) สวิตช์ A หรือ B ตัวใดตัวหนึ่ง จะต้องปิดวงจรหรือเปิดทั้ง 2 ตัว แทนลักษณะการทำงานของออร์เกตได้ด้วยตารางและสัญลักษณ์ ดังนี้

ตารางที่ 2.5 ตารางแสดงความจริงของออร์เกต

B	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.4 (ก) สัญลักษณ์ของออร์เกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

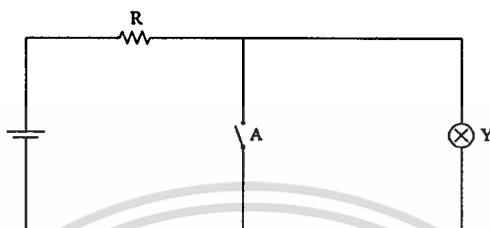
เมื่อพิจารณารูปที่ 2.4 และตารางที่ 2.5 ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับวงจรออร์เกตได้ดังนี้

1. ออร์เกต ให้ผลลัพธ์ที่เอาต์พุตเป็น 1 เมื่อมีตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง (ตัวแปรใด ๆ) ที่อินพุตเป็น 1
2. ออร์เกต ให้ผลลัพธ์ที่เอาต์พุตเป็น 0 เมื่อตัวแปรที่อินพุตทั้งหมดเป็น 0 เท่านั้น
3. ผลลัพธ์ของการออร์เกตจะแตกต่างจากการรวมเลขธรรมชาติ คือ $1 + 1 = 1$ หรือ $1 + 1 + 1 = 1$ ไม่ใช่ 2 หรือ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 นอตเกตหรืออินเวอร์เตอร์ (NOT Gate or Inverter)

คุณลักษณะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ สามารถแทนด้วยวงจรไฟฟ้าที่มีสวิตช์ต่อขนานในวงจร ดังรูปที่ 2.5 จากวงจรหลอดไฟจะติดเมื่อสวิตช์ติดวงจร หรือ นอตเกต คือ วงจรที่ให้เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตเป็น 0 และจะให้เอาต์พุตเป็น 0 เมื่อมีอินพุตเป็น 1 กล่าวคือ นอตเกตหรืออินเวอร์เตอร์ จะให้เอาต์พุตออกมาตรงข้ามกับอินพุตนั่นเอง



รูปที่ 2.5 วงจรพื้นฐานของนอตเกต

จากรูปที่ 2.5 จะเห็นว่า ถ้าสวิตช์ A เป็น 0 (เปิดวงจร) หลอดติด

ถ้าสวิตช์ A เป็น 1 (ปิดวงจร) หลอดดับ

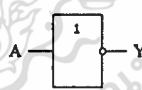
ตารางและสัญลักษณ์การทำงานของนอตเกตแสดงได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.6 ตารางความจริงของนอตเกต

A	Y
0	1
1	0



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.6 (ก) สัญลักษณ์ของนอตเกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

แอนด์เกต ออร์เกต และนอตเกต หรืออินเวอร์เตอร์ เป็นเกตพื้นฐานในทางทฤษฎี เพราะสามารถใช้แทนสมการลอจิกได้ทุกสมการ แต่มีข้อเสียที่เกตกลุ่มนี้ไม่สามารถนำมาใช้แทนกันได้ จึงได้มีการออกแบบเกตพื้นฐานในทางปฏิบัติขึ้นมาใช้งาน ซึ่งเป็นเกตที่สามารถนำมาใช้แทนเกตชนิดอื่นๆ ได้ มี 2 ชนิด คือ แอนด์เกต (NAND Gate) และนอร์เกต (NOR Gate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 แนนด์เกต (NAND Gate)

แนนนด์เกต คือ วงจรลอจิกที่ประกอบด้วยแอนด์เกต และ นอตเกต ประกอบกัน (AND + NOT) ดังนั้น แนนด์เกต คือ วงจรที่ให้เอาต์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตทุกตัวเป็น 1 และให้เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวเป็น 0 ตารางการทำงานและสัญลักษณ์ของแนนนด์เกต แสดงดังนี้

ตารางที่ 2.7 ตารางความจริงของแนนนด์เกต

B	A	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.7 (ก) สัญลักษณ์ของแนนนด์เกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

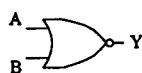
2.2.5 นอร์เกต (NOR Gate)

นอร์เกต คือ วงจรลอจิกที่ประกอบด้วยออร์เกต และนอตเกต ต่อร่วมกัน (OR + NOT) ซึ่งนอตเกต คือ วงจรที่ให้เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตทุกตัวเป็น 0 หรือ วงจรที่ให้เอาต์พุตเป็น 0 เมื่ออินพุตตัวใดตัวหนึ่งหรือทุกตัวเป็น 1 ตารางการทำงาน และสัญลักษณ์ของนอร์เกตแสดง ดังนี้

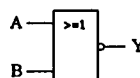
ตารางที่ 2.8 ตารางความจริงของนอร์เกต

B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.8 (ก) สัญลักษณ์ของนอร์เกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

วงจรถลอจิกบางวงจรรการใช้เกต ที่เคยกล่าวถึง จะต้องในจำนวนเกตหลายตัว จึงได้มีการออกแบบเกต ที่จะใช้งานสำหรับวงจรเหล่านี้เป็นพิเศษ เกตในกลุ่มนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เอ็กส์คลูซีฟออร์เกต (Exclusive OR Gate) และเอ็กส์คลูซีฟนอร์เกต (Exclusive NOR Gate)

2.2.6 เอ็กส์คลูซีฟออร์เกต (Exclusive OR Gate)

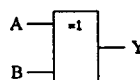
คุณสมบัติของเอ็กส์คลูซีฟออร์เกต ก็คือ เอาต์พุตจะเป็น 1 ก็ต่อเมื่อ อินพุตเป็น 1 เพียงอินพุตเดียว กรณีอื่น ๆ เอาต์พุตจะเป็น 0 เสมอ หรืออาจจะกล่าวได้ว่า เอาต์พุตจะเป็น 1 เมื่ออินพุตมีลอจิกต่างกัน และเอาต์พุตจะเป็น 0 เมื่ออินพุตมีลอจิกเหมือนกัน ตารางแสดงทำงานและสัญลักษณ์ของเอ็กส์คลูซีฟออร์เกต แสดงดังนี้

ตารางที่ 2.9 ตารางความจริงของเอ็กส์คลูซีฟออร์เกต

B	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.9 (ก) สัญลักษณ์ของเอ็กส์คลูซีฟออร์เกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปคุณสมบัติของเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกต เป็นดังนี้

1. มีอินพุตเพียง 2 อินพุต และสมการเอาต์พุต คือ

$$Y = \bar{A}B + A\bar{B} = A \oplus B \quad \dots(2.2)$$

2. เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตทั้งสองอินพุตมีลอจิกตรงข้ามเท่านั้น

2.2.7 เอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต (Exclusive NOR Gate)

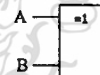
คุณสมบัติของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกตจะตรงข้ามกับเอ็กซ์คลูซีฟออร์เกต มีตารางการทำงาน และสัญลักษณ์แสดงดังนี้

ตารางที่ 2.10 ตารางความจริงของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต

B	A	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.10 (ก) สัญลักษณ์ของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต

(ข) สัญลักษณ์ของ IEEE

จากตารางความจริงของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกตในตารางที่ 2.10 แสดงว่า $Y = 1$ ซึ่งเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ $A = B = 1$ (เทอม AB) และ $A = B = 0$ (เทอม $\bar{A}\bar{B}$) กล่าวอีกนัยหนึ่ง วงจรเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต จะมีเอาต์พุตเป็น 1 เมื่อตัวแปรที่อินพุตทั้งสองมีลอจิกเหมือนกัน

สรุปคุณสมบัติของเอ็กซ์คลูซีฟนอร์เกต เป็นดังนี้

1. มีอินพุตเพียง 2 อินพุต และสมการเอาต์พุต คือ

$$Y = AB + \bar{A}\bar{B} = A \odot B \quad \dots(2.3)$$

2. เอาต์พุตเป็น 1 เมื่ออินพุตทั้งสองมีลอจิกเหมือนกันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเรียนที่ 3 การเขียนวงจรลอจิกเกต และพีชคณิตบูลีนเบื้องต้น

วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่ (Combination Logic) หมายถึง วงจรลอจิก (Logic Circuit) ที่สถานะของเอาต์พุต (Output) ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ (Combination) ของสถานะอินพุต (Input) เท่านั้น หมายความว่า ระบบจะไม่มีหน่วยความจำและไม่มีการป้อนค่าเอาต์พุตกลับไปยังอินพุตอีก วงจรลอจิกเชิงจัดหมู่นี้ประกอบด้วย ตัวแปรด้านอินพุต (Input Variables) ส่วนที่เป็นวงจรลอจิก (Process) และตัวแปรด้านเอาต์พุต (Output Variables) ซึ่งแสดง ดังบล็อกไดอะแกรมด้านล่างนี้



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่

การออกแบบวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการศึกษาวงจรดิจิทัลเนื่องจากว่าการที่จะนำลอจิกเกตมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น เราต้องมีความรู้เข้าใจในคุณสมบัติของเกต (Gate) ชนิดต่าง ๆ การเขียนสมการลอจิกจากตารางความจริง การเขียนวงจรลอจิกแทนสมการลอจิก เป็นต้น โดยทั่ว ๆ ไป การออกแบบวงจรลอจิกนั้นจะมีขั้นตอนในการออกแบบตามลำดับขั้น ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 ศึกษาเงื่อนไขหรือทำความเข้าใจปัญหาและขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน
 - ขั้นที่ 2 กำหนดตัวแปรด้านอินพุตและตัวแปรด้านเอาต์พุตตามเงื่อนไขของปัญหา
 - ขั้นที่ 3 เขียนออกมาเป็นตารางความจริง (Truth Table)
 - ขั้นที่ 4 เขียนสมการลอจิกหรือสมการบูลีน จากตารางความจริงและลดรูปให้อยู่ในรูปสมการที่สั้นและง่าย
 - ขั้นที่ 5 แทนสมการลอจิกหรือสมการบูลีนด้วยวงจรลอจิก
- การลดรูปสมการลอจิกหรือสมการบูลีน มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ในบทนี้จะศึกษาวิธีการลดรูปสมการลอจิก หรือสมการบูลีนที่ง่าย ๆ ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือ
- วิธีแรก การใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra)
 - วิธีที่สอง การใช้แผนผังคาร์โนห์ (Karnaugh Mapping)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 หลักการออกแบบวงจรลอจิกเชิงจัดหมู่

3.1.1 ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra)

ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน คือ สมการลอจิกจะมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ข้อ 1-8 เป็นคุณสมบัติพื้นฐาน หรือเรียกว่ากฎ ส่วนข้อ 9-14 เป็นทฤษฎีบท ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่ากฎ 8 ข้อแรก

(1) กฎข้อที่ 1

ก. ถ้า $A \neq 0$ แสดงว่า $A = 1$

ข. ถ้า $A \neq 1$ แสดงว่า $A = 0$

ทั้งนี้ เพราะค่าคงที่ในสมการลอจิกมีเพียง 0 และ 1 เท่านั้น

(2) กฎข้อที่ 2

ก. ถ้า $A = 0$ Complement ของ A (\bar{A}) = 1

ข. ถ้า $A = 1$ Complement ของ A (\bar{A}) = 0

เพราะค่า Complement เป็นค่าตรงข้ามของค่าเดิม

(3) กฎข้อที่ 3

ก. $A + 0 = A$

ข. $A \cdot 1 = A$

คุณสมบัติข้อ ก เหมือนคุณสมบัติการบวกเลขคณิต

คุณสมบัติข้อ ข เหมือนคุณสมบัติการคูณเลขคณิต

(4) กฎข้อที่ 4

ก. $A \cdot 0 = 0$

ข. $A + 1 = 1$

คุณสมบัติข้อ ก เหมือนคุณสมบัติการคูณเลขคณิต

คุณสมบัติข้อ ข เหมือนคุณสมบัติการบวกเลขคณิต

(5) กฎข้อที่ 5 กำหนด $\bar{\bar{A}}$ เป็นค่า Complement ของ A

ก. $A + \bar{A} = 1$

ข. $A \cdot \bar{A} = 0$

(6) กฎข้อที่ 6 กฎการสลับที่ (Commutative Law)

ก. $A + B = B + A$

ข. $A \cdot B = B \cdot A$

(7) กฎข้อที่ 7 กฎการรวมกลุ่ม (Associative Law)

ก. $A + (B + C) = (A + B) + C$

ข. $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎข้อที่ 6 และ 7 จะมีคุณสมบัติเหมือนกับการบวกและคูณเลขคณิต

(8) กฎข้อที่ 8 กฎการกระจาย (Distributive Law)

$$\text{ก. } A + (B \cdot C) = (A + B) (A + C)$$

$$\text{ข. } A (B + C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$$

คุณสมบัติข้อ ก จะไม่ตรงตามการบวก การคูณ เลขคณิต ส่วนข้อ ข คุณสมบัติตรงตามการบวก การคูณเลขคณิต

คุณสมบัติทั้ง 8 ข้อ ที่กล่าวมานั้น ประกอบด้วยข้อ ก และ ข ซึ่งมีลักษณะเป็น Dual ซึ่งกันและกัน

กฎของ Dual เป็นการเปลี่ยนตัวกระทำระหว่าง OR กับ AND และสลับค่าคงที่ระหว่าง 0 กับ 1 เช่นกฎข้อที่ 4

$$\text{ก. } A \cdot 0 = 0$$



$$\text{ข. } A + 1 = 1$$

ประโยชน์ของการหาค่า Dual ก็คือ ช่วยในการพิสูจน์สูตรและการจำสูตรโดยจะพิสูจน์หรือจำสูตรเพียงสูตรเดียว (ข้อ ก หรือ ข้อ ข) ส่วนอีกข้อ หาได้โดยใช้หลักการ Dual

(9) กฎข้อที่ 9 ทฤษฎีบท Idempotency

$$\text{ก. } A + A + \dots = A$$

$$\text{ข. } A \cdot A \cdot \dots = A$$

(10) กฎข้อที่ 10 ทฤษฎีบท Absorption

$$\text{ก. } A + (A \cdot B) = A$$

$$\text{ข. } A \cdot (A + B) = A$$

(11) กฎข้อที่ 11 ทฤษฎีบทการลดทอน

$$\text{ก. } A + (\bar{A} \cdot B) = A + B$$

$$\text{ข. } A \cdot (\bar{A} + B) = A \cdot B$$

(12) กฎข้อที่ 12 ทฤษฎีบท Involution

$$\text{ก. } \overline{\overline{A}} = A$$

(13) กฎข้อที่ 13 ทฤษฎีบท De Morgan

$$\text{ก. } \overline{A+B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$\text{ข. } \overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

(14) กฎข้อที่ 14 ทฤษฎีบท Consensus

$$\text{ก. } (A \cdot B) + (A \cdot C) + (B \cdot C) = (A \cdot B) + (A \cdot C)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ข. } (A + B) \cdot (\bar{A} + C) \cdot (B + C) = (A + B) \cdot (\bar{A} + C)$$

จากข้อ ก เทอมที่เพิ่มขึ้นมา คือ $(B \cdot C)$ ส่วนในข้อ ข คือ $(B + C)$ ซึ่งจะเรียกเทอมเหล่านี้ว่าเทอมส่วนเกิน (Redundant Term) เป็นเทอมที่อาจจะเขียนหรือไม่เขียนลงในสมการก็ได้

การหาเทอมส่วนเกินหาได้จากการพิจารณาเทอมคู่ใดคู่หนึ่ง ถ้าในเทอมแรกมีตัวแปรในรูปฟอร์มปกติ และในอีกเทอมมีตัวแปรตัวเดียวกับเทอมแรก แต่อยู่ในรูปฟอร์ม Complement ตัวแปรที่เหลือทั้งหมดรวมกัน จะเป็นเทอมส่วนเกิน

ตัวแปรที่เหลือที่นำมารวมกัน ต้องรวมในรูปฟอร์มเดียวกับเทอมที่พิจารณา เช่น

$$(A \cdot B) + (\bar{A} \cdot C \cdot D) \quad \text{เทอมส่วนเกินเป็น } (B \cdot C \cdot D)$$

$$\therefore (A \cdot B) + (\bar{A} \cdot C \cdot D) = (A \cdot B) + (\bar{A} \cdot C \cdot D) + (B \cdot C \cdot D)$$

$$(A + \bar{B}) \cdot (B + C) \quad \text{เทอมส่วนเกินเป็น } (A + C)$$

$$\therefore (A + \bar{B}) \cdot (B + C) = (A + \bar{B}) \cdot (B + C) \cdot (A + C)$$

3.1.2 รูปฟอร์มมาตรฐานของสมการลอจิก

การจะเขียนวงจรถลอจิกได้อย่างมีประสิทธิภาพได้นั้น จะต้องมีความเข้าใจการเขียนสมการลอจิกเป็นอย่างดีเสียก่อน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากของการเขียนวงจรถลอจิก การเขียนสมการลอจิกมีมาตรฐานเขียนอยู่ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 ผลบวกของผลคูณ (Sum of Product)

แบบที่ 2 ผลคูณของผลบวก (Product of Sum)

(1) ผลบวกของผลคูณ (Sum of Product, SOP)

SOP เป็นรูปฟอร์มที่ในแต่ละเทอมจะอยู่ในรูป AND และนำเอาแต่ละเทอมมา OR กัน (AND ก่อน OR ทีหลัง) ดังเช่นสมการ 2.1

$$f(A, B, C) = \bar{A}\bar{B} + ABC + \bar{B}C \quad \dots(3.1)$$

เทอมที่มีตัวแปรครบทุกตัวเรียกว่า Minterm

สมการที่มีทุกเทอมเป็น Minterm เรียกสมการนั้นว่า Canonical Sum ตัวอย่างของสมการที่เป็น Canonical Sum ได้แก่ สมการ 2.2

$$f(A, B, C) = \bar{A}BC + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} \quad \dots(3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการลอจิกที่อยู่ในรูป Canonical Sum สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sum m$ โดยทุก Minterm จะต้องเรียงลำดับตัวแปรตามที่โจทย์กำหนด ถ้าสมการยังไม่เป็น Canonical Sum จะต้องทำการขยายสมการให้เป็น Canonical Sum ก่อน

วิธีการขยายสมการให้เป็น Canonical Sum ให้พิจารณาจากเทอมที่ยังไม่เป็น Minterm ว่าขาดตัวแปรตัวใด เช่น ขาดตัวแปร x ก็ให้คูณ $(x + \bar{x})$ เข้ากับเทอมนั้น จากสมการ 2.1 ขยายให้เป็น Canonical Sum ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ตัวอย่างที่ 3.1} \quad f(A, B, C) &= \bar{A}\bar{B} + ABC + \bar{B}C \\
 &= \bar{A}\bar{B}(C + \bar{C}) + ABC + (A + \bar{A})\bar{B}C \\
 &= \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} \\
 &= \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}\bar{B}\bar{C} + ABC + \bar{A}\bar{B}\bar{C} \\
 &= m_5 + m_4 + m_7 + m_1 \\
 &= \sum m(1, 4, 5, 7)
 \end{aligned}$$

(2) ผลคูณของผลบวก (Product of Sum, POS)

เป็นรูปฟอร์มที่ตรงข้ามกับ SOP คือ ในแต่ละเทอมจะอยู่ในรูป OR และนำแต่ละเทอมมา AND กัน (OR ก่อน AND ที่หลัง) ดังเช่นสมการ 2.3

$$f(A, B, C) = (A + \bar{B})(A + B + C)(\bar{B} + C) \quad \dots(3.3)$$

เทอมที่มีตัวแปรครบทุกตัวเรียกว่า Maxterm

สมการที่มีทุกเทอมเป็น Maxterm เรียกว่า Canonical Sum ตัวอย่างสมการที่เป็น Canonical Product ได้แก่ สมการ 2.4

$$f(A, B, C) = (\bar{A} + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})(A + \bar{B} + C) \quad \dots(3.4)$$

สมการที่อยู่ในรูป Canonical Product สามารถเขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $\prod M$ โดยทุก Maxterm จะต้องเรียงลำดับตัวแปรตามที่โจทย์กำหนด ถ้าสมการยังไม่เป็น Canonical Product จะต้องทำการขยายสมการให้เป็น Canonical Product ก่อน

วิธีการขยายให้เป็น Canonical Product ให้พิจารณาเทอมที่ยังไม่เป็น Maxterm ว่าขาดตัวแปรตัวใด เช่น ขาดตัวแปร x ก็ให้บวก $(x \cdot \bar{x})$ เข้ากับเทอมนั้น จากสมการ 2.3 ขยายให้เป็น Canonical Product ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3.2

$$\begin{aligned}
 f(A, B, C) &= (A + \bar{B})(A + B + C)(\bar{B} + C) \\
 &= (A + \bar{B} + C \cdot \bar{C})(A + B + C)(A \cdot \bar{A} + \bar{B} + C) \\
 &= (A + \bar{B} + C)(A + \bar{B} + \bar{C})(A + B + C)(A + \bar{B} + C) \\
 &\quad (\bar{A} + \bar{B} + C) \\
 &= (A + \bar{B} + C)(A + \bar{B} + \bar{C})(A + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + C) \\
 &= M_2 + M_3 + M_0 + M_6 \\
 &= \pi M(0, 2, 3, 6)
 \end{aligned}$$

(3) การแปลงรูประหว่าง SOP กับ POS

รูปฟอร์มมาตรฐานของสมการลอจิก สามารถแปลงรูปไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ โดยใช้คุณสมบัติข้อ 8

ข้อ 8.ก. $A + BC = (A + B)(A + C)$ ใช้แปลงรูปสมการจาก SOP ไปเป็น POS

ข้อ 8.ข. $A \cdot (B + C) = AB + AC$ ใช้แปลงรูปสมการจาก POS ไปเป็น SOP

ตัวอย่างที่ 3.3 จงแปลงรูป $f(A, B, C) = (A + \bar{B})(A + B + C)(\bar{B} + C)$ ไปเป็นสมการ SOP

$$\begin{aligned}
 f(A, B, C) &= [(A + \bar{B})(A + B + C)](\bar{B} + C) \\
 &= (A + AB + AC + \bar{A}\bar{B} + \bar{B}\bar{B} + \bar{B}C)(\bar{B} + C) \\
 &= (A + \bar{B}C)(\bar{B} + C) \\
 &= \bar{A}\bar{B} + AC + \bar{B}C
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3.4 จงแปลงรูป $f(A, B, C) = \bar{A}\bar{B} + ABC + \bar{B}C$ ให้เป็นสมการ POS

$$\begin{aligned}
 f(A, B, C) &= \bar{A}\bar{B} + ABC + \bar{B}C \\
 &= \bar{A}\bar{B} + ABC + AC + \bar{B}C \\
 &= \bar{A}\bar{B} + AC + \bar{B}C \\
 &= (\bar{A}\bar{B} + A)(\bar{A}\bar{B} + C) + \bar{B}C \\
 &= A(A + C)(\bar{B} + C) + \bar{B}C \\
 &= A(\bar{B} + C) + \bar{B}C \\
 &= (A + \bar{B}C)(\bar{B} + C + \bar{B}C) \\
 &= (A + \bar{B})(A + C)(\bar{B} + C)
 \end{aligned}$$

การแปลงรูปฟอร์มสมการโดยใช้คุณสมบัติข้อ 8 ที่กล่าวถึงเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมกับสมการที่ซับซ้อน ยังมีวิธีการอีกวิธีหนึ่ง ก็คือ การขยายสมการลอจิกให้เป็น Canonical Sum หรือ Canonical Product ก่อน แล้วทำการแปลงรูประหว่าง Maxterm กับ Minterm ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการแปลงรูประหว่าง Maxterm กับ Minterm

1. สมการลอจิกต้องอยู่ในรูป Canonical Sum หรือ Canonical Product เท่านั้น

2. หาจำนวนเทอมทั้งหมดที่เป็นไปได้ จาก

$$\text{จำนวนเทอมทั้งหมด} = 2^n$$

เมื่อ n คือจำนวนตัวแปรของสมการ

3. แปลงรูประหว่าง Maxterm กับ Minterm โดยตรง โดยจะเขียนเฉพาะเทอมที่ไม่มีในอีกรูปฟอร์มหนึ่ง แต่จำนวนเทอมทั้งหมดต้องไม่เกินขอบเขตในข้อ 2

จากหลักการที่กล่าวถึงจะได้ว่า $M_i = \overline{m_i}$ หรือ $m_i = \overline{M_i}$ เช่น $M_2 = \overline{m_2}$, $m_3 = \overline{M_3}$

ตัวอย่างที่ 3.5 จงแปลงรูปสมการต่อไปนี้

ก. $f(A, B, C) = \pi M(0, 3, 5)$ ไปเป็น Maxterm

ข. $f(A, B, C, D) = \sum m(0, 1, 4, 5, 7, 12, 14)$ ไปเป็น Minterm

ก. ตัวแปร = 3 ตัว

จำนวนเทอมทั้งหมด = $2^3 = 8$ เทอม คือ 0-7

$$\begin{aligned} \therefore f(A, B, C) &= \sum m(0, 3, 5) \\ &= \overline{\pi M(0, 3, 5)} \\ &= \pi M(1, 2, 4, 6, 7) \end{aligned}$$

ข. ตัวแปร = 4 ตัว

จำนวนเทอมทั้งหมด = $2^4 = 16$ เทอม คือ 0-15

$$\begin{aligned} \therefore f(A, B, C, D) &= \pi M(0, 1, 4, 5, 7, 12, 14) \\ &= \overline{\sum m(0, 1, 4, 5, 7, 12, 14)} \\ &= \sum m(2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15) \end{aligned}$$

3.1.3 แผนผังคาร์โนท (Karnaugh Map, KM)

การลดทอนสมการลอจิกโดยวิธีใช้ทฤษฎีพีชคณิตของบูลีน ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น

มีข้อเสียที่ไม่มีหลักเกณฑ์ตายตัวในการหาคำตอบ ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในสมการที่มีหลาย ๆ
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร จึงได้มีการดัดแปลงไปเป็นวิธีอื่น ได้แก่ วิธีแผนผังคาร์โนห์ (Karnaugh Map) หรือ KM มีข้อดี คือ กฎเกณฑ์ตายตัว ทำให้ง่ายต่อการหาคำตอบ

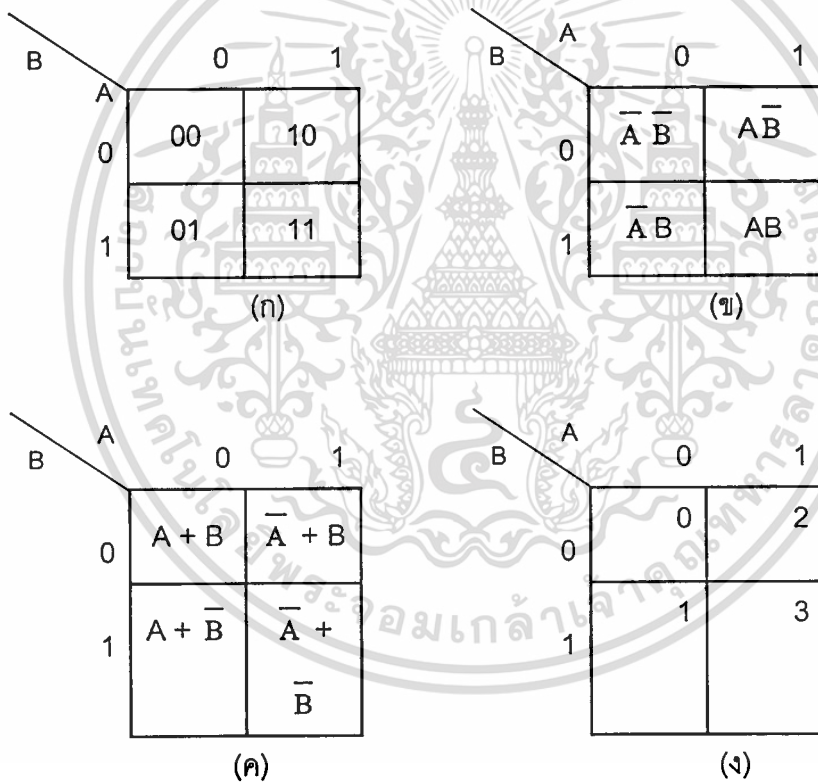
(1) ลักษณะของแผนผังคาร์โนห์ (KM)

หลักการของแผนผังคาร์โนห์ ก็คือ การเปลี่ยนสมการลอจิกไปเป็นพื้นที่ ซึ่งแบ่งเป็นช่อง ๆ เรียกแต่ละช่องว่า Cell แต่ละช่องจะเป็นพื้นที่ของ Minterm หรือ Maxterm โดยช่องที่อยู่ติดกันจะต้องมีบิตต่างกันเพียง 1 บิต ทำให้สามารถรวมพื้นที่ของช่องที่อยู่ติดกันได้

จำนวนช่อง (Cell) = 2^n เมื่อ n คือ จำนวนตัวแปร

(2) แผนผังคาร์โนห์ขนาด 2 ตัวแปร

จำนวนช่อง = $2^2 = 4$ ช่อง



รูปที่ 2.2 แสดงแผนผังคาร์โนห์ขนาด 2 ตัวแปร

(ก) ค่าตัวแปรในแต่ละช่อง (ข) ตำแหน่ง Minterm

(ค) ตำแหน่ง Maxterm (ง) ตำแหน่งในรูปเลขฐานสิบ

(3) แผนผังคาร์โนห์ขนาด 3 ตัวแปร

จำนวนช่อง = $2^3 = 8$ ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		AB			
		00	01	11	10
C	0	000	001	110	101
	1	001	011	111	101

(ก) ค่าตัวแปรในแต่ละช่อง

		AB			
		00	01	11	10
C	0	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}$	$\overline{A}\overline{B}C$	$A\overline{B}\overline{C}$	$A\overline{B}C$
	1	$\overline{A}B\overline{C}$	$\overline{A}BC$	$AB\overline{C}$	ABC

(ข) ตำแหน่ง Minterm

		AB			
		00	01	11	10
C	0	$A+B+C$	$A+\overline{B}+C$	$\overline{A}+\overline{B}+C$	$\overline{A}+B+C$
	1	$A+B+\overline{C}$	$A+\overline{B}+\overline{C}$	$\overline{A}+\overline{B}+\overline{C}$	$\overline{A}+B+\overline{C}$

(ค) ตำแหน่ง Maxterm

		AB			
		00	01	11	10
C	0	0	2	6	4
	1	1	3	7	5

(ง) ตำแหน่งในรูปเลขฐานสิบ

รูปที่ 2.3 แสดงแผนผังคาร์โนห์ขนาด 3 ตัวแปร

(ก) ค่าตัวแปรในแต่ละช่อง (ข) ตำแหน่ง Minterm

(ค) ตำแหน่ง Maxterm (ง) ตำแหน่งในรูปเลขฐานสิบ

(4) แผนผังคาร์โนห์ขนาด 4 ตัวแปร

จำนวนช่อง = $2^4 = 16$ ช่อง

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	0000	0100	1100	1000
	01	0001	0101	1101	1001
	11	0011	0111	1111	1011
	10	0010	0110	1110	1010

		AB			
		00	01	11	10
CD	0	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}$	$\overline{A}\overline{B}C\overline{D}$	$A\overline{B}\overline{C}\overline{D}$	$A\overline{B}C\overline{D}$
	0	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}D$	$\overline{A}\overline{B}CD$	$A\overline{B}\overline{C}D$	$A\overline{B}CD$
	1	$\overline{A}\overline{B}C\overline{D}$	$\overline{A}\overline{B}CD$	$AB\overline{C}\overline{D}$	$AB\overline{C}D$
	1	$\overline{A}\overline{B}C\overline{D}$	$\overline{A}\overline{B}CD$	$AB\overline{C}\overline{D}$	$AB\overline{C}D$

(ก)

(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		AB			
		00	01	11	10
CD	00	$A+B+C+D$	$A+\bar{B}+C+D$	$\bar{A}+\bar{B}+C+D$	$\bar{A}+B+C+D$
	01	$A+B+C+\bar{D}$	$A+\bar{B}+C+\bar{D}$	$\bar{A}+\bar{B}+C+\bar{D}$	$\bar{A}+B+C+\bar{D}$
	11	$A+B+\bar{C}+\bar{D}$	$A+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D}$	$\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+\bar{D}$	$\bar{A}+B+\bar{C}+\bar{D}$
	10	$A+B+\bar{C}+D$	$A+\bar{B}+\bar{C}+D$	$\bar{A}+\bar{B}+\bar{C}+D$	$\bar{A}+B+C+D$

(ค)

		AB			
		00	01	11	10
CD	0	0	4	12	8
	0	1	5	13	9
	1	3	7	15	11
	1	2	6	14	10

(ง)

รูปที่ 2.4 แสดงแผนผังคาร์โนห์ขนาด 4 ตัวแปร

(ก) ค่าตัวแปรในแต่ละช่อง (ข) ตำแหน่ง Minterm

(ค) ตำแหน่ง Maxterm (ง) ตำแหน่งในรูปเลขฐานสิบ

(5) การเขียนสมการลอจิกลงบนแผนผังคาร์โนห์

การลดทอนสมการลอจิกโดยวิธีแผนผังคาร์โนห์จะต้องเปลี่ยนจากสมการลอจิกไปเขียนแทนด้วยพื้นที่ของแผนผังคาร์โนห์ก่อนเสมอ

กรณีสมการลอจิกอยู่ในรูป Canonical Form

1. ถ้าสมการลอจิกอยู่ในรูป Canonical Sum ให้เขียน Minterm ที่มีในสมการลงในแผนผังคาร์โนห์ช่องของ Minterm นั้น โดยเขียนแทนด้วยเลข "1" ช่องอื่น ๆ ที่เหลือจะเป็นเลข "0"

2. ถ้าสมการลอจิกอยู่ในรูป Canonical Product ให้เขียน Maxterm ที่มีในสมการลงในแผนผังคาร์โนห์ช่องของ Maxterm นั้น โดยเขียนแทนด้วยเลข "0" ช่องอื่น ๆ ที่เหลือจะเป็นเลข "1"

(6) การรวมกลุ่มบนแผนผังคาร์โนห์และการหาคำตอบ

เมื่อเปลี่ยนสมการลอจิกไปเป็นแผนผังคาร์โนห์แล้ว ก็จะทำให้การรวมกลุ่มบนแผนผังคาร์โนห์ และหาคำตอบ จะได้ผลการลดทอนสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรวมกลุ่มบนแผนผังคาร์โนท์ จะเลือกรวมกลุ่มเลข “1” หรือ “0” ก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะคำตอบที่ต้องการ โดยมีหลักการรวมกลุ่มดังนี้

1. จำนวนกลุ่มต้องน้อยที่สุดที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจำนวนกลุ่มจะมีผลกับจำนวนเทอมของสมการลอจิกที่ได้จากการลดทอน

$$\text{จำนวนกลุ่ม} = \text{จำนวนเทอม}$$

2. จำนวนสมาชิกในกลุ่มต้องมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่จำนวนสมาชิกในกลุ่มต้องเท่ากับ 2^m เมื่อ $m = 0, 1, 2, 3, \dots$

ในการรวมกลุ่มนั้น สมาชิกบางตัวอาจเป็นสมาชิกของหลายกลุ่มก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม จำนวนสมาชิกในกลุ่มจะมีผลกับจำนวนตัวแปรในเทอมนั้น ถ้าจำนวนสมาชิกในกลุ่มมีมากขึ้น จำนวนตัวแปรในเทอมนั้นจะน้อยลง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\text{จำนวนสมาชิก} = 1, 2, 4, 8, 16, \dots \text{ ตัว}$$

$$\text{จำนวนตัวแปร} = n-0, n-1, n-2, n-3, n-4, \dots \text{ ตัว}$$

เมื่อ n คือ จำนวนตัวแปรทั้งหมดของสมการลอจิก

กรณีต้องการคำตอบในรูป SOP

ในกรณีที่ต้องการให้ผลการลดทอนเป็นสมการลอจิกที่อยู่ในรูป SOP มีวิธีการดังนี้

1. รวมกลุ่มสมาชิกที่เป็นเลข “1” บนแผนผังคาร์โนท์
2. ตัวแปรที่ได้จากกลุ่มเดียวกันให้เขียนในรูปผลคูณ (AND) โดยเขียนเฉพาะตัวแปรที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น

- ตัวแปรที่เป็น “1” ให้เขียนในรูปฟอร์มปกติ
- ตัวแปรที่เป็น “0” ให้เขียนในรูปฟอร์ม Complement

3. นำตัวแปรแต่ละเทอมที่ได้จากข้อ 2 มาบวกกัน (OR)

กรณีต้องการคำตอบในรูป POS

ในกรณีที่ต้องการให้ผลการลดทอนเป็นสมการลอจิกที่อยู่ในรูป POS มีวิธีการดังนี้

1. รวมกลุ่มสมาชิกที่เป็นเลข “0” บนแผนผังคาร์โนท์
2. ตัวแปรที่ได้จากกลุ่มเดียวกันให้เขียนในรูปผลบวก (OR) โดยเขียนเฉพาะตัวแปรที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น

- ตัวแปรที่เป็น “1” ให้เขียนในรูปฟอร์ม Complement
- ตัวแปรที่เป็น “0” ให้เขียนในรูปฟอร์มปกติ

3. นำตัวแปรแต่ละเทอมที่ได้จากข้อ 2 มาคูณกัน (AND)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3.6 จงทำการลดทอนแผนผังคาร์โนห์ โดยต้องการคำตอบทั้งรูป SOP และ POS พร้อมเขียนวงจรถลอจิก

		AB			
		00	01	11	10
C	0	1	1	1	0
	1	0	1	1	0

คำตอบในรูป SOP

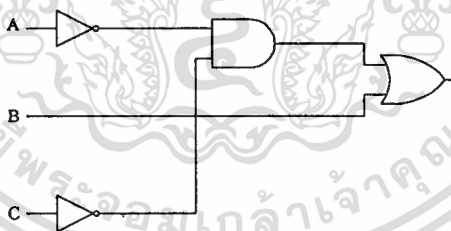
คำตอบในรูป POS

		AB			
		00	01	11	10
C	0	1	1	1	0
	1	0	1	1	0

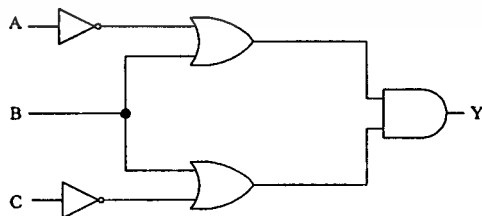
		AB			
		00	01	11	10
C	0				0
	1	0			0

$$f(A, B, C) = B + \bar{A}C$$

$$f(A, B, C) = (\bar{A} + B)(B + \bar{C})$$



วงจรถลอจิกในรูป SOP



วงจรถลอจิกในรูป POS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(7) Don't Care Term

ตัวเลขที่อยู่บนแผนผังคาร์โนห์ที่เคยกล่าวถึงจะมีเพียง 2 ตัว คือ 0 และ 1 สมการลอจิกบางสมการอาจจะมี Don't Care Term อยู่ด้วย Don't Care Tern หมายถึง เทอมที่อาจจะมีค่าเป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ โดยที่คุณสมบัติของสมการลอจิกยังคงเหมือนเดิม

สัญลักษณ์ของ Don't Care Term อาจเขียนแทนด้วยตัวอักษร d หรือเครื่องหมายกากบาท (X)

เรามีความจำเป็นที่ต้องใส่ Don't Care Term ลงในแผนผังคาร์โนห์ ในช่องที่ว่างอยู่ และกำหนดให้มีค่าเป็น 0 หรือ 1 ค่าใดค่าหนึ่งตามที่ต้องการ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบวงจรลอจิกให้มีจำนวนเกตน้อยที่สุด



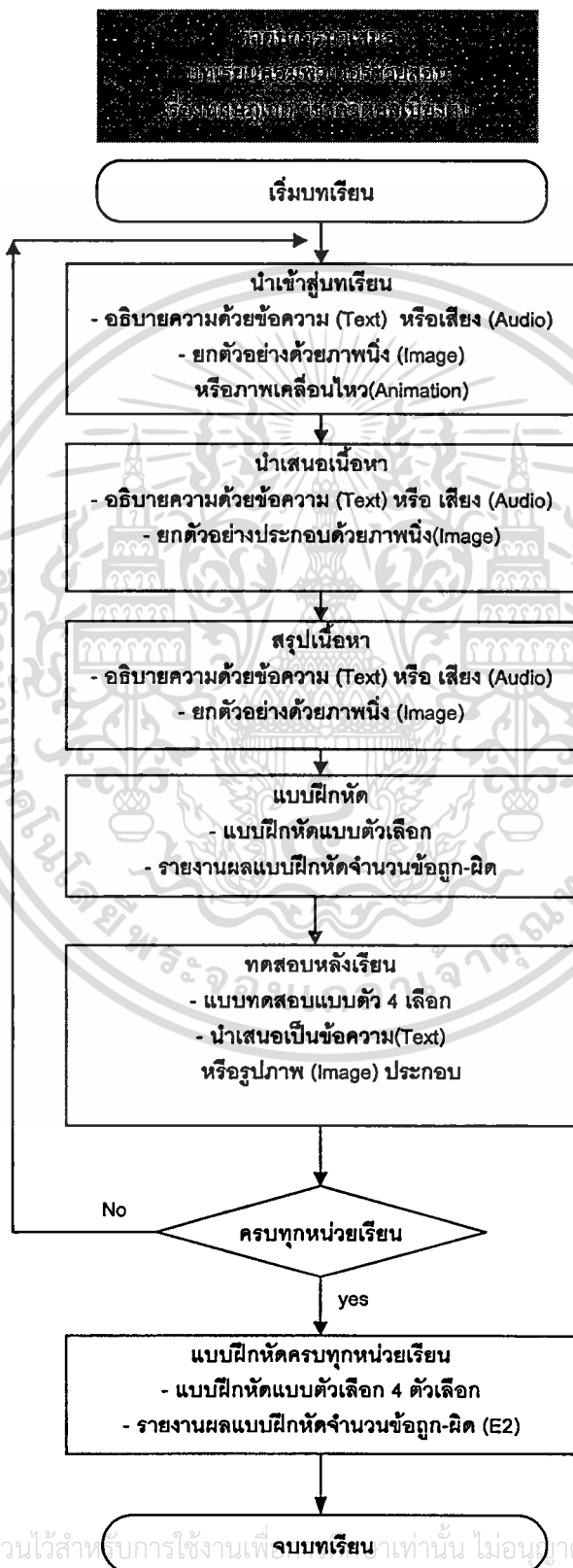
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

แผนภูมิการนำเสนอบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาติจิตอลเบื้องต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่จบบทเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ตารางวิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ
ของบทเรียนเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องทฤษฎีลอจิกเกท วิชาดิจิทัลอลเบื้องต้น

ตารางที่ วิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

จุด ประสงค์	ด้านการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	S.D.	ระดับ คุณภาพ
		1	2	3			
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	5	5	0	ดีมาก
2	การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม	4	4	4	4	0	ดี
3	ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	0	ดีมาก
4	ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	5	0	ดีมาก
5	การใช้ภาษาถูกต้อง มีความเหมาะสมกับผู้เรียน และสื่อความหมายได้ชัดเจน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
6	โครงสร้างของเนื้อหาชัดเจน เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	4	5	4	4.33	0.58	ดี
รวมทุกรายการ					4.61	0.19	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ วิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านตัวอักษร

1.ด้านตัวอักษร	ผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	S.D.	เกณฑ์
	1	2	3			
1.1 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ อ่านง่าย และชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 รูปแบบตัวอักษรที่ใช้ สวยงาม อ่านง่ายและชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร และสี ของพื้นที่ใช้	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของการจัดวางตัวอักษรหรือข้อความในแต่ละกรอบ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	4	5	4	4.33	0.58	ดี
รวมทุกรายการ				4.53	0.58	ดีมาก

ตารางที่ วิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านภาพนิ่ง

2. ด้านภาพนิ่ง	ผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	S.D.	เกณฑ์
	1	2	3			
2.1 ขนาดของภาพที่ใช้ เหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	ดี
2.2 สีและความชัดเจนของภาพที่ใช้	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อความหมาย	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละกรอบ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
2.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี
รวมทุกรายการ				4.47	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ วิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านภาพเคลื่อนไหว

3. ด้านภาพเคลื่อนไหว	ผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	S.D.	เกณฑ์
	1	2	3			
3.1 ขนาดของภาพที่ใช้ เหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.2 ความชัดเจนของภาพที่ใช้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
3.3 ความเหมาะสมของภาพที่ใช้ในการสื่อ ความหมาย	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3.4 ความสมดุลของการจัดวางภาพในแต่ละ กรอบ	4	4	4	4.00	0.00	ดี
3.5 ความเหมาะสมของจำนวนภาพที่ใช้ ประกอบเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
รวมทุกรายการ				4.13	0.23	ดี

ตารางที่ วิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเสียง

3. ด้านเสียง	ผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	S.D.	เกณฑ์
	1	2	3			
4.1 ระดับความดังของเสียงที่ใช้อธิบายเนื้อหา เหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	ดี
4.2 ระดับความดังของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบ เหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	ดี
4.3 ความชัดเจนของเสียงอธิบาย	3	4	4	3.67	0.58	ดี
4.4 ความถูกต้องของเสียงอธิบายตามหลัก ภาษา	3	4	4	3.67	0.58	ดี
รวมทุกรายการ				3.92	0.43	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ วิเคราะห์ระดับคุณภาพของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านปฏิสัมพันธ์

5. ด้านปฏิสัมพันธ์	ผู้ทรงคุณวุฒิ			\bar{X}	S.D.	เกณฑ์
	1	2	3			
5.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
5.2 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	4	5	4	4.33	0.58	ดี
5.3 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในหน่วยเรียน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.4 ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	ดี
5.5 ความเหมาะสมของการให้ข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง	4	4	5	4.33	0.58	ดี
5.6 รูปแบบการโต้ตอบกับบทเรียนเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
รวมทุกรายการ				4.39	0.58	ดี

ตาราง สรุปการวิเคราะห์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	\bar{X}	S.D.	เกณฑ์
1.1 ด้านตัวอักษร (Text)	4.53	0.58	ดีมาก
1.2 ด้านภาพนิ่ง (Image)	4.47	0.58	ดี
1.3 ด้านภาพเคลื่อนไหว (Animation)	4.13	0.23	ดี
1.4 ด้านเสียง (Sound)	3.92	0.43	ดี
1.5 ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)	4.39	0.58	ดี
รวมทุกรายการ	4.29	0.48	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายจำลอง ศรีสง่า
วัน เดือน ปี เกิด	13 มีนาคม พ.ศ.2510
สถานที่เกิด	อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	96/21 ถ.โรจนะ ต.ประตู่ชัย อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000 โทรศัพท์ 0-3532-1685
สถานที่ทำงาน	โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา โทรศัพท์ 0-3532-2076-9 ต่อ 1703 โทรสาร 0-3524-5888
ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 6
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิต วิชาเอกคอมพิวเตอร์ศึกษา จากวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้