

บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

ONLINE LESSON FOR DRILLING ON AUTOMATIC ROBOT
CONTROL OPERATION



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-ED-M-214-006

ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

กระทรวงศึกษาธิการ

บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

ONLINE LESSON FOR DRILLING ON AUTOMATIC ROBOT
CONTROL OPERATION



ปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ
PIYARAT KUENGHAKIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวិทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-ED-M-214-006

ได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ONLINE LESSON FOR DRILLING ON AUTOMATIC ROBOT
CONTROL OPERATION



PIYARAT KUENGHAKIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
KMITL-2015-ED-M-214-006



COPYRIGHT 2015

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ
Online Lesson for Drilling on Automatic Robot Control
Operation

นักศึกษา

นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ

รหัสประจำตัว

56603232

ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.สมเกียรติ ต้นตวงศ์วานิช

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ไพฑูรย์	พิมพ์ดี	
ดร.ธนิษฐ์	รัตนโอฬาร	
ดร.สมเกียรติ	ต้นตวงศ์วานิช	
ผศ.ดร.ศิริรัตน์	เพชรแสงศรี	
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ
สถานที่สอบ ณ

27 ตุลาคม 2558 เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป
ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2558

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุม หุ่นยนต์อัตโนมัติ
นักศึกษา	นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งสะกิจ
รหัสประจำตัว	56603232
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สมเกียรติ ต้นตวงศ์วานิช

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ 2) เปรียบเทียบทักษะ ปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติระหว่างนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ปีการศึกษา 2557 ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มจำนวน 120 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ แบบทดสอบวัดทักษะ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความเชื่อ ถือได้เท่ากับ 0.96 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน แบบความแปรปรวนแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า

บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.44$, $S=0.54$) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{x}=4.21$, $S=0.41$) และมีประสิทธิภาพ $E_1/E_2= 81.82/84.33$ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและทักษะของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนมีทักษะในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ($\bar{x}=32.83$, $S=2.54$) สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ ($\bar{x}=29.20$, $S=1.6$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Online lesson for Drilling on Automatic Robot Control Operation
Student	Miss Piyarat Kuenghakit
Student ID	56603232
Degree	Master of Science
Program	Science Education (Computer)
Year	2015
Thesis Advisor	Dr. Thanin Ratana-o-larn
Thesis Co-Advisor	Dr. Somkiat Tuntinongwanich

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) to develop and examine quality and efficiency of an online lesson for drilling on Automatic Robot Control Operation, and 2) to compare automatic robot control skills between the students learning with the online lesson and the students learning with conventional method. The samples of the study were 120 grade nine students in the Mathematics -Science Program at Satri Anghong School in the academic year 2014, selected by cluster random sampling method. The samples were divided into a group of 40 students for the examination of the online lesson efficiency, and another group of 80 students for the comparison of learning achievement. The research instruments were an online drilling lesson on Automatic Robot Control Operation and an automatic robot control test with the consistency index (IOC) at 0.67-1.00 and reliability at 0.96. The obtained data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation and separate variance independent sample t-test.

The results showed that the content quality of the online lesson for drilling on Automatic Robot Control Operation was at a good level ($\bar{x} = 4.44$, $S = 0.54$). The media production technique was at a good level ($\bar{x} = 4.21$, $S = 0.41$). The efficiency E_1/E_2 was 81.82/84.33. In addition, It was found that the students learning with the online lesson ($\bar{x} = 32.83$, $S = 2.54$) showed significantly higher learning achievement in automatic robot control skills than the students learning with the conventional lesson ($\bar{x} = 29.20$, $S = 1.6$) at .05.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความสนับสนุนทุนการวิจัยและทุนการศึกษาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอขอบพระคุณ ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร ดร.สมเกียรติ ตันตวิวงศ์วานิช และผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี พร้อมทั้งคณาจารย์จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบพระคุณ นายจิรัฏฐ์ แจ่มสว่าง นายมานะ ประจงจิตร นายฉัตรชัย นาสถิต นางสาวณัฐธิกา หลอดแก้ว คณะครูผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านหุ่นยนต์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และช่วยเหลือตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องจนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์

ปิยะรัตน์ กิ่งสะกิจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	V
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 หลักสูตรรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี.....	9
2.2 บทเรียนออนไลน์.....	13
2.3 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์.....	23
2.4 ทักษะปฏิบัติ.....	24
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	36
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	36
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	48
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	54
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	55
5.2 อภิปรายผล.....	55
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	57
5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และดัด IV อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	59
ภาคผนวก.....	62
ภาคผนวก ก. หนังสือราชการ.....	63
ภาคผนวก ข. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	72
ภาคผนวก ค. แบบประเมินคุณภาพ.....	74
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	82
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์ อัตโนมัติ.....	98
ประวัติผู้เขียน.....	103



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวชี้วัดชั้นปีของสาระที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี.....	10
2.2 ตัวชี้วัดชั้นปีของสาระที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี.....	10
2.3 โครงสร้างรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รหัสวิชา ง23101.....	12
3.1 ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint).....	41
4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน ด้านเนื้อหา.....	51
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	52
4.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบ วัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการ ทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ.....	52
4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จาก การทำแบบฝึกแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียน ออนไลน์เพื่อการทบทวนและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	53

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน.....	40
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติ.....	47
3.3 แผนภาพการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มาจากการสุ่ม.....	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศเทคโนโลยีสารสนเทศได้สร้างการเปลี่ยนแปลงในทุกระดับตั้งแต่ระบบสังคม องค์กรธุรกิจและปัจเจกชนโดยเทคโนโลยีสารสนเทศ กระตุ้นให้เกิดการปรับรูปแบบความสัมพันธ์ภายในสังคมการแข่งขันและความร่วมมือทางธุรกิจ ตลอดจนกิจกรรมการดำรงชีวิตของบุคคลให้แตกต่างจากอดีตบุคคลทุกคนในฐานะสมาชิกของ สังคมสารสนเทศ (Information Society) และเชื่อมโยงปฏิสัมพันธ์ติดต่อสื่อสารกันด้วยเครือข่าย สังคมออนไลน์ (Social Network) สมาชิกของสังคมจำเป็นต้องมีความรู้ ทักษะและความเข้าใจถึง ศักยภาพของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ (สุขุม เฉลยทรัพย์และคณะ . 2555 : 1) และจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2542 มาตรา 10 การจัดการศึกษาต้องจัดให้บุคคลมีสิทธิและโอกาสเสมอกันในการรับ การศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่าสิบสองปีที่รัฐต้องจัดให้อย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ โดยไม่เก็บค่าใช้จ่าย มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่านักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด

กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตาม ศักยภาพมาตรา 24 (พ.ศ. 2542) การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการดังต่อไปนี้ จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของ นักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการ ใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุน ให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียน เกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ได้ทุก เวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมมือกันพัฒนานักเรียนตามศักยภาพ ในการบูรณาการสารสนเทศเพื่อการศึกษาจำเป็นต้อง พัฒนาเครือข่าย (Network) ให้มีศักยภาพในการรับส่งข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยการ บูรณาการเครือข่ายปัจจุบันของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้เกิดความเป็นเอกภาพสามารถสนับสนุน การศึกษาทั้งระบบ ครอบคลุมทุกองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาเป็นประโยชน์ต่อทุกฝ่ายใน การเพิ่มพูนความรู้อย่างเท่าเทียมและทั่วถึง อาทิ ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงระบบสารสนเทศ (ICT) ทั้งในด้านการใช้อินเทอร์เน็ต และการใช้ทรัพยากรการศึกษาตัวอย่าง เช่น หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ (e-Book) บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) โรงเรียนในท้องถิ่นสามารถพัฒนา คุณภาพการเรียนการสอนให้ใกล้เคียงกับโรงเรียนในเขตพื้นที่เมืองได้ ลดการเคลื่อนย้ายนักเรียนจาก ชนบทเข้ามาในเขตพื้นที่เมือง เป็นต้น เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายการพัฒนาเครือข่ายเพื่อการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แห่งชาติ (National Education Network : NEdNet) ตามที่กำหนดไว้ในแผนแม่บทฉบับนี้ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2554 – 2556 : 5-9)

นักเรียน ผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียนทุกคนสามารถติดต่อปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันได้ เช่นเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนปกติผ่านเครื่องมือการติดต่อสื่อสารที่ทันสมัย เช่น อีเมล (e-Mail) กระดานข่าว (Web-Board) การพูดคุยออนไลน์ (Chat) เป็นต้น จึงเป็นการเรียนสำหรับทุกคนเรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา (Learn for all : anyone, anywhere and anytime) (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555 : ออนไลน์)

การจัดการเรียนการสอนผ่านบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออีเลิร์นนิ่งช่วยสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบันและการนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต อินทราเน็ตหรืออีเลิร์นนิ่งมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบที่เหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหาวิชาจะช่วยเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย. 2554 : 96) อันเป็นการเพิ่มโอกาสทางการเรียนรู้ได้อย่างกว้างขวางจากเดิมเครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้เป็นเพียงเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอ (Presentation) ภาพ (Image) เสียง (Audio) วิดีโอ (Video) และด้วยความสามารถของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นการเรียนรู้นอกชั้นเรียนผสมผสานกับการเรียนในชั้นเรียน ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกันอย่างบูรณาการและมีประสิทธิภาพ (ณัฏฐ์ โธนาทรัพย์. 2555 : 94) โดยเนื้อหาของบทเรียนประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอและมัลติมีเดียอื่นๆ ที่ถูกส่งไปยังการเรียนผ่าน Web – Browser

จากการศึกษางานวิจัยในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายแบบทบทวนเป็นนวัตกรรมที่พัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ในทุกๆ รายวิชา แต่โดยส่วนใหญ่ยังเป็นงานวิจัยที่มุ่งพัฒนานักเรียนทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นการพัฒนาทางด้านพุทธิพิสัย ซึ่งจะเห็นได้จากผลงานวิจัยที่เผยแพร่ในปัจจุบัน แต่งานวิจัยที่มุ่งพัฒนานักเรียนในด้านอื่น เช่น ทักษะพิสัย จิตพิสัย ฯลฯ อาจยังไม่ได้ได้รับความนิยมนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความสามารถของนักเรียนทางด้านทักษะปฏิบัติ โดยจัดการเรียนการสอนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายแบบทบทวน

รายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเป็นรายวิชาที่พัฒนานักเรียนทางการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติและเลือกใช้อุปกรณ์ในการออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถกระทำการกิจต่างๆ เพื่อเป็นการฝึกทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยแสดงผลพร้อมออกมาอย่างเป็นรูปธรรม โดยใช้ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ (IPST-BOT) ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์สำหรับสร้างและพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติขนาดเล็กที่ขับเคลื่อนด้วยชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรงหรือเซอร์โวมอเตอร์ โดยในชุดประกอบด้วย แผงวงจรควบคุมหลักซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก แผงวงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ แผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งมีหลายรูปแบบ ชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรง เซอร์โวมอเตอร์และชิ้นส่วนทางกลที่จำเป็น ดังนั้นจึงสามารถนำหุ่นยนต์ IPST-BOT นี้มาใช้ในการเรียนรู้ทดลองและพัฒนาหุ่นยนต์อัตโนมัติแบบโปรแกรมได้บริษัท อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด(2537 : 7)

จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลสภาพรูปแบบการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสตรีอ่างทอง พบว่า การเรียนการสอนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในห้องเรียนปกติ นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจกิจกรรมและเนื้อหาของบทเรียน รวมทั้งทักษะพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติและเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับภารกิจของหุ่นยนต์อัตโนมัติได้ทันเวลา อาจเนื่องจากมีรายละเอียดในเรื่องของความรู้และทักษะในการเขียนโปรแกรมควบคุมชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ (IPST-BOT) และในด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และมีหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้งาน ซึ่งต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ร่วมด้วย จึงถือเป็นสิ่งสำคัญมากที่นักเรียนต้องมีทักษะในการเลือกใช้ เชื่อมต่ออุปกรณ์หรือความชำนาญในการสั่งงานเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ และคำนึงถึงความคงทนของอุปกรณ์ในขณะกระทำภารกิจ เพื่อนำความรู้ทักษะในด้านต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ในการกระทำภารกิจต่างๆ ได้ โดยมีเกณฑ์ในการวัดทักษะปฏิบัติต่างๆ คือ ความถูกต้อง ความคงทนและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ทั้งทางด้านการเขียนโปรแกรมและด้านการใช้อุปกรณ์ นอกจากนี้นี้ นักเรียนยังไม่สามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลาและเมื่อพบปัญหานอกเวลาเรียนก็ไม่สามารถขอคำปรึกษาจากครูผู้สอนได้และนักเรียนไม่มีปฏิสัมพันธ์ในการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม จึงทำให้ผลงานที่ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

จากเหตุผลและสภาพปัญหาดังกล่าวที่ผู้วิจัยได้จากการสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติและเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติกับนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยเป็นการพัฒนาความรู้ด้านการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ IPST-BOT ซึ่งสามารถพัฒนาหุ่นยนต์ให้กระทำภารกิจต่างๆ ได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติระหว่างนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติกับนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติสูงกว่านักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้

กรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบ

ในการวิจัยเรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิด “SDLC” เป็นตัวย่อมาจาก System Development Life Cycle วัฏจักร การพัฒนาระบบ (System development Life Cycle : SDLC) ขั้นตอนการพัฒนาระบบมีอยู่ ด้วยกัน 7 ขั้น (วิวัฒน์ พัฒนา. 2553 : 21) คือ

1. เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นใน การเรียนเกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์และค้นหาจุดมุ่งหมายหรือสิ่งที่ต้องการที่จะพัฒนาหรือแก้ไข ปัญหาดังกล่าว

2. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) การกำหนดว่าปัญหาคืออะไรและตัดสินใจว่า ควรพัฒนา/สร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ในรูปแบบใดให้ เหมาะสมกับผู้เรียน โดยมีการศึกษาข้อมูลที่เป็นในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์

3. วิเคราะห์ (Analysis) เพื่อทำการแยกแยะรายละเอียดของปัญหาและความต้องการ ออกเป็นส่วนย่อย ให้ครอบคลุมในด้านการพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุม หุ่นยนต์อัตโนมัติ เพื่อให้เห็นถึงองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ ความต้องการและแนวทางการแก้ปัญหาที่ ถูกต้องอย่างครบถ้วน

4. ออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุม หุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยกำหนดเนื้อหา รูปแบบ

5. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) การสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ตามที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและออกแบบไว้

6. การปรับเปลี่ยน (Conversion) การพัฒนาปรับปรุงบทเรียนออนไลน์ เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ให้เหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหา ความสอดคล้อง ความน่าสนใจ

7. บำรุงรักษา (Maintenance) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการพัฒนาระบบงาน

1.4.2 กรอบแนวคิดในการออกแบบบทเรียนออนไลน์ (Ritchie and Hoffman. 1997 : 135 - 138) ซึ่งมีกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน (Motivating the Learner) โดยการออกแบบบทเรียน ได้รับความสนใจ โดยการใช้ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีและเสียงประกอบสิ่งใด การเห็นผลลัพธ์ ตามที่ต้องการได้ซึ่งช่วยให้นักเรียนทราบถึงสิ่งที่ต้องการกระทำ

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Identifying what is to be Learned) เพื่อแจ้งให้ นักเรียนทราบว่าในการเรียน นักเรียนต้องศึกษาเนื้อหาที่มีขอบเขตเรื่องใดบ้าง โดยอยู่ในส่วนของการ เริ่มเข้าสู่บทเรียน

3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of Past Knowledge) เพื่อเป็นการเตรียม พื้นฐานนักเรียนในการรับความรู้ใหม่ได้เร็ว นอกจากนั้นผู้ออกแบบควรต้องทราบภูมิหลังของ นักเรียน และทัศนคติของนักเรียนด้วย

4. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement) การเรียนรู้ จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะรับความรู้ใหม่ นักเรียนที่มีลักษณะกระตือรือร้นผู้ออกแบบควร หาเทคนิคต่างๆ ในการกระตุ้น นักเรียนให้นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่โดยใช้ กระบวนการหาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง เน้นเรื่องการคิดเป็น

5. ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback) การให้ คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ ในระหว่าง นักเรียนศึกษาอยู่ในเว็บเป็นการกระตุ้นความสนใจของ

นักเรียนได้ผู้เรียนจะทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง การเปิดโอกาสให้ นักเรียนร่วมคิด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่อผู้เรียนใช้เอกสารฉบับนี้หากมี ข้อสงสัยใดๆ กรุณาติดต่อผู้จัดทำเอกสารที่เบอร์โทรศัพท์ 081-081-1234 หรือที่อีเมล info@sdmc.ac.th ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการถาม การตอบ จะทำให้ นักเรียนจดจำ ได้มากกว่าการอ่าน หรือลอกข้อความเพียงอย่างเดียว ควรให้ นักเรียนตอบสนอง ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราวหรือตอบ คำถามได้หลาย ๆ แบบ เช่น เติมคำลงในช่องว่าง จับคู่ แบบฝึกหัดแบบปรนัย โดยใช้ความสามารถ ของโปรแกรม CGI (Common Gateway Interface) ซึ่งเป็นโปรแกรมการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ มาช่วยในการออกแบบ

6. ทดสอบความรู้ (Testing) เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้รับความรู้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบ แบบทดสอบแบบออนไลน์หรือออฟไลน์ก็ได้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียน ของตนเองได้อย่างจัดให้มีการทดสอบระหว่างเรียนหรือทดสอบท้ายบทเรียนทั้งนี้ควรสร้างข้อสอบให้ ตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกันและ แสดงต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไปควรบอกผู้เรียนถึงวิธีตอบให้ ชัดเจน คำนี้ถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7. การนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริม (Providing Enrichment and Remediation) เป็นการสรุปแนวคิดสำคัญควรให้นักเรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรควร เสนอแนะสถานการณ์ที่จะนำความรู้ใหม่ไปใช้และบอก นักเรียนถึงแหล่งข้อมูลที่จะใช้อ้างอิงหรือ ค้นคว้าต่อไป

1.4.3 กรอบแนวคิดในการหาคุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของไพโรจน์ ตีรณนากุล (2541 : 14-18) ในการหาคุณภาพของบทเรียน ออนไลน์เพื่อการทบทวนเรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยการนำบทเรียน ออนไลน์เพื่อการ ทบทวนให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านเนื้อหา

ด้านที่ 2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1.4.4 กรอบแนวคิดในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

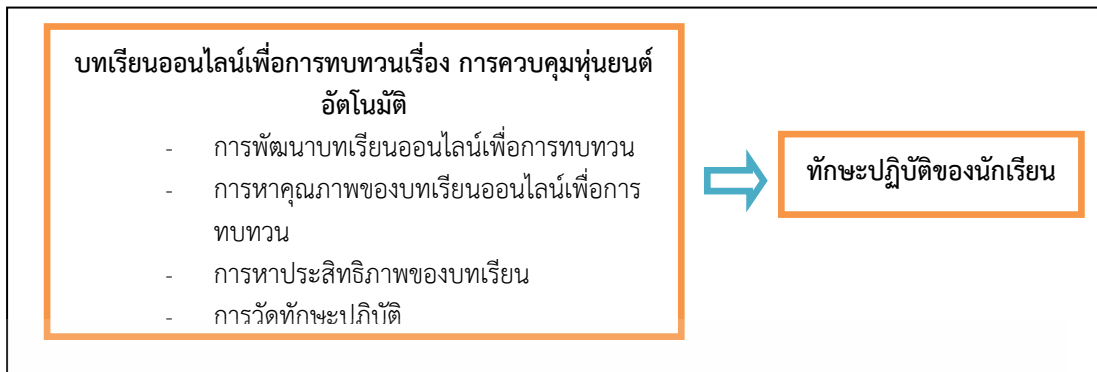
ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2520 : 137-138) ในการหา ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการและ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

1.4.5 กรอบแนวคิดในการวัดทักษะปฏิบัติ

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านทักษะปฏิบัติของสุนันท์ ศลโกสม, อ่างในประเวศ เวชช(2529 : 9-11) ในการวัดทักษะปฏิบัติ คือ การเลียนแบบและการกำหนดงาน ตามลำดับ โดยแบ่งหัวข้อในการ พิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ คือ ด้านการเขียนโปรแกรมและด้านการใช้อุปกรณ์ เกณฑ์ในการพิจารณาคือ ความถูกต้อง ความคงทน เวลาในการปฏิบัติงาน โดยเลือกใช้เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติเป็นแบบสังเกต และมีเกณฑ์การวัดทักษะปฏิบัติ (Rubric Scoring)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ สามารถเขียนแสดงเป็นแผนภาพประกอบได้ดังนี้



1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียน คณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ประกอบด้วย 4 ห้อง โดยแต่ละห้องมีนักเรียนห้องละ 40 คน รวมเป็น 160 คน โดยนักเรียนในแต่ละห้องมีความคล้ายคลึงกันในส่วนของประเทศและระดับคะแนน โดยผู้วิจัยทำการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม โดยสุ่มมา 3 ห้อง แบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้คือ

1. กลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน
2. กลุ่มที่ใช้ในการทดลองเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน
3. กลุ่มที่ใช้ในการควบคุมจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รวมทั้งสิ้น 120 คน

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ
ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

1.5.3 เนื้อหาและกิจกรรม

เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ครั้งนี้ คือ คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัลซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาการทำงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรโรงเรียนสตรีอ่างทอง ซึ่งในการพัฒนาบทเรียนนี้จะเน้นกิจกรรมการเรียนส่งเสริมทักษะ ปฏิบัติ กระบวนการคิด เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนมีดังนี้

คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล

- การเขียนคำสั่งข้อมูลดิจิทัล
- การเขียนคำสั่งในการใช้งานสวิตช์เพื่อหลบสิ่งกีดขวาง
- การเขียนคำสั่งในการส่งเสียงด้วยลำโพงเปียโซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การประยุกต์ใช้งาน

1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลา 8 คาบ 4 สัปดาห์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่นำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาสื่อทางการเรียนรู้ เพื่อนำเสนอเนื้อหาวิชา ลำดับวิธีการสอนผ่านระบบเครือข่ายและแบบฝึกหัดทางด้านทักษะปฏิบัติซึ่งเสริมการปฏิบัติหรือเสริมทักษะ ในการเรียนการสอนให้เข้าใจยิ่งขึ้นและเกิดทักษะที่ต้องการได้ โดยนักเรียนสามารถศึกษา ทบทวนบทเรียนและโต้ตอบกับบทเรียนได้ตลอดเวลาโดยไม่จำกัดในเรื่องเวลาและสถานที่ บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นเพื่อทบทวนความรู้ของนักเรียนที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้ว ทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อให้นำมาใช้ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและสามารถปฏิบัติได้จริง

2. ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ (IPST-BOT) หมายถึง ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์สำหรับสร้างและพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติขนาดเล็กที่ขับเคลื่อนด้วยชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรงและเซอร์โวมอเตอร์ โดยในชุดประกอบด้วย แผงวงจรควบคุมหลักซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก แผงวงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ แผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งมีหลายรูปแบบ ชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรงเซอร์โวมอเตอร์และชิ้นส่วนทางกลที่จำเป็น ดังนั้นจึงสามารถนำหุ่นยนต์ IPST-BOT นี้มาใช้ในการเรียนรู้ ทดลองและพัฒนาหุ่นยนต์อัตโนมัติแบบโปรแกรมได้

3. ทักษะปฏิบัติ หมายถึง การแสดงออกถึงพฤติกรรม ความสามารถหรือความชำนาญในการเลียนแบบ การกำหนดงานในส่วนของการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ การเลือกใช้อุปกรณ์ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ IPST-BOT การเชื่อมต่ออุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถใช้งานได้ถูกต้อง ตรงตามเวลาที่กำหนดในการปฏิบัติงานและมีความคงทนสามารถใช้งานได้เต็มตามประสิทธิภาพและหากมีปัญหาทั้งทางด้านโปรแกรมและอุปกรณ์สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ทันตามกำหนดเวลาและมีความคงทนในการใช้งาน

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน หมายถึง ผลการศึกษาด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติที่พัฒนาทักษะปฏิบัติของนักเรียนให้เกิดความถูกต้อง ตรงตามเวลาที่กำหนดในการปฏิบัติงานเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังไว้

5. เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ หมายถึง ผลการศึกษาด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติที่ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติระหว่างเรียนและการวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียน ให้ได้คะแนนตามเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 ซึ่งมีความหมายดังนี้

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคิดจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดจากการวัดทักษะปฏิบัติในหน่วยย่อยของบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E₂ หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งเกิดจากคะแนนของนักเรียนที่ทำการวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียน

6. นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ - วิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ของโรงเรียนสตรีอ่างทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5

ในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ผู้วิจัยใช้ การพัฒนาระบบ SDLC (System development Life Cycle : SDLC) มี 7 ขั้นตอนดังนี้

7. เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) หมายถึง การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียน โดยศึกษาจากหลักสูตร เนื้อหาในรายวิชา บริบทต่างๆ ในการเรียนที่ส่งผลต่อการเรียนในรายวิชาการ งานอาชีพและเทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น ระยะเวลาในการเรียนน้อย นักเรียนไม่สามารถทบทวนได้ การ ปฏิบัติจริงกับอุปกรณ์

8. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) เมื่อทราบถึงปัญหา ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการ เรียนในรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีแล้ว จึงทำการศึกษาว่าควรแก้ไขปัญหาด้วยวิธีใด เช่น การสร้างสื่อแบบออฟไลน์ การสร้างสื่อออนไลน์ ฯลฯ

9. วิเคราะห์ (Analysis) นำวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ที่ได้ศึกษามาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการ แก้ปัญหาที่เหมาะสมกับงาน เหมาะสมกับบริบทนักเรียนและโรงเรียน โดยจากการวิเคราะห์จึงทำการ สร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

10. ออกแบบ (Design) การออกแบบบทเรียนออนไลน์ให้เหมาะสมสำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งในด้านความเหมาะสมของเนื้อหาและสื่อมีองค์ประกอบในการดึงดูด ความสนใจด้วยแสง สี เสียง ภาพเคลื่อนไหว วีดิโอ

11. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) เมื่อทำการออกแบบบทเรียนแล้วทำการสร้าง บทเรียนตามที่ได้ออกแบบไว้

12. การปรับเปลี่ยน (Conversion) ทำการตรวจสอบหรือทบทวนบทเรียนออนไลน์เพื่อการ ทบทวนที่สร้างขึ้นหากพบจุดบกพร่องก็ทำการปรับปรุงทั้งในด้านเนื้อหา ภาพเคลื่อนไหว เสียง

13. บำรุงรักษา (Maintenance) การดูแลบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนเรื่อง การ ควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ เช่น การตรวจสอบลิ้งค์เอกสาร วีดิโอให้ สามารถนำเสนอเนื้อหาได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าหลักการ ทฤษฎีแนวคิดและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ โดยแบ่งออกเป็นแต่ละหัวข้อดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี
- 2.2 บทเรียนออนไลน์
- 2.3 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์
- 2.4 ทักษะปฏิบัติ
 - 2.4.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ
 - 2.4.2 วิธีการวัดทักษะปฏิบัติ
 - 2.4.3 เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ
 - 2.4.4 การสร้างแบบวัดทักษะปฏิบัติ
 - 2.4.5 การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี

หลักสูตรรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยีเป็นรายวิชาพื้นฐานในหลักสูตรของสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี รหัสวิชา ง 23101 รายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1.0 หน่วยกิต เวลา 40 ชั่วโมง โดยเนื้อหาเรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล ได้ถูกบรรจุไว้ในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 8 ชั่วโมง (หลักสูตรการงานอาชีพและเทคโนโลยีสารสนเทศโรงเรียนสตรีอ่างทอง 2551. 2551 : 187) โดยมีรายละเอียดเนื้อหาจำนวน 5 เรื่อง คือ 1. คำอธิบายรายวิชา 2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 3. ความหมายหุ่นยนต์อัตโนมัติ 4. โครงสร้างรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 5. ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ (IPST-BOT)

2.1.1. สาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อมและมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดชั้นปีของสาระที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. อธิบายระดับของเทคโนโลยี 2. สร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพฉายเพื่อนำไปสู่การสร้างต้นแบบและแบบจำลองของสิ่งของเครื่องใช้หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและการรายงานผล	- ระดับของเทคโนโลยี แบ่งตามความรู้ที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับพื้นฐานหรือพื้นฐาน ระดับกลางและระดับสูง - หลักการทำโครงการเป็นการพัฒนาผลงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการพัฒนาตามความสนใจและความถนัดโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจ เห็นคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงานและอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล มีคุณธรรม

ตารางที่ 2.2 ตัวชี้วัดชั้นปีของสาระที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. อธิบายหลักการทำโครงการที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	หลักการทำโครงการเป็นการพัฒนาผลงานที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการพัฒนาตามความสนใจและความถนัดโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
	2. เขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน	หลักการพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม - แนวคิดและหลักการโปรแกรม โครงสร้างโปรแกรม ตัวแปร การลำดับคำสั่งการตรวจสอบเงื่อนไข การควบคุมโปรแกรม คำสั่งแสดงผลและรับข้อมูล การเขียนโปรแกรมแบบง่าย ๆ - การเขียนสคริปต์ เช่น จาวาสคริปต์ แฟลช
	3. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับลักษณะงาน	- การเลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับลักษณะของงาน - การใช้ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ดิจิทัลมาช่วยในการนำเสนองาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	4. ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างชิ้นงานจากจินตนาการหรืองานที่ทำในชีวิตประจำวัน ตามหลักการทำโครงงานอย่างมีจิตสำนึกและความรับผิดชอบ	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างงานตามหลักการ ทำโครงงานโดยมีการอ้างอิงแหล่งข้อมูลใช้ ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าไม่คัดลอกผลงานผู้อื่นใช้คำ สุภาพและไม่สร้างความเสียหายต่อผู้อื่น

2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการการทำงานที่มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองาน การใช้คอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงาน

โดยวิเคราะห์ อภิปรายหลักการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเขียนโปรแกรมภาษาขั้นพื้นฐาน การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองาน การใช้คอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงานเพื่อการใช้คอมพิวเตอร์สร้างชิ้นงานและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนองานในรูปแบบที่เหมาะสมกับงาน โดยมีความมุ่งมั่นในการทำงาน มีวินัย คุณธรรม และค่านิยมมีจิตเป็นสาธารณะ

ตัวชี้วัด

ง 2.1 ม.3/2

ง 3.1 ม.3/2 ม.3/3 ม.3/4

2.1.4 ความหมายหุ่นยนต์อัตโนมัติ (Automatic Robot Control)

หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Automatic Robot Control) หมายถึง การนำมอเตอร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า วัสดุทางกลศาสตร์ อาจมีการใช้แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์หรือตัวตรวจจับชนิดต่างๆ และใช้อุปกรณ์ทั่วไปอย่างไม่จำกัดมาออกแบบประกอบเป็นหุ่นยนต์ที่เคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ได้ในการปฏิบัติการกิจ ต้องใช้ระบบสมองกล (Artificial Brain System) ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือมีการเขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำภารกิจแบบอัตโนมัติหลังเริ่มต้นขับเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยสวิทช์เปิด - ปิด เพียงครั้งเดียว ระหว่างการแข่งขันห้ามใช้อุปกรณ์ควบคุมใดๆ ทั้งแบบมีสาย ไร้สาย หรือแบบสัญญาณวิทยุ ในการส่งสัญญาณไปยังหุ่นยนต์ ผลการแข่งขันขึ้นอยู่กับ การเขียนโปรแกรมควบคุมกลไกทำให้หุ่นยนต์สามารถปฏิบัติการกิจตามโจทย์ที่กำหนดได้ทันเวลา (เกณฑ์การประกวดและแข่งขันหุ่นยนต์ สพฐ. งานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ 63 ปีการศึกษา 2556. 2556 : 76)

หุ่นยนต์อัตโนมัติ คือ หุ่นยนต์ที่มันสามารถทำงานได้ด้วยตัวของมันเอง มีอิสระในการทำงาน โดยปราศจากการควบคุมของมนุษย์ มีโปรแกรมที่ป้อนไว้ในหน่วยความจำของหุ่นยนต์ ที่สามารถทำให้ทำงานได้และเมื่อเจออุปสรรคก็คิดวางแผนการทำงานก็สามารถหลบ / หลีกหรือแก้ปัญหา ได้ ถ้าเทคโนโลยีของหุ่นตัวนั้นสามารถทำได้ (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2551. หุ่นยนต์อัตโนมัติ : ออนไลน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาความหมายหุ่นยนต์อัตโนมัติสามารถสรุปได้ดังนี้ หุ่นยนต์อัตโนมัติ หมายถึง การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบและทำงานโดยอัตโนมัติ โดยสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ตามที่โปรแกรมไว้

2.1.5 โครงสร้างรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รหัสวิชา ง23101

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน (100)
1	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 รู้จักกับหุ่นยนต์ - ความรู้เบื้องต้นของหุ่นยนต์ - ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ IPST-BOT และประกอบหุ่นยนต์	4	5
2	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การโปรแกรมพื้นฐาน - แนะนำโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน - การแสดงผลข้อมูลทางจอ LCD - การเขียนคำสั่งควบคุมมอเตอร์กระแสตรง	8	10
3	หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล - การเขียนคำสั่งข้อมูลดิจิทัล - การเขียนคำสั่งในการใช้งานสวิตช์เพื่อหลบสิ่งกีดขวาง - การเขียนคำสั่งในการส่งเสียงด้วยลำโพงเปียโซ - การประยุกต์ใช้งาน	8	15
4	สอบกลางภาค	2	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน (100)
5	หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณอนาลอก <ul style="list-style-type: none"> - การเขียนคำสั่งข้อมูลอนาลอก - การเขียนคำสั่งอ่านค่าสี - การเขียนคำสั่งตรวจจับและวัดระยะทาง - การเขียนคำสั่งในการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ 	10	20
6	หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การแข่งขันหุ่นยนต์	6	20
7	สอบปลายภาค	2	10
	รวม	40	100

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเลือกเนื้อหาในหน่วยที่ 3 เรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล รหัสวิชา ง23101 วิชา การงานอาชีพและเทคโนโลยี ประเภทกลุ่มวิชาพื้นฐานของโรงเรียนสตรีอ่างทอง จัดทำเป็นสื่อ ซึ่งเนื้อหาหน่วยนี้เป็นเนื้อหาที่เน้นทักษะปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมและทักษะทางด้านการใช้อุปกรณ์เพื่อตรวจสอบสัญญาณดิจิทัล การเลือกใช้อุปกรณ์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ในการกระทำการกิจต่างๆ ต่อไป

2.1.6 ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ (IPST-BOT)

ชุดหุ่นยนต์อัตโนมัติเอนกประสงค์เพื่อการเรียนรู้ (IPST-BOT) ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์สำหรับสร้างและพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติขนาดเล็กที่ขับเคลื่อนด้วยชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรงหรือเซอร์โวมอเตอร์ โดยในชุดประกอบด้วยแผงวงจรควบคุมหลักซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลัก แผงวงจรโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ แผงวงจรอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือเซนเซอร์ (Sensor) ซึ่งมีหลายรูปแบบ ชุดเฟืองขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟตรง เซอร์โวมอเตอร์และชิ้นส่วนทางกลที่จำเป็น ดังนั้นจึงสามารถนำหุ่นยนต์ IPST-BOT นี้มาใช้ในการเรียนรู้ ทดลองและพัฒนาหุ่นยนต์อัตโนมัติแบบโปรแกรมได้ อันเป็นการต่อยอดความรู้จากชุดกล่องสมองกล IPST-MicroBOX

2.2 บทเรียนออนไลน์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอาจมีการเรียกใช้คำที่แตกต่างกัน เช่น การเรียนการสอนที่อยู่บนฐานของเทคโนโลยีเว็บ การเรียนการสอนผ่านเว็บ การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือการสอนผ่านเว็บ ซึ่งในแต่ละคำมีความหมายเดียวกันคือ WBI (Web-Based Instruction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ความหมายของบทเรียนออนไลน์

บทเรียนออนไลน์หรือบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออีเลิร์นนิง (e-Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้มีนักวิชาการผู้ให้คำจำกัดความดังนี้

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2545 : ออนไลน์) ได้ให้คำจำกัดความไว้ 2 ความหมาย คือบทเรียนออนไลน์ (Online) อีเลิร์นนิง (e-Learning) ความหมายแรกบทเรียนออนไลน์ (Online) อีเลิร์นนิง (e-Learning) หมายถึง การเรียนเนื้อหาหรือสารสนเทศสำหรับการสอนหรือการอบรม ซึ่งใช้การนำเสนอด้วยตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Image) ผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) วิดีทัศน์และเสียง (Sound) โดยอาศัยเทคโนโลยีของเว็บ (Web Technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมทั้งใช้เทคโนโลยีการจัดการคอร์ส (Course Management System) ในการบริหารจัดการงานสอนต่างๆ ความหมายที่สองบทเรียนออนไลน์ (Online) อีเลิร์นนิง (e-Learning) คือ การเรียนในลักษณะใดก็ได้ ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ (Computer) เครือข่ายอินทราเน็ต (Intranet) อินเทอร์เน็ต (Internet) เอ็กซ์ทราเน็ต (Extranet) หรือสัญญาณโทรทัศน์ สัญญาณดาวเทียม

Khan (1997 : 6) อ่างในรุจโรจน์ แก้วอุไร. 2543 : 43 ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web-Based Instruction) หมายถึง วิธีการเรียนการสอนในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ที่นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยผ่านระบบเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web) เป็นสื่อในการสนับสนุนและส่งเสริมการเรียนรู้

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2546 : 66) ได้ให้ความหมายการสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ศักยภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้การเรียนการสอนสามารถเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ตามความต้องการของนักเรียนและผู้สอน นอกจากนี้ทั้งนักเรียนและผู้สอนยังสามารถปฏิสัมพันธ์กันได้โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาความหมายของบทเรียนออนไลน์หรือเรียกอีกอย่างว่า อีเลิร์นนิง (e-Learning) สามารถสรุปได้ดังนี้บทเรียนออนไลน์เป็นรูปแบบการสอนอย่างเป็นระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้อย่างหลากหลายผ่านทางระบบเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ นักเรียน ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงข้อมูล ปฏิสัมพันธ์กันได้ทุกที่ทุกเวลา

2.2.2 หลักการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์

Ritchie and Hoffman (1997:135-138) ได้เสนอแนะว่าในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดควรอาศัยหลักกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน (Motivating the Learner) การออกแบบความเร้าความสนใจ โดยการใช้ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีและเสียงประกอบเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้อยากเรียนรู้ ควรให้กราฟิกขนาดใหญ่ไม่ซับซ้อน การเชื่อมโยงไปยังเว็บอื่นต้องน่าสนใจ เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Identifying what is to be Learned) เพื่อเป็นการบอกให้นักเรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเป็นการบอกถึงเค้าโครงเนื้อหาซึ่งจะเป็นผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไปโดยใช้คำสั้น ๆ หลีกเลี่ยงคำที่ไม่เป็นที่รู้จักใช้กราฟิกง่าย เช่น กรอบหรือลูกศรเพื่อให้การแสดงวัตถุประสงค์ น่าสนใจยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงไปยังเว็บภายนอกอาจทำให้นักเรียนลืมนวัตถุประสงค์ของบทเรียน กางแก้ไขปัญหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ อีเลิร์นนิง (e-Learning) ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of Past Knowledge) เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานนักเรียนสำหรับรับความรู้ใหม่ การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป อาจใช้การกระตุ้นให้นักเรียนนึกถึงความรู้ที่ได้รับมาก่อนหน้านี้ โดยใช้เสียงพูดข้อความ ภาพหรือใช้หลาย ๆ อย่างผสมผสานกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา มีการแสดงความเหมือนความแตกต่างของโครงสร้างบทเรียน เพื่อที่นักเรียนจะได้รับความรู้ใหม่ได้เร็ว นอกจากนั้นผู้ออกแบบควรต้องทราบภูมิหลังของนักเรียนและทัศนคติของนักเรียนด้วย

4. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีความตั้งใจที่จะรับความรู้ใหม่ นักเรียนที่มีลักษณะกระตือรือร้น จะรับความรู้ได้ดีกว่านักเรียนที่มีลักษณะเฉื่อย นักเรียนจะจดจำได้ดีถ้ามีการนำเสนอเนื้อหาที่สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน ผู้ออกแบบบทเรียนควรหาเทคนิคต่างๆ เพื่อใช้กระตุ้นนักเรียนให้นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่รวมทั้งต้องพยายามหาทางทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของนักเรียนกระจำงัดมากขึ้น พยายามให้นักเรียนรู้จักเปรียบเทียบ แบ่งกลุ่ม หาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนต้องค่อยๆ ชี้แนวทางจากมุมกว้างแล้วรวบรัดให้แคบลง รวมทั้งให้ข้อความกระตุ้นให้นักเรียนคิดเป็น

5. ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback) การให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ ในระหว่างนักเรียนศึกษาอยู่ในเว็บเป็นการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ นักเรียนจะทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง การเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมคิดกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการถาม การตอบ จะทำให้นักเรียนจดจำ ได้มากกว่าการอ่านหรือลอกข้อความเพียงอย่างเดียว ควรให้นักเรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว หรือตอบคำถามได้หลาย ๆ แบบ เช่น เติมคำลงในช่องว่างจับคู่ แบบฝึกหัดแบบปรนัย โดยใช้ความสามารถของโปรแกรม CGI (Common Gateway Interface) ซึ่งเป็นโปรแกรมการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

6. ทดสอบความรู้ (Testing) เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้รับความรู้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบแบบทดสอบแบบออนไลน์หรือออฟไลน์ก็ได้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนของตนเองได้ อาจจัดให้มีการทดสอบระหว่างเรียนหรือทดสอบท้ายบทเรียนทั้งนี้ควรสร้างข้อสอบให้ตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกันและแสดงต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้นักเรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไปควรบอกนักเรียนถึงวิธีตอบให้ชัดเจน คำนี้ถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7. การนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริม (Providing Enrichment and Remediation) เป็นการสรุปแนวคิดสำคัญ ควรให้นักเรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร ควรเสนอแนะสถานการณ์ที่จะนำความรู้ใหม่ไปใช้และบอกนักเรียนถึงแหล่งข้อมูลที่จะใช้อ้างอิงหรือค้นคว้าต่อไป

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 28-31) ได้เสนอแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นการพัฒนาตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เน้นสร้างเนื้อหาการนำเสนอให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้บทเรียน มีขั้นตอนการสร้าง 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal/Objective) การกำหนดแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าต้องการนำไปใช้กับใคร ต้องการเรียนรู้เรื่องอะไร จากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชานั้น ๆ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นสื่อต่อไป

2. รายละเอียดของเนื้อหาวิชา (Content Specification) เนื้อหาความรู้ของรายวิชาที่นักเรียนควรทราบเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ เกิดพฤติกรรมที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร โดยผ่านการวิเคราะห์ความสำคัญและคุณค่าของการบูรณาการด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่ควรจัดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนด้วย

3. วิเคราะห์เนื้อหาวิชา (Content Analysis) การเริ่มวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม ถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไป จนได้หัวข้อการสอน (Topic Content)

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเชิงความรู้ (Knowledge-Based Behavior) เพื่อให้นักเรียนทราบว่าจะได้รับอะไรจากการเรียน ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนถือเป็นการบอกให้นักเรียนทราบว่าได้รับการพัฒนาความสามารถ (Competency – Base Learning) จนประสบผลสำเร็จในการเรียนอย่างไรและช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ เพื่อทราบถึงการจัดการเรียนการสอนล่วงหน้า

5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching Strategies & Models of Delivery) การเลือกใช้วิธีการสื่อสารเพื่อให้เกิดความรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลด้วยข้อความ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและธรรมชาติของวิชา เพื่อนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่ดีและควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสัมพันธ์กัน ควรนำเสนอเนื้อหาที่สั้นๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจอย่างต่อเนื่องและสามารถกลับมาศึกษาได้อย่างไม่จำกัด

6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation) ขั้นตอนนี้เป็นเตรียมสร้างบทเรียนซึ่งต้องเป็นการกำหนดแผน วิธีการปฏิบัติเพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติ หากมีข้อบกพร่องก็ทำการปรับปรุงแก้ไข อาจเรียกขั้นนี้ว่า การเขียนบทดำเนินเรื่องหรือการเขียนสคริปต์ (Script)

7. นำเสนอต่อนักเรียน (Delivery) เป็นการสร้างรูปแบบการนำเสนอให้เหมาะสมกับนักเรียน โดยคำนึงถึงหลักการด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) โดยอาจออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนมีโอกาสรับการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) เพื่อสร้างความร่วมมือกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการส่งเสริมพัฒนาการทางเจตคติหรือเข้าใจความรู้สึกมนุษย์ การสร้างบรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนในบทเรียนให้เป็นไปตามแนวความคิดของการสอนแนวใหม่ (Alternative Teaching) ควรมีหลักการดังนี้

- เน้นความเป็นตนเองระหว่างผู้สอนกับนักเรียน และไม่เคร่งเครียด
- เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน
- นักเรียนมีเสรีภาพในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจ และใช้เวลาเรียนได้อย่างเต็มที่
- เน้นกิจกรรมแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าการแข่งขัน

8. การวัดและประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้เบื้องต้น เช่น การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสมและเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นในบทเรียนนั้น ๆ รวมทั้งการประเมินสรุป ได้แก่ การประเมินระหว่างการศึกษาพิจารณาตามเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ในเบื้องต้น เช่น การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะจัดให้มีขึ้นในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุปซึ่งเป็นขั้นตอนการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เพื่อการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

จากการศึกษาหลักการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์ ผู้วิจัยเลือกใช้หลักการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์ของ Ritchie and Hoffman (1997 : 135-138) เนื่องจากขั้นตอนในการออกแบบการเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยมีการสร้างแรงจูงใจ บอกวัตถุประสงค์ ทบทวนความรู้เดิม มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ ทดสอบความรู้และนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริม ซึ่งทุกขั้นตอนมีความสำคัญต่อนักเรียน สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจถึงบทเรียนได้อย่างค่อยเป็นค่อยไป

2.2.3 ประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บ

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บดังต่อไปนี้

Parson (1997 : Online) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1. เว็บช่วยสอนแบบรายวิชาอย่างเดียว (Stand-Alone Courses) เป็นรายวิชาที่มีเครื่องมือและแหล่งที่เข้าไปถึงและเข้าหาได้โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตอย่างมากที่สุด ถ้าไม่มีการสื่อสารก็สามารถที่จะไปผ่านระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารได้ ลักษณะของเว็บช่วยสอนแบบนี้มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขตมีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้จริงแต่จะมีการส่งข้อมูลจากรายวิชาทางไกล

2. เว็บช่วยสอนแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมที่มีการพบปะระหว่างครูกับนักเรียนและมีแหล่งให้มาก เช่นการกำหนดงานที่ให้ทำบนเว็บ การกำหนดให้อ่าน การสื่อสารผ่านระบบคอมพิวเตอร์หรือการมีเว็บที่สามารถชี้ตำแหน่งของแหล่งบนพื้นที่ของเว็บไซต์โดยรวมกิจกรรมต่างๆ เอาไว้

3. เว็บช่วยสอนแบบศูนย์การศึกษา (Web Pedagogical Resources) เป็นชนิดของเว็บไซต์ที่มีวัตถุประสงค์เครื่องมือซึ่งสามารถรวบรวมรายวิชาขนาดใหญ่เข้าไว้ด้วยกันหรือเป็นแหล่งสนับสนุนกิจกรรมทางการศึกษา ซึ่งผู้ที่เข้ามาใช้ก็จะมีสื่อให้บริการ หลาย รูปแบบ เช่น เป็นข้อความ เป็นภาพกราฟิก การสื่อสารระหว่างบุคคลและการทำภาพเคลื่อนไหวต่างๆ เป็นต้น

James (1997 : Online) ได้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. โครงสร้างแบบค้นหา (Eclectic Structures) ลักษณะของโครงสร้างเว็บไซต์แบบนี้เป็นแหล่งของเว็บไซต์ที่ใช้ในการค้นหาไม่มีการกำหนดขนาด รูปแบบ ไม่มีโครงสร้างที่นักเรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บลักษณะของเว็บไซต์แบบนี้จะมีแต่การให้ใช้เครื่องมือในการสืบค้นหรือเพื่อบางสิ่งที่ต้องการค้นหาตามที่กำหนดหรือโดยผู้เขียนเว็บไซต์ต้องการ โครงสร้างแบบนี้จะเป็นแบบเปิดให้นักเรียนได้เข้ามาค้นหาในเนื้อหาในบริบท โดยไม่มีโครงสร้างข้อมูลเฉพาะให้ได้เลือกแต่โครงสร้างแบบนี้จะมีปัญหากับนักเรียนเพราะนักเรียนอาจจะไม่สนใจข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง โดยไม่กำหนดแนวทางในการสืบค้น

2. โครงสร้างแบบสารานุกรม (Encyclopedic Structures) ถ้าเราควบคุมโครงสร้างของเว็บที่เราสร้างขึ้นเองได้ เราจะใช้โครงสร้างข้อมูลในแบบต้นไม้มในการเข้าสู่ข้อมูล ซึ่งเหมือนกับหนังสือที่มีไม่จำกัดใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาและมีการจัดเป็นบทเป็นตอน ซึ่งจะกำหนดให้นักเรียนหรือผู้ใช้ได้ผ่านเข้าไปหาข้อมูลหรือเครื่องมือที่อยู่ในพื้นที่ของเว็บหรืออยู่ภายในและนอกเว็บ เว็บไซต์จำนวนมากมีโครงสร้างในลักษณะดังกล่าวนี้ โดยเฉพาะเว็บไซต์ทางการศึกษาที่ไม่ได้กำหนดทางการค้า องค์กร ซึ่งอาจจะต้องมีลักษณะที่ดูมีมากกว่านี้ แต่ในเว็บไซต์ทางการศึกษาต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน กลวิธีด้านโครงสร้างจึงมีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

3. โครงสร้างแบบการเรียนการสอน (Pedagogic Structures) มีรูปแบบโครงสร้างหลายอย่างในการนำมาสอนตามต้องการทั้งหมดเป็นที่รู้จักดีในบทบาทของการออกแบบทางการศึกษา สำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเครื่องมือมัลติมีเดีย ซึ่งความจริงมีหลักการแตกต่างกันระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเว็บช่วยสอนนั้นคือความสามารถของ HTML ในการที่จะจัดทำในแบบไฮเปอร์เท็กซ์กับการเข้าถึงข้อมูลหน้าจอโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

Doherty (1998 : 61-63) แนะนำว่าการเรียนการสอนผ่านเว็บ มีวิธีการใช้ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความ ภาพกราฟิกโดยมีวิธีการนำเสนอ
 - 1.1 การนำเสนอแบบสื่อเดียว เช่น ข้อความหรือรูปภาพ
 - 1.2 การนำเสนอแบบสื่อคู่ เช่น ข้อความกับรูปภาพ
 - 1.3 การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย คือ ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง
2. การสื่อสาร (Communication) การสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ทุกวันในชีวิตซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ต โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น
 - 2.1 การสื่อสารทางเดียว เช่น การดูข้อมูลจากเว็บเพจ
 - 2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์โต้ตอบกัน
 - 2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่กระจายไปหลายแหล่ง เช่น การอภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่น ๆ ได้รับฟังด้วยหรือการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer conferencing)
 - 2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่อีกหลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บ โดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน
3. การทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เป็นคุณลักษณะที่สำคัญของอินเทอร์เน็ตและสำคัญที่สุด ซึ่งมี 3 ลักษณะ คือ
 - 3.1 การสืบค้นข้อมูล
 - 3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ
 - 3.3 การตอบสนองของมนุษย์ต่อการใช้เว็บ
4. Hannum (1998 : Online) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บ ออกเป็น 4 ลักษณะ ใหญ่ๆ คือ

4.1. รูปแบบการเผยแพร่ รูปแบบนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิด คือ

4.1.1 รูปแบบห้องสมุด (Library Model) เป็นรูปแบบที่ใช้ประโยชน์จากความสามารถ ในการเข้าไปยังแหล่งทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีอยู่หลากหลาย โดยวิธีการจัดหาเนื้อหาให้นักเรียนผ่าน การเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมต่างๆ เช่น สารานุกรม วารสารหรือหนังสือออนไลน์ทั้งหลาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำเอาลักษณะทางกายภาพของห้องสมุดที่มีทรัพยากรจำนวนมากมาประยุกต์ใช้

ส่วนประกอบของรูปแบบนี้ได้แก่ สารานุกรมออนไลน์ วารสารออนไลน์ หนังสือออนไลน์ สารบัญการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านออนไลน์ (Online Reading List) เว็บห้องสมุด เว็บงานวิจัย รวมทั้งการรวบรวมรายชื่อเว็บไซต์ที่สัมพันธ์กับวิชาต่างๆ

4.2. รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model) การเรียนการสอนผ่านเว็บรูปแบบนี้ เป็นการจัดเนื้อหาของหลักสูตรในลักษณะออนไลน์ให้แก่นักเรียน เช่น คำบรรยาย สไลด์ นิยาม คำศัพท์และส่วนเสริมผู้สอนสามารถเตรียมเนื้อหาออนไลน์ที่ใช้เหมือนกับที่ใช้ในการเรียนในชั้นเรียนปกติและสามารถทำสำเนาเอกสารให้กับนักเรียนได้ รูปแบบนี้ต่างจากรูปแบบห้องสมุด คือ รูปแบบนี้จะเตรียมเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนโดยเฉพาะ ขณะที่รูปแบบห้องสมุดช่วยให้นักเรียนเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการจากการเชื่อมโยงที่ได้เตรียมเอาไว้ ส่วนประกอบของรูปแบบหนังสือเรียนนี้ประกอบด้วย บันทึกของหลักสูตร บันทึกคำบรรยาย ข้อเสนอแนะของห้องเรียน สไลด์ที่น่าเสนอ วิดีโอและภาพที่ใช้ในชั้นเรียน เอกสารอื่นที่มีความสัมพันธ์กับชั้นเรียน เช่น ประมวลรายวิชา รายชื่อในชั้น กฎเกณฑ์ ข้อตกลงต่างๆ ตารางการสอบและตัวอย่างการสอบครั้งที่แล้ว ความคาดหวังของชั้นเรียน งานที่มอบหมาย เป็นต้น

4.2.1 รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model) รูปแบบนี้จัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ โดยนำลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประยุกต์ใช้เป็นการสอนแบบออนไลน์ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ มีการให้คำแนะนำ การปฏิบัติ การให้ผลย้อนกลับรวมทั้งการให้สถานการณ์จำลอง

4.2.2 รูปแบบการสื่อสาร (Communication Model) การเรียนการสอนผ่านเว็บรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อเพื่อการสื่อสาร (Computer-Mediated Communications Model) นักเรียนสามารถที่จะสื่อสารกับนักเรียนคนอื่นๆ ผู้สอนหรือกับผู้เชี่ยวชาญได้ โดยรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอภิปรายการสนทนาและการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ต้องการส่งเสริมการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

4.3. รูปแบบผสม (Hybrid Model) รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บรูปแบบนี้เป็นการนำเอาแบบ 2 ชนิด คือ รูปแบบการเผยแพร่กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าไว้ด้วยกัน เช่น เว็บไซต์ที่รวมเอาแบบห้องสมุดกับรูปแบบหนังสือเรียนไว้ด้วยกัน เว็บไซต์ที่รวบรวมเอาบันทึกของหลักสูตรรวมทั้งคำบรรยายไว้กับกลุ่มอภิปรายหรือเว็บไซต์ที่รวมเอารายการแหล่งเสริมความรู้ต่างๆ และความสามารถของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไว้ด้วยกัน เป็นต้น รูปแบบนี้มีประโยชน์เป็นอย่างมากกับนักเรียนเพราะนักเรียนจะได้ใช้ประโยชน์ของทรัพยากรที่มีในอินเทอร์เน็ตในลักษณะที่หลากหลาย

4.4 รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual classroom model) รูปแบบห้องเรียนเสมือนเป็นการนำเอาลักษณะเด่นหลายๆ ประการของแต่ละรูปแบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้ Hiltz (1993 : 71-98) ได้นิยามว่าห้องเรียนเสมือนเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่นำแหล่งทรัพยากรออนไลน์มาใช้ในลักษณะการเรียนการสอนแบบร่วมมือ โดยการร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน นักเรียนกับผู้สอน ชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษาอื่นและกับชุมชนที่ไม่เป็นเชิงวิชาการส่วน Turoff (1995 : Online) กล่าวถึงห้องเรียนเสมือนว่าเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ตั้งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่มที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกัน นักเรียนและผู้สอนจะได้รับความรู้ใหม่ๆ จากกิจกรรมการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูล ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ก็คือความสามารถในการลอกเลียนลักษณะของห้องเรียนปกติมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถต่างๆ ของอินเทอร์เน็ต โดยมีส่วนประกอบคือ ประมวลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตร รายชื่อ แหล่งเนื้อหาเสริมกิจกรรมระหว่างนักเรียนผู้สอน คำแนะนำและการให้ผลป้อนกลับ การนำเสนอใน ลักษณะมีลัดมีเดียการเรียนแบบร่วมมือ รวมทั้งการสื่อสารระหว่างกัน รูปแบบนี้จะช่วยให้นักเรียนได้รับ ประโยชน์จากการเรียนโดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

จากการศึกษาประเภทของการเรียนการสอนผ่านเว็บ ผู้วิจัยได้กำหนดประเภทของการเรียน การสอนผ่านเว็บตามแนวคิดของ Doherty (1998 : 61-63) ซึ่งมีวิธีการใช้ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) เป็นเว็บที่ประกอบด้วย ข้อความ ภาพกราฟิก ซึ่งสามารถ นำเสนอได้ทั้งแบบสื่อเดียว สื่อคู่และสื่อมัลติมีเดีย

2. การสื่อสาร (Communication) ถือเป็นสิ่งสำคัญในชีวิต โดยการสื่อสารสามารถแบ่งได้ หลายรูปแบบ เช่น การสื่อสารทางเดียว การสื่อสารสองทาง การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่ การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง

3. การทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) การสืบค้นข้อมูลการหาวิธีการเข้าสู่ เว็บ การตอบสนองของมนุษย์ต่อการใช้เว็บ

2.2.4 ความหมายของเครือข่ายสังคมออนไลน์ edmodo

วรวิทย์ วงศ์ไชยคต (2555 : ออนไลน์) เครือข่ายสังคม edmodo เป็นเครื่องมือการจัดการ เรียนรู้ออนไลน์ที่ทางราชการเริ่มนำมาขยายผลสู่โรงเรียนเมื่อปี 2012 มีลักษณะการใช้งานคล้ายกับ เว็บแบบ LMS (Learning Management System) จะมี user interface คล้ายกับ facebook เป็น เครือข่ายสังคมออนไลน์ สำหรับ ครู นักเรียน โรงเรียน ผู้ปกครองหรือสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาที่มีระบบรักษาความปลอดภัย สามารถติดต่อสื่อสาร ทำงานร่วมกัน แบ่งปันเนื้อหา สามารถเข้าถึง การบ้าน สมุดเกรดและประกาศจากทางโรงเรียนได้สะดวกมากขึ้น ซึ่งเป้าหมายสำคัญของ edmodo คือ การใช้ประสิทธิภาพของเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อช่วยให้ครู นักการศึกษาสามารถจัดการ ห้องเรียนและจัดการนักเรียนทุกคนได้ ซึ่งเว็บไซต์นี้สามารถสร้างแบบฝึกหัด แบบทดสอบ โพล สามารถเก็บคะแนนและรวมคะแนนจากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบได้

Carta (2008 : Online) กล่าวว่า เครือข่ายสังคมออนไลน์ชื่อเอ็ดโมโดมีลักษณะคล้ายกับ ทวิตเตอร์ สำหรับผู้สอน นักเรียนและองค์กรการศึกษา มีความปลอดภัย สามารถควบคุมความเป็น ส่วนตัวของสมาชิกได้ บริการแบบไมโครบล็อกส่วนตัว (Micro-Blogging Service)

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2555 : 1) กล่าวว่า เครือข่ายสังคมออนไลน์ชื่อเอ็ดโมโด คือเครือข่าย สังคมที่ให้ความเป็นส่วนตัวสำหรับผู้สอนและนักเรียนในการแลกเปลี่ยน แบ่งปันความคิดเห็น แลกเปลี่ยนไฟล์ แจ้งเหตุการณ์และมอบหมายงานต่างๆ สามารถรับ -ส่งไฟล์ ให้คะแนนได้ ซึ่งมี ลักษณะคล้ายกับเฟสบุ๊ก โดยเครือข่ายสังคมออนไลน์ชื่อเอ็ดโมโดนั้น ถูกออกแบบให้เป็นเครื่องมือทาง การศึกษาอย่างแท้จริง

จากการศึกษาความหมายของเครือข่ายสังคมออนไลน์ edmodo สามารถสรุปได้ดังนี้ เครือข่ายสังคมออนไลน์ edmodo เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีความเป็น ส่วนตัวที่มีการรักษาความปลอดภัยสำหรับผู้สอน นักเรียน ซึ่งช่วยในการจัดการห้องเรียนและนักเรียน ได้ทั้งการสร้างใบความรู้ แบบฝึกหัด แบบทดสอบและคิดคะแนน และยังสามารถแลกเปลี่ยนความ คิดเห็น แลกเปลี่ยนไฟล์ ทำงานร่วมกัน โดยมีลักษณะคล้ายเฟสบุ๊กทำให้ง่ายต่อการใช้งาน

2.2.5 การพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC)

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2554 : ออนไลน์) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (อังกฤษ : ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Systems Analysis) เป็นการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานปัจจุบัน (Current System) เพื่อออกแบบระบบการทำงานใหม่ (New System) นอกจากออกแบบสร้างระบบงานใหม่แล้ว เป้าหมายในการวิเคราะห์ระบบต้องการปรับปรุงและแก้ไขระบบงานเดิมให้มีทิศทางที่ดีขึ้น โดยก่อนที่ระบบงานใหม่ ยังไม่นำมาใช้ งาน ระบบงานที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันเรียกว่า ระบบปัจจุบัน แต่ถ้าต่อมามีการพัฒนาาระบบใหม่และนำมาใช้งาน เราจะเรียกระบบปัจจุบันที่เคยใช้นั้นว่า ระบบเก่า (Old System)

วิวัฒน์ พัฒนา (2553 : 21) วงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle : SDLC) คือกระบวนการทางความคิด (Logical Process) พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาทางธุรกิจและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ วงจรพัฒนาระบบมีทั้งหมด 7 ขั้นตอนคือ

1. เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) การที่จะแก้ไขระบบเดิมที่มีอยู่แล้วไม่ใช่เรื่องง่ายนักหรือแม้แต่การสร้างระบบใหม่ ดังนั้นควรจะมีการศึกษาเสียก่อนว่า ความต้องการของเราเพียงพอที่เป็นไปได้หรือไม่ ได้แก่ "การศึกษาความเป็นไปได้" (Feasibility Study)

2. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) จุดประสงค์ของการศึกษาความเป็นไปได้คือการกำหนดว่าปัญหาคืออะไรและตัดสินใจว่าการพัฒนาสร้างระบบสารสนเทศ หรือการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมมีความเป็นไปได้หรือไม่โดยเสียค่าใช้จ่ายและเวลาน้อยที่สุด และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ปัญหาต่อไปคือ นักวิเคราะห์ระบบจะต้องกำหนดให้ได้ว่า การแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีความเป็นไปได้ทางเทคนิคและบุคลากร ปัญหาทางเทคนิคก็จะเกี่ยวข้องกับเรื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องมือต่างๆถ้ามีรวมทั้งเรื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ด้วย ตัวอย่างคือ คอมพิวเตอร์ ที่ใช้อยู่ในบริษัทเพียงพอหรือไม่ คอมพิวเตอร์ อาจจะมีเนื้อที่ของฮาร์ดดิสก์ไม่เพียงพอ รวมทั้งซอฟต์แวร์ ว่าอาจจะต้องซื้อใหม่ หรือพัฒนาขึ้นใหม่ เป็นต้น ความเป็นไปได้ทางด้านบุคลากร คือ บริษัทมีบุคคลที่เหมาะสมที่จะพัฒนาและติดตั้งระบบเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่มีจะหาได้หรือไม่ จากที่ใด เป็นต้น นอกจากนี้ควรจะให้ความสนใจว่าผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นอย่างไรกับการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งความเห็นของผู้บริหารด้วย

3. วิเคราะห์ (Analysis) เริ่มเข้าสู่การวิเคราะห์ระบบ การวิเคราะห์ระบบเริ่มตั้งแต่การศึกษาระบบการทำงานของธุรกิจนั้นในกรณีที่เราศึกษานั้นเป็นระบบสารสนเทศอยู่แล้วจะต้องศึกษาว่าทำงานอย่างไร เพราะเป็นการยากที่จะออกแบบระบบใหม่โดยที่ไม่ทราบว่ารระบบเดิมทำงานอย่างไรหรือธุรกิจดำเนินการอย่างไร หลังจากนั้นกำหนดความต้องการของระบบใหม่ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องใช้เทคนิคในการเก็บข้อมูล (Fact-Gathering Techniques) ได้แก่ ศึกษาเอกสารที่มีอยู่ ตรวจสอบวิธีการทำงานในปัจจุบัน สัมภาษณ์ผู้ใช้และผู้จัดการที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ เอกสารที่มีอยู่ ได้แก่ คู่มือการใช้งาน แผนผังใช้งานขององค์กรรายงานต่างๆที่หมุนเวียนในระบบการศึกษาวิธีการทำงานในปัจจุบันจะให้นักวิเคราะห์ระบบรู้ว่าระบบจริงๆทำงานอย่างไร ซึ่งบางครั้งค้นพบข้อผิดพลาดได้ ตัวอย่าง เช่น เมื่อบริษัทได้รับใบเรียกเก็บเงินจะมีขั้นตอนอย่างไรในการจ่ายเงิน ขั้นตอนที่เสมียนป้อนใบเรียกเก็บเงินอย่างไร ฝ่าสังเกตรการทำงานของผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจและเห็นจริงๆ ว่าขั้นตอนการทำงานเป็นอย่างไร ซึ่งจะทำให้นักวิเคราะห์ระบบค้นพบจุดสำคัญของระบบว่าอยู่ที่ใด

4. ออกแบบ (Design) ในระยะแรกของการออกแบบ นักวิเคราะห์ระบบจะนำการตัดสินใจของฝ่ายบริหารที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ด้วย (ถ้ามีหรือเป็นไปได้) หลังจากนั้นนักวิเคราะห์ระบบจะนำแผนภาพต่างๆ ที่เขียนขึ้นในขั้นตอนการวิเคราะห์มาแปลงเป็นแผนภาพลำดับชั้น (แบบต้นไม้) เพื่อให้มองเห็นภาพลักษณะที่แน่นอนของโปรแกรมว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรและโปรแกรมอะไรบ้างที่จะต้องเขียนในระบบ หลังจากนั้นก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มตัดสินใจว่าควรจัดโครงสร้างจากโปรแกรมอย่างไร การเชื่อมระหว่างโปรแกรมควรจะทำอย่างไร
ในขั้นตอนการวิเคราะห์ นักวิเคราะห์ระบบต้องหว่า "จะต้องทำอะไร (What)" แต่ในขั้นตอนการออกแบบต้องรู้ว่า "จะต้องทำอะไร (How)" ในการออกแบบโปรแกรมต้องคำนึงถึงความปลอดภัย (Security) ของระบบด้วย เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเช่น "รหัส" สำหรับผู้ใช้ที่มีสิทธิ์สำรองไฟล์ข้อมูลทั้งหมด เป็นต้น

ถัดมาระบบจะต้องออกแบบวิธีการใช้งาน เช่น กำหนดว่าการป้อนข้อมูลจะต้องทำอย่างไร จำนวนบุคลากรที่ต้องการในหน้าที่ต่างๆ แต่ถ้านักวิเคราะห์ระบบตัดสินใจว่าการซื้อซอฟต์แวร์ดีกว่า การเขียนโปรแกรม ขั้นตอนการออกแบบก็ไม่จำเป็นเลย เพราะสามารถนำซอฟต์แวร์สำเร็จรูปมาใช้งานได้ทันที

สิ่งที่นักวิเคราะห์ระบบออกแบบมาทั้งหมดในขั้นตอนที่กล่าวมาทั้งหมดจะนำมาเขียนรวมเป็นเอกสารชุดหนึ่งเรียกว่า "ข้อมูลเฉพาะของการออกแบบระบบ" (System Design Specification) เมื่อสำเร็จแล้วโปรแกรมเมอร์สามารถใช้เป็นแบบในการเขียนโปรแกรมได้ทันทีที่สำคัญก่อนที่จะส่งถึงมีโปรแกรมเมอร์เราควรตรวจสอบกับผู้ใช้ว่าพอใจหรือไม่ และตรวจสอบกับทุกคนในทีมว่าถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่และแน่นอนที่สุดต้องส่งให้ฝ่ายบริหารเพื่อตัดสินใจว่าจะดำเนินการต่อไปหรือไม่ ถ้าอนุมัติก็ผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction)

5. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) ในขั้นตอนนี้โปรแกรมเมอร์จะเริ่มเขียนและทดสอบโปรแกรมว่าทำงานถูกต้องหรือไม่ต้องมีการทดสอบกับข้อมูลจริงที่เลือกแล้ว ถ้าทุกอย่างเรียบร้อยเราจะได้โปรแกรมที่พร้อมที่จะนำไปใช้งานจริงต่อไป หลังจากนั้นต้องเตรียมคู่มือการใช้และการฝึกอบรมผู้ใช้งานจริงของระบบ

โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมตามข้อมูลที่ได้จากเอกสารข้อมูลเฉพาะของการออกแบบ (Design Specification) ปกติแล้วนักวิเคราะห์ระบบไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการเขียนโปรแกรม แต่ถ้าโปรแกรมเมอร์คิดว่าการเขียนอย่างอื่นดีกว่าจะต้องปรึกษานักวิเคราะห์ระบบเสียก่อน เพื่อให้ว่่านักวิเคราะห์จะบอกได้ว่าโปรแกรมที่จะแก้ไขนั้นมีผลกระทบต่อระบบทั้งหมดหรือไม่ โปรแกรมเมอร์เขียนเสร็จแล้วต้องมีการทบทวนกับนักวิเคราะห์ระบบและผู้ใช้งาน เพื่อค้นหาข้อผิดพลาด วิธีการนี้เรียกว่า "Structure Walkthrough" การทดสอบโปรแกรมจะต้องทดสอบกับข้อมูลที่เลือกแล้วชุดหนึ่ง ซึ่งอาจจะเลือกโดยผู้ใช้ การทดสอบเป็นหน้าที่ของโปรแกรมเมอร์ แต่นักวิเคราะห์ระบบต้องแน่ใจว่าโปรแกรมทั้งหมดจะต้องไม่มีข้อผิดพลาด

6. การปรับเปลี่ยน (Conversion) ขั้นตอนนี้บริษัทนำระบบใหม่มาใช้แทนของเก่าภายใต้การดูแลของนักวิเคราะห์ระบบ การป้อนข้อมูลต้องทำให้เรียบร้อยและในที่สุดบริษัทเริ่มต้นใช้งานระบบใหม่นี้ได้ การนำระบบเข้ามาควรจะทำอย่างค่อยเป็นค่อยไปที่ละน้อย ที่ดีที่สุดคือ ใช้ระบบใหม่ควบคู่ไปกับระบบเก่าไปสักระยะหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกันแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าเรียบร้อยก็เอาระบบเก่าออกได้ แล้วใช้ระบบใหม่ต่อไป

7. บำรุงรักษา (Maintenance) การบำรุงรักษาได้แก่ การแก้ไขโปรแกรมหลังจากการใช้งานแล้ว สาเหตุที่ต้องแก้ไขโปรแกรมหลังจากใช้งานแล้ว สาเหตุที่ต้องแก้ไขระบบส่วนใหญ่มี 2 ข้อ คือ

7.1 มีปัญหาในโปรแกรม (Bug)

7.2 การดำเนินงานในองค์กรหรือธุรกิจเปลี่ยนแปลงไป

จากสถิติของระบบที่พัฒนาแล้วทั้งหมดประมาณ 40% ของค่าใช้จ่ายในการแก้ไขโปรแกรม เนื่องจากมี "Bug" ดังนั้นนักวิเคราะห์ระบบควรให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษา ซึ่งปกติจะคิดว่าไม่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญมากขึ้นเมื่อธุรกิจขยายตัวมากขึ้น ความต้องการของระบบอาจจะเพิ่มมากขึ้น เช่น ต้องการรายงานเพิ่มขึ้น ระบบที่ดีควรจะแก้ไขเพิ่มเติมสิ่งที่ต้องการได้ การบำรุงรักษาระบบควรจะอยู่ภายใต้การดูแลของนักวิเคราะห์ระบบ เมื่อผู้บริหารต้องการแก้ไขส่วนใดนักวิเคราะห์ระบบต้องเตรียมแผนภาพต่าง ๆ และศึกษาผลกระทบต่อระบบและให้ผู้บริหารตัดสินใจต่อไปว่าควรจะแก้ไขหรือไม่

ความรู้เบื้องต้นในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ . [ออนไลน์]. ได้ให้ความหมาย วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) คือ กระบวนการทางความคิด (Logical Process) ในการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหาทางธุรกิจและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้โดยระบบที่จะพัฒนานั้น อาจเริ่มด้วยการพัฒนาระบบใหม่เลยหรือนำระบบเดิมที่มีอยู่แล้วมาปรับเปลี่ยนให้ดียิ่งขึ้น ขั้นตอนในวงจรการพัฒนาระบบช่วยให้ นักวิเคราะห์ระบบสามารถดำเนินการได้อย่างมีแนวทางและเป็นขั้นตอนทำให้สามารถควบคุมระยะเวลาและงบประมาณในการปฏิบัติงานของโครงการพัฒนาระบบได้

รัชนี กัลยาวิชัย (2545 : 11-13) ได้ให้ความหมายวงจรการพัฒนาระบบ หมายถึง วงจรที่แสดงขั้นตอนที่เกิดขึ้นในการพัฒนาระบบ โดยแบ่งเป็น 7 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา โอกาสและจุดมุ่งหมาย ขั้นตอนที่ 2 การสืบความต้องการของผู้ใช้ ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ระบบ ขั้นตอนที่ 4 การออกแบบระบบ ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาระบบ ทดสอบและจัดทำเอกสาร ขั้นตอนที่ 6 การดำเนินงานและประเมินผล ขั้นตอนที่ 7 การบำรุงรักษาระบบ

จากการศึกษา วงจรการพัฒนาระบบสามารถสรุปได้ว่า วงจรการพัฒนาระบบของ วิทวัฒน์ พัฒนา (2553 : 21) คือ กระบวนการทางความคิดพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อแก้ปัญหา ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ได้ โดยมีกระบวนการ 7 ขั้นตอน 1. เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) 2. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) 3. วิเคราะห์ (Analysis) 4. ออกแบบ (Design) 5. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) 6. การปรับเปลี่ยน (Conversion) 7. บำรุงรักษา (Maintenance)

2.3 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ (Efficiency) เป็นวิธีการประเมินผลบทเรียนออนไลน์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากเป็นกระบวนการตรวจวัดความรู้จากนักเรียนที่ได้ศึกษาบทเรียนโดยตรงพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกจึงเป็นผลมาจากการศึกษาบทเรียนทั้งสิ้น ตัวอย่างเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ได้แก่ เกณฑ์ที่อยู่รูปของ E_1/E_2 เช่น 90/90

2.3.1 การหาประสิทธิภาพบทเรียน

มนต์ชัย เทียนทอง (2545 : 309) ได้อธิบายการหาประสิทธิภาพบทเรียนโดยใช้ เกณฑ์ที่อยู่รูปของ E_1/E_2 หรือ E_1/E_2 เช่น 90/90 หรือ 85/85 ซึ่งเป็นการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ โดยการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

(Effectiveness) หมายถึง ความรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในรูปคะแนนหรือความสามารถในการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหลังจากที่ศึกษาเนื้อหาบทเรียนแล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสามารถแสดงผลได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพแต่ไม่นิยมนำเสนอเป็นค่าโดดๆ ซึ่งมักจะเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ เงื่อนไขต่างๆ หรือเปรียบเทียบกับระหว่างกลุ่มนักเรียนด้วยกัน เช่น มีค่าสูงขึ้นหรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่มการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้นักเรียนสามารถทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบระหว่างบทเรียน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบหลังบทเรียนจนบรรลุวัตถุประสงค์ในระดับ
เกณฑ์ขั้นต่ำตามที่กำหนดไว้ได้นั้นจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานสำหรับความหมายของประสิทธิภาพ
ของบทเรียนออนไลน์มีดังนี้

ร้อยละ 95 - 100	หมายถึง	บทเรียนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม (Excellent)
ร้อยละ 90 - 94	หมายถึง	บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good)
ร้อยละ 85 - 89	หมายถึง	บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fairly Good)
ร้อยละ 80 - 84	หมายถึง	บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair)
ต่ำกว่าร้อยละ 80	หมายถึง	บทเรียนต้องปรับปรุงแก้ไข (Poor)

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียน คือ ถ้ากำหนด
เกณฑ์ที่สูงจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากขึ้น แต่ไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะพัฒนาบทเรียน
ให้ได้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่บรรลุถึงเกณฑ์ที่กำหนดในระดับนั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วในการกำหนดไม่
ควรต่ำกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากจะทำให้บทเรียนลดความสำคัญลงไป ส่งผลให้นักเรียนไม่สนใจ
บทเรียนและเกิดความล้มเหลวทางการเรียนในที่สุด

ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2520 : 136) กล่าวว่า การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่า
เท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้
80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น
75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำ เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

หลังจากการทดลองภาคสนาม เมื่อได้ค่า E_1/E_2 แล้วจึงนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์
ที่ตั้งไว้ว่าจะอนุโลมให้มีระดับผิดพลาดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ 2.5 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์

การยอมรับเกณฑ์ประสิทธิภาพ การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนอาจกำหนดไว้ระดับ

1. “สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนอาจกำหนดไว้ 3 ระดับ
2. “เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน
2.5 %”
3. “ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือ
ว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

จากการศึกษาการหาประสิทธิภาพของบทเรียนสามารถสรุปได้ดังนี้ บทเรียนออนไลน์เพื่อการ
ทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ เนื่องจากเนื้อหาวิชาเป็นการเขียนโปรแกรมและเชื่อมต่อ
อุปกรณ์ในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติเป็นเนื้อหาวิชาทางด้านทักษะปฏิบัติ จึงกำหนดเกณฑ์ในการหา
ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ 80/80

2.4 ทักษะปฏิบัติ

2.4.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติ

ทักษะปฏิบัติเป็นการแสดงออกถึงพฤติกรรม ความสามารถหรือความชำนาญในการทำงาน
ซึ่งมีนักการศึกษาและหน่วยงานให้ความหมายทักษะปฏิบัติไว้ดังต่อไปนี้

Simpson (1972 : 56-60) ได้กล่าวว่า ทักษะเป็นเรื่องที่มีความเกี่ยวข้องกับพัฒนาการทาง
กายของนักเรียน เป็นความสามารถในการประสานการทำงานของกล้ามเนื้อหรือร่างกาย ในการ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อหลายๆ ส่วนการทำงานดังกล่าวเกิดขึ้นจากการสั่งงานของสมอง ซึ่งต้องมีปฏิสัมพันธ์กับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทักษะปฏิบัตินี้สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝน ซึ่งหากได้รับการฝึกฝนที่ดีแล้วจะเกิดความถูกต้อง ความคล่องแคล่ว ความเชี่ยวชาญชำนาญการและความคงทน ผลของพฤติกรรมหรือการกระทำสามารถสังเกตได้จากความรวดเร็ว ความแม่นยำ ความแรงหรือความราบรื่นในการจัดการ

Harrow (1972 : 96-99) ได้จัดลำดับขั้นของการเรียนรู้ทางด้านทักษะปฏิบัติไว้ 5 ขั้น โดยเริ่มจากระดับที่ซับซ้อนน้อยไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนมาก ดังนั้นการกระทำจึงเริ่มจากการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อใหญ่ไปถึงการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อย่อยลำดับขั้นดังกล่าวได้แก่การเลียนแบบ การลงมือกระทำตามคำสั่ง การกระทำอย่างถูกต้องสมบูรณ์ การแสดงออกและการกระทำอย่างเป็นธรรมชาติ

Davies (1971 : 50-56) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะปฏิบัติไว้ว่า ทักษะส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยทักษะย่อย ๆ จำนวนมาก การฝึกให้นักเรียนสามารถทำทักษะย่อย ๆ เหล่านี้ได้ก่อนแล้วค่อยเชื่อมโยงต่อกันเป็นทักษะใหญ่ จะช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จได้ดีและรวดเร็วขึ้น

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531 : 319) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ หมายถึง พฤติกรรมที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่แสดงปฏิกิริยาออกมาให้เห็นอยู่ภายใต้การควบคุมของจิตโดยมีการประสานสัมพันธ์ระหว่างประสาทสัมผัส สมองและประสาทสัมผัสกล้ามเนื้อ

ประวิตร ชูศิลป์ (2541 : 2) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ หมายถึง การลงมือกระทำหรือปฏิบัติอย่างชำนาญจนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การหยิบจับ ใช้เครื่องมือ การสังเกต การจัดการกระทำกับข้อมูล การออกแบบการทดลอง การแปลความหมายข้อมูล

ศรียรัตน์ บำรุงชาติ (2553 : ออนไลน์) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ หมายถึง การมีความรู้และมีความชำนาญปฏิบัติได้เป็นอย่างดี ทั้งที่เป็นทักษะฝีมือและทักษะทางปัญญา

ลลิตา ยิ่งคง (2553 : 32) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติ หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองด้วยความชำนาญ มีเทคนิควิธีการในการปฏิบัติทดลองทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนการเก็บและรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย

จากการที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะปฏิบัติ หมายถึง การแสดงออกถึงพฤติกรรม ความสามารถหรือความชำนาญในการทำงาน ซึ่งสามารถพัฒนาได้จากการฝึกฝนจากทักษะย่อย ๆ แล้วเชื่อมโยงเป็นทักษะใหญ่ จนปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสมและสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง คล่องแคล่ว ปลอดภัย และมีความคงทนทันกำหนดเวลา อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างผลงานเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน

2.4.2 วิธีการวัดทักษะปฏิบัติ

วิธีการวัดทักษะปฏิบัติ เป็นการวัดความสามารถในการจัดการกระทำตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดให้ทำเป็นหลัก ซึ่งสามารถแบ่งประเภทวิธีการวัดทักษะปฏิบัติตามลักษณะของงานที่กำหนด ของสุนันท์ ศลโกสมออ้างอิงใน ประเวศ เวชชะ (2529 : 9-11) ได้ 3 ประเภท คือ

1. การเลียนแบบเป็นการวัดในลักษณะที่กำหนดเงื่อนไขของการปฏิบัติ เป็นสถานการณ์ซึ่งคล้ายคลึงกับความเป็นจริงมากที่สุดแล้วกำหนดข้อคำถามถึงวิธีการหรือการกระทำให้ได้ผลลัพธ์ในเรื่องนั้น หรือจะเป็นการกำหนดชิ้นงานเป็นแบบให้ผู้ถูกประเมิน เพื่อให้ผู้ถูกประเมินทำงานให้ถูกต้องเหมือนกับแบบที่กำหนดให้หรืออาจจะกำหนดแบบใดแบบหนึ่งซึ่งแบบที่กำหนดให้นั้นผิดความจริงหรือผิดปกติไปจากหลักเกณฑ์ที่แท้จริง แล้วให้ผู้ถูกสอบแก้ไขแบบนั้นให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่เอกสารนี้เป็นการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของแบบประเมินแบบเวียนแบบ ได้แก่ การพิมพ์ดีด การแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น การกำหนดเครื่องมือที่แยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ออก แล้วให้ประกอบขึ้นส่วนนั้นให้ถูกต้อง การคัดลายมือ การตัดเส้นตามแบบ เป็นต้น

2. การสร้างสถานการณ์จำลองเป็นการวัดที่กำหนดสถานการณ์จำลองให้เหมือนจริงมากที่สุด แล้วให้ลงมือปฏิบัติตามสถานการณ์จำลองนั้น เช่น การทดสอบขับรถยนต์ในสนามหลักสำคัญที่กำหนดสถานการณ์จำลองต้องให้คล้ายกับสภาพจริง คือเป็นไปตามธรรมชาติหรือสภาพแวดล้อมที่แท้จริงและต้องมีเครื่องมือให้เหมือนสภาพที่ใช้จริง นอกจากนั้นต้องมีการปฏิบัติงานของผู้ถูกประเมินที่จะต้องมีการปฏิบัติที่แสดงออก ซึ่งทั้งวิธีการปฏิบัติและผลผลิตที่จะเกิดวิธีในการทดสอบปฏิบัติโดยใช้สถานการณ์จำลอง ผู้ประเมินจะต้องชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำงานให้แก่ผู้ถูกประเมินทราบล่วงหน้าและต้องใช้เวลาในการประเมินเป็นระยะ ๆ พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้ถูกประเมินทราบถึงจุดบกพร่องเพื่อให้ผู้ถูกประเมินได้แก้ไข

3. การกำหนดงานเป็นการกำหนดงานให้ทำเป็นข้อหรือเป็นโครงการหรือเป็นเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน เป็นการดูความสามารถในการทำงานของบุคคลทั้งด้านประสิทธิภาพและผลผลิตที่ได้ ในการพิจารณาการประเมินผลภาคปฏิบัติ ต้องพิจารณาทั้งผลผลิตและวิธีการปฏิบัติ (Product and Procedure) ทั้งด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลผลิต (Product) เป็นผลสุดท้ายที่ได้รับหรือเป็นผลของการกระทำผลงานที่เกิดขึ้นในรูปแบบที่จะนับจำนวนเป็นปริมาณนั้นคือ มีประสิทธิผลตามที่ต้องการ การพิจารณาผลผลิตต้องดูที่ปริมาณและคุณภาพของสิ่งนั้นว่า เป็นไปตามที่กำหนดหรือตามที่ได้วางมาตรฐานไว้หรือไม่เป็นการประเมินแบบอัตนัย เพื่อที่จะให้คะแนนได้เป็นปรนัย ดังนั้นผู้ประเมินต้องพิจารณาในสิ่งต่อไปนี้

1.1 คุณภาพที่ดีของผลผลิตนั้นประกอบด้วยอะไร

1.2 ผลผลิตที่ดีแต่ละคุณสมบัติเป็นอย่างไร

1.3 ผลผลิตที่มีคุณค่าทางวัตถุและจิตใจนั้นมีความหมายอย่างไร ต้องการนำหนักด้านใดมาก

2. วิธีปฏิบัติเป็นขบวนการของการกระทำจากผู้ปฏิบัติที่กำลังดำเนินงาน เป็นการแสดงถึงขั้นตอนการดำเนินงานและปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนให้ถูกต้องตามวิธีการรวมถึงการพิจารณาด้านจิตใจด้วย ผู้ประเมินต้องกำหนดหลักการไว้ดังนี้

2.1 ศึกษาขั้นตอน ลำดับขั้นตอนและวิธีการในการปฏิบัติงานที่จะทำการประเมิน

2.2 ศึกษาว่าประสิทธิผลของการทำงานในสิ่งที่จะประเมินนั้น หมายถึงอะไร มีสภาพการดำเนินงานอย่างไร

2.3 ประสิทธิผลของการทำงานนั้นมีผลงานใดปรากฏในแต่ละขั้นบ้าง ผลงานที่สำคัญคืออะไร

2.4 ผู้ประเมินต้องมีประสบการณ์ในการพิจารณาพฤติกรรมของผู้ถูกประเมินและสามารถแปลความหมายของพฤติกรรมที่แสดงออกได้

2.5 สามารถเปรียบเทียบผลจากการสังเกตในการปฏิบัติของผู้ถูกประเมินกับเกณฑ์มาตรฐานได้

งานของภาคปฏิบัติบางลักษณะผลผลิตกับการปฏิบัติจะไปด้วยกัน นั่นคือ การทำงานนั้น ๆ ไม่มีผลผลิตตกค้างอยู่ เช่น การเต้นรำ การร้องเพลง การเล่นดนตรี เป็นต้น

บุษยาม ศรีสะอาด (2543 : 55-56) ได้ให้ความหมาย การวัดทักษะปฏิบัติเป็นการวัดความสามารถในการปฏิบัติหรือการกระทำของนักเรียน ซึ่งจะต้องวัดผลงานจากการปฏิบัติหรือ

ผลผลิต (Products) และวิธีปฏิบัติ (Procedures) ซึ่งสามารถสรุปจำแนกวิธีการวัดภาคปฏิบัติตามลักษณะของงานที่กำหนดให้ ทำเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. วิธีวัดแบบการจำแนก (Recognition Or Identification) เป็นวิธีวัดความสามารถในการจำลักษณะที่จำเป็นของการกระทำหรือผลงานที่จำแนกสิ่งของลักษณะของการวัด เช่น จะทำให้เครื่องมือมีความบกพร่องผิดเพี้ยนไปจากสภาพปกติ (อาจปรับไว้ไม่ดีหรือนำบางชิ้นออก) ให้ผู้สอบจำแนกจุดบกพร่องนั้น เป็นการวัดการรู้จักความผิดพลาด ความถูกต้องของเครื่องมือ กระบวนการหรือผลผลิต ลักษณะของการวัดอีกลักษณะหนึ่ง คือ ให้ผู้สอบพิจารณาตัดสินเลือกผลงานที่ดีและที่ด้อย อาจเป็นผลงานทางศิลปะ ผลงานการเขียนเรียงความ

2. วิธีวัดแบบใช้สถานการณ์จำลอง (Simulated Situation) เป็นการวัดที่ไม่ใช้สถานการณ์จริงแต่จะจำลองสถานการณ์หรือการปฏิบัติจริงที่มุ่งวัด เช่น วัดความสามารถในการบังคับทิศทางด้วยพวงมาลัยและปฏิกิริยาในการหยุดรถโดยใช้เครื่องจำลองไม่ได้ใช้ขั้วรถยนต์จริงตามท้องถนนแม้ว่าจะไม่ใช่สถานการณ์จริงแต่มีข้อดีหลายประการ เช่น มีความประหยัด สะดวก และปลอดภัยกว่าสถานการณ์จริงมาก แบบทดสอบประเภทนี้บางครั้งเรียกว่า Miniature Test

3. วิธีวัดแบบใช้ตัวอย่าง (Work Sample) เป็นการให้ปฏิบัติตามภาวะปกติของการปฏิบัติงานประเภทนั้น ๆ อาจเป็นการกำหนดให้ปฏิบัติงานตามลำดับที่สมบูรณ์ของพฤติกรรมหรือการกระทำที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้นหรืออาจเลือกเพียงตัวอย่างของพฤติกรรมการทำงานก็ได้ เนื่องจากงานบางอย่างจะต้องใช้เวลาและมีปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายจึงนิยมเลือกตัวอย่างของการปฏิบัติงานซึ่งสามารถพยากรณ์พฤติกรรมทั้งหมดได้อย่างเพียงพอ งานบางอย่างจะมีความถูกต้องอย่างชัดเจน เช่น การปาเป้า การสอนพิมพ์ดีด การให้คะแนนการปฏิบัติงานประเภทนี้จะมีความเป็นปรนัย แต่งานบางอย่างให้คะแนนยาก ขึ้นกับการพิจารณาของผู้ประเมิน เช่น การเล่นดนตรีหรือคุณภาพของการปฏิบัติที่สะท้อนจากผลงานที่ปรากฏ เช่น การวาดภาพ ฯลฯ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งสร้างแบบ ทดสอบ วัดทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นวิธีการวัดทักษะปฏิบัติที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้จึงใช้แนวของสุนันท์ ศลโกสุม อ่างใน ประเวศ เวชชะ (2529 : 9-11) คือ การเลียนแบบ และการกำหนดงานซึ่งเป็นการทำงานตามแบบที่กำหนด กำหนดชิ้นงานเป็นแบบให้นักเรียนและให้นักเรียนในการใช้อุปกรณ์เพื่อประกอบหุ่นยนต์และเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ให้สามารถกระทำภารกิจตามแบบได้

2.4.3 เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติ

เชิดศักดิ์ ไชวสินธุ์ (ม.ป.ป. : 1) เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติเป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อวิเคราะห์และวัดทักษะของนักเรียนในด้านการปฏิบัติหรือการกระทำที่ให้เลือกปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่ได้ควบคุมไว้เป็นอย่างดี

บุญชม ศรีสะอาด (2543 : 56-57) การประเมินผลภาคปฏิบัติ ผู้ประเมินผลจะอาศัยการสังเกตวิธีปฏิบัติหรือผลผลิตโดยใช้แบบทดสอบที่มีหลายลักษณะ ได้แก่

1. การเรียงลำดับ (Ranking) ผู้ประเมินจะทำการเรียงลำดับใน 2 ลักษณะ คือ ประการแรก เรียงลำดับการปฏิบัติ (วิธีการ) ของผู้ถูกประเมินที่แสดงออกมาโดยพิจารณาพฤติกรรมคุณลักษณะเดียวที่นิยามไว้อย่างชัดเจน เช่น การเบรก (หยุด) รถได้อย่างเหมาะสม การเย็บผ้ามีเส้นด้ายที่เย็บได้ตรงแนว ถ้าทำการเรียงอันดับโดยพิจารณาหลายคุณลักษณะไปพร้อม ๆ กัน เช่น เรียงอันดับความสามารถทั่ว ๆ ไปในการขับรถ พิจารณาจากการวางท่าทาง การออกสตาร์ทรถ การเลี้ยง

พวงมาลัยและการหยุดรถจะทำได้ยากและลดความเชื่อมั่นลง ประการที่สอง นำผลงานของผู้ถูก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมินมาเรียงลำดับตามคุณภาพของงานเป็นอันดับ 1, 2, 3 การเรียงอันดับทั้งสองประการจะเป็นที่เชื่อถือได้เมื่อเรียงอันดับโดยพิจารณาคุณลักษณะเดียวและถ้าเป็นไปได้ควรประเมินซ้ำ โดยผู้ประเมินคนเดิมได้กระทำไว้

2. การประเมินระดับค่า (Rating) ผู้ประเมินจะทำการประเมินระดับค่าแต่ละคุณลักษณะของกระบวนการหรือผลผลิตว่าอยู่ในระดับสูงหรือต่ำเพียงใด ตามระดับที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งอาจมีระดับให้เลือก 3 ระดับหรือ 4 ระดับหรือ 5 ระดับหรือมากกว่านั้น โดยทั่วไปไม่เกิน 11 ระดับ มาตราส่วนประมาณค่ามีหลายรูปแบบอาจเป็นตัวเลขหรืออาจเป็นแบบบรรยาย การประเมินดังกล่าวจะได้ผลดีเมื่อพิจารณาคุณลักษณะเดียวที่นิยามไว้อย่างชัดเจนและจะดียิ่งขึ้นเมื่อมีการประเมินซ้ำ

3. การตรวจสอบรายการ (Checklist) จะมีรายการของการกระทำไม่ว่าจะเป็นการกระทำที่ปรารถนาหรือไม่ก็ตาม ให้ผู้ประเมินตรวจสอบว่า ผู้ถูกประเมินได้มีการแสดงออกซึ่งการกระทำนั้น ๆ หรือไม่ โดยมีรูปแบบ 3 รูปแบบ คือ แบบแรก จะให้ทำเครื่องหมายเพื่อแสดงว่ามีรายการนั้น ๆ ปรากฏจริง แบบที่สอง เป็นแบบพิจารณาถึงคุณภาพหรือความเหมาะสมด้วยคือ จะทำเครื่องหมายว่าการกระทำนั้น ๆ อยู่ในลักษณะที่พอใจหรือไม่พอใจหรือไม่ปรากฏรายการนั้น แบบที่สามจะพิจารณาผู้ถูกประเมินทำอะไรบ้างโดยเขียนหมายเลขแสดงลำดับของการกระทำในรายการที่กำหนดไว้จาก 1, 2, 3 ไปจนหมด ซึ่งจะชี้ถึงลำดับของการปฏิบัติงานของผู้ถูกประเมินนั้นโดยตลอด

4. การเปรียบเทียบระดับผลผลิต (Product Scale) จะมีตัวอย่างแสดงถึงผลงานในระดับต่าง ๆ อาจมีตัวเลขบอกคะแนนหรืออักษรบอกระดับ (เช่น A, B, C) กำกับไว้ ผู้ประเมินจะนำผลงานของผู้ถูกประเมินไปเปรียบเทียบกับใกล้เคียงกับผลงานใด ก็จะได้คะแนนหรือระดับตามตัวอย่างนั้น (หรือใกล้เคียง) เช่นกรณีของการตัดลายมือจะมีตัวอย่างลายมือที่ได้คะแนน 20 คะแนน 40 คะแนน 80 คะแนน 100 คะแนน นำเอาผลงานตัดลายมือที่จะประเมิน (ใช้ข้อความเดียวกันกับตัวอย่างทุกรายการ) ไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างดังกล่าว

5. การใช้ระเบียบเหตุการณ์ (Anecdotal Records) ทำการบันทึกการกระทำที่สำคัญในกระบวนการของการปฏิบัติของนักเรียน ในระเบียบเหตุการณ์จะระบุชื่อนักเรียน วันที่สังเกตการณ์ ผู้สังเกตการณ์และคำวิจารณ์ จะใช้ระเบียบเหตุการณ์เมื่อไม่สามารถที่จะทำให้นิยามลักษณะที่จะประเมินได้อย่างชัดเจนและไม่อาจสร้างมาตราส่วนประมาณค่า หรือแบบตรวจสอบรายการที่เหมาะสมได้

จากการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดผลงานภาคปฏิบัตินั้น สามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบสังเกตและแบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale)

2.4.4 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการปฏิบัติ

การสร้างแบบ ทดสอบ วัดทักษะปฏิบัติเป็นการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการจัดกระทำตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดให้ทำเป็นหลัก เพื่อใช้วัดทักษะของนักเรียนในด้านการปฏิบัติ โดยที่ขั้นตอนการสร้าง การวัดผลด้านทักษะปฏิบัติมักจะต้องวัดและประเมินผลทั้งกระบวนการและผลงาน โดยมีผู้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติดังนี้

สุมิล ว่องวานิช (2547 : 7-10) ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวัดผลด้านทักษะปฏิบัติ มีดังนี้

1. การวางแผนการสร้างเครื่องมือ

1.1 ศึกษาหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชาที่สอน ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ศึกษาธรรมชาติของงานที่ให้ปฏิบัติ เช่น วิชาดนตรี โดยธรรมชาติของวิชาเน้นการวัดผลงานเกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความซาบซึ้ง

1.3 วิเคราะห์คุณลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็นการวิเคราะห์หาพฤติกรรมการทำงานนั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงกิจกรรมต่างๆ ที่นักเรียนต้องปฏิบัติและลำดับขั้นตอนในการทำงานโดยให้ผู้เชี่ยวชาญในงานนั้น ๆ เป็นผู้กำหนด

1.4 กำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะที่วัด

2. การดำเนินการสร้างเครื่องมือ

2.1 กำหนดวิธีการวัดคุณลักษณะด้านทักษะ

2.2 กำหนดเครื่องมือวัดคุณลักษณะด้านทักษะ

2.3 กำหนดเนื้อหาที่ปรากฏในเครื่องมือ

2.4 กำหนดวิธีการตรวจให้คะแนน

2.5 สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ

3. ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.1 นำเครื่องมือไปทดลองใช้แล้วแก้ไขปรับปรุง

3.2 วิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

4. การตัดสินผลการทดสอบคุณภาพเครื่องมือเพื่อการไปสู่การนำไปใช้ในการวัดผลงาน

ภาคปฏิบัติ

นิโบล นิมกังรัตน (2548 : 1-45) ได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือเพื่อวัดผลงานภาคปฏิบัติไว้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นการวิเคราะห์วัตถุประสงค์และวิเคราะห์งาน ขั้นการสร้างเครื่องมือขั้นทดลองใช้เครื่องมือ ขั้นการวิเคราะห์หาคุณภาพและขั้นการนำเครื่องมือไปใช้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์วัตถุประสงค์และวิเคราะห์งาน สามารถแบ่งได้เป็นชั้นย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อจะทำให้ทราบว่า

พฤติกรรมที่มุ่งจะทำให้เกิดกับผู้ถูกวัดมีด้านใดบ้างและมีพฤติกรรมอยู่ในระดับใด พฤติกรรมใดที่เป็นพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยโดยที่ระดับของพฤติกรรมทางด้านการปฏิบัติมี 3 ชั้น ดังนี้

- ชั้นเลียนแบบที่ละขั้นตอน (Imitation)

- ชั้นสามารถปฏิบัติได้ (Control) โดยมีการประสานระหว่างความคิดกับอวัยวะส่วน

ที่เกี่ยวข้อง

- ชั้นนักเรียนมีความชำนาญในการปฏิบัติโดยอัตโนมัติ (Automatism)

1.2 ขั้นวิเคราะห์งาน เป็นขั้นที่จะต้องทำการวิเคราะห์ที่ให้ละเอียดและถูกต้องตามขั้นตอนของงานที่จะทำการวัดผล แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ชั้นเตรียม บ่งบอกให้ผู้ที่จะถูกวัดในงานภาคปฏิบัติ นั้น ๆ เตรียมหรือตรวจสอบสิ่งที่

จำเป็นก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

- ชั้นปฏิบัติ บ่งบอกลำดับขั้นในการปฏิบัติงานนั้น ๆ และบอกความสำคัญของแต่ละ

ขั้นตอน ซึ่งขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยกำหนดเกณฑ์ในการวัด

- ชั้นผลการปฏิบัติ บ่งบอกให้ทราบคุณภาพและประสิทธิภาพผลงาน ซึ่งประเมินจาก

ความประณีตและคุณภาพของงานที่ปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชั้นกิจกรรมในการปฏิบัติงาน ชั้นนี้บางที่ก็รวมอยู่ในชั้นผลการปฏิบัติ บางที่ก็สอดแทรกในชั้นปฏิบัติไปพร้อมกัน ซึ่งอาจจะวิเคราะห์ออกมาให้เห็นว่า จะดูพฤติกรรมด้านใดบ้าง เช่น อาจดู ความประณีต ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

1.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงการวิเคราะห์งานในชั้นนี้ ถ้าเป็นการวิเคราะห์งานจากกลุ่มผู้ชำนาญในงานนั้น ๆ หรือกลุ่มครูผู้สอนในวิชาหรือเนื้อหาที่ประมาณ 6-10 คน เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของงาน โดยมีวิธีหาความเที่ยงตรงการวิเคราะห์งานได้หลายวิธีดังนี้

วิธีที่ 1 การกำหนดจุดตัดต่ำสุดการยอมรับไว้ก่อน

1) นำผลการวิเคราะห์งานภาคปฏิบัติรายข้อ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเห็นโดยกำหนดค่าดังนี้

+ 1 = เมื่อแน่ใจว่าข้อรายการนั้นจำเป็นจะต้องวัด

0 = เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อรายการนั้นจำเป็นหรือไม่

- 1 = เมื่อแน่ใจว่าข้อรายการนั้นไม่จำเป็นจะต้องวัด

2) นำผลที่ได้จากข้อ 1 มาหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละรายข้อ

3) กำหนดจุดตัดต่ำสุดที่ยอมรับ เช่น 0.5

4) พิจารณาคัดเลือกข้อรายการที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ในการสร้าง

เครื่องมือต่อไป

วิธีที่ 2 ใช้ Chi-Square (χ^2) ทดสอบ

1) นำผลการวิเคราะห์งานภาคปฏิบัติรายข้อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตามความเห็นแต่ละข้อรายการว่า

() ใช่/จำเป็น

() ไม่ใช่/ไม่จำเป็น

() ไม่แน่ใจ/ไม่แน่ใจว่าจำเป็น

2) นำผลที่ได้จากข้อ 1 มาแจกแจงหาความถี่โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตอบว่า “จำเป็น” กับกลุ่ม “ไม่จำเป็น” “ไม่แน่ใจ”

3) คำนวณหาค่า Chi-Square (χ^2)

4) พิจารณาคัดเลือกข้อรายการที่ค่า Chi-Square ที่คำนวณได้ที่มีค่ามากกว่า Chi-Square จากตารางในระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ โดยเอาเฉพาะข้อรายการที่มีความถี่ด้าน “จำเป็น” ที่มากกว่าด้าน “ไม่จำเป็นไม่แน่ใจ” การตรวจสอบความเที่ยงตรงจะดูค่าทางบวก เพื่อหาความสอดคล้องและความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

วิธีที่ 3 ใช้ค่า Mean และ Standard Deviation

นำผลการวิเคราะห์งานภาคปฏิบัติรายข้อให้ผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาลงความเห็น ดังนี้

จำเป็นมากที่สุด (หลัก) ให้คะแนน 4

จำเป็นมาก (รอง) ให้คะแนน 3

จำเป็นปานกลาง (เสริม) ให้คะแนน 2

จำเป็นน้อย (นำร่อง) ให้คะแนน 1

ไม่จำเป็น (ควรตัดทิ้ง) ให้คะแนน 0

คำนวณค่า Mean ค่า Standard Deviation ในแต่ละข้อรายการ

ความหมายของค่า Mean (\bar{X})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\bar{X}	ค่า	0.0 – 0.4	จำเป็นน้อยมาก (ตัดทิ้ง)
		0.5 – 1.4	จำเป็นน้อย (นำร่อง)
		1.5 – 2.4	จำเป็นระดับปานกลาง (เสริม)
		2.5 – 3.4	จำเป็นมาก (รอง)
		3.5 – 4.0	จำเป็นมากที่สุด (หลัก)

พิจารณาคัดเลือกข้อรายการที่มีค่า $\bar{X} \geq 2.5$ และ $S \leq 1$

1.4 หาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่มุ่งจะให้เกิดกับงานในแต่ละขั้นตอนในขั้นนี้ สามารถทราบถึงระดับพฤติกรรมของงานในแต่ละขั้นตอน ในการวิเคราะห์ระดับพฤติกรรมนั้นจะยึด 3 ระดับ คือ ระดับเลียนแบบ (Imitation) ทำตามแบบ (Control) และระดับขั้นชำนาญ (Automation) มีวิธีการในการหาความสัมพันธ์ โดยการนำเอาขั้นของงานที่วิเคราะห์แล้วและพฤติกรรมที่มุ่งจะให้เกิดมาทำตารางความสัมพันธ์กัน พิจารณาแต่ละขั้นของงานตามความเหมาะสมของพฤติกรรมกับระดับขั้นของนักเรียน ส่วนมากจะนำขั้นตอนปฏิบัติมาพิจารณา ซึ่งอาจจะพิจารณาแบบรวม ๆ

2. ขั้นการสร้างเครื่องมือวัดผลงานภาคปฏิบัติ มีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 เขียนข้อรายการรายละเอียดในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลและขั้นกิจนิสัยให้กะทัดรัด และเข้าใจตรงกันสำหรับผู้ที่จะใช้เครื่องมือนี้

2.2 เขียนหลักเกณฑ์ตัดสินในแต่ละข้อรายการ ซึ่งเกณฑ์ตัดสินจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับระดับของพฤติกรรมที่มุ่งให้เกิดในแต่ละขั้นตอน

2.3 กำหนดคะแนนให้แต่ละข้อรายการ โดยพิจารณาจากข้อรายการว่าข้อใดเป็นพฤติกรรมหลัก น้ำหนักคะแนนก็ควรจะมากด้วย ข้อใดเป็นพฤติกรรมรองและเสริมน้ำหนักคะแนนก็จะลดลำดับด้วย

2.4 กำหนดแบบฟอร์มและเขียนคำชี้แจงการใช้เครื่องมือนี้ ในการกำหนดแบบฟอร์มสามารถกำหนดได้หลาย ๆ แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เขียนตารางการสังเกตงานภาคปฏิบัติลงรายการที่จะต้องปฏิบัติทั้ง 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติและขั้นผลงานให้กะทัดรัดแล้วกำหนดเกณฑ์ไว้ด้านหลัง ส่วนขั้นกิจนิสัยแยกเป็นอีกแผ่นโดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ทางพฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานในครั้งนั้นแล้วกำหนดเกณฑ์ไว้ด้านหลังเช่นกัน

แบบที่ 2 เขียนตารางการสังเกตงานภาคปฏิบัติลงรายการที่จะต้องปฏิบัติทั้ง 3 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมขั้นปฏิบัติและขั้นผลงานให้กะทัดรัดและกำหนดน้ำหนักคะแนนแต่ละข้อรายการไม่เท่ากันตามความสำคัญของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติแล้วกำหนดเกณฑ์ลงในช่องระดับคะแนนเลย โดยไม่แยกไว้ต่างหาก ส่วนขั้นกิจนิสัยแยกเป็นอีกแผ่นให้พิจารณาจากข้อรายการที่จะต้องปฏิบัติในขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติและขั้นผลงานแล้วกำหนดเกณฑ์ลงในช่องระดับคะแนน เช่นกัน เมื่อพบว่าขั้นตอนใดสำคัญและไม่สามารถที่จะข้ามขั้นตอนนั้นได้จะใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ไว้

แบบที่ 3 เขียนตารางการสังเกตงานภาคปฏิบัติลงรายการที่จะต้องปฏิบัติทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติ ขั้นผลงานและขั้นกิจนิสัยให้กะทัดรัด โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนแต่ละข้อรายการไม่เท่ากันตามความสำคัญของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติ ส่วนการกำหนดเกณฑ์จะลงในช่องระดับคะแนนเลยหรือแยกไว้ต่างหากก็ได้ (ในขั้นกิจนิสัยนั้นพิจารณาจากข้อรายการที่จะต้องปฏิบัติใน

ขั้นเตรียม ขั้นปฏิบัติและขั้นผลงานว่าในแต่ละรายการควรจะเกิดทัศนคติในเรื่องใด) เมื่อพบว่าขั้นตอนใดสำคัญและไม่สามารถที่จะข้ามขั้นตอนนั้นได้จะใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ไว้

แบบที่ 4 กำหนดให้แบบสังเกตมี 1 แผ่น สังเกตได้หลาย ๆ คนโดยกำหนดขั้นตอนไว้ด้านบน (ในแบบที่ 1-3 ผู้ถูกสังเกต 1 คน ต้องใช้แบบสังเกต 1 แผ่น)

3. ขั้นทดลองใช้เครื่องมือ

การทดลองใช้เครื่องมือ เพื่อนำผลไปวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ ทำได้โดย

3.1 ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญหลายคนทดลองใช้

3.2 ให้กลุ่มผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานนั้น ๆ ใช้

4. ขั้นการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือวัดผลงานภาคปฏิบัติสามารถตรวจสอบหาคุณภาพเครื่องมือโดยการพิจารณาจากความเที่ยงตรง (Validity) ความเชื่อมั่น (Reliability) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

5. ขั้นการนำเครื่องมือไปใช้ก่อนนำเครื่องมือไปใช้ต้องหาผู้ช่วยเก็บข้อมูล โดยใช้วิธีหาความเชื่อมั่นของการสังเกตตามวิธีการของ Scott ซึ่งเป็นการหาความสอดคล้องกันของการสังเกตอาจจะเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้สังเกต 2 คนในเวลาเดียวกัน โดยมีผู้ถูกสังเกตเพียง 1 คนหรือเป็นค่าความสัมพันธ์จากการสังเกต 2 ครั้ง ต่างเวลากันของผู้สังเกตคนเดียวกันและยังสามารถใช้ในการฝึกผู้สังเกต เพื่อให้ผู้สังเกตได้เข้าใจในการใช้เครื่องมือแบบวัดให้สอดคล้องกันและกำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นของการสังเกต ตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป

จากการศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติจากนักการศึกษา งานวิจัยครั้งนี้ใช้การสร้างแบบวัดทักษะปฏิบัติที่มีขั้นตอนสำคัญ ๆ คือ วิเคราะห์วัตถุประสงค์ สร้างเครื่องมือ ทดลองใช้ และหาประสิทธิภาพ

2.4.5 การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติ

นิโกลบ นิมกิงรัตน์ (2548 : 33-45) การวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือวัดทักษะการปฏิบัติ นั้น เป็นการนำเครื่องมือวัดทักษะปฏิบัติที่สร้างขึ้นมาตรวจสอบหาคุณภาพก่อนที่จะนำไปใช้ในการวัดจริง โดยวิธีการตรวจสอบ ดังนี้

1. การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรง (Validity)

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตามความเห็นแต่ละข้อรายการ โดยวิธีหาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม (Index of Item and Objective Congruence : IOC)

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) นำแบบสังเกตงานภาคปฏิบัติไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ โดยให้ครูผู้สอนเป็นผู้คัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติงานสูงและนักเรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติงานต่ำ และผู้สร้างเครื่องมือกับผู้ประเมิน จะทำการประเมินตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ นำผลที่ได้วิเคราะห์หาความเที่ยงตรงได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบประเมินกับคะแนนหรือจัดอันดับโดยครูผู้สอนตามสภาพที่เป็นจริงของนักเรียนในกลุ่มเดิมนั้น ซึ่งอาจใช้สูตรของ Pearson Product Moment (เมื่อข้อมูลเป็นคะแนนทั้งสองชุด) หรือ Spearman Rank-order (เมื่อข้อมูลเป็นการจัดอันดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discrimination Validity) จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติงานสูงและนักเรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติงานต่ำ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test

2. การตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability)

นำแบบสังเกตงานภาคปฏิบัติไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลองเครื่องมือ โดยผู้สร้างเครื่องมือร่วมกับผู้ประเมินจะทำการประเมินตามกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือ นำผลที่ได้หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation) จากการนำคะแนนมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนของข้อมูล ซึ่งเป็นการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยเฉลี่ย

กองวิชาการ (2534 : 112-113) กล่าวว่า การตรวจสอบเครื่องมือด้านความตรง (Validity) ต้องกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้ที่ถูกต้องและชัดเจนมีการวิเคราะห์ขอบเขตความหมายของพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้ชัดเจน จากนั้นจึงทำการตรวจสอบเครื่องมือวัดให้แต่ละข้อรายการมีความเหมาะสมและครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด ส่วนการตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) มีการตรวจสอบโดยการหาความสอดคล้องของผลการวัดจากการใช้เครื่องมืออาจเป็นการหาความสอดคล้องของผู้สังเกตหลายคนหรือความสอดคล้องของผลการสังเกตหลาย ๆ ครั้ง การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ วัดทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ ความเที่ยงตรงเชิงจำแนกและความเชื่อมั่น โดยได้ทำการทดลองใช้เครื่องมือหลาย ๆ ครั้ง จนแบบทดสอบวัดมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง (2546 : 1) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง 2) ศึกษาทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง ผลการวิจัย พบว่า

1) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4) ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2) การศึกษาทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4) ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลองพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4) ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลองมีทักษะปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก โดยมีเกณฑ์การประเมินผลร้อยละ 88.06

กิตติศักดิ์ ธากาศ (2552 : 1) ทำการสร้างแบบวัดทักษะการเล่นดนตรีพื้นเมืองภาคเหนือ (สะล้อ) สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2-4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเล่นดนตรีพื้นเมืองภาคเหนือ (สะล้อ) ที่สามารถวัดทักษะการเล่นสะล้อของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 2 – 4 ตามองค์ประกอบทางดนตรี 4 ด้าน คือ เสียง จังหวะ ทำนองและสีสันทันของเสียง โดยมีคู่มือการใช้กำกับเพื่อให้ครูผู้สอนได้นำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง การหาคุณภาพของแบบวัดฯ พบว่า 1) มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทุกรายการ โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ .80 – 1.00 2) มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบวัดกับคะแนนที่เป็นจริงของนักเรียนกลุ่มเดิม เท่ากับ .8350 3) มีความเที่ยงตรงจำแนก โดยมีค่าที่ตั้งแต่ 19.21 – 48.22 และมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ทุกรายการและ 4) มีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้นเท่ากับ .9590

โสภัทร นาสวัสดิ์ (2552 : 1) ทำการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติ เรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียงสำหรับนักศึกษาสาขาวิทยุกระจายเสียงและโทรทัศน์ ในสถาบันอุดมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา โดยใช้แนวทางการสอนตามลำดับรูปแบบการสอนทักษะปฏิบัติ (MIAP) ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation) 2. ขั้นให้เนื้อหาความรู้ (Information) 3. ขั้นให้แบบฝึกหัดและการฝึก (Application) 4. ขั้นตรวจผลการฝึกหัด (Progress) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียงที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input) 2. กระบวนการเรียนการสอนฝึกปฏิบัติทางเทคนิคบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Process) 3. การควบคุม (Control) 4. ผลผลิต (Output) 5. ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) มีผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมาก 2) ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา เท่ากับ 88.44/85.88 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยของทักษะปฏิบัติเท่ากับ 88.48 อยู่ในระดับดี 5) ความคงทนของทักษะปฏิบัติของนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา หลังการเรียนผ่านไปแล้ว 2 สัปดาห์ เท่ากับร้อยละ 99.43 6) ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่องการดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา มีค่าความคิดเห็นเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.45 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ลลิตา ยังกง (2553 : 1) ทำการศึกษาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถด้านทักษะปฏิบัติที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.75 และแบบทดสอบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะปฏิบัติที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.75 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องสมบัติของสารและการจำแนกที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.77 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบค่าที่แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กันด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. คะแนนความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .012 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไพโรบลย์ กุลด้วง(2556: 1) ทำการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่อง การควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.00:85.41 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 :80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงเรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย PLC สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการฝึกอบรมที่ไม่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติและเพื่อเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ กับนักเรียนที่ จัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 จำนวน 4 ห้อง ห้องละ 40 คน รวมทั้งสิ้น 160 คน ซึ่งนักเรียนในแต่ละห้องมีความคล้ายคลึงกัน ในส่วนของเพศและระดับคะแนน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนคณิตศาสตร์- วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสตรีอ่างทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 จำนวน 3 ห้อง รวมทั้งสิ้น 120 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน จำนวน 40 คน กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มนักเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติจำนวน 40 คน และกลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 40 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล ในการจัดทำบทเรียน เนื่องจากเนื้อหาส่วนนี้เป็นเนื้อหาที่เน้นทักษะปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมและทักษะทางด้านการใช้อุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณดิจิทัล เพื่อเป็นพื้นฐานในการกระทำการกิจต่างๆ โดยเมื่อเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาในแต่ละเรื่องจะมีแบบฝึกหัดในการฝึกทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์ร่วมด้วย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- เนื้อหาการเขียนคำสั่งข้อมูลดิจิทัล
 - การเขียนคำสั่งในการใช้งานสวิตช์เพื่อหลบสิ่งกีดขวางและแบบฝึกเรื่องการใช้งานสวิตช์เพื่อหลบสิ่งกีดขวาง
 - การเขียนคำสั่งในการส่งเสียงด้วยลำโพงเปียโซและแบบฝึกเรื่องการส่งเสียงด้วยลำโพงเปียโซ
 - การประยุกต์ใช้งานพร้อมทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติเรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล
2. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์
 - แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา
 - แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านสื่อ
 3. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ การใช้อุปกรณ์และเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ในการกระทำภารกิจในการใช้อุปกรณ์แบบสัญญาณดิจิทัล

3.2.2 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ด้วยแนวคิดวัฏจักรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle : SDLC) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนออนไลน์ ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาจากการสอบถามและสังเกตจากนักเรียนในการเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งเนื้อหาในรายวิชานี้เกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ จากการสอบถามดังกล่าวทราบว่าเนื่องจากในส่วนของเนื้อหาในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ การเขียนโปรแกรม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องฝึกด้านการปฏิบัติทั้งด้านทักษะในด้านการเชื่อมต่ออุปกรณ์และทักษะในการเขียนโปรแกรมทำให้อาจต้องใช้เวลาในการศึกษาเพิ่มมากขึ้นและต้องมีความชำนาญในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) จากการศึกษาปัญหาต่างๆ จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีเวลาสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้โดยไม่ต้องรอเฉพาะในคาบเรียน จากการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จึงคิดที่จะพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ เพื่อเป็นการให้นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนได้ทุกที่ทุกเวลาและหากมีข้อสงสัยสามารถปรึกษาในกลุ่มเรียนได้ทันที

1.3 วิเคราะห์ (Analysis) จากปัญหาในการเรียนรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี ซึ่งเนื้อหาในรายวิชาเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหาและทำการเลือกเนื้อหาของบทเรียนที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัลซึ่งเป็นหน่วยที่มีเนื้อหาครอบคลุมในด้านความรู้พื้นฐานในการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ การเขียนโปรแกรม การแก้ไขปัญหาต่างๆ ซึ่งเป็นการทบทวนและฝึกทักษะ

1.4 ออกแบบ (Design) ทำการออกแบบบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยใช้แนวคิดในการออกแบบของ Richie and Hoffman (1998 : 135-138) โดยอาศัยหลักการ 7 ขั้นตอนดังนี้ การสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน การบอกวัตถุประสงค์ของ

การเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิม นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ให้คำแนะนำและให้ข้อมูล
ย้อนกลับ ทดสอบความรู้ การนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริม โดยใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์
Edmodo เป็นสื่อในการเรียนรู้ประกอบด้วย

1. ชื่อของบทเรียนออนไลน์ เรื่องบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์
อัตโนมัติ

2. จุดประสงค์ในการเรียนบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์
อัตโนมัติ

3. ขอบเขตของเนื้อหาในการเรียนบทเรียนออนไลน์

4. แนวทางในการวัดประเมินผล

5. เนื้อหาของบทเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบ
สัญญาณดิจิทัล ซึ่งประกอบด้วย

- การเขียนคำสั่งข้อมูลดิจิทัล
- การเขียนคำสั่งในการใช้งานสวิตช์เพื่อหลบสิ่งกีดขวาง
- การเขียนคำสั่งในการส่งเสียงด้วยลำโพงเปียโซ
- การประยุกต์ใช้งาน

6. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ

1.5 สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) เป็นการนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทำการออกแบบไว้
มาพัฒนาบนเครือข่ายสังคมออนไลน์ Edmodo โดยจัดทำในส่วนของเครือข่ายสังคมออนไลน์ให้เสร็จ
สมบูรณ์ทั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา แนวทางในการวัดประเมินผล แบบทดสอบ วัด
ทักษะปฏิบัติ เนื้อหาของบทเรียน ฯลฯ ให้เสร็จสมบูรณ์และทำการเพิ่มนักเรียนเข้าสู่เครือข่าย
สังคมออนไลน์ Edmodo เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการศึกษา โดยนักเรียนและครูสามารถ
ติดต่อสื่อสารผ่านทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้ ทั้งการศึกษาเนื้อหาของบทเรียน การส่งไฟล์งาน
ต่างๆ การเข้าถึงการบ้าน การติดต่อสื่อสาร

1.6 การปรับเปลี่ยน (Conversion) ทำการปรับปรุงข้อมูล เนื้อหา ต่างๆ หากมีการปรับปรุง
ข้อมูลที่ดีขึ้น

1.7 บำรุงรักษา (Maintenance) หากมีข้อผิดพลาดหรือมีส่วนใดต้องพัฒนาก็จัดทำเนื้อหาให้
เป็นปัจจุบันและสามารถใช้งานเครือข่ายสังคมออนไลน์ Edmodo ให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ

1.8 นำบทเรียนออนไลน์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่านด้านเทคนิคการ
ผลิตสื่อ 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์
เพื่อการทบทวนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 5 มีค่า
ระดับดีมาก 4 มีค่าระดับดี 3 มีค่าระดับปานกลาง 2 มีค่าระดับน้อย และ 1 มีค่าระดับน้อยที่สุด

- นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติไปทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่ม
ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพและทำการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1.9 นำบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติไปทดลองเพื่อหา
ประสิทธิภาพของบทเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาและไม่
เคยศึกษาเนื้อหานี้มาก่อน โดยมีการทดลองดังนี้ แบบหนึ่งต่อหนึ่งและแบบกลุ่มเล็กโดยประชากรมี
ความคล้ายคลึงกันในส่วนของเพศและระดับคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

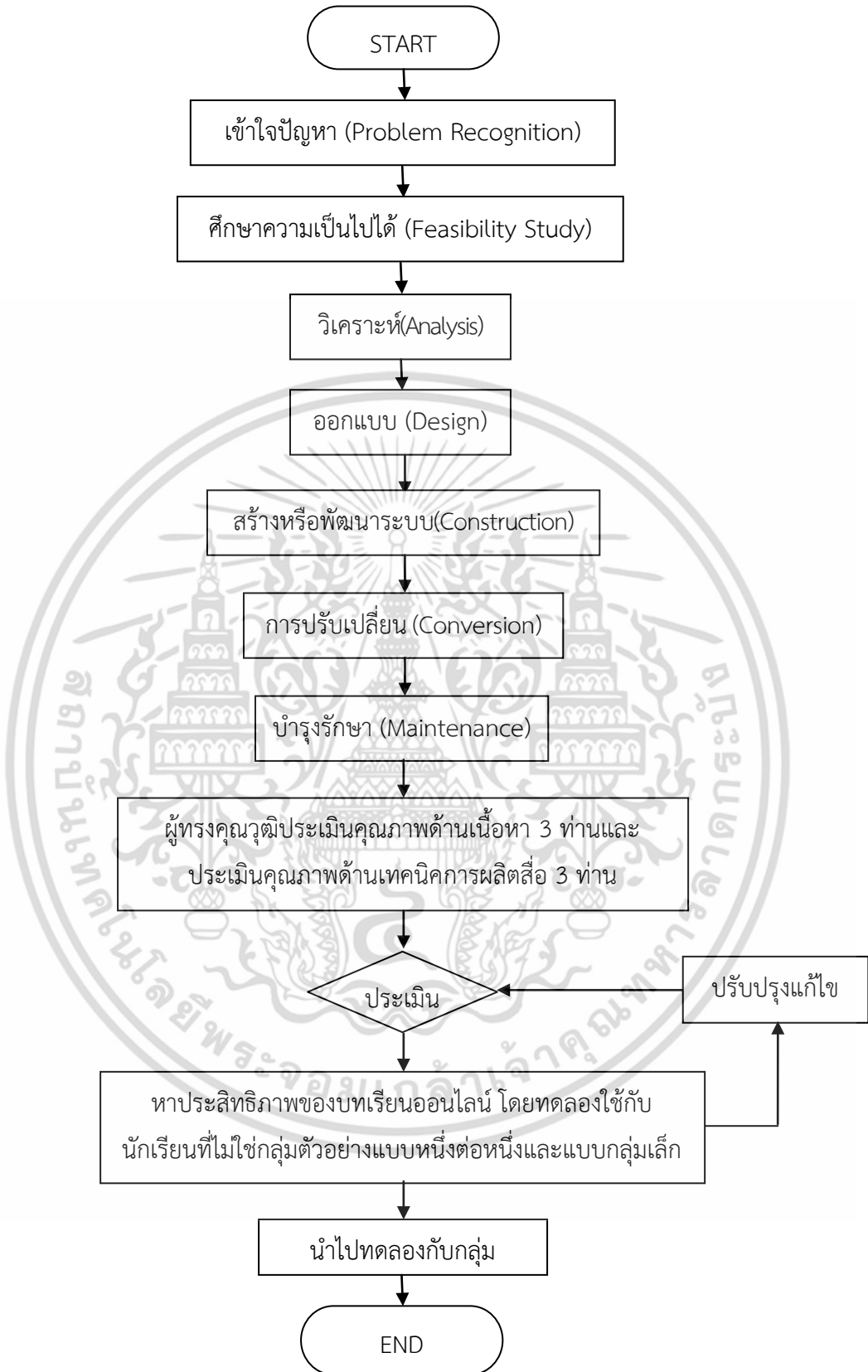
ในการสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนดำเนินการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือตาม
ขั้นตอน ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน แบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยทดลองให้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 คน ที่มีระดับผลการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ
1 คน โดยครูผู้สอนเป็นผู้คัดเลือก โดยจุดมุ่งหมายเพื่อหาข้อบกพร่องด้านเนื้อหาและความเหมาะสม
กับเวลาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความสนใจในบทเรียนแต่ยังต้อง
มีการอธิบายเพิ่มเติมในด้านการเข้าใช้งานเบื้องต้นเนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยสมัครเป็นสมาชิกของ
ทางเว็บไซต์ ในส่วนของรูปแบบเนื้อหานักเรียนมีความสนใจในส่วนของภาพเคลื่อนไหว ผู้วิจัยจึงได้
บันทึกผลการสังเกตและสัมภาษณ์ในครั้งนี้และนำมาปรับปรุงบทเรียนออนไลน์

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนแบบกลุ่มเล็กโดยทดลองใช้กับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 คน ที่มีระดับผลการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ
2 คน โดยครูผู้สอนเป็นผู้คัดเลือก โดยจุดมุ่งหมายเพื่อหาข้อบกพร่องด้านเนื้อหาและความเหมาะสม
กับเวลาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข จากการทดลองผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนแต่ยัง
ต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมในด้านการเข้าใช้งานเบื้องต้นเนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยสมัครเป็นสมาชิก
ของทางเว็บไซต์ ผู้วิจัยจึงได้บันทึกผลการสังเกตและสัมภาษณ์ในครั้งนี้ และนำมาปรับปรุงบทเรียน
ออนไลน์ เพื่อการทดลองในครั้งต่อไป

3. การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพกับนักเรียนกลุ่มหาประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จำนวน 40 คน หลังจากผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดสอบกับ
กลุ่มย่อยและทำการปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาทดลองกับนักเรียนและสังเกต
พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความสนใจในบทเรียนและเป็นการทบทวนความรู้ที่
นักเรียนได้เรียนจากในห้องเรียนซึ่งสามารถดูได้ทุกวัน ทุกที่ ทุกเวลาและมีความน่าสนใจในเรื่องของ
ภาพเคลื่อนไหวที่เชิญชวนให้น่าสนใจในบทเรียน มีวีดีโอผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองให้นักเรียน
เห็นผลลัพธ์ได้จริง มีเสียงบรรยาย ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

1.10 นำบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับกลุ่มทดลองนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แผนการเรียนคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์ จำนวน 40 คน และทำการหา
ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน โดยหาค่า E_1/E_2 โดยวิธีการประเมินทักษะปฏิบัติ
ระหว่างเรียน E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และทำการประเมินทักษะปฏิบัติหลังเรียน E_2
(ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) (ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2520 : 136)



· ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การวางแผนการสร้างเครื่องมือ โดยทำการศึกษาหลักสูตรและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชาศึกษาธรรมชาติของงานที่ให้ปฏิบัติ วิเคราะห์คุณลักษณะพฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะที่วัดจากหนังสือ เอกสารหลักสูตรและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2 การดำเนินการสร้างเครื่องมือ โดยมีการกำหนดวิธีการวัดคุณลักษณะด้านทักษะ กำหนดเครื่องมือวัดคุณลักษณะด้านทักษะ กำหนดเนื้อหาที่ปรากฏในเครื่องมือ กำหนดวิธีการตรวจให้คะแนน สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ โดยแบ่งตามเนื้อหาเป็น 2 ด้าน 1. ด้านการเขียนโปรแกรม 2. การใช้อุปกรณ์ จำนวนอย่างละ 3 ข้อ โดยหัวข้อประเมินยึดตามจุดประสงค์และครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดในแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณดิจิทัล โดยมีเกณฑ์ในการวัดทักษะ (Rubric Score) ในการให้คะแนนโดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางวิเคราะห์การออกแบบการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ (Test Blueprint)

เนื้อหาในการให้คะแนน	เกณฑ์การวัดทักษะปฏิบัติ	ความถูกต้องของชิ้นงาน	ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	ความคงทนของชิ้นงาน	น้ำหนักคะแนน
การเขียนโปรแกรม (60%)					
- รูปแบบการเขียนโปรแกรม		15%	5%	5%	25%
- ผลลัพธ์ตรงตามโจทย์กำหนด		10%	-	-	10%
- เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์		10%	5%	-	15%
- การแก้ปัญหา		5%	5%	-	10%
การใช้อุปกรณ์ (40%)					
- การใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องตามโจทย์		10%	5%	-	15%
- การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ถูกต้อง		10%	-	-	10%
- ความคงทนของอุปกรณ์		-	-	5%	5%
- การแก้ปัญหา		5%	5%	-	10%
รวม		65%	25%	10%	100%

จากตารางข้างต้นใช้วิธีการวัดทักษะปฏิบัติด้านการเขียนแบบและการใช้ตัวอย่างของสุนันท์ ศลโกสม (อังกูณ ประเวศ เวชชะ . 2529 : 9-11) เป็นหลักในการเขียนเกณฑ์การวัดทักษะปฏิบัติ โดยมีเกณฑ์ในเรื่องของความถูกต้อง ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานและความคงทนของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ในการวัดทักษะ (Rubric Score)

กำหนดระดับคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ 0-4 ในการให้คะแนนโดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1. ด้านการเขียนโปรแกรม เรื่องรูปแบบการเขียนโปรแกรม

ความถูกต้องของชิ้นงาน

ระดับคะแนน 0	รูปแบบโปรแกรมที่พบจุดผิดพลาดและไม่สามารถแก้ไขได้
ระดับคะแนน 1	รูปแบบโปรแกรมที่พบจุดผิดพลาดและสามารถแก้ไขได้บางส่วนแต่ไม่ครบทั้งหมด
ระดับคะแนน 2	รูปแบบโปรแกรมที่พบจุดผิดพลาดและสามารถแก้ไขได้จนไม่พบจุดผิดพลาดแต่ไม่สามารถทำงานได้ตามต้องการ
ระดับคะแนน 3	รูปแบบโปรแกรมที่พบจุดผิดพลาดและสามารถแก้ไขจนสามารถทำงานได้ตามต้องการ
ระดับคะแนน 4	รูปแบบโปรแกรมไม่มีจุดผิดพลาดและสามารถทำงานได้ตามต้องการ

ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ระดับคะแนน 0	เขียนโปรแกรมเสร็จเกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 4.01
ระดับคะแนน 1	เขียนโปรแกรมเสร็จเกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 2.01- 4.00
ระดับคะแนน 2	เขียนโปรแกรมเสร็จเกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 0.01 -2.00
ระดับคะแนน 3	เขียนโปรแกรมเสร็จทันภายในเวลาที่กำหนด
ระดับคะแนน 4	เขียนโปรแกรมเสร็จก่อนระยะเวลาที่กำหนดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 0.30 นาที

ความคงทนของชิ้นงาน

ระดับคะแนน 0	โปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามต้องการเป็นเวลาน้อยกว่า 1 นาที
ระดับคะแนน 1	โปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามต้องการในช่วงเวลา 1.01-2.00 นาที
ระดับคะแนน 2	โปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามต้องการในช่วงเวลา 2.01-3.00 นาที
ระดับคะแนน 3	โปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามต้องการได้ในช่วงเวลา 3.01-4.00 นาที
ระดับคะแนน 4	โปรแกรมสามารถทำงานได้ตรงตามต้องการในช่วงเวลา 4.01-5.00 นาที

2. ด้านการเขียนโปรแกรม เรื่องผลลัพธ์ตรงตามโจทย์กำหนด

ความถูกต้องของชิ้นงาน

ระดับคะแนน 0	ผลลัพธ์ที่ได้ตรงตามโจทย์กำหนดโดยมีจุดผิดพลาดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป
ระดับคะแนน 1	ผลลัพธ์ตรงตามโจทย์กำหนดโดยมีจุดผิดพลาด 3 จุด
ระดับคะแนน 2	ผลลัพธ์ตรงตามโจทย์กำหนดโดยมีจุดผิดพลาด 2 จุด
ระดับคะแนน 3	ผลลัพธ์ตรงตามโจทย์กำหนดโดยมีจุดผิดพลาด 1 จุด
ระดับคะแนน 4	ผลลัพธ์ตรงตามโจทย์กำหนดโดยไม่พบจุดผิดพลาด

3. ด้านการเขียนโปรแกรม เรื่องเขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์

ความถูกต้องของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของโรงเรียนสุรนารีสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนน 0	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์โดยมีจุดผิดพลาดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป ในเรื่องชนิดของอุปกรณ์และช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อไว้
ระดับคะแนน 1	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์โดยมีจุดผิดพลาด 3 จุด ในเรื่องชนิดของอุปกรณ์และช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อไว้
ระดับคะแนน 2	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์โดยมีจุดผิดพลาด 2 จุด ในเรื่องชนิดของอุปกรณ์และช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อไว้
ระดับคะแนน 3	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์โดยมีจุดผิดพลาด 1 จุด ในเรื่องชนิดของอุปกรณ์และช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อไว้
ระดับคะแนน 4	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์ทั้งหมด ในเรื่องชนิดของอุปกรณ์และช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อไว้
ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	
ระดับคะแนน 0	ใช้เวลาในการเขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์เกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 4.01 ขึ้นไป
ระดับคะแนน 1	ใช้เวลาในการเขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์เกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 2.01 – 4.00
ระดับคะแนน 2	ใช้เวลาในการเขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์เกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 0.01 – 2.00
ระดับคะแนน 3	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์เสร็จทันเวลาที่กำหนด
ระดับคะแนน 4	เขียนคำสั่งตรงกับอุปกรณ์ได้ถูกต้องตามโจทย์เสร็จก่อนระยะเวลาที่กำหนดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 0.30 นาที
4. ด้านการเขียนโปรแกรม เรื่องการแก้ปัญหา	
ความถูกต้องของชิ้นงาน	
ระดับคะแนน 0	ไม่สามารถแก้ปัญหาได้
ระดับคะแนน 1	สามารถแก้ปัญหาได้ แต่ยังมีจุดผิดพลาดอีก มากกว่า 2 จุด
ระดับคะแนน 2	สามารถแก้ปัญหาได้ แต่ยังมีจุดผิดพลาดอีก 2 จุด
ระดับคะแนน 3	สามารถแก้ปัญหาได้ แต่ยังมีจุดผิดพลาดอีก 1 จุด
ระดับคะแนน 4	สามารถแก้ปัญหาให้ถูกต้องตรงตามโจทย์ได้ทั้งหมด
ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	
ระดับคะแนน 0	แก้ปัญหาได้ถูกต้องตามโจทย์โดยใช้เวลาตั้งแต่เวลาที่ 2.01 ขึ้นไป
ระดับคะแนน 1	แก้ปัญหาได้ถูกต้องตามโจทย์โดยใช้เวลาตั้งแต่เวลาที่ 1.31-2.00
ระดับคะแนน 2	แก้ปัญหาได้ถูกต้องตามโจทย์โดยใช้เวลาตั้งแต่เวลาที่ 1.01-1.30
ระดับคะแนน 3	แก้ปัญหาได้ถูกต้องตามโจทย์โดยใช้เวลาตั้งแต่เวลาที่ 0.31-1.00
ระดับคะแนน 4	แก้ปัญหาได้ถูกต้องตามโจทย์โดยใช้เวลาตั้งแต่เวลาที่ 0.00-0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ด้านการใช้อุปกรณ์ เรื่องการใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องตามโจทย์

ความถูกต้องของชิ้นงาน

ระดับคะแนน 0	ไม่สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ให้ตรงตามโจทย์ได้
ระดับคะแนน 1	เลือกใช้อุปกรณ์ได้แต่พบจุดผิดพลาดมากกว่า 2 จุด
ระดับคะแนน 2	เลือกใช้อุปกรณ์ได้แต่พบจุดผิดพลาด 2 จุด
ระดับคะแนน 3	เลือกใช้อุปกรณ์ได้แต่พบจุดผิดพลาด 1 จุด
ระดับคะแนน 4	เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตรงตามโจทย์ต้องการทั้งหมด

ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ระดับคะแนน 0	เลือกใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้องตามโจทย์เกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่วันที่ 2.01 ขึ้นไป
ระดับคะแนน 1	เลือกใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้องตามโจทย์เกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่วันที่ 0.01 - 2.00
ระดับคะแนน 2	เลือกใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้องตามโจทย์เกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่วันที่ 0.01 - 1.00
ระดับคะแนน 3	เลือกใช้อุปกรณ์ให้ถูกต้องตามโจทย์เสร็จทันเวลาที่กำหนด
ระดับคะแนน 4	เลือกใช้อุปกรณ์ให้ตรงตามโจทย์เสร็จก่อนระยะเวลาที่กำหนดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 0.30 นาที

6. ด้านการใช้อุปกรณ์ เรื่องการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ถูกต้อง

ความถูกต้องของชิ้นงาน

ระดับคะแนน 0	ไม่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้
ระดับคะแนน 1	เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้แต่พบจุดผิดพลาดมากกว่า 2 จุด
ระดับคะแนน 2	เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้แต่พบจุดผิดพลาด 2 จุด
ระดับคะแนน 3	เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้แต่พบจุดผิดพลาด 1 จุด
ระดับคะแนน 4	เชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ถูกต้องทั้งหมด

7. ด้านการใช้อุปกรณ์ เรื่อง ความคงทนของอุปกรณ์

ความคงทนของอุปกรณ์

ระดับคะแนน 0	อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ถูกต้องเป็นเวลาน้อยกว่า 1 นาที
ระดับคะแนน 1	อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ถูกต้องในช่วงเวลา 1.01-2.00 นาที
ระดับคะแนน 2	อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ถูกต้องในช่วงเวลา 2.01-3.00 นาที
ระดับคะแนน 3	อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ถูกต้องในช่วงเวลา 3.01-4.00 นาที
ระดับคะแนน 4	อุปกรณ์ทุกจุดสามารถใช้งานได้ถูกต้องในช่วงเวลา 4.01-5.00 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.ด้านการใช้อุปกรณ์ เรื่องการแก้ปัญหา

ความถูกต้องของชิ้นงาน

ระดับคะแนน 0	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้และพบมากกว่า 2 จุดที่ไม่สามารถแก้ไขได้
ระดับคะแนน 1	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้และพบอย่างน้อย 2 จุดที่ไม่สามารถแก้ไขได้
ระดับคะแนน 2	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้และพบอย่างน้อย 1 จุดที่ไม่สามารถแก้ไขได้
ระดับคะแนน 3	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องทุกจุดในครั้งที่ 2
ระดับคะแนน 4	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องทันทีทุกจุด

ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ระดับคะแนน 0	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องเกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 2.01 ขึ้นไป
ระดับคะแนน 1	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องเกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 1.01 - 2.00
ระดับคะแนน 2	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องเกินกว่าเวลาที่กำหนดตั้งแต่เวลาที่ 0.01 - 1.00
ระดับคะแนน 3	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องเสร็จทันเวลาที่กำหนด
ระดับคะแนน 4	เมื่อพบความผิดพลาดสามารถแก้ไขได้ถูกต้องก่อนระยะเวลาที่กำหนดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 0.30 นาที

2.3 นำแบบทดสอบทักษะปฏิบัติที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน เพื่อประเมินคุณภาพของแบบทดสอบทักษะปฏิบัติ

- ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
- นำแบบประเมินทักษะปฏิบัติที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อปรับปรุงและแก้ไข

- นำแบบประเมินทักษะเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบและหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้แบบประเมินทักษะทางการเรียนควรมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (อ้างใน พรณี สิกิจวัฒน์. 2555 : 195) โดยกำหนดคะแนนการพิจารณา ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สามารถใช้วัดตัวแปรที่ศึกษาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทักษะปฏิบัติทำการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of Congruency :IOC) โดยใช้สูตร (อ้างในพรณี ลีกิจวัฒน์.2555 : 195)

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้อง

R คือ คะแนนรายชื่อตามดุลยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ

\sum คือ ผลรวม

n คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

- นำแบบทดสอบทักษะปฏิบัติไปทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพและทำการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง)

การหาค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจ

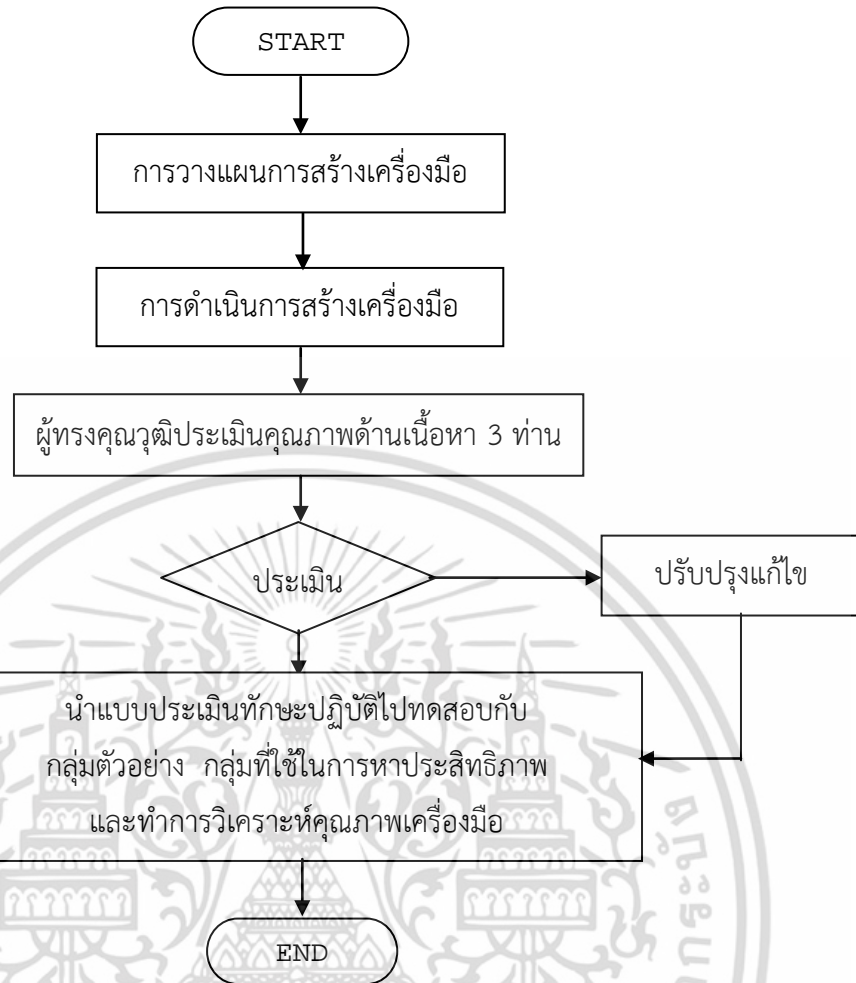
การหาค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจ โดยใช้สหสัมพันธ์(Correlation) ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ตรวจทักษะปฏิบัติ จำนวน 2 คน โดยใช้เกณฑ์ในการวัดทักษะปฏิบัติ (Rubric Score) ในการวัดทักษะปฏิบัติของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทักษะปฏิบัติ โดยใช้สูตร Pearson's Correlation (r)

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum (X - \bar{X})^2][\sum (Y - \bar{Y})^2]}}$$

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X,Y = ตัวแปรที่ต้องการหาค่าความสัมพันธ์

จากการวิเคราะห์การหาค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจโดยเปรียบเทียบคะแนนในการวัดทักษะปฏิบัติของนักเรียนจากการตรวจของผู้วิจัยและผู้ตรวจอีกท่านโดยใช้เกณฑ์ในการวัดทักษะเดียวกันในการตรวจและจากผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจ พบว่า ผู้วิจัยมีคะแนนผลการตรวจมีค่าเท่ากับ 0.96



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติ

3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุม ทุนยนต์อัตโนมัติ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และรายการประเมินของแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดระดับคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ ในการให้คะแนนโดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คุณภาพดีมาก	ให้คะแนน	5
คุณภาพดี	ให้คะแนน	4
คุณภาพปานกลาง	ให้คะแนน	3
คุณภาพพอใช้	ให้คะแนน	2
คุณภาพควรปรับปรุง	ให้คะแนน	1

และมีเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยคุณภาพของบทเรียนออนไลน์แต่ละข้อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	คุณภาพดี
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	คุณภาพดีปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

3. นำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบประเมินคุณภาพให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์

5. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินแต่ละรายการจำเป็นต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ที่ต้องการแก้ไขส่วนที่บกพร่อง โดยผลการหาคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.44, S = 0.54$) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.21, S = 0.41$)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยชี้แจงแหล่งข้อมูลและวิธีการเข้าถึงบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 5 โรงเรียนสตรีอ่างทอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการควบคุมด้วยตัวเอง ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไปยังโรงเรียนสตรีอ่างทอง เพื่อขอความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย
2. ผู้วิจัยเตรียมบทเรียนออนไลน์ ประกอบการเรียนเพื่อใช้ในการทดลอง
3. ผู้วิจัยเตรียมสถานที่และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
4. กำหนดวันที่จะทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย ช่วงเวลาภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557
5. ผู้วิจัยทำการชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทดลอง จำนวน 120 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ จำนวน 40 คน กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน ตามกระบวนการออกแบบการวิจัยตามแผนภาพการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้มาจากการสุ่มมีการวัดเฉพาะหลังให้สิ่งทดลอง (Randomized Control Group Posttest-only Design) และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน ดังแผนภาพการวิจัย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม	วัดก่อน	สิ่งทดลอง	สอบหลัง
RE	-	X	T _E
RC	-	-	T _C

ภาพที่ 3.3 แผนภาพการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้มาจากการสุ่มมีการวัดเฉพาะหลังให้สิ่งทดลอง

เมื่อ	RE	หมายถึง	กลุ่มทดลอง	(Experimental group)
	RC	หมายถึง	กลุ่มควบคุม	(Control group)
	X	หมายถึง	การจัดกระทำ	(Treatment)
	T _E , T _C	หมายถึง	การสอบหลังจากที่จัดกระทำทดลอง	(Posttest)

6. ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ ใช้เวลาประมาณ 10 นาทีและดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ โดยให้เรียนจากบทเรียนออนไลน์ เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วผู้สอนทำการประเมินทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน ซึ่งจะอยู่ในท้ายบทแต่ละหน่วยการเรียนรู้

7. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ

8. เก็บคะแนน E₁/ E₂ โดยวิธีการประเมินทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน E₁ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และทำการประเมินทักษะปฏิบัติ E₂ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

9. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ . 2520 : 137-138)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (3.1)$$

เมื่อ E₁ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดวัดทักษะปฏิบัติระหว่างเรียนของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)

E₂ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัดวัดทักษะปฏิบัติระหว่างเรียนของนักเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดวัดทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ

N แทน จำนวนนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติของการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์

การเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติของการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ค่าสถิติ t-test for Independent samples (อ้างใน พรธณี ลีกิจวัฒน์ . 2555 : 270) ด้วยการคำนวณจากสูตร

กรณีความแปรปรวนของประชากร ไม่เท่ากัน ใช้การทดสอบที่ชนิดความแปรปรวน แยก (Separate variance t-test) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (3.2)$$

$$df = \quad (3.3)$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติ t
	\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่ม 1
	\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่ม 2
	S_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่ม 1
	S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่ม 2
	n_1	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 1
	n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่องการควบคุม หุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์โดยหลักการทางสถิติ และได้นำเสนอผลการวิจัย ตามหัวข้อ ดังนี้

4.1 ผลการหาคุณภาพของ บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์ อัตโนมัติ

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์ อัตโนมัติ

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์ อัตโนมัติกับกลุ่มควบคุมที่มีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.1 ผลการหาคุณภาพ บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.54 และระดับคุณภาพอยู่ในระดับ ดี ส่วนด้านเทคนิคการผลิตมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.13 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.47 และระดับคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการ ทบทวน ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. ด้านความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา	4.58	0.56	ดีมาก
2. ด้านภาพประกอบเนื้อหา	4.44	0.58	ดี
3. ด้านการใช้ภาษาเสียงบรรยายและตัวอักษร	4.58	0.58	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของแบบทดสอบ	4.00	0.43	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.44	0.54	ดี

จากตารางที่ 4.1 คุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ด้านเนื้อหาในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.44, S = 0.54$) โดยเมื่อพิจารณาคูณภาพรายด้าน ด้านเนื้อหาสามารถเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ดังนี้ ด้านที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินมีคุณภาพด้าน ความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58, S = 0.56$) ด้านการใช้ภาษาเสียง บรรยายและตัวอักษรอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58, S = 0.58$) ด้านภาพประกอบเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.44, S = 0.58$)และอันดับสุดท้าย ความเหมาะสมของแบบทดสอบอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.00, S = 0.43$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน	4.07	0.46	ดี
2. องค์ประกอบ	4.42	0.49	ดี
3. ภาพกราฟิก	3.78	0.38	ดี
4. สี	3.83	0.29	ดี
5. ภาพเคลื่อนไหว	3.92	0.43	ดี
6. การประเมินด้านภาพวิดีโอทัศน์	4.11	0.58	ดี
7. การประเมินด้านเสียง	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.13	0.47	ดี

จากตารางที่ 4.2 คุณภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.13$, $S = 0.47$) โดยเมื่อพิจารณาคุณภาพรายด้าน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อสามารถเรียงลำดับ จากค่าเฉลี่ยมากที่สุด 2 อันดับแรกและน้อยที่สุด 2 อันดับสุดท้าย ดังนี้ ด้านที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ด้านองค์ประกอบ ($\bar{X} = 4.42$, $S = 0.49$) รองลงมา คือ ด้านเสียงมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$, $S = 0.58$) และอันดับรองสุดท้าย คือ ด้านสี มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.83$, $S = 0.29$) อันดับสุดท้าย คือ ด้านภาพกราฟิกมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.78$, $S = 0.38$)

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติมีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.82 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 84.33 ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนแบบฝึกทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน (E_1)	40	32.73	81.82
คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียน (E_2)	40	33.73	84.33

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่า ค่าสถิติจากแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติระหว่างเรียน (E_1) และค่าสถิติจากแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียน (E_2) นำไปคำนวณหาค่า (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 81.82/84.33 แสดงว่าบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับ สามารถนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ได้ ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

จากการออกแบบการทดลองตาม แผนภาพการทดลองแบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่ได้มาจากการสุ่มมีการวัดเฉพาะหลังให้สิ่งทดลอง (Randomized Control Group Posttest-only Design) ผู้วิจัยจึงต้องทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนน ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มเปรียบเทียบกัน โดยใช้ t-test for independent samples ซึ่งผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนแสดงผลในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนและกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S	Levene's Test		T	Df	Sig.
					F	Sig.			
กลุ่มทดลอง	40	40	32.96	2.82	F	Sig.	7.345*	61.718	.000
กลุ่มควบคุม	40	40	29.19	1.60	6.704	.011			

*ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จากตารางที่ 4.4 ผู้วิจัยทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ t-test for Independent Sample เกี่ยวกับความเท่ากันของความแปรปรวนของกลุ่มประชากรด้วยสถิติ Levene's Test พบว่าประชากรทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้สถิติ t-test for Independent samples ชนิดความแปรปรวนแยก (Separate variance t-test) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนมีทักษะปฏิบัติในการควบคุม หุ่นยนต์อัตโนมัติ เฉลี่ยเท่ากับ 32.96 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.82 ส่วนกลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ แบบปกติมีทักษะปฏิบัติเฉลี่ยเท่ากับ 29.19 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.60

เมื่อเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วย บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนและกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ช่วยให้นักเรียนมีทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์สูงขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติและ เพื่อเปรียบเทียบทักษะปฏิบัติในการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 160 คน โดยผู้วิจัยได้ เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน โดยการสุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 แบบ คือ

1. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ นำแบบประเมินด้านเนื้อหาและด้าน เทคนิคการผลิตสื่อที่ได้สร้างขึ้นให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบแล้วจึงนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ทำการประเมิน

2. บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติเป็นบทเรียน ออนไลน์ ประกอบด้วย การเรียนเนื้อหา เรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แบบสัญญาณ ดิจิทัล และมีการฝึกทักษะปฏิบัติ 4 เรื่อง และทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติหลังเรียน (Post-test) การสร้างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ได้ผ่านการพิจารณา จากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยทางด้านเนื้อหา 4.44 และด้านเทคนิค การผลิตสื่อ 4.13

3. แบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ มีการกำหนดวิธีการวัดคุณลักษณะด้านทักษะ โดยแบ่ง ตามเนื้อหาเป็น 2 ด้าน ด้านการเขียนโปรแกรม ด้านอุปกรณ์ มีตัวชี้วัดด้านละ 3 ข้อ โดยมีเกณฑ์ใน การวัดทักษะปฏิบัติ (Rubric Score) กำหนดระดับคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ ในการให้ คะแนน โดยแบ่งเป็นแบบฝึกทักษะปฏิบัติ 4 ข้อ รวม 40 คะแนน และแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ หลังเรียน 4 ข้อ รวม 40 คะแนน ตรวจสอบโดยการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน สตรีอ่างทอง จำนวน 40 คน โดยทำการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 - 1.00 และค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจ มีค่า r เท่ากับ 0.81

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อ การทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 5 โรงเรียนสตรี อ่างทอง จังหวัดอ่างทอง โดยการทดลองผู้วิจัยทำการชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงวัตถุประสงค์ของ การทดลอง จำนวน 120คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ จำนวน 40 คน กลุ่ม ทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน โดยผู้วิจัยอธิบายวิธีการเข้าใช้งานบทเรียน ออนไลน์ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนทำการศึกษา โดยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนออนไลน์ เพื่อการ ทบทวน โดยให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกทักษะปฏิบัติระหว่างเรียนทุกครั้ง เมื่อศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครบทุกเนื้อหาแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบวัดทักษะปฏิบัติ จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ คือ ค่าตรงตามเนื้อหา (IOC) ค่าความเชื่อมั่นค่าประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2) ค่าเฉลี่ย \bar{X} ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยค่า t-test for Independent samples ชนิดความแปรปรวนแยก (Separate variance t-test)

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ สรุปผลการวิจัยไว้ดังนี้

1. ผลการหาคุณภาพบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติโดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.54 และระดับคุณภาพอยู่ในระดับ ดี ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.13 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.47 และระดับคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
2. ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.82/84.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.2.1 ด้านประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.82/84.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ถือว่ามีประสิทธิภาพ สามารถนำไปประกอบการเรียนการสอนได้จริง เนื่องจากบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์จากทฤษฎีการเรียนรู้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ (SDLC) (วิทวัฒน์ พัฒนา.2553 : 21) โดยมี 7 ขั้นตอน และใช้หลักการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์อย่างเป็นระบบโดยใช้แนวคิดในการออกแบบ (Ritchie and Hoffman. 1997 : 135-138) เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบการวิจัย และได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านละ 3 ท่าน รวม 6 ท่าน ซึ่งได้ผลการประเมินด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วพบว่า บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนที่สร้างขึ้นได้ยึดหลักการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์ (Ritchie and Hoffman. 1997 : 135-138) ซึ่งได้เสนอว่าในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนออนไลน์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดควรอาศัยหลักกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้ การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ซึ่งในส่วนนี้มีการใช้ภาพ ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ สี เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และมีการบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องทราบ มีการทบทวนความรู้เดิมได้อย่างสม่ำเสมอ ในบทเรียนมีการฝึกทักษะปฏิบัติและการทดสอบความรู้ในทุกบทเรียน โดยมีการนำเสนอข้อมูลเพิ่มเติมหรือการซ่อมเสริมให้กับผู้เรียนจากการออกแบบบทเรียนออนไลน์ตามกระบวนการออกแบบ (Ritchie and Hoffman.1997 : 135-138) อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อทักษะปฏิบัติของกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติซึ่งผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่าน อาทิ ลลิตา ยังกง (2553 : 1) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับ กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง (2546 : 1) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง ได้นำไปศึกษากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4) พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4) ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง มีทักษะปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก โดยมีเกณฑ์การประเมินผลร้อยละ 88.06

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนื่องจากบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัตินี้ มีประสิทธิภาพในการสร้างทักษะให้กับนักเรียนมากกว่าการเรียนด้วยวิธีปกติจึงเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนในรายวิชาที่ต้องการฝึกทักษะ นำไปปรับใช้กับรายวิชาและนักเรียนตามบริบทของสถานศึกษาของตนเอง ตามขั้นตอนของการวิจัยนี้

2. การพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกทักษะ จากผลการวิจัย นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนมีคะแนนทักษะสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีแบบปกติ ดังนั้นรายวิชาที่เป็นทักษะสามารถนำแนวทางในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนไปพัฒนาในรายวิชาเหล่านั้นได้เพื่อเป็นการฝึกทักษะ ในรายวิชาอื่นที่มีการวัดทักษะสามารถใช้บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนได้เนื่องจากการเรียนภายในห้องเรียนอาจไม่เพียงพอต่อนักเรียน หากนักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้จากแหล่งเรียนรู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนมีทักษะที่ดีขึ้นไม่เน้นเฉพาะรายวิชาคอมพิวเตอร์เท่านั้น

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อเสริมทักษะให้ตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียนเฉพาะกลุ่ม เช่น กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ กลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องหรือพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อฝึกทักษะในรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555.อีเลิร์นนิ่งคืออะไร?[Online].Available :

<http://elearning.stkc.go.th/lms/html/faq/faq6.html>

กองวิชาการ. 2534. การวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัยวิชาดนตรี-นาฏศิลป์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กิตติพงษ์ หมอกมุงเมือง .2546 .“ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง”.ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต.บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กิตติศักดิ์ ถากาศ. 2552 . “การสร้างแบบวัดทักษะการเล่นดนตรีพื้นเมืองภาคเหนือ(สะล้อ) สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2-4”.ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต.บัณฑิตวิทยาลัย,มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2545. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ : พรักหวานกราฟฟิค.

ความรู้เบื้องต้นในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: <http://learners.in.th>

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เชิดศักดิ์ โฆวาลิษฐ์. (ม.ป.ป.).การวัดภาคปฏิบัติ. เอกสารประกอบการบรรยาย. (เอกสารโรเนียว).

ณัฐ อนุพันธ์.2555.”การเรียนรู้เชิงผสมผสาน 2.0 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยอินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชัน”.หน้า 94 ในการประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิ่ง 2555.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย.

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2551. Designing e-Learning หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ออนไลน์

นิโลบล นิมกัรรัตน์. 2548. การวัดผลงานภาคปฏิบัติ. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

บริษัท อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์ จำกัด. 2537. IPST-BOT robot kit Activity manual การสร้างและทดลองเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ IPST-BOT.กรุงเทพฯ :บริษัท อินโนเวตีฟเอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุปผชาติ ทัททิกรณ์. 2555. การใช้ Edmodo และเครื่องมือดิจิทัล สำหรับคณาจารย์บัณฑิตศึกษา รายงานผลการอบรมเชิงปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ประเวศ เวชชะ. 2529. รายงานเรื่องการสร้างแบบวัดผลงานภาคปฏิบัติการร้องมาตรฐานเพลงชาวไทยท่ารำซึกแบ่งผัดหน้า. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประวิตร ชูศิลป์. 2542.หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่.กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู(สำเนา)

พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2555. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไพโรบลย์ กุลด้วง ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี และฉันทนา วิริยเวชกุล. 2556. บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกอบรมที่มีชุดโปรแกรมจำลองเสมือนจริง เรื่องการควบคุมระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 14(1), น. 212 - 219.
- ไพโรจน์ ติรณธนากุล และ ไพโรบลย์ เกียรติโกมล. 2541. "Creating IMMCAI Package," วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 1(2), น. 14-18.
- มนต์ชัย เทียนทอง. 2545. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย. 2555. "การเรียนรู้เชิงผสมผสาน 2.0 ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยอินเทอร์เน็ตแอปพลิเคชัน" หน้า 96 ใน การประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิ่ง 2555. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย.
- รัชณี กัลยาวิสัย และอัจฉรา ธารอุไรกุล, มปป. การวิเคราะห์และออกแบบระบบคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ : Introduction to system analysis and design. กรุงเทพฯ : การศึกษาจำกัด. ลลิตา ยังกง. 2553. "ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเสริมชุดการแสดงทางวิทยาศาสตร์". ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วิชาพัฒน. 2553. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน จำกัด วี. เจ. พรินต์ติ้ง.
- วรวิทย์ วงศ์ไชยคต. 2555. Edmodo คืออะไร. [Online]. Available : <http://teemtar.wordpress.com/>.
- ศรียรัตน์ บำรุงชาติ. 2553. ความหมายของทักษะปฏิบัติ [Online]. Available : <http://www.oknation.net>.
- สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 2551. หุ่นยนต์อัตโนมัติ (Autonomous robots). [Online]. Available : <http://www.tpa.or.th/writer>.
- สุชุม เฉลยทรัพย์และคณะ. 2555. เทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้เล่ม 1. กรุงเทพฯ : เจเนอรัล บุคส์ เซนเตอร์.
- สุวิมล ว่องวานิช. 2547. การวัดทักษะปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2556. เกณฑ์การแข่งขันหุ่นยนต์บังคับมือ งานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ 62. [Online]. Available : <http://www.sillapa.net/rule55/job.pdf>.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2554. แผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2554-2556. [Online]. Available : http://www.sea12.go.th/ict/ict_plan/ict_moe.pdf.
- โสภัทร นาสวัสดิ์. 2552. การเรื่องพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการฝึกทักษะปฏิบัติเรื่อง การดำเนินรายการวิทยุกระจายเสียง สำหรับนักศึกษาสาขาวิทยุกระจายเสียงและโทรทัศน์ในสถาบันอุดมศึกษา. ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- โรงเรียนสตรีอ่างทอง. (2551). หลักสูตรการงานอาชีพและเทคโนโลยีสารสนเทศโรงเรียนสตรีอ่างทอง . อ่างทอง : กลุ่มงานบริหารวิชาการ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. 2546. สารานุกรมศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Carta, Dorian P. 2008. Edmodo is a Twitter for Education. online. Available :

<http://mashable.com/2008/09/18/edmodo/>

Davies, I.K., The management of learning. London:McGraw-Hill,1971.

Doherty, A. 1998. The Internet: Destined to Become a Passive Surfing Technology?

Educational Technology, 38(5) : 61-63.

Hannum, W. 1998. Web-Based Instruction Lessons. online. Available : http://www.soe.unc.edu/edci111/8-100/index_wbi2.htm.

Harrow. A. A taxonomy of the psychomotor domain : A guide for developing behavioral

objective. New York : Longman, 1972.

Hiltz, S. R. 1993. Correlates of Learning in a Virtual Classroom. International Journal of

ManMachine Studies. 39(1), 71-98.

James, D. 1997. Design Methodology for a Web-Based Learning Environment. online.

Available : <http://www.lmu.ac.uk/lss/staffsup/desmeth.htm>.

Khan, Badrul H. 1997. Web-Based Instruction. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational-

Technology Publications.

Parson, R. 1997. An Investigation into Instruction Available on the World Wide Web.

online. Available : <http://oise.on.ca/~rparson/define.html>.

Ritchie, D. C., and Hoffman, B. 1997. Incorporating instructional design principles with the

World Wide Web. In B.H. Khan (Ed.) Web Web-based Instruction. Englewood Cliffs, New Jersey Educational Technology Publications. 135-138.

Simpson. D. Teaching physical education : A system approach. Boston : Houghton Muffin

Co.,1972.

Turoff, M. 1995. Designing a Virtual Classroom. [online]. Available : <http://www.nijit.edu/njit/Department/CCCC/VC/Papers/Design.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.
หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0708



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเนื้อหา

เรียน นายมานะ ประจงจิตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเนื้อหา

ด้วยนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาการศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่องการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ” โดยมี ดร.ธนิษฐ์ รัตน์โอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมเกียรติ ดันติวงศ์วณิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเนื้อหาที่มีความถูกต้องและเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.081-587-6116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4123

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 1500

๒๔ ตุลาคม 2557

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทวนด้านเนื้อหาและด้านสื่อ

เรียน นางสาวณัฐริกา หลอดแก้ว / นายฉัตรชัย นาสถิตย์ / ผศ.จิโรจน์ จริตควร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบและแบบประเมินเนื้อหาและด้านสื่อ

ด้วย นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ เอกคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ” โดยมี ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ ตันติวังศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทวนด้านเนื้อหาและด้านสื่อนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่าน จะช่วยให้งานวิจัยของ ของนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-762-8849

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0708 วันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี

ด้วยนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่องการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ” โดยมี ดร.ธนิษฐ์ รัตน์โอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมเกียรติ ต้นติวงศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศธ 0524.04/ 0708



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

19 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน นางสาวณัฐธิกา หลอดแก้ว / นายจิรัฐ แจ่มสว่าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ด้วยนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งสะเกิจ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่องการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ” โดยมี ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งสะเกิจ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.081-587-6116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 0708



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

๑๙ กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านวัดผลประเมินผล

เรียน นายยอดชาย ขุนสังวาล / นายวรินทร์ หมีทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านวัดผลประเมินผล

ด้วยนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่องการควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ” โดยมี ดร.ธนิษฐ์ รัตน์โอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมเกียรติ ต้นติวงค์วานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบประเมินด้านวัดผลประเมินผลนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.081-587-6116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 391 / 2557

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและ
เค้าโครงวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบสำรอง ของนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิก

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิก รหัสประจำตัว 56603232
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (สควค.) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมี
ประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อปรึกษาและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ดร.ธนินทร์	รัตนโอฬาร	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ดร.สมเกียรติ	ตันติวงศ์วานิช	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.ไพฑูรย์	พิมพ์ดี	ประธานกรรมการ
ดร.ธนินทร์	รัตนโอฬาร	กรรมการ
ดร.สมเกียรติ	ตันติวงศ์วานิช	กรรมการ
ผศ.ดร.ศิริรัตน์	เพชรแสงศรี	กรรมการ
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธ์	กรรมการ (กรรมการภายนอก)

3. คณะกรรมการสอบสำรอง

ดร.เลอลักษณ์	โอทกานนท์	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตพิเศษ)
รศ.ดร.ฉันทนา	วิริยเวชกุล	กรรมการ (อาจารย์บัณฑิตประจำ)

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ / สิงหาคม พ.ศ. 2557

(รองศาสตราจารย์ ปิยะ ศุภวาราสุวัฒน์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบริหารและแผนงาน
รักษาการแทนคณบดี



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวិทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2557 ให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งสะกิจ รหัสประจำตัว 56603232 ให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง ควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ (Online Lesson for Drilling on Automatic Robot Control Operation)” โดยมี ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.สมเกียรติ ตันตวงศ์วณิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2557

(รองศาสตราจารย์ ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)
คณบดี

ร.ร. วิทยาลัยเกษตร
 วันที่ 245
 พ.ศ. 2558
 เวลา



ที่ ศบ 0524.04/ 0707

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
 เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
 กรุงเทพฯ 10520

19 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอบขออนุญาตครูและใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
 เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีอ่างทอง

ด้วยนางสาวปิยะรัตน์ กิ่งละออง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่องการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์" โดยมี ดร.ณิภัทร รัตนโอฬาร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และดร.สมเกียรติ จันทร์วงษ์วณิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และได้รับอนุมัติทำวิจัยและเก็บข้อมูลจากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งละออง ศึกษาค้นคว้าเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล ภายในสถานศึกษาของท่านได้
 ทั้งนี้เรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความกรุณาของท่าน ขอแสดงความนับถือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีอ่างทอง

เรื่องอื่น

เรื่องขอใช้เครื่องมือ

เรื่อง.....

มหาวิทยาลัยเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณิภัทร รัตนโอฬาร)

รองคณบดีฝ่ายปฏิบัติการและบัณฑิตศึกษา
 วิทยาลัยการพัฒนศาสตร์

โทรสาร. 02-329-8436
 ติดต่อนักศึกษา โทร.081-587-6119

อนุศาสตราจารย์ ดร.ณิภัทร รัตนโอฬาร

245
 2558

นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. นายมานะ ประจงจิตร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ
เทคโนโลยี
โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล
2. นายฉัตรชัย นาสถิตย์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ
เทคโนโลยี
โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี
3. นางสาวณัฐริกา หลอดแก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ
เทคโนโลยี
โรงเรียนบางปลาม้า "สูงสูमारผดุงวิทย์"

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. นายจิรัฏฐ์ แจ่มสว่าง ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ เชี่ยวชาญพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ
เทคโนโลยี
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี
3. นางสาวณัฐริกา หลอดแก้ว ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ
เทคโนโลยี
โรงเรียนบางปลาม้า "สูงสูमारผดุงวิทย์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ
บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ สำหรับ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในด้านเนื้อหาที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม ดีมาก

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม ดี

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา					
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์					
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาจุดประสงค์					
1.3 ความเหมาะสมในด้านปริมาณของเนื้อหา					
1.4 เนื้อหาครบถ้วนถูกต้องตามหลักวิชาและครอบคลุมตามโครงสร้างรายวิชาและหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน					
1.5 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา					
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับของผู้เรียน					
1.8 เนื้อหาที่มีความน่าเชื่อถือและมีแหล่งอ้างอิงของข้อมูล					
2. ด้านภาพประกอบเนื้อหา					
2.1 ภาพประกอบเนื้อหาที่มีความชัดเจน					
2.2 ภาพประกอบเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.3 ภาพสามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย					
3. ด้านการใช้ภาษา เสียงบรรยายและตัวอักษร					
3.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการบรรยาย					
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยของผู้เรียน					
3.3 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา					
3.4 ความเหมาะสมชัดเจนของขนาดตัวอักษรและเสียงบรรยาย					

เอกสารนี้เป็นงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去 ใช้ประโยชน์ต่าง การคัด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
4. แบบทดสอบ					
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งและโจทย์ของแบบทดสอบ					
4.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์					
4.3 ความเหมาะสมของชนิดของแบบทดสอบ					
4.4 ความเหมาะสมของระยะเวลา					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวณัฐริกา หลอดแก้ว)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพ
บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

เกณฑ์การประเมิน

- ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด
 ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก
 ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง
 ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย
 ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน					
1.1 การออกแบบสื่อมีความเหมาะสมและเร้าความสนใจ					
1.2 การออกแบบใช้มัลติมีเดียในการเร้าความสนใจ					
1.3 การออกแบบมีการวางรูปแบบที่น่าสนใจ					
1.4 การออกแบบมีระยะเวลาที่เหมาะสม					
1.5 การออกแบบมีความสะดวกในการเข้าถึงบทเรียน					
2. องค์ประกอบ					
2.1 ชื่อบทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
2.2 มีการบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนอย่างชัดเจน					
2.3 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.4 มีการเชื่อมโยง (Links) ไปยังเอกสาร					
2.5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว					
2.6 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทาง และความ ช้า-เร็วในการเรียน					
2.7 ความหลากหลายและความเหมาะสม ของรูปแบบ การมีปฏิสัมพันธ์					
2.8 มีการทดสอบความรู้					
3. ภาพกราฟิก					
3.1 ภาพกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
3.2 ภาพกราฟิกสื่อความหมายตรงตามจุดประสงค์หรือ สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้มากกว่าตัวหนังสือ					
3.2 ขนาดของภาพที่แสดงมีความชัดเจนและเหมาะสม					
4. สี					
4.1 ความเหมาะสมเรื่องสีขององค์ประกอบต่าง ๆ					
4.2 ความกลมกลืนในการใช้สีในทุกหน้าของบทเรียน					
5. ภาพเคลื่อนไหว(animation)					
5.1 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายตรงตามจุดประสงค์ หรืออธิบายเพิ่มเติมได้มากกว่าหนังสือ					
5.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดที่แสดงในหน้าจอเหมาะสม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
5.3 ปริมาณภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม					
5.4 ความเร็วของการเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติ					
6. การประเมินด้านภาพวีดิทัศน์ (video)					
6.1 ใช้ในกรณีที่เนื้อหาต้องการนำเสนอถึงความต่อเนื่องของขั้นตอนวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือแสดงสภาพจริงที่เกิดขึ้น					
6.2 ขนาดของภาพวีดิทัศน์ที่แสดงในหน้าจอเหมาะสม					
6.3 การเชื่อมโยง (Links) ไปยังวิดีโอ					
7. การประเมินด้านเสียง					
7.1 เสียงมีความชัดเจน					
7.2 ใช้เสียงเหมาะสม					
7.3 เสียงมีความสอดคล้องสมจริงเข้ากับเนื้อหา					

ความคิดเห็นอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้ทรงคุณวุฒิ
การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์
 (Index of Item Objective Congruence : IOC)

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อการพัฒนาบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติโดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ด้านการเขียนโปรแกรม					
ให้นักเรียนเชื่อมต่ออุปกรณ์และเขียนโปรแกรมในการสั่งงานให้หุ่นยนต์ปฏิบัติดังนี้					
1	เมื่อกดสวิทช์ทั้ง 2 ตัวพร้อมกันให้เกิดเสียงบีบ นาน 2 วินาที จากนั้นให้หุ่นยนต์เดินหน้าพร้อมแสดงไฟติดดับทั้ง 2 ดวงและทั้งไฟติดดับทั้งแถวตลอดเวลา				
2	เมื่อกดสวิทช์ทางซ้ายจะเกิดเสียงแหลมหรือความถี่สูง นาน 2 วินาที จากนั้น ให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายโดยให้ไฟด้านซ้ายติดตลอดเวลาไฟด้านขวาดับ และเกิดไฟวิ่งจากขวาไปซ้าย				
3	เมื่อกดสวิทช์ทางขวาจะเกิดเสียงต่ำหรือความถี่ต่ำ นาน 2 วินาที จากนั้น ให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวาโดยให้ไฟด้านขวาติดตลอดเวลาไฟด้านซ้ายดับ และเกิดไฟวิ่งจากซ้ายไปขวา				
4	หากไม่กดสวิทช์จะไม่เกิดเสียง จากนั้น ให้หุ่นยนต์เดินถอยหลังโดยให้ไฟทั้ง 2 ข้างติด และไฟติดทั้งแถวตลอดเวลา				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
ด้านการใช้อุปกรณ์					
ให้นักเรียนเชื่อมต่ออุปกรณ์และเขียนโปรแกรมในการสั่งงานให้หุ่นยนต์ปฏิบัติดังนี้					
1	เมื่อกดสวิตซ์ทั้ง 2 ตัวพร้อมกันให้เกิดเสียงบีบ นาน 2 วินาที จากนั้นให้หุ่นยนต์เดินหน้าพร้อม แสดงไฟติดดับทั้ง 2 ดวงและทั้งไฟติดดับทั้ง แฉวตลอดเวลา				
2	เมื่อกดสวิตซ์ทางซ้ายจะเกิดเสียงแหลมหรือ ความถี่สูง นาน 2 วินาที จากนั้น ให้หุ่นยนต์ เลี้ยวซ้ายโดยให้ไฟด้านซ้ายติดตลอดเวลาไฟ ด้านขวาดับ และเกิดไฟวิ่งจากขวาไปซ้าย				
3	เมื่อกดสวิตซ์ทางขวาจะเกิดเสียงต่ำหรือความถี่ ต่ำ นาน 2 วินาที จากนั้น ให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวา โดยให้ไฟด้านขวาติดตลอดเวลาไฟด้านซ้ายดับ และเกิดไฟวิ่งจากซ้ายไปขวา				
4	หากไม่กดสวิตซ์จะไม่เกิดเสียง จากนั้น ให้ หุ่นยนต์เดินถอยหลังโดยให้ไฟทั้ง 2 ข้างติด และ ไฟติดทั้งแฉวตลอดเวลา				

ความคิดเห็นอื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายยอดชาย ขุนสังวาลย์)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ (ด้านเนื้อหา)
บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

ตารางแสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา

รายการ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	เฉลี่ย	S	ความหมาย
1. ด้านความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา							
1.1 ความสมบูรณ์ของจุดประสงค์	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 ความเหมาะสมในด้านปริมาณของเนื้อหา	3	4	5	12.00	4.00	1.00	ดี
1.4 เนื้อหาครบถ้วนถูกต้องตามหลักวิชา และครอบคลุมตามโครงสร้างรายวิชาและหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	5	5	5	15.00	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	4	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับของผู้เรียน	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
1.8 เนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ และมีแหล่งอ้างอิงของข้อมูล	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.13	4.88	4.75	13.75	4.58	0.56	ดีมาก
2. ด้านภาพประกอบเนื้อหา							
2.1 ภาพประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน	5	4	4	13.00	4.33	0.58	ดี
2.2 ภาพประกอบเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	4	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ภาพสามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย	4	4	5	13.00	4.33	0.58	ดี
รวม	4.67	4.00	4.67	13.33	4.44	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	เฉลี่ย	S	ความหมาย
3. ด้านการใช้ภาษา เสียงบรรยายและตัวอักษร							
3.1 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการบรรยาย	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับวัยของผู้เรียน	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
3.3 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดี
3.4 ความเหมาะสมชัดเจนของขนาดตัวอักษรและเสียงบรรยาย	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
รวม	4.00	5.00	4.75	13.75	4.58	0.58	ดีมาก
4. แบบทดสอบ							
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งและโจทย์ของแบบทดสอบ	4	4	3	11.00	3.67	0.58	ดี
4.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์	5	5	4	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
4.4 ความเหมาะสมของชนิดของแบบทดสอบ	4	4	4	12.00	4.00	0.00	ดี
4.5 ความเหมาะสมของระยะเวลา	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
รวม	4.00	4.25	3.75	12.00	4.00	0.43	ดี
รวมทั้งฉบับ	79	88	86	253	4.44	0.54	ดี

จากตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเนื้อหา พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.44 แสดงว่าอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาหัวข้อการประเมิน พบว่า หัวข้อการประเมินด้าน ความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก และด้านแบบทดสอบ อยู่ในระดับ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)
บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

ตารางแสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	เฉลี่ย	S	ความหมาย
1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน							
1.1 การออกแบบสื่อมีความเหมาะสมและ เร้าความสนใจ	4	4	3	11.00	3.67	0.58	ดี
1.2 การออกแบบใช้มิติมีเดียในการเร้า ความสนใจ	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
1.3 การออกแบบมีการวางรูปแบบที่ น่าสนใจ	4	4	4	12.00	4.00	0.00	ดี
1.4 การออกแบบมีระยะเวลาที่เหมาะสม	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 การออกแบบมีความสะดวกในการ เข้าถึงบทเรียน	5	4	4	13.00	4.33	0.58	ดี
รวม	4.00	4.20	4.00	12.20	4.07	0.46	ดี
2. องค์ประกอบ							
2.1 ชื่อบทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
2.2 มีการบอกวัตถุประสงค์ของการเรียน อย่างชัดเจน	3	4	5	12.00	4.00	1.00	ดี
2.3 วัตถุประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	15.00	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 มีการเชื่อมโยงไปยังเอกสาร	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
2.5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลับไปศึกษา เนื้อหาที่ผ่านมาแล้วได้	4	5	5	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
2.6 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทาง และความช้า-เร็วในการเรียน	5	5	4	14.00	4.67	0.58	ดีมาก
2.7 ความหลากหลายและความเหมาะสม ของรูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์	4	4	4	12.00	4.00	0.00	ดี
2.8 มีการทดสอบความรู้	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
รวม	4.00	4.63	4.63	13.25	4.42	0.49	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	เฉลี่ย	S	ความหมาย
3. ภาพกราฟิก							
3.1 ภาพกราฟิกมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
3.2 ภาพกราฟิกสื่อความหมายตรงตามจุดประสงค์หรือสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้มากกว่าตัวหนังสือ	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
3.3 ขนาดของภาพที่แสดงมีความชัดเจนและเหมาะสม	4	4	4	11.00	4.00	0.00	ดี
รวม	3.33	4.00	4.00	11.33	3.78	0.38	ดี
4. สี							
4.1 ความเหมาะสมเรื่องสีขององค์ประกอบต่าง ๆ	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
4.2 ความกลมกลืนในการใช้สีในทุกหน้าของบทเรียน	4	4	4	12.00	4.00	0.00	ดี
รวม	3.50	4.00	4.00	11.50	3.83	0.29	ดี
5. ภาพเคลื่อนไหว							
5.1 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายตรงตามจุดประสงค์หรืออธิบายเพิ่มเติมได้มากกว่าหนังสือ	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
5.2 ภาพเคลื่อนไหวมีขนาดที่แสดงในหน้าจอเหมาะสม	4	4	4	12.00	4.00	0.00	ดี
5.3 ปริมาณภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
5.4 ความเร็วของการเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติ	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
รวม	3.50	4.25	4.00	11.75	3.92	0.43	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (ต่อ)

รายการ	ระดับความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	เฉลี่ย	S	ความหมาย
6. การประเมินด้านภาพวีดิทัศน์							
6.1 ใช้ในกรณีที่เนื้อหาต้องการนำเสนอถึงความต่อเนื่องของขั้นตอนวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือแสดงสภาพจริงที่เกิดขึ้น	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
6.2 ขนาดของภาพวีดิทัศน์ที่แสดงในหน้าจอเหมาะสม	3	4	4	11.00	3.67	0.58	ดี
6.3 การเชื่อมโยงไปยังวิดีโอ	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
รวม	3.67	4.67	4.00	12.33	4.11	0.58	ดี
7. การประเมินด้านเสียง							
7.1 เสียงมีความชัดเจน	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
7.2 ใช้เสียงเหมาะสม	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
7.3 เสียงมีความสอดคล้องสมจริงเข้ากับเนื้อหา	4	5	4	13.00	4.33	0.58	ดี
รวม	4.00	5.00	4.00	13.00	4.33	0.58	ดี
รวมทั้งฉบับ	106	124	117	347	4.13	0.47	ดี

จากตารางแสดงผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.13 แสดงว่าอยู่ในระดับดีและเมื่อพิจารณาหัวข้อการประเมิน พบว่า หัวข้อการประเมินด้านองค์ประกอบอยู่ในระดับดีมาก และด้านภาพกราฟิก ด้านสี ด้านภาพเคลื่อนไหว ด้านภาพวีดิทัศน์ ด้านเสียง อยู่ในระดับ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหา

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ผลรวม	IOC	ผลประเมิน
ด้านการเขียนโปรแกรม							
1	เมื่อกดสวิตซ์ทั้ง 2 ตัวพร้อมกันให้เกิดเสียงบีบ นาน 2 วินาที จากนั้น ให้หุ่นยนต์เดินหน้าพร้อมแสดงไฟติดดับทั้ง 2 ดวงและทั้งไฟติดดับทั้งแถวตลอดเวลา	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
2	เมื่อกดสวิตซ์ทางซ้ายจะเกิดเสียงแหลมหรือความถี่สูง นาน 2 วินาที จากนั้นให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายโดยให้ไฟด้านซ้ายติดตลอดเวลาไฟด้านขวาดับ และเกิดไฟวิ่งจากขวาไปซ้าย	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	เมื่อกดสวิตซ์ทางขวาจะเกิดเสียงต่ำหรือความถี่ต่ำ นาน 2 วินาที จากนั้นให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวาโดยให้ไฟด้านขวาติดตลอดเวลาไฟด้านซ้ายดับและเกิดไฟวิ่งจากซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	หากไม่กดสวิตซ์จะไม่เกิดเสียง จากนั้นให้หุ่นยนต์เดินถอยหลังโดยให้ไฟทั้ง 2 ข้างติด และไฟติดทั้งแถวตลอดเวลา	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายการพิจารณา	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ			ผลรวม	IOC	ผลประเมิน
ด้านการใช้อุปกรณ์							
1	เมื่อกดสวิตซ์ทั้ง 2 ตัวพร้อมกันให้เกิดเสียงบีบ นาน 2 วินาที จากนั้น ให้หุ่นยนต์เดินหน้าพร้อมแสดงไฟติดดับทั้ง 2 ดวงและทั้งไฟติดดับทั้งแถวตลอดเวลา	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2	เมื่อกดสวิตซ์ทางซ้ายจะเกิดเสียงแหลมหรือความถี่สูง นาน 2 วินาที จากนั้นให้หุ่นยนต์เลี้ยวซ้ายโดยให้ไฟด้านซ้ายติดตลอดเวลาไฟด้านขวาดับ และเกิดไฟวิ่งจากขวาไปซ้าย	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3	เมื่อกดสวิตซ์ทางขวาจะเกิดเสียงต่ำหรือความถี่ต่ำ นาน 2 วินาที จากนั้นให้หุ่นยนต์เลี้ยวขวาโดยให้ไฟด้านขวาดิตตลอดเวลาไฟด้านซ้ายดับและเกิดไฟวิ่งจากซ้ายไปขวา	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4	หากไม่กดสวิตซ์จะไม่เกิดเสียง จากนั้นให้หุ่นยนต์เดินถอยหลังโดยให้ไฟทั้ง 2 ข้างติด และไฟติดทั้งแถวตลอดเวลา	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะปฏิบัติแต่ละข้อของเนื้อหาที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ได้ค่าตั้งแต่ 0.67 - 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน และแบบฝึกทักษะหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน(E_1) (40 คะแนน)	คะแนนแบบฝึกทักษะหลังเรียน(E_2) (40 คะแนน)
1	34.3	32.8
2	34.3	32.8
3	33.8	34.4
4	33.8	34.4
5	29.7	29.8
6	29.7	29.8
7	31.5	32.8
8	31.5	32.8
9	29.7	29.8
10	30.5	31.7
11	38.5	37.4
12	30.5	31.7
13	30.5	31.7
14	38.5	35.4
15	36.3	36.5
16	36.3	36.5
17	36.3	36.5
18	37.9	35.4
19	30.3	34.4
20	30.3	34.4
21	30.9	32.8
22	31.7	34.4
23	29.9	34.4
24	29.9	34.4
25	29.9	34.4
26	30.9	32.8
27	38.5	35.4
28	31.3	32.8
29	31.7	34.4
30	31.7	34.4
31	31.8	32.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน(E ₁) (40 คะแนน)	คะแนนแบบฝึกทักษะหลังเรียน(E ₂) (40 คะแนน)
32	37.9	35.4
33	31.7	34.4
34	31.8	32.8
35	31.7	34.4
36	31.7	34.4
37	30.9	32.8
38	31.8	32.8
39	37.9	35.4
40	31.3	32.8
รวม	1309.1	1349.2
เฉลี่ย	32.73	33.73
ร้อยละ	81.82	84.33

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ (E₁ : E₂)

$$\text{สูตร } E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

$$E_1 = \frac{\frac{1309.1}{40}}{40} \times 100 = 81.82$$

$$\text{สูตร } E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\frac{40}{1349.2}}{40} \times 100 = 84.33$$

จากตารางที่ แสดงคะแนนหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ พบว่า ค่าที่คำนวณได้จากแบบฝึกทักษะระหว่างเรียน (E₁) และค่าที่คำนวณได้จากแบบฝึกทักษะหลังเรียน (E₂) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 32.73 : 33.73 คิดเป็นร้อยละมีค่าเท่ากับ 81.82 : 84.33 แสดงว่าบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการ
ทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
จำนวน 40 คะแนน

คนที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) X_1		คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) X_2	
	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2
1	29.8	888.04	31.4	985.96
2	29.8	888.04	30.9	954.81
3	29.8	888.04	30.9	954.81
4	29.8	888.04	29.1	846.81
5	29.8	888.04	29.1	846.81
6	37.6	1413.76	30.9	954.81
7	32.8	1075.84	28.7	823.69
8	32.8	1075.84	27.3	745.29
9	32.8	1075.84	31.7	1004.89
10	32.8	1075.84	30.5	930.25
11	35.6	1267.36	27.3	745.29
12	34.4	1183.36	28.7	823.69
13	35.6	1267.36	27.1	734.41
14	32.8	1075.84	31.4	985.96
15	37.5	1406.25	29.6	876.16
16	32.8	1075.84	27.6	761.76
17	35.6	1267.36	29.1	846.81
18	29.8	888.04	28.7	823.69
19	29.8	888.04	29.1	846.81
20	29.8	888.04	29.2	852.64
21	29.8	888.04	27.1	734.41
22	34.4	1183.36	30.4	924.16
23	34.4	1183.36	29.2	852.64
24	37.5	1406.25	30.4	924.16
25	34.4	1183.36	27.6	761.76
26	34.4	1183.36	29.3	858.49
27	29.8	888.04	27.6	761.76
28	34.4	1183.36	29.2	852.64
29	32.8	1075.84	27.3	745.29
30	29.8	888.04	27.2	739.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) X_1		คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) X_2	
	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2
31	29.8	888.04	27.1	734.41
32	29.8	888.04	27.2	739.84
33	32.8	1075.84	27.2	739.84
34	32.8	1075.84	27.2	739.84
35	34.4	1183.36	30.4	924.16
36	34.4	1183.36	30.9	954.81
37	32.8	1075.84	29.3	858.49
38	37.6	1413.76	31.7	1004.89
39	32.8	1075.84	31.4	985.96
40	32.8	1075.84	31.7	1004.89
รวม	1313.2	43363.58	1167.7	34187.63
S	2.54		1.6	
S^2	6.45		2.56	
N	40		40	

จากตารางแสดงค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการ
ทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ เท่ากับ 6.45 และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการจัดการ
เรียนรู้แบบปกติ เท่ากับ 2.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{N}$$

$$= \frac{1313.2}{40}$$

$$= 32.83$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{N}$$

$$= \frac{1167.7}{40}$$

$$= 29.20$$

ได้คะแนนเฉลี่ยคะแนนสอบหลังเรียน

(กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนเรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ) = 32.83

ได้คะแนนเฉลี่ยคะแนนสอบหลังเรียน

(กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ) = 29.20

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$\text{แทนค่า } S = \sqrt{\frac{40(43363.58) - (1313.2)^2}{40(40-1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{10048.96}{1560}}$$

$$S = 2.54$$

$$S = \sqrt{\frac{40(34187.63) - (1167.7)^2}{40(40-1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{3981.91}{1560}}$$

$$S = 1.60$$

ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบหลังเรียน

(กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนเรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ) = 2.54

ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบหลังเรียน

(กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ) = 1.76

การหาค่าความแปรปรวน

สูตร	$S_1^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$	
แทนค่า	$S_1^2 = \frac{40(43363.58) - (1313.2)^2}{40(40-1)}$	
	$S_2^2 = \frac{40(34187.63) - (1167.7)^2}{40(40-1)}$	
	$S_1^2 = \frac{10048.96}{1560}$	$S_2^2 = \frac{3981.91}{1560}$
	$S_1^2 = 6.45$	$S_2^2 = 2.56$

ได้ค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบหลังเรียน

(กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวนเรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ) = 6.45

ได้ค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบหลังเรียน

(กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ) = 2.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการเปรียบเทียบคะแนนในการวัดทักษะปฏิบัติของนักเรียนจากการตรวจของผู้วิจัย
และผู้ตรวจโดยใช้เกณฑ์ในการวัดทักษะเดียวกัน

ลำดับที่	คะแนนจากการตรวจของผู้วิจัย	คะแนนจากการตรวจของผู้ตรวจ
1	30	24.8
2	30	24.8
3	29.6	25.2
4	29.6	24.4
5	30	24.8
6	37.6	32.8
7	32.8	27.6
8	32.8	26
9	32.8	26
10	32.8	25.6
11	35.6	32.4
12	34	29.6
13	35.6	32.4
14	32.8	28.8
15	40	37.6
16	32.8	28.4
17	35.6	32
18	30	24.8
19	30	24.4
20	30	24.8
21	30	24.4
22	34	29.6
23	34	29.6
24	40	37.6
25	34.4	30.4
26	34.4	30.4
27	30	24.8
28	34.4	30.4
29	32.8	28
30	30	27.2
31	30	26
32	29.6	24.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	คะแนนจากการตรวจของผู้วิจัย	คะแนนจากการตรวจของผู้ตรวจอีกท่าน
33	32.8	28.4
34	32.8	28.4
35	34.4	30.8
36	34.4	30.8
37	32.8	28.8
38	37.6	32.8
39	32.8	28.8
40	32.8	28.8

การหาค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจ

โดยใช้สูตร Coefficient of Correlation (r)

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum (X - \bar{X})^2][\sum (Y - \bar{Y})^2]}}$$

r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X,Y = ตัวแปรที่ต้องการหาค่าความสัมพันธ์

จากตารางการเปรียบเทียบคะแนนในการวัดทักษะปฏิบัติของนักเรียนจากการตรวจของผู้วิจัยและผู้ตรวจอีกท่านโดยใช้เกณฑ์ในการวัดทักษะเดียวกัน พบว่า ค่าความเชื่อถือได้ของผู้ตรวจมีค่าเท่ากับ 0.96

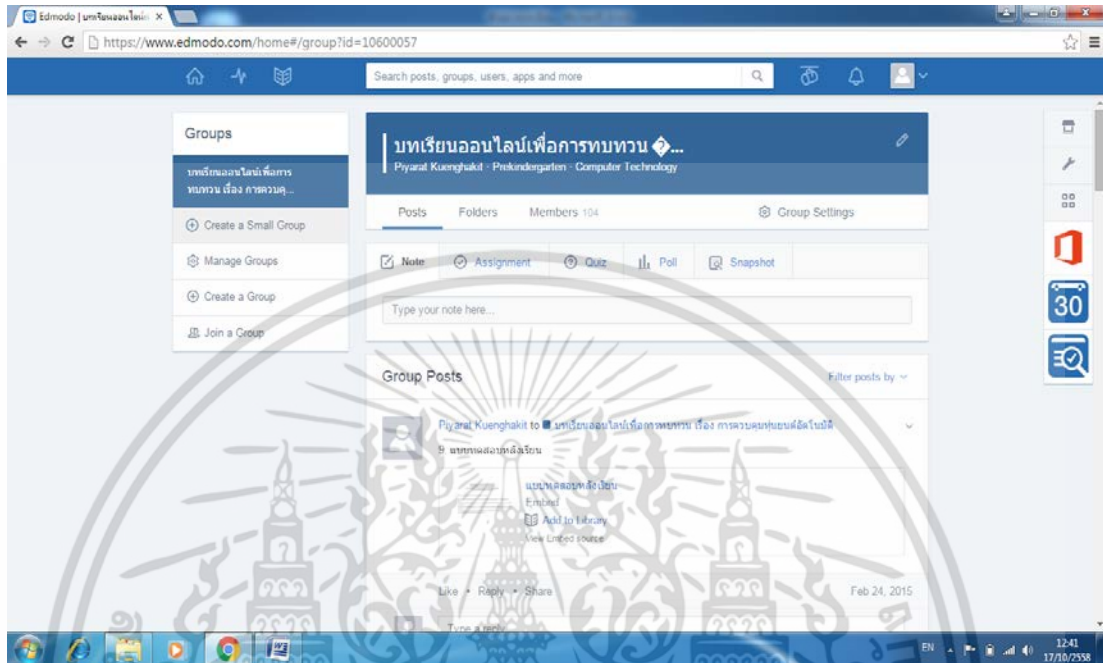
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



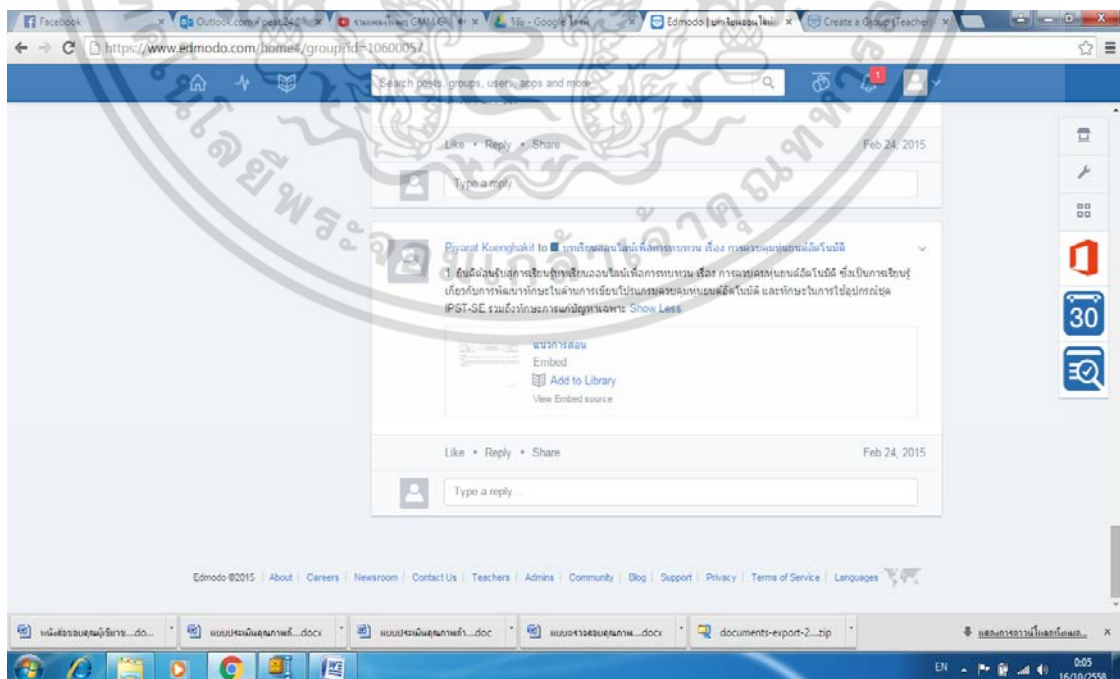
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างบทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

1. หน้าเว็บไซต์ edmodo ที่เข้าสู่บทเรียนออนไลน์เพื่อการทบทวน เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ

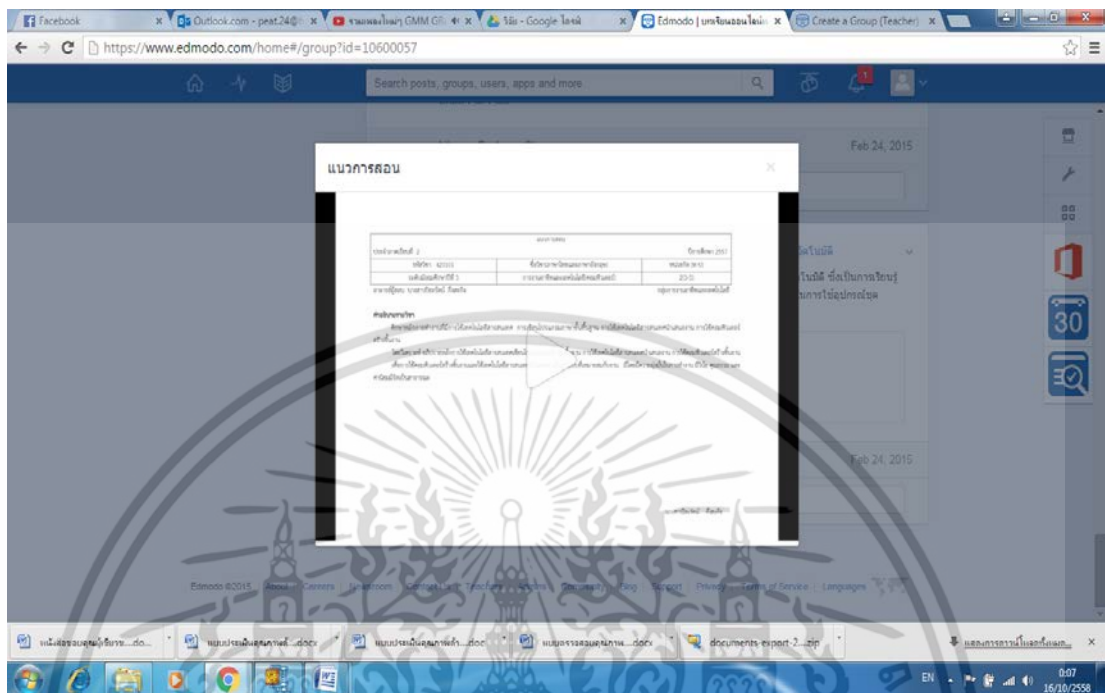


2. ยินดีต้อนรับนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยแนบเอกสารแนวการสอน

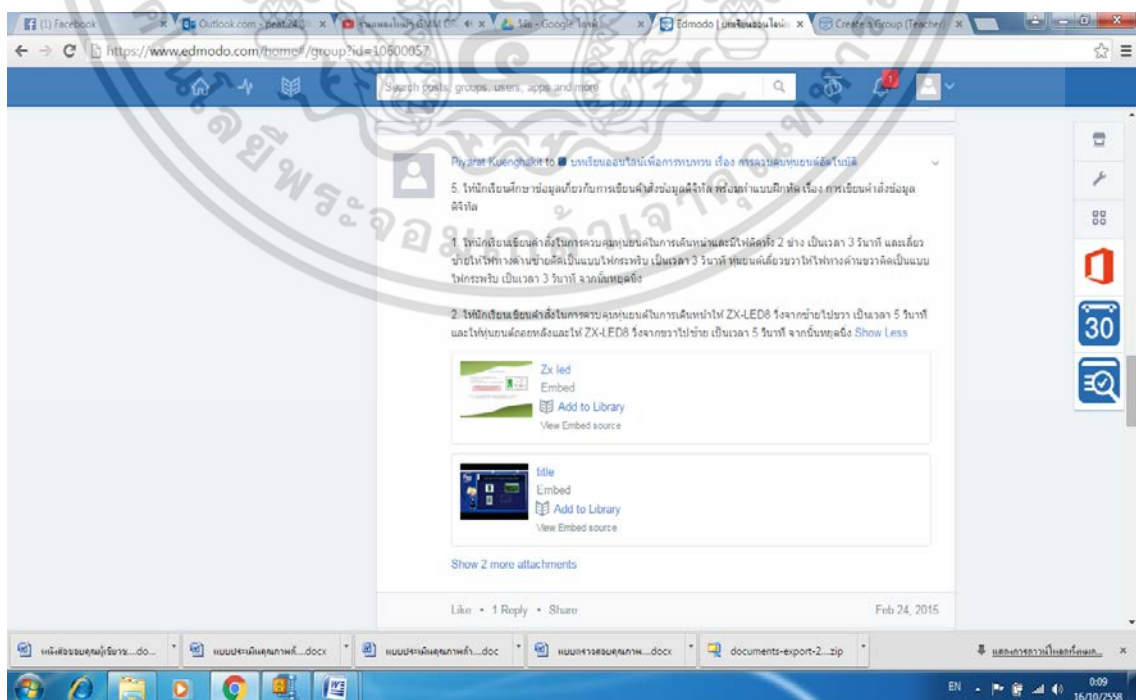


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เอกสารแนวการสอน

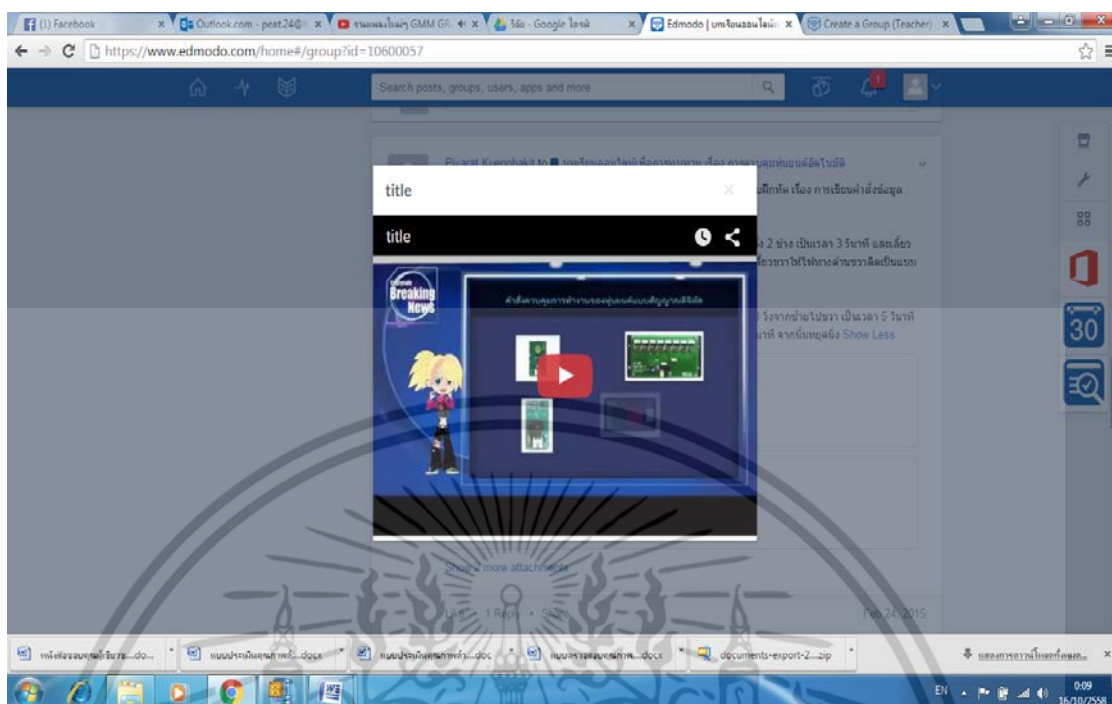


4. ตัวอย่างเอกสารและวิดีโอแนะนำการเรียนโดยคำสั่งในการควบคุมหุ่นยนต์ในการเดินหน้าให้ ZX-LED

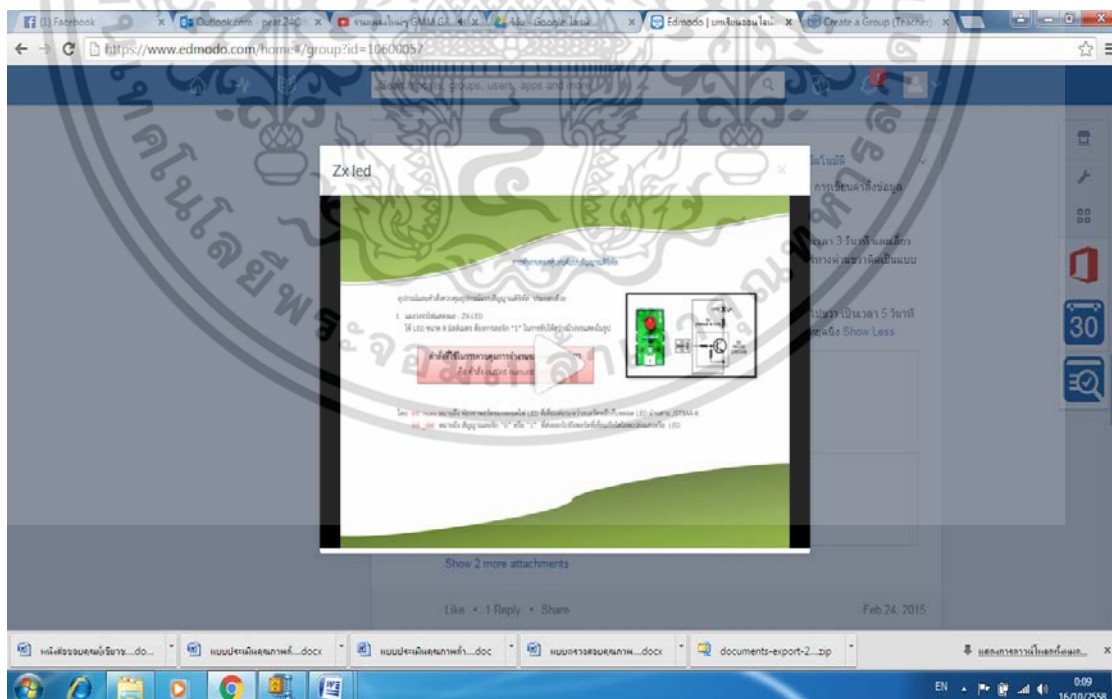


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วีดิโอแนะนำการเรียน



6. วีดิโอแนะนำการเรียนเกี่ยวกับการใช้ ZX-LED

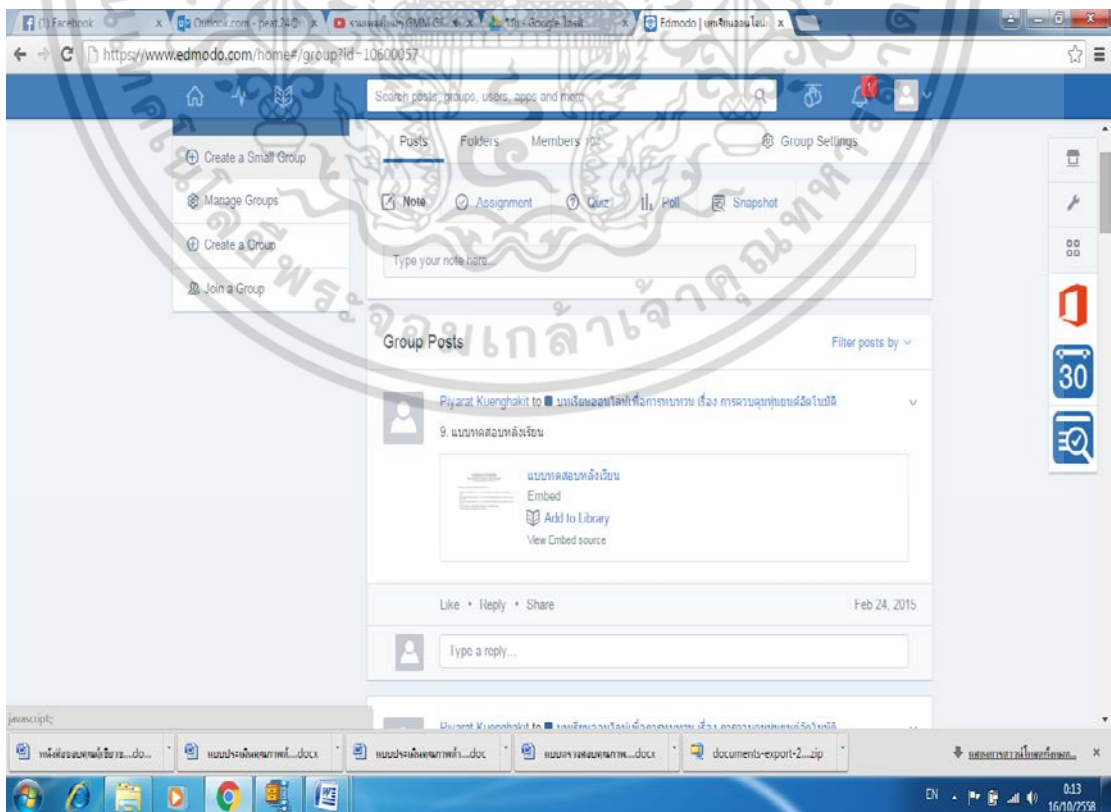


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. วิดีโอแนะนำการเรียนรู้เกี่ยวกับการใช้ ZX-SWITCH



8. แบบทดสอบหลังเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล นางสาวปิยะรัตน์ กิ่งชะกิจ

วัน-เดือน-ปีเกิด 24 เมษายน 2527

สถานที่เกิด จังหวัดสระบุรี

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 3/5 หมู่ 4 ตำบลศาลาแดง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
14000

ประวัติการศึกษา ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรบัณฑิต คณะครุ
ศาสตร์ สาขาวิชาประกาศนียบัตรบัณฑิต(วิชาชีพรุ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

ปีการศึกษา 2554 สำเร็จการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.)
คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ธนบุรี

ปีการศึกษา 2558 สำเร็จการศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระ

จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถานที่ทำงาน โรงเรียนสตรีอ่างทอง

ตำแหน่ง ปีการศึกษา 2550 บรรจุเข้ารับราชการ ตำแหน่ง ครูผู้ช่วย

ปีการศึกษา 2552 ตำแหน่ง ครู ค.ศ. 1 วิทฐานะ

ปีการศึกษา 2555 – ปัจจุบัน ตำแหน่ง ครู ค.ศ. 2 วิทฐานะชำนาญการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้