



การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจาก
ไมโครคอนโทรลเลอร์

นายอนนท์ ทาเทียว

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจาก
ไมโครคอนโทรลเลอร์

นายอนนท์ ทาเทียว

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพลัสวีทด์มอดูเลชันจาก
ไมโครคอนโทรลเลอร์

โดย นายอนนท์ ทาเทียว

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

..... คณะบดีครุศาสตรบัณฑิต

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรถทิมากุล)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ หุตะมาน)

ชื่อ : นายอนนท์ ทาเทียว
 ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการ
 สร้างสัญญาณพัลส์วิทด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์
 สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร
 ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การเรียนรู้การสร้างสัญญาณพัลส์วิทด์มอดูเลชันเป็นเนื้อหาสำคัญในวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอย่างไรก็ตามการปรับตั้งค่าตัวที่ไซเคิลที่ไม่เหมาะสมสามารถทำให้ระบบทำงานผิดพลาดรวมถึงความซับซ้อนของเนื้อหาทำให้นักเรียนขาดความสนใจและผลการเรียนต่ำ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงออกแบบการเรียนรู้ผ่านเกมเพื่อเพิ่มทักษะการเขียนโปรแกรมและแรงจูงใจของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) พัฒนาการเรียนรู้การสร้างสัญญาณพัลส์วิทด์มอดูเลชันผ่านเกมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม 3) เพื่อตรวจสอบแรงจูงใจในการร่วมกิจกรรมหลังจากการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยการอาชีวชนครปฐม จำนวน 26 คน โดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ผ่านเกมบนโปรแกรมแพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริงออนไลน์ พร้อมสื่อประกอบ เช่น ใบเนื้อหา ใบงาน และ แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ ก่อนนำไปทดลองกับผู้เรียน ทำการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีความเหมาะสมสูง(ค่าเฉลี่ย 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.12) เมื่อนำไปทดลองใช้กับผู้เรียน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วจึงดำเนินการตามขั้นตอนจากแผนการจัดการเรียนรู้หลังจากจบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบอีกครั้ง พร้อมทั้งประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนพัฒนาทางการเรียนด้านทักษะระดับสูง 5 คน ปานกลาง 16 คน และต่ำ 6 คน โดยค่าเฉลี่ยแรงจูงใจของผู้เรียนอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06) แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านเกมช่วยเสริมสร้างทักษะการเขียนโปรแกรมและแรงจูงใจได้เป็นอย่างดีของผู้เรียนในอนาคตได้

คำสำคัญ : การเขียนโปรแกรม, พัลส์วิทด์มอดูเลชัน , การเรียนรู้ผ่านเกม, การศึกษาด้านเทคโนโลยี
 อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name : Mr. Anon Thathiew
Independent Study Title : Promoting Students' Programming Skills via
Gamification to Generate Pulse Width Modulation
Signal from Microcontrollers
Major Field : Mechanical Engineering Education
King Mongkut's University of Technology North
Bangkok
Independent Study Advisor : Assistant Professor Dr. Suppachai Howimanporn
Academic Year : 2024

ABSTRACT

Learning to generate Pulse Width Modulation (PWM) signals is an essential topic in electronics engineering and control systems. However, improper duty cycle adjustments can cause system malfunctions. Additionally, the complexity of the content often leads to a lack of student interest and low academic performance.

Therefore, in this study, the researcher designed a game-based learning approach to enhance students' programming skills and motivation. The objectives were: 1) To develop learning of PWM signal generation through a game using a microcontroller. 2) To examine students' progress in programming skills. 3) To assess students' motivation in participating in activities after learning.

The sample consisted of 26 vocational certificate students in the electronics program at Nakhon Pathom Industrial and Community Education College. The learning tool was a game-based program on a special online platform, supplemented with instructional materials such as content sheets, worksheets, and a 20-item test. Before the experiment, experts evaluated the learning tool and found it highly appropriate (mean = 4.53, standard deviation = 0.12),

During the experiment, students took a pre-test before participating in the structured learning activities. After completing all learning units, students took a post-test and were assessed on their motivation toward the learning activities.

The research findings revealed that 5 students demonstrated high-level skill development, 16 were at a medium level, and 6 were at a low level. Additionally, students' motivation was rated at a high level (mean = 4.82, standard deviation = 0.06), indicating that game-based learning effectively enhances programming skills and motivation for future learning.

Keywords: Programming, Pulse Width Modulation (PWM), Gamification, Technology Education

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถดำเนินการจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำ และ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการจัดทำบทความวิจัย และการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอดรวมถึง คณะอาจารย์ผู้ดูแลนักศึกษาด้านเทคนิคการสอน เทคนิคทำวิจัยมาโดยตลอดรวมถึง ขอขอบพระคุณวิทยาลัยการอาชีพนครปฐม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เรื่องการจัดเวลาสำหรับการ ศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้ กำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณเพื่อนผู้ร่วมชั้นเรียนที่ได้เสนอแนวคิด และมุมมองด้านอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

อนนท์ ทาเทียว



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญ (ต่อ)	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญตาราง (ต่อ)	ฏ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
สารบัญรูปภาพ (ต่อ)	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานในงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลักสูตรรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2562	5
2.2 วิธีการสอนโดยใช้เกม	7
2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	8
2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติ	8
2.5 แนวคิดเชิงคำนวณ	9
2.6 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้	10
2.7 ขั้นตอนการเริ่มต้นใช้งานแพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง (Metaverse spatial.io)	13
2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์อาduino (Arduino)	16
2.9 การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด อาduino (Arduino)	25
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 รูปแบบของการวิจัย	34
3.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	34
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	34
3.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	37
3.5 การเก็บข้อมูลการวิจัย	44
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย	46
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิทต์มอดูเลชั่น	49
4.2 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ด้วยวิธี Normalized Gain แบบรายบุคคล	50
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุป	59
5.2 อภิปรายผล	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม (ภาษาไทย)	62
บรรณานุกรม (ภาษาอังกฤษ)	63
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก	
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	67
หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ	68
แบบประเมินแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	73
แบบตารางสรุปแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาของข้อสอบ	79
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	80
แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกม	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แบบประเมิน Rubric สำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์วิทย์มอดูเลชัน จาก ไมโครคอนโทรลเลอร์	85
ภาคผนวก ข	
ตารางการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	87
ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	88
ตารางวิเคราะห์ทางการเรียนกำหนดการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	89
ตารางการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบทางทฤษฎีและ วัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ	91
ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียน	92
ภาคผนวก ค	
ตารางกรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	95
รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนใน การสร้างสัญญาณพัลส์วิทย์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์	110
เอกสารประกอบการสอน	113
ภาคผนวก ง	
การเผยแพร่ผลงานวิจัยระดับชาติในการประชุมวิชาการ พะเยา ครั้งที่ 14	115
ประวัติผู้เขียน	118

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2-1 แสดงการแบ่งหน่วยการเรียนรู้	6
ตารางที่ 3-1 ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความเข้าใจ	35
ตารางที่ 3-2 แสดงตารางผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพชุดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะ	36
ตารางที่ 3-3 การแบ่งระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ ที่มา : Richard R. Hake (1998)	46
ตารางที่ 4-1 ตารางผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ	49
ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ	51
ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ด้วยวิธี Normalized Gain	52
ตารางที่ 4-4 ผลคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทดสอบสมรรถนะของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบปฏิบัติ	56
ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม	58
ตารางที่ ก-1 ข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาของข้อสอบ	76
ตารางที่ ก-2 ตารางสรุปแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม	78
ตารางที่ ก-3 แบบประเมินนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	80
ตารางที่ ก-4 แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะ	83
ตารางที่ ก-5 ตารางประเมิน Rubric สำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์	85
ตารางที่ ข-1 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชา	85
ตารางที่ ข-2 ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	86
ตารางที่ ข-3 ตารางกำหนดการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	88
ตารางที่ ข-4 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบทางทฤษฎีและวัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ	89
ตารางที่ ข-5 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียน	90
ตารางที่ ค-1 กรอบการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	93
ตารางที่ ค-2 กรอบการจัดการเรียนรู้การติดตั้งโปรแกรม Arduino (IDE)	94
ตารางที่ ค-3 กรอบการจัดการเรียนรู้ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์	95
ตารางที่ ค-4 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับพอร์ตดิจิตอลเอาต์พุต	96
ตารางที่ ค-5 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับพอร์ตดิจิตอลอินพุต	97
ตารางที่ ค-6 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับแอลอีดีแสดงผล 7	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ ค-7 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับโมดูลแสดงผล LCD	99
ตารางที่ ค-8 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับอนาล็อกอินพุต	100
ตารางที่ ค-9 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับสวิตช์เมทริกซ์	101
ตารางที่ ค-10 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	102
ตารางที่ ค-11 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์	103
ตารางที่ ค-12 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับลำโพงบีซเซอร์	104
ตารางที่ ค-13 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ	105
ตารางที่ ค-14 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับเซนเซอร์อัลตราโซนิก	106
ตารางที่ ค-15 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับรีโมทคอนโทรล	107
ตารางที่ ค-16 กรอบการจัดการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้งาน Arduino	108
ตารางที่ ค-17 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์	110

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
2-2 แบบการทดลองกึ่งการทดลอง	13
2-3 การเข้าสู่เว็บไซต์ Metaverse spatial.io	14
2-4 การสร้างอวตาร (Avatar)	14
2-5 การเข้าเพิ่มเนื้อหาบทเรียน	15
2-6 การเชิญผู้อื่นเข้าร่วมในเกมส่งเสริมการเรียนรู้	15
2-7 ภาพบอร์ด Arduino Uno	17
2-8 ขาของบอร์ด Arduino Uno	18
2-9 บอร์ด Arduino Nano	19
2-10 โครงสร้างในบอร์ด Arduino Nano	20
2-11 บอร์ด Arduino Mega 2560	21
2-12 โครงสร้างบอร์ด Arduino Mega 2560	21
2-13 สูตรการคำนวณ ดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle)	22
2-14 วัฏจักรหน้าที่ พัลส์วidthมอดูเลชัน	22
2-15 รายละเอียดพินสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชัน	23
2-16 ควบคุมความสว่างของ หลอดไฟแอลอีดี (LED)โดย ใช้อาดูโน้(Arduno)	24
2-17 หน้าเมนูในการดาวน์โหลดโปรแกรม	27
2-18 เมนูในการเชิญชวนบริจาคเงินก่อนดาวน์โหลด	27
2-19 ไอคอนของโปรแกรมที่โหลดมาได้	28
2-20 เมนูในการยอมรับข้อตกลงก่อนติดตั้งโปรแกรม	28
2-21 เมนูในการเลือกจะให้ทุกคนใช้หรือเฉพาะคน	29
2-22 โฟลเดอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม	29
2-23 โปรแกรมขณะกำลังติดตั้ง	30
2-24 ผลลัพธ์เมื่อติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ	30
2-25 ไอคอนของโปรแกรมที่ติดตั้งเสร็จ	30
2-26 หน้าเมนูเมื่อมีการเปิดใช้งานโปรแกรม	31
3-1 ภาพผังงานวิธีดำเนินการวิจัย	33

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-26 หน้าเมนูเมื่อมีการเปิดใช้งานโปรแกรม	31
3-1 ภาพผังงานวิธีดำเนินการวิจัย	33
3-2 การสมัครเข้าใช้งานเปิดเว็บเบราว์เซอร์	38
3-3 คลิกปุ่ม Login เพื่อเข้าสู่ระบบ	38
3-4 เลือกรูปแบบที่ใช้ในการล็อกอินด้วย Gmail จึงคลิกที่เมนู	39
3-5 กรอกที่อยู่บัญชี Gmail ลงไปในช่อง อีเมลหรือโทรศัพท์	39
3-6 กรอกชื่อที่ต้องการให้แสดงในช่อง name	40
3-7 อัปโหลดรูปภาพโดยคลิกที่ Upload photo	40
3-8 คลิกเลือกเพศของตนเอง	41
3-9 ระบบจะสร้างร่างอวตารขึ้นมาโดยใส่ใบหน้าของเราเข้าไป	41
3-10 การตกแต่งร่างอวตารที่สร้างขึ้น	42
3-11 ปุ่มควบคุมร่างอวตาร	42
3-12 เข้าสร้างห้องเรียนส่งเสริมการเรียนรู้การสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลย์	43
3-13 ทดลองใช้ห้องเรียนส่งเสริมการเรียนรู้การสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลย์	43
3-14 ผู้เรียนเข้าใช้งานผ่านเกมของผู้เรียนในกีสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลย์	44
3-15 ผู้เรียนกลุ่มทดลองเรียนรู้จากเกมและมาจำลองการเขียนโปรแกรมบน tinkercad	45
3-16 ผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมการวิจัย	45
4-1 ผลความก้าวหน้าของการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นแบบรายบุคคล Normalized gain	53
4-2 ผลการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรม SPSS	54
4-3 ผู้เรียนทำการปฏิบัติในการต่อวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์	55
4-4 ผู้เรียนทำการปฏิบัติในการต่อวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมในการสร้างสัญญาณพัลส์	55
4-5 ภาพกราฟผู้เรียนทดสอบสมรรถนะของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบด้านปฏิบัติ	56
ค-1 ใบเนื้อหา	113
ค-2 ใบแบบฝึกหัด	113
ค-3 ใบสั่งงาน	113
ค-4 ใบประเมิน	113
ง-1 กำหนดการเผยแพร่ผลงานการวิจัยมหาวิทยาลัยพะเยาการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดุลย์จากไมโครคอนโทรลเลอร์	115

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง-2 เกียรติบัตรการเผยแพร่ผลงานการวิจัยการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14	116
ง-3 การเผยแพร่ผลงานการวิจัยการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14	116
ง-4 การนำเสนอผลงานการวิจัยประเภท Oral Presentation กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14	117
ง-5 ภาพรณมนักวิจัยการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14	117



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 การเรียนการสอนไมโครคอนโทรลเลอร์มีแนวทางการพัฒนาผ่านเกมเพื่อเรียนรู้การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นกระบวนการในการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองความต้องการในยุคที่เทคโนโลยีเติบโตอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการสอนด้านนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากทั้งในเรื่องของเนื้อหาหลักสูตร เทคนิคการสอน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ปัจจุบันหลักสูตรระดับวิทยาลัย และ มหาวิทยาลัยได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้นรวมถึงการประยุกต์ใช้ในการศึกษาโครงการด้านไมโครคอนโทรลเลอร์และยังคงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาทักษะด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดค้นนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้ผ่านชุดฝึกอบรมที่มีการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ไว้ล่วงหน้า อาจส่งผลกระทบต่อความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้แนวคิดสำคัญ เช่น การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมมอเตอร์ และการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (Pat arroyo, Beauchamp & Santiago, 2015; Manoharan, Thomas, Joseph & Raghu, 2018)

กิจกรรมเชิงปฏิบัติจะมีความสำคัญในการเรียนรู้ แต่ก็จะมีมุ่งเน้นเฉพาะการปฏิบัติการโดยละเอียดหลักการเชิงทฤษฎี ซึ่งการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรเป็นการบูรณาการระหว่างการปฏิบัติและความเข้าใจแนวคิดเชิงเนื้อหา (Banadir, Kabalci & Oz, 2012) นอกจากนี้ การเรียนรู้แนวคิดหลักของการคิดเชิงคำนวณการเขียนโปรแกรม จำเป็นต้องเชื่อมโยงกับหลักการทางวิศวกรรมด้านคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 แนวคิดดังกล่าวควรถูกบูรณาการให้เหมาะสมระหว่างการปฏิบัติ กับ ทฤษฎีกระบวนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Pensky, T., 2021)

1.1.2 การใช้เกมเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ การเรียนรู้ผ่านเกมเป็นแนวทางที่เป็นสื่อกลางในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะต่างๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อทำให้การเรียนรู้เป็นส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่จับต้องได้ (Mendonca, M., 2020) การออกแบบเกมเพื่อการเรียนรู้จำเป็นต้องอาศัยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเข้ากับเนื้อหาของเกม โดยผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ผ่านคอมพิวเตอร์ (Nadolny, L., et al., 2020)

งานวิจัยหลายชิ้นพบว่า การใช้เกมในการเรียนช่วยเพิ่มแรงจูงใจและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (Cabrera-Solano, P., 2022) นอกจากนี้การผสมผสานเกมเข้ากับวิธีการสอนแบบเดิมช่วยกระตุ้นแรงจูงใจของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น (Li, L., 2019)

1.1.3 ความสำคัญของการวิจัยและเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ผ่านเกมจากความสำคัญที่กล่าวมาผู้วิจัยเล็งเห็นถึงประโยชน์ของการใช้เกมเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านต่างในการเขียนโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาพร้อมประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการเขียนโปรแกรมเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนต้องมีความเข้าใจ ต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกทั้งด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีแม้ว่าการเรียนแบบบรรยายการสาธิต และการปฏิบัติในห้องเรียน จะถูกใช้มาเป็นเวลานาน แต่ผลลัพธ์ไม่เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งผู้เรียนขาดความสนใจขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ผ่านเกมจึงเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากสามารถทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดได้ดีขึ้นการงานวิจัยนี้คาดหวังว่า การจัดการเรียนรู้โดยส่งเสริมการใช้เกมร่วมกับการสอนแบบเดิมจะสามารถช่วยพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมและเพิ่มแรงจูงใจในการศึกษาการเขียนโปรแกรมผ่านการเรียนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ของนักศึกษาอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมุ่งหวังที่จะใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิทด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2.3 เพื่อตรวจสอบแรงจูงใจในการร่วมกิจกรรมของผู้เรียนหลังจากผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.3 สมมติฐานในงานวิจัย

1.3.1 ผู้เรียนที่ผ่านการทำกิจกรรมตามการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิทด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มีความก้าวหน้าทางการเรียน

1.3.2 ผู้เรียนที่ผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์ วิทด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มีผลประเมินระดับของแรงจูงใจอยู่ในระดับดีมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัย ใช้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของวิทยาลัยการอาชีพนครปฐมด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 26 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 20105-2105 วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับภาคเรียนที่ 1/2566 จำนวน 26 คน

1.4.1.1 การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเฉพาะเนื้อหาที่ครอบคลุมในส่วนของความรู้และความสามารถในการเรียนรู้ในเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยที่ 10 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟกระแสดังโดย เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตรวจสอบแรงจูงใจผู้เรียน

1.4.2 รูปแบบการวิจัยเป็นแบบ วิธีการวิจัย (Pre-experimental design) แบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนหรือหลังการทดลอง ก็ได้โดยมีการประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) โดย Richard R. Hake (1998)

1.4.3 ด้านเนื้อหาใช้เนื้อหาในรายวิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์ หน่วยที่ 10 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟกระแสดัง

1.4.5 เครื่องมือวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.4.5.1 แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าทางการเรียน ด้านทฤษฎี เรื่อง การสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชันไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสดัง จำนวน 20 ข้อ

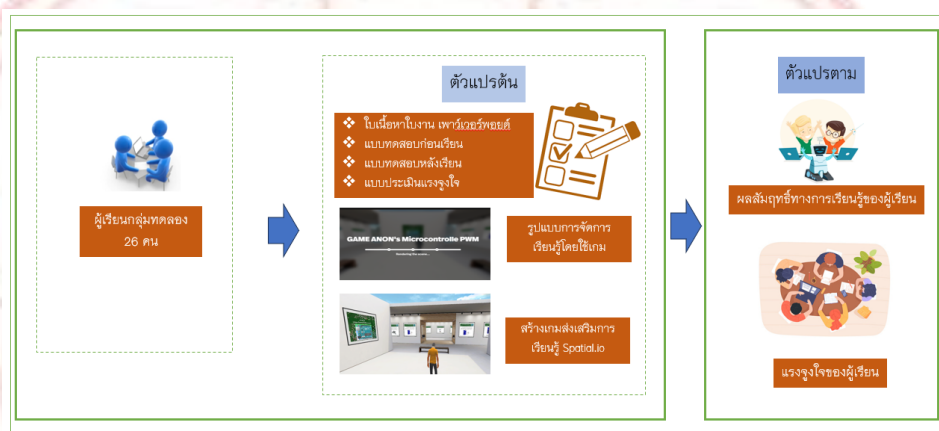
1.4.5.2 แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส่งเสริมการเรียนรู้ในการสร้างสัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้ทฤษฎีแบบจำลองของอาร์คส (ARCS Model ประยุกต์ใช้จากงานวิจัยของ อดุลย์) “การศึกษาความก้าวหน้าและแรงจูงใจของผู้เรียนอาชีวศึกษา ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจ (Attention) ด้านความเกี่ยวข้อง (Relevance) ด้านความมั่นใจ (Confident) ด้านความพึงพอใจ (Satisfaction)

1.4.5 ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสอดคล้องและประเมินคุณภาพของเครื่องมือในด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนโดยมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนเกี่ยวกับการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์จำนวน 5 ท่าน

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.5.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้สร้างเกมส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันไมโครคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์

1.5.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน และ แรงจูงใจในการเรียนของผู้เรียน



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้เกมส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.2 ได้แนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.3 ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพลัสวิทย์ มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาทฤษฎีต่างๆ รวมถึงเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 หลักสูตรรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2562
- 2.2 วิธีการสอนโดยใช้เกม
- 2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติ
- 2.5 แนวคิดเชิงคำนวณ
- 2.6 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์และการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
- 2.7 ขั้นตอนการเริ่มต้นใช้งานแพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง (Metaverse spatial.io)
- 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.9 การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด อาดูโน่ (Arduino)
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2562

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา

2.1.1.1 เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างหลักการทำงานชุดคำสั่งการเขียนโปรแกรม ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1.2 มีทักษะการใช้ชุดคำสั่ง และการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1.3 ประกอบและต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.1.4 มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพในการค้นคว้าศึกษาเพิ่มเติมปฏิบัติงานด้วยความละเอียด

คำนึงถึงความถูกต้องปลอดภัย

2.1.2 สมรรถนะรายวิชา

2.1.2.1 แสดงความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.2 ประกอบวงจรและทดสอบไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1.2.3 ประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบ

2.1.3 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างหน้าที่ในส่วนประกอบต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ อุปกรณ์ อินพุต เอาต์พุต ชุดคำสั่งและการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาระดับสูงหรือภาษาแอสเซมบลี ภาษาซีของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์การต่อวงจรและการประยุกต์ใช้งาน

ทางผู้วิจัยได้วางแผนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งหมดเป็น 16 หน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2-1

วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 20105-2105	
หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้
1	เริ่มต้นใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
2	การใช้งานโปรแกรม Arduino
3	ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
4	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลเอาต์พุต
5	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลอินพุต
6	Arduino กับแอลอีดีแสดงผล 7
7	Arduino กับโมดูลแสดงผล LCD
8	Arduino กับอนาล็อกอินพุต
9	Arduino กับสวิตช์เมทริกซ์
10	Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
11	Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์
12	Arduino กับลำโพงบีซเซอร์
13	Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ
14	Arduino กับเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก
16	Arduino กับรีโมทคอนโทรล
16	การประยุกต์ใช้งาน Arduino

ตารางที่ 2-1 แสดงการแบ่งหน่วยการเรียนรู้

จากการแบ่งหน่วยการเรียนรู้ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยที่ 10 มาทำการวิจัย มีหัวข้อหน่วยการเรียนรู้ได้ 4 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หัวข้อย่อยหน่วยที่ 12.1 เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หัวข้อย่อยหน่วยที่ 12.2 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino

หัวข้อย่อยหน่วยที่ 12.3 เรื่อง การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงด้วย Arduino

หัวข้อย่อยหน่วยที่ 12.4 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไอซี L293D

2.2 วิธีการสอนโดยใช้เกม

2.2.1 การสอนโดยใช้เกม

การเรียนรู้โดยใช้เกม เป็นแนวทางการศึกษาที่นำองค์ประกอบของเกมมาผสมผสานกับกระบวนการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ผ่าน การลงมือทำกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลอง โดยมีเป้าหมายให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะทางปัญญา ความคิดสร้างสรรค์การทำงานร่วมกัน ให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย (ฉัตรกมล ประจวบลาภ, 2559)

การใช้เกมเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้จึงไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้เท่านั้น แต่ยังทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สนุกสนาน และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

2.2.2 ข้อดีของการสอนโดยใช้เกม

การนำเกมมาใช้ในการศึกษามีข้อดีหลายประการ ดังนี้

2.2.2.1 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

การสอนผ่านเกมช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างสนใจเนื้อหาบทเรียนมากขึ้นและสามารถเรียนรู้ผ่านการเล่นเกมได้

2.2.2.2 ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้ผ่านเกมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและสามารถจดจำได้ยาวนาน

2.2.3 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้เกม

2.2.3.1 องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ผ่านเกม

การเรียนรู้โดยใช้เกมต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจแนวทางและจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ นอกจากนี้ กฎเกณฑ์ของเกมสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้เกิดผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ (สาโรช โคกสิริรักษ์, 2546; เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, 2559)

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้วัดสำคัญของคุณภาพทางการศึกษา ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ โดยเกิดจากปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อความสำเร็จของผู้เรียน อนาสตาซี (Anastasi, 1976: 107 อ้างถึงใน เกศินี เนาสวรรณ์, 2563:10) ได้อธิบายว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกิดจากการผสมผสานของปัจจัย 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. องค์ประกอบด้านสติปัญญา

2. องค์ประกอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม และแรงจูงใจ ซึ่งล้วนมีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากแนวคิดนี้แสดงให้เห็นว่าความสำเร็จในการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับความฉลาด หรือสติปัญญาเพียงอย่างเดียว ยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของผู้เรียน ไพศาล หวังพานิช (2531, หน้า 89) ให้คำนิยามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะและความสามารถที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งสะท้อนผ่านการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่

1. การวัดด้านการปฏิบัติ – เน้นการทดสอบผ่านการกระทำจริง

2. การวัดด้านเนื้อหา – เน้นการประเมินความรู้เชิงทฤษฎี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับอิทธิพลจากทั้งปัจจัยด้านสติปัญญาและปัจจัยแวดล้อมการวัดผลสามารถทำได้ทั้งเชิงปฏิบัติและเชิงเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้และประเมินคุณภาพของกระบวนการศึกษา

2.3.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภัทรา นิคมานนท์ (2537) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ เครื่องมือที่ใช้วัดระดับความรู้ และความสามารถ ทักษะทางวิชาการของผู้เรียน ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อประเมินว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมาได้มากน้อยเพียงใด โดยมักใช้หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนหรือกิจกรรมการสอน

2.4 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติ

2.4.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) หมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554)

เทอร์สโตน (Thurstone, 1946: 39-40) ให้นิยามว่าเจตคติเป็นระดับของความรู้สึกทั้งด้านบวก และ ลบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นบุคคล สิ่งของ บทความ หรือองค์กร ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าบุคคลเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับสิ่งนั้น

Shaver (1977, อ้างถึงใน สุรัชช์ เทียนใช้ดี, 2564) อธิบายว่าเจตคติเป็นลักษณะทางจิตที่กำหนดแนวทางการตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในเชิงบวกหรือเชิงลบ โดยมีอารมณ์และความรู้สึกเป็นองค์ประกอบหลักของความพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมตามแนวคิดนั้นเจตคติเป็นความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อ โดยสามารถเป็นได้ทั้งทางบวก และ ทางลบซึ่งอาจแสดงออกเป็นพฤติกรรม เช่น ชอบหรือไม่ชอบ

2.4.2 องค์ประกอบของเจตคติ

จากการศึกษางานวิจัยและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง สุทธิเลิศ อรุณ (2543, น. 79-80, อ้างถึงใน สุรัชช์ เทียนใช้ดี, 2564) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

2.4.2.1 ด้านความรู้สึก (Affective Component)

เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการกำหนดเจตคติของบุคคลความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบมีผลต่อการกำหนดทัศนคติ ตัวอย่างเช่น หากบุคคลรู้สึกชอบหรือไม่ชอบการเป็นนักกีฬา จะส่งผลต่อเจตคติของเขามีสื่ออาชีพนี้อารมณ์และความรู้สึกเป็นพื้นฐานสำคัญในการแสดงออกซึ่งเจตคติ

2.4.2.2 ด้านความรู้ (Cognitive Component)

เป็นพื้นฐานสำคัญของเจตคติบุคคลต้องมีความรู้หรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งก่อนจึงจะสามารถกำหนดเจตคติได้ เช่น หากบุคคลจะมีเจตคติต่ออาชีพนักกีฬา เขาต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับบทบาท รายได้ และโอกาสก้าวหน้าของอาชีพนี้ก่อน

2.4.2.3 ด้านพฤติกรรม (Behavior Component)

พฤติกรรมสามารถสะท้อนเจตคติได้ แต่มีความสำคัญน้อยกว่าด้านความรู้สึกพฤติกรรมบางอย่างอาจไม่ได้สะท้อนเจตคติที่แท้จริงของบุคคล เช่น การยกมือไหว้และกล่าวคำสวัสดิ์ต่อผู้ที่ตนเองไม่ศรัทธา ดังนั้น พฤติกรรมอาจไม่ใช่ตัวชี้วัดเจตคติที่แม่นยำเสมอไป

2.5 แนวคิดเชิงคำนวณ

แนวคิดเชิงคำนวณประกอบด้วยองค์ความรู้สำคัญ 3 ด้าน ได้แก่

2.5.1 การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

เป็นการคิดและแก้ปัญหาเชิงวิเคราะห์โดยใช้ความคิดเชิงนามธรรมมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนอย่างเป็นระบบแม้ว่าการคิดเชิงคำนวณจะเกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมแต่ไม่ได้จำกัดเฉพาะด้านนี้เพียงอย่างเดียว จุดมุ่งหมายหลักคือฝึกให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบ

2.5.2 พื้นฐานความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology)

เป็นองค์ประกอบสำคัญในการศึกษา โดยเฉพาะในยุคไทยแลนด์ 4.0 ผู้เรียนต้องเข้าใจด้านเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพมีความสำคัญในยุคที่ระบบอัตโนมัติถูกนำมาใช้ในการเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม การคมนาคม เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

2.5.3 พื้นฐานการรู้เท่าทันสื่อและข่าวสาร (Media and Information Literacy)

เป็นทักษะสำคัญในยุคดิจิทัลที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แยกแยะข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้เข้าใจความแตกต่างระหว่าง ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ตระหนักถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์

2.6 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์และการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

2.6.1 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก (2546) ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นเครื่องมือวัดสมรรถภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง – ออกแบบโดยครูเพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนในเนื้อหาที่สอน
 2. แบบทดสอบมาตรฐาน – พัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในระดับกว้าง
- รูปแบบของแบบทดสอบที่ครูสร้าง มี 6 ประเภท ได้แก่
1. ข้อสอบอัตนัย (Essay Test) – ผู้เรียนตอบคำถามโดยอิสระผ่านการเขียน
 2. ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True-False Test) – ผู้เรียนเลือกตอบจาก 2 ตัวเลือกที่ตรงข้ามกัน เช่น ถูก-ผิด หรือ ใช่-ไม่ใช่
 3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Fill-in-the-Blank Test) – ให้ผู้เรียนเติมคำหรือประโยคที่ขาดหายไป
 4. ข้อสอบตอบสั้น (Short Answer Test) – คำถามที่ต้องการคำตอบสั้นและชัดเจน
 5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) – ให้ผู้เรียนจับคู่ข้อมูลจาก 2 กลุ่มที่สัมพันธ์กัน
 6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) – มีตัวเลือกให้เลือกตอบเพียงข้อเดียวที่ถูกต้องที่สุด
- นัฐวิรัช (2560) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการตรวจให้คะแนน ได้แก่

1. แบบอัตนัย (Subjective Test) – ผู้เรียนต้องเรียบเรียงคำตอบโดยใช้ความคิดวิเคราะห์
2. แบบปรนัย (Objective Test) – มีการให้คะแนนที่แน่นอนและเชื่อถือได้ แบ่งออกเป็น ข้อสอบตอบสั้น ข้อสอบจับคู่ ข้อสอบถูก-ผิด ข้อสอบเลือกตอบ

2.6.2 ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

แบบทดสอบที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ความตรง (Validity) สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างแม่นยำ
2. ความเที่ยง (Reliability) ผลลัพธ์มีความคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามเงื่อนไขภายนอก

3. ความยาก-ง่าย (Difficulty Level) ควรมีระดับความยากพอเหมาะ (ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2-0.8)
4. อำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกระดับความสามารถของผู้เรียนได้
5. ความเป็นปรนัย (Objectivity) มีมาตรฐานการให้คะแนนที่แน่นอน ไม่ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ตรวจ
6. คำถามที่ลึกซึ้ง (Searching) วัดทักษะระดับสูง เช่น การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ไม่ใช่แค่การจำ
7. คำถามที่กระตุ้นความคิด (Exemplary) ทำทนายผู้เรียน ไม่ซ้ำซาก และมีการเรียงจากง่ายไปยาก
8. ความยุติธรรม (Fairness) ไม่มีความลำเอียงหรือให้ประโยชน์แก่ผู้เรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
9. ความเฉพาะเจาะจง (Specificity) วัดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา
10. ประสิทธิภาพ (Efficiency) คุ่มค่า ใช้เวลาน้อย แต่สามารถวัดผลได้ดี

2.6.3 การสร้างแบบทดสอบที่มีคุณภาพ

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2545) ได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่:

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างใช้ภายในห้องเรียน และสามารถเป็นแบบทดสอบปลายเปิด หรือแบบคำตอบสั้น
 2. แบบทดสอบมาตรฐานพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญ ผ่านกระบวนการวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพ
- เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545) อธิบายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่เน้นการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว

หลักการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2545)

1. โครงสร้างข้อคำถามคำถามต้องชัดเจนและมีภาษาที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน
2. การตั้งตัวเลือกควรเป็นข้อความที่ชัดเจนและไม่กำกวม
3. คุณภาพของคำถาม คำถามต้องครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้หลายระดับ
4. การจัดลำดับตัวเลือก ไม่ควรมีลำดับที่สามารถใช้ในการเดาคำตอบ
5. การใช้ภาพประกอบ ทำให้ข้อสอบน่าสนใจและช่วยให้เข้าใจง่ายขึ้น
6. ความท้าทาย หลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายเกินไป หรือคำถามที่ผู้เรียนสามารถเดาคำตอบได้
7. จำนวนตัวเลือก มีตัวเลือกที่สมดุลเพื่อป้องกันการเดาคำตอบ
8. การกำหนดคำตอบ คำตอบที่ถูกต้องควรเป็นตัวเลือกที่สมบูรณ์ที่สุด

2.6.4 ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญเกื้อ (2543) กล่าวว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีข้อดีหลายประการ ได้แก่

1. เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ช่วยให้การเรียนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด
2. ส่งเสริมนิสัยรักการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาที่สนใจได้
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในแบบของตนเอง
4. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู ลดภาระของครู และทำให้การเรียนรู้ดำเนินต่อไปได้
5. ลดความพึงพาครู ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้มากขึ้น
6. เชื่อมโยงกับการเรียน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนกับชีวิตจริง
7. เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์และพัฒนาตนเองได้
8. เพิ่มความสนุกสนาน ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ

สมจิตร (2535) กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมเพิ่มเติม ได้แก่

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความสามารถของแต่ละคน
2. ลดความเบื่อหน่าย เนื่องจากสามารถทบทวนเนื้อหาได้ตามต้องการ
3. แยกตัวจากการสอนของครู ทำให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระ
4. สร้างความภูมิใจให้กับผู้เรียน เพราะไม่ถูกตำหนิเมื่อทำผิด
5. ให้ความยืดหยุ่น ในการเลือกเรียนตามความสนใจ
6. สร้างความรับผิดชอบ ให้กับผู้เรียน
7. ลดค่าใช้จ่าย ในการจัดการเรียนการสอน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกระบวนการสำคัญในการประเมินความสามารถของผู้เรียน ซึ่งสามารถทำได้ผ่านแบบทดสอบที่หลากหลาย โดยแบบทดสอบที่ดีควรมีความตรง ความเที่ยง และสามารถวัดผลได้อย่างแม่นยำ การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ยังเป็นแนวทางที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการศึกษา

2.6.5 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

จากการศึกษาการหาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การส่งเสริมการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์ วิธดัมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้กับกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยใช้ประเภทของแผนการวิจัยแบบการทดลองกึ่งการทดลอง (Quasi-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (แบบ One-group pretest-posttest design) มีการวัดตัวแปรตามทั้งก่อนและหลังจากการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นจริงหรือไม่โดยใช้การประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) มีรูปแบบทฤษฎีการทดลองและการแปลผลดังนี้

แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองเพื่อทำการศึกษากลุ่มทดลอง กลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design)

สันติ (2565) ได้อธิบายว่า แบบการทดลองกึ่งการทดลอง (Quasi-Experimental Design) กลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) มีลักษณะเป็นการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายเพียงกลุ่มเดียว โดยมีการวัดผลก่อนการทดลองและวัดผลหลังการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลการสอบก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มเป้าหมายแสดงในภาพที่ 2-2

Q1 X Q2

เมื่อ	x	คือการจัดกิจกรรมการทดลอง
Q1	คือ	วัดผลก่อนทดลอง
Q2	คือ	วัดผลหลังทดลอง

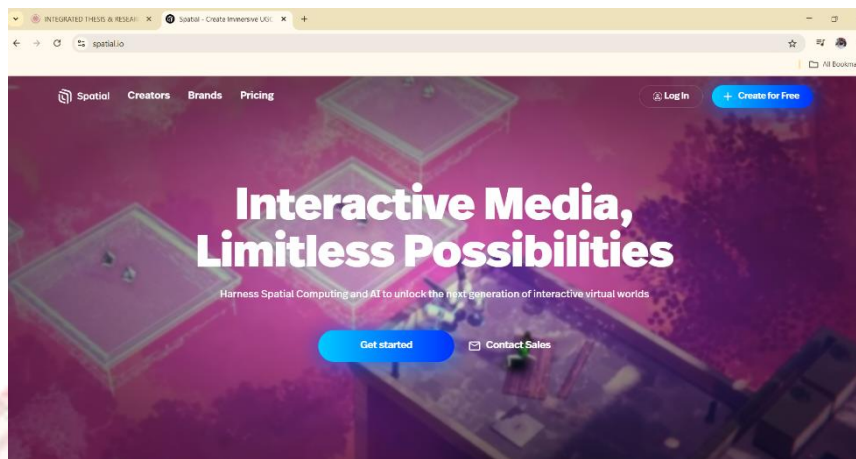
ภาพที่ 2-2 แบบการทดลองกึ่งการทดลอง (สันติ, 2565)

ข้อดีคือ สามารถเปรียบเทียบผลหลังจากทดลองว่าได้ผลเพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิมแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ผลการเปรียบเทียบการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการใช้การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของผู้เรียนรายบุคคล การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) เป็นวิธีการทางสถิติที่นิยมใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้หลังจากการทดลองหรือการศึกษาโดยเฉพาะเมื่อมีการทดสอบก่อนและหลังการเรียนเพื่อวัดความเปลี่ยนแปลงของผู้เรียน

2.7 ขั้นตอนการเริ่มต้นใช้งานแพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง (Metaverse spatial.io)

2.7.1 สมัครบัญชีผู้ใช้

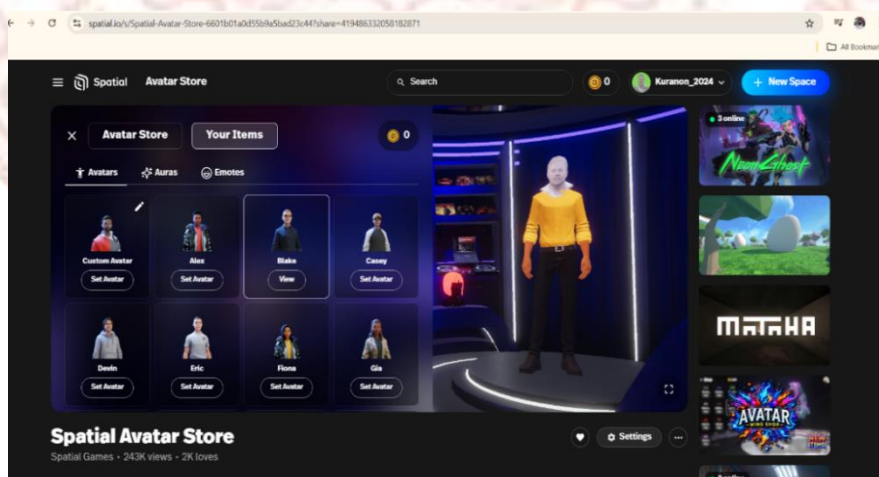
1. เข้าสู่เว็บไซต์ Metaverse spatial.io
2. คลิกที่ปุ่ม "Start Now"
3. เลือกวิธีการลงชื่อเข้าใช้ เช่น ผ่านบัญชี Google, Apple, Microsoft หรือ MetaMask
4. หากต้องการสมัครด้วยอีเมล ให้กรอกอีเมลและรหัสผ่านที่ต้องการ จากนั้นยืนยันตัวตนผ่านอีเมล



ภาพที่ 2-3 ภาพการเข้าสู่เว็บไซต์ Metaverse spatial.io

2.7.2 สร้างอวตาร (Avatar)

1. หลังจากลงทะเบียนใช้ ระบบจะให้ท่านสร้างอวตารส่วนตัว
2. คุณสามารถถ่ายภาพตนเองหรืออัปโหลดรูปภาพเพื่อสร้างอวตาร 3 มิติ
3. ปรับแต่งลักษณะของอวตาร เช่น สีผิว สีเสื้อผ้า และรูปร่างตามต้องการ
4. สร้างพื้นที่เสมือนจริง (Space)
5. ในหน้า "Spaces" คลิกที่ปุ่ม "+ New Space" เพื่อสร้างพื้นที่ใหม่
6. เลือกแม่แบบ (Template) ของพื้นที่ที่ต้องการ เช่น ห้องประชุม แกลเลอรี หรือพื้นที่เปิดโล่ง
7. หลังจากเลือกแม่แบบแล้ว คุณสามารถปรับแต่งพื้นที่เพิ่มเติมได้ตามต้องการ



ภาพที่ 2-4 ภาพการสร้างอวตาร (Avatar)

2.7.3 เพิ่มเนื้อหาในพื้นที่

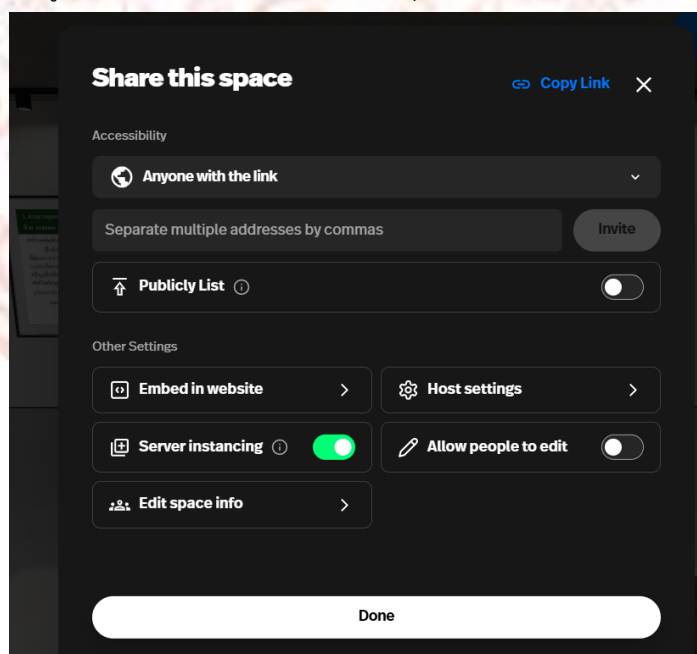
1. ภายในพื้นที่ของคุณ สามารถเพิ่มวัตถุต่าง ๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ หรือโมเดล 3 มิติ
2. คลิกที่ปุ่ม "Add Content" และเลือกไฟล์ที่ต้องการอัปโหลด
3. จัดวางและปรับขนาดวัตถุให้เหมาะสมกับพื้นที่



ภาพที่ 2-5 ภาพการเข้าไปเพิ่มเนื้อหาบทเรียน

2.7.2 เชิญผู้อื่นเข้าร่วม

1. เมื่อพื้นที่ของคุณพร้อมใช้งาน สามารถเชิญผู้อื่นเข้าร่วมได้
2. คลิกที่ปุ่ม "Share" และคัดลอกลิงก์เพื่อส่งให้กับผู้ที่ต้องการเชิญ
3. ผู้เข้าร่วมสามารถเข้าชมพื้นที่ของคุณผ่านลิงก์ที่แชร์ได้ทันที



ภาพที่ 2-6 ภาพการเชิญผู้อื่นเข้าร่วมในเกมส่งเสริมการเรียนรู้

2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน (Arduino)

บอร์ด Arduino กำเนิดขึ้นที่ Ivrea Interaction Design Institute ในประเทศอิตาลีเมื่อปี 2005 โดย Massimo Banzi และ David Cuartillas ร่วมกับทีมผู้สร้างและนักวิจัยที่มีเป้าหมายในการพัฒนาแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานง่าย ทั้งสำหรับการเรียนรู้และการพัฒนาในด้านอิเล็กทรอนิกส์และการโปรแกรม

ในช่วงเวลานั้น นักพัฒนาต้องเผชิญกับความซับซ้อนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์และการเขียนโปรแกรม ทำให้ผู้ที่มีประสบการณ์น้อยประสบความยากลำบากในการทดลองและสร้างโครงการ ดังนั้น Arduino จึงถูกออกแบบให้เป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่ายสำหรับทุกคน โดยมีบอร์ดที่มาพร้อมขาอินพุตและขาเอาต์พุตที่ระบุหมายเลขประจำตัวอย่างชัดเจน ช่วยให้นักพัฒนาสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์และเซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ได้สะดวกยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนา Arduino IDE ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายสำหรับการเขียนโค้ด แปลโปรแกรม และอัปโหลดไปยังบอร์ด Arduino ได้โดยตรง

ด้วยเหตุนี้ Arduino จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการสร้างโครงการอิเล็กทรอนิกส์และควบคุมฮาร์ดแวร์ทั่วโลก อีกทั้งยังเป็นโครงการ โอเพนซอร์ส (Open Source) ที่เปิดโอกาสให้นักพัฒนาและนักวิจัยสามารถปรับปรุงและพัฒนาต่อยอดได้อย่างอิสระ ก่อให้เกิดความก้าวหน้าในด้านอิเล็กทรอนิกส์และการเขียนโปรแกรมจนถึงปัจจุบัน

Arduino จึงถือเป็นแพลตฟอร์มที่รวมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เข้าด้วยกัน เพื่อตอบโจทย์การพัฒนาโครงการอิเล็กทรอนิกส์และการเขียนโปรแกรมได้อย่างสมบูรณ์แบบดังนี้

2.8.1 พัฒนาการของบอร์ด Arduino

บอร์ด Arduino มีหลากหลายรุ่นและรูปแบบให้เลือกใช้ตามความต้องการ โดยสามารถแบ่งออกเป็นตระกูลหลัก ๆ เพื่อช่วยให้ผู้อ่านเข้าใจภาพรวมของบอร์ดแต่ละประเภทได้ง่ายขึ้น ซึ่งรายละเอียดของบอร์ด Arduino รุ่นหลักมีดังนี้

2.8.1.1 บอร์ดตระกูล Arduino Uno

Arduino Uno เป็นหนึ่งในตระกูลบอร์ดดั้งเดิมและได้รับความนิยมมากที่สุด ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในโครงการอิเล็กทรอนิกส์และการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นบอร์ดที่เหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้น สามารถใช้งานได้ง่ายและรองรับการพัฒนาต่อยอดได้ดี

ซึ่งแสดงได้ดัง ภาพที่ 2-7

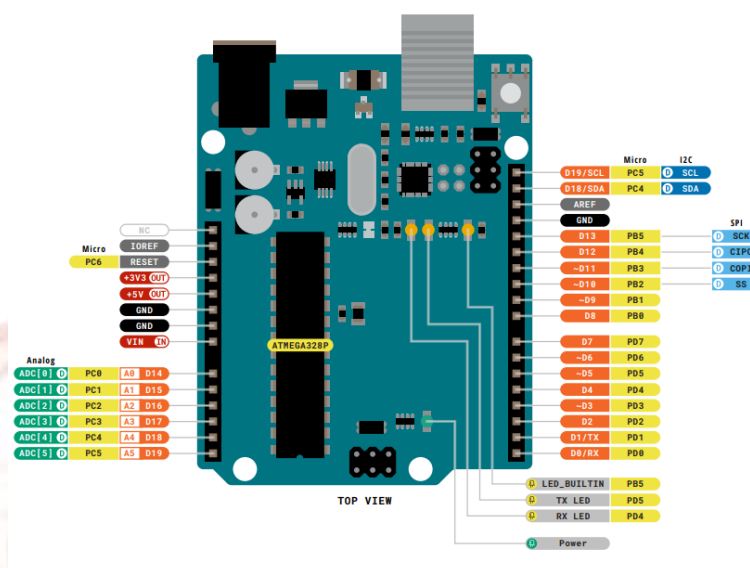


<https://store.arduino.cc/products/arduino-uno> : Accessed: January 20, 2025.

ภาพที่ 2-7 ภาพบอร์ด Arduino UNO

Arduino UNO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มี ATmega328P มี 14 ขาดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต (ซึ่ง 6 ขาสามารถใช้เป็นเอาต์พุต การปรับความกว้างของพัลส์ (การมอดูเลตความกว้างพัลส์) ได้), 6 ขาอนาล็อกอินพุต/เอาต์พุต, 16 MHz, การเชื่อมต่อยูเอสบี (USB), หัวต่อเสียงไฟ, หัวต่อ ICSP และ ปุ่มรีเซ็ต (Reset Button) ผู้ศึกษาเพียงแค่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายยูเอสบี หรือให้พลังงานผ่านอะแดปเตอร์ AC-to-DC หรือแบตเตอรี่ เพื่อ เริ่มต้นใช้งาน จากภาพที่ 2-7 สามารถอธิบายคุณสมบัติและข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับบอร์ด Arduino Uno ได้ดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) Arduino Uno ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยประกอบด้วยชิป ATmega328P ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็ว 16 MHz ที่สามารถควบคุมขาเอาต์พุตและอินพุตได้ อย่างสมบูรณ์ และมีความจุของแฟลช Memory (เมมโมรี) 32 KB สำหรับโปรแกรม
2. ขาอินพุต/เอาต์พุต (I/O Pins) Arduino Uno มีขาอินพุตและขาเอาต์พุตรวมทั้งหมด 14 ขา (digital I/O pins) โดยในนั้นมี 6 ขาเอาต์พุตที่สามารถใช้เป็นการปรับความกว้างของพัลส์ได้ นอกจากนี้ยังมีขาสำหรับการ สื่อสารแบบ UART (Serial), I2C, และ SPI
3. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) Arduino Uno สามารถใช้งานได้ในการจ่ายไฟในช่วง 7-12 โวลต์ (V) โดยใช้เส้นสายแบบดีซี (DC) หรือในบางกรณีสามารถใช้ยูเอสบี เป็นแหล่งจ่ายไฟ



ภาพที่ 2-8 ภาพขาของบอร์ด Arduino UNO

<https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>: Accessed: January20, 2025.

4. การเชื่อมต่ออยู่เอสบี Arduino Uno มาพร้อมพอร์ตยูเอสบี ที่สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมและอัปโหลด ไฟล์ต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์ไปยังบอร์ด

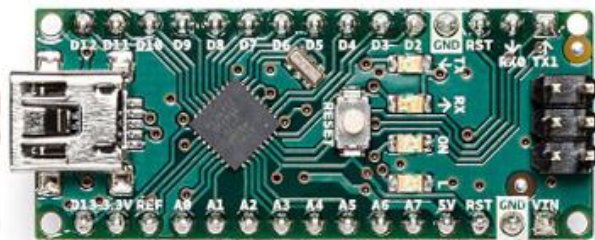
5. ความจุแฟลชและ SRAM ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P บน Arduino Uno มีความจุแฟลชเมมโมรี 32KB และ SRAM 2KB ที่สามารถใช้ในการเก็บโปรแกรมและข้อมูลในรันไทม์ตามลำดับ

6. สวิตช์ตั้งใหม่ (Switch Reset) บอร์ดมีสวิตช์ที่สามารถใช้ในการรีเซ็ตบอร์ด Arduino เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำงานใหม่

7. บอร์ดสำรองสำหรับแทนที่ Arduino Uno มีบอร์ดสำรองสำหรับแทนที่ (Shield) ที่สามารถใส่ลงบนบอร์ด หลักเพื่อเพิ่มความสามารถและการเชื่อมต่ออุปกรณ์เสริม

8. ส่วนประกอบ Arduino Uno สามารถใช้งานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ อาทิ Windows, Mac OS, และ Linux โดยมี Arduino IDE ที่รองรับได้หลายแพลตฟอร์ม Arduino Uno เป็นรุ่นที่เหมาะสมสำหรับนักพัฒนาที่เริ่มต้นในการทดลองและสร้างโปรเจกต์อิเล็กทรอนิกส์และการเขียนโปรแกรม ด้วยความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์และเซ็นเซอร์ต่าง ๆ

2.8.2 ตระกูลบอร์ด Arduino Nano Arduino Nano คือหนึ่งในบอร์ด Arduino ซีรีส์อย่างหนึ่งที่มีขนาดเล็กและเหมาะสำหรับโปรเจกต์ที่ต้องการบอร์ดควบคุมที่มีขนาดเล็กและทรงพลังสำหรับโปรเจกต์ที่จำเป็นต้องมีความพกพาง่าย ซึ่งในตระกูลนี้ จะประกอบไปบอร์ดดังต่อไปนี้



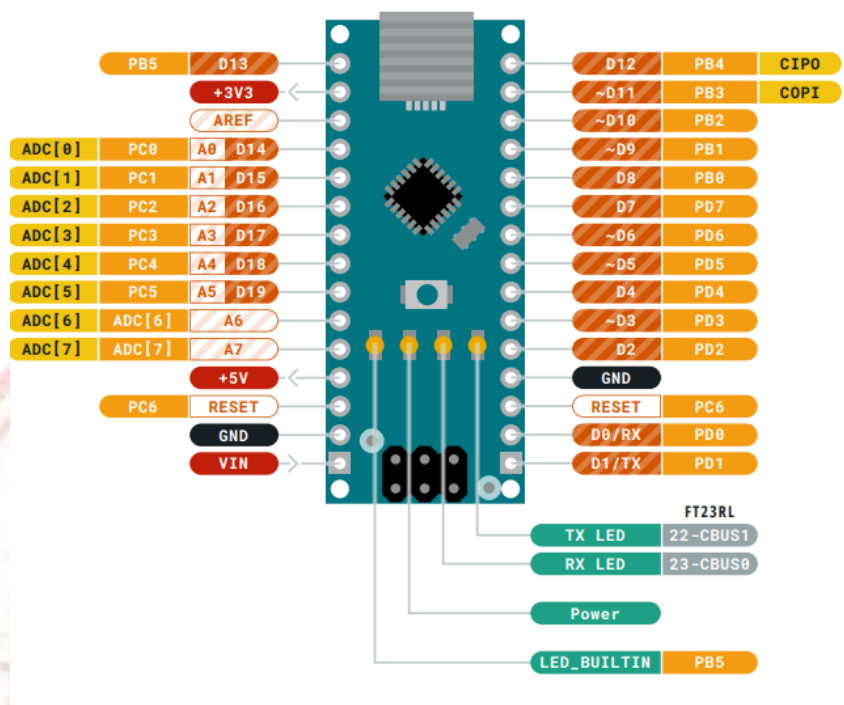
<https://store.arduino.cc/products/arduino-nano>: Accessed: January 5,2025.

ภาพที่ 2-9 ภาพบอร์ด Arduino Nano

จากภาพที่ 2-9 จะแสดงคุณสมบัติหลักของ Arduino Nano ได้ดังนี้

1. ขนาดเล็ก Arduino Nano มีขนาดเล็กและสามารถประมาณเท่ากับบัตรเครดิตหรือเล็กกว่า มีขนาดเล็กมาก เหมาะสำหรับการใช้ในโปรเจกต์ที่มีพื้นที่จำกัด
2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ภายใน ซึ่งเป็นสมองของ Arduino ที่ใช้ในการควบคุมและประมวลผลข้อมูล เช่น ATmega328P ในกรณีของ Arduino Nano ที่มาตรฐาน
3. ขาอินพุตและเอาต์พุต Arduino Nano มาพร้อมขาอินพุตและเอาต์พุตต่าง ๆ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ภายนอก เพื่อควบคุมและรับส่งข้อมูล
4. การเชื่อมต่อยูเอสบี มีพอร์ตยูเอสบี ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ Arduino Nano กับคอมพิวเตอร์ เพื่อโปรแกรมและ ส่งข้อมูล
5. ความหลากหลาย Arduino Nano มีความหลากหลายในรุ่นและเซ็นเซอร์ที่ใช้เพิ่มเติม เช่น Arduino Nano อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (Internet of Things, IoT) มีการเชื่อมต่อ

Wi-Fi สำหรับโปรเจกต์อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง Arduino Nano เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้น และ นักพัฒนาที่ต้องการทำโปรเจกต์ที่เกี่ยวกับ การควบคุมอุปกรณ์และการสร้างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กและเคลื่อนย้ายได้ง่าย



<https://store.arduino.cc/products/arduino-nano>: Accessed: January 5,2025.

ภาพที่ 2-10 โครงสร้างในบอร์ด Arduino Nano

2.8.3 ตระกูลบอร์ด Arduino MEGA2560 บอร์ดในตระกูลนี้ ถือว่าเป็นรุ่นใหญ่ เพราะว่าสามารถออกแบบให้ใช้อินพุต/เอาต์พุตได้จำนวน มากกว่ารุ่นอื่นๆ ซึ่งในตระกูลนี้ จะประกอบไปบอร์ดดังต่อไปนี้ 1.Due 2.GIGA R1 Wi-Fi 3.Mega 2560 Rev3 บอร์ด Arduino Mega 2560 เป็นหนึ่งในรุ่นที่ใหญ่ที่สุดและมีความสามารถมาก ที่สุดในซีรีส์ Arduino ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้งานในโปรเจกต์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น แสดงได้ดังภาพที่ 2-11 และ จากภาพที่ 2-12 จะแสดงคุณสมบัติและข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับบอร์ด Arduino Mega 2560 ได้ดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 ซึ่งเป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ความเร็ว 16 MHz ที่มีความจุของแฟลชเมมโมรี 256 KB และ SRAM 8 KB ที่มากกว่า Arduino Uno ที่ทำให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้นในการจัดการโค้ดและข้อมูล

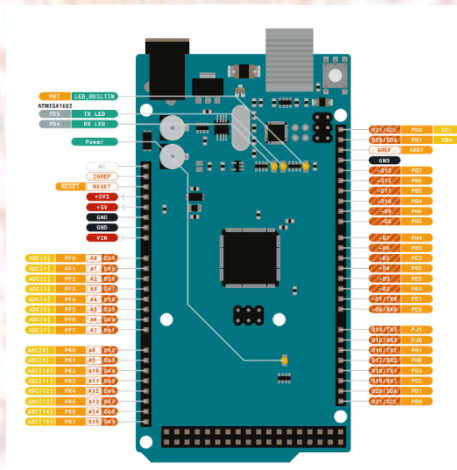


<https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560>: Accessed: January 5,2025.

ภาพที่ 2-11 บอร์ด Arduino Mega 2560

2. ขาอินพุต/เอาต์พุต Arduino Mega 2560 มีขาอินพุตและขาเอาต์พุตรวมทั้งหมด 54 ขา (digital I/O pins) โดยในนั้นมี 15 ขาเอาต์พุตที่สามารถใช้เป็นการปรับความกว้างของพัลส์ได้ นอกจากนี้ยังมีขาสำหรับการสื่อสารแบบ UART (Serial), I2C, และ SPI

3. การเชื่อมต่อยูเอสบี Arduino Mega 2560 มาพร้อมพอร์ตยูเอสบี สำหรับการเขียนโปรแกรมและอัปโหลด ไฟล์ต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์ไปยังบอร์ด



<https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>: Accessed: January 5,2025.

ภาพที่ 2-12 โครงสร้างบอร์ด Arduino Mega 2560

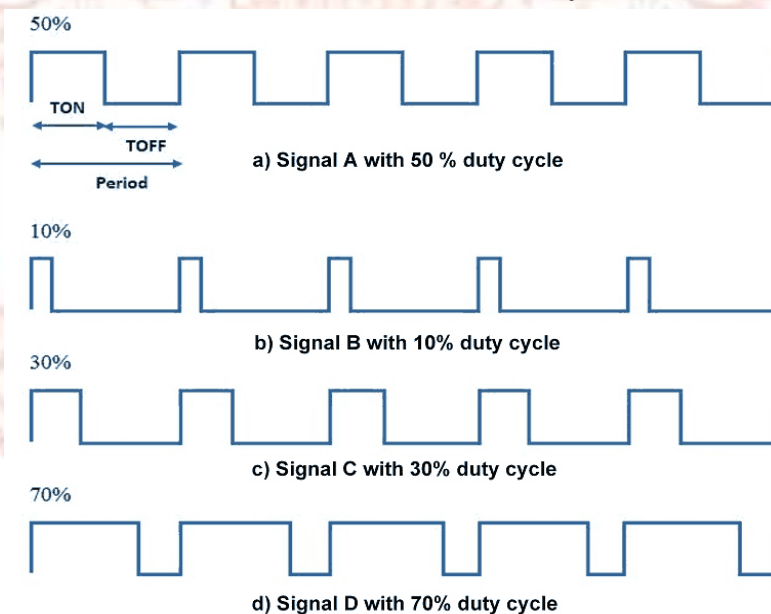
2.8.4 สัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชัน (Pulse Width Modulation (การมอดูเลตความกว้างพัลส์) เป็นเทคนิคการปรับความกว้างของพัลส์โดยคงความถี่ของคลื่นให้คงที่ เป็นวิธีการสร้างสัญญาณแอนะล็อกโดยใช้แหล่งดิจิทัลสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักสองส่วนที่กำหนดพฤติกรรมของสัญญาณ รอบของพัลส์ประกอบด้วยรอบเปิด 5V และ รอบ ปิด 0V เศษส่วนที่สัญญาณเปิดตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่งเรียกว่ารอบหน้าที่จากภาพที่ 2-13

$$DutyCycle = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} * 100$$

ภาพที่ 2-13 สูตรการคำนวณ ดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle)

[https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation,January,5,2025\)](https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation,January,5,2025)

พัลส์ที่มีระยะเวลา 10 มิลลิวินาทีที่ยังคงเปิด สูง เป็นเวลา 2 มิลลิวินาที ดังนั้น รอบหน้าที่จะเป็น $D = 2 \text{ มิลลิวินาที} / 10 \text{ มิลลิวินาที} = 20\%$ ด้วยเทคนิคเราสามารถควบคุมพลังงานที่ส่งไปยังโหลดได้โดยใช้สัญญาณเปิด-ปิด สัญญาณ สัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชัน สามารถใช้เพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง และเปลี่ยนความเข้มของ แอลอีดี (LED) สัญญาณปรับความกว้างพัลส์ที่มีรอบหน้าที่ต่างกันแสดงภาพ 2-14 วัฏจักรหน้าที่ การมอดูเลตความกว้างพัลส์

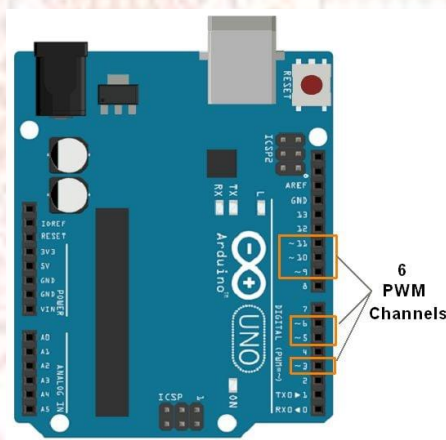


[https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation,January,5,2025\)](https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation,January,5,2025)

ภาพที่ 2-14 วัฏจักรหน้าที่พัลส์วิธต์มอดูเลชัน

ความถี่ของสัญญาณจะกำหนดว่า การมอดูเลตความกว้างพัลส์ จะทำงานเสร็จในรอบใดรอบหนึ่งได้เร็วแค่ไหน เช่น 1,000 เฮิร์ตซ์จะเท่ากับ 1,000 รอบต่อวินาที ซึ่งหมายถึงความเร็วของการสลับระหว่างสถานะเปิด สูง และปิด ต่ำ โดยการทำให้ซ้ำรูปแบบเปิด-ปิดนี้ด้วยอัตราที่เร็วพอ และด้วยรอบหน้าที่ที่กำหนด เอาต์พุตจะดูเหมือนสัญญาณแอนะล็อกแรงดันคงที่เมื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ ถ้าต้องการสร้างสัญญาณแอนะล็อก 2V สำหรับแหล่งดิจิทัลที่กำหนด ซึ่งสามารถเป็นสัญญาณสูง เปิด ที่ 5V หรือสัญญาณต่ำ ปิดที่ 0V เราสามารถใช้ สัญญาณพัลส์วิตมอดูเลชัน ที่มีรอบหน้าที่ 40% ซึ่งจะให้อาต์พุต 5V เป็นเวลา 40% ของเวลา หากสัญญาณดิจิทัลมีรอบหน้าที่เร็วพอ แรงดันไฟฟ้าที่เห็นที่เอาต์พุตจะปรากฏเป็นแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย หากสัญญาณต่ำเป็น 0V สามารถคำนวณแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้โดยการนำแรงดันไฟฟ้าสูงของดิจิทัลคูณด้วยรอบหน้าที่ หรือ $5V \times 0.4 = 2V$

สัญญาณพัลส์วิตมอดูเลชัน ใน อาดูโน้ (Arduino Uno) มีช่องสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ 8 บิต 6 ช่อง พินที่มีสัญลักษณ์ '~' แสดงว่ารองรับสัญญาณพัลส์วิตมอดูเลชัน พินเหล่านี้แสดงอยู่ใน ภาพที่ 2-15

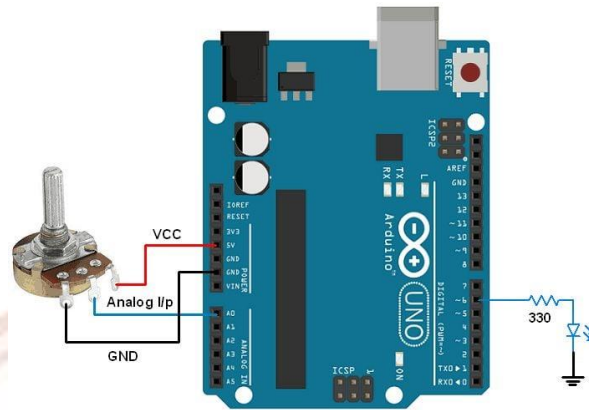


<https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation,January,5,2025>

ภาพที่ 2-15 รายละเอียดพินสัญญาณพัลส์วิตมอดูเลชัน

ควบคุมความสว่างของหลอดไฟแอลอีดี (LED) โดยใช้โพเทนชิโอมิเตอร์มาควบคุมความสว่างของหลอดไฟแอลอีดี (LED) โดยใช้ อาดูโน้ (Arduino) โดยเปลี่ยนปุ่มปรับโพเทนชิโอมิเตอร์ ดังนั้นเมื่อเราหมุนปุ่มปรับโพเทนชิโอมิเตอร์ของอาดูโน้ (Arduino)

สัญญาณแอนะล็อกนี้ จากนั้นเราจะสร้างสัญญาณพัลส์วิตมอดูเลชัน (การมอดูเลตความกว้างพัลส์) ที่แปรผันตามสัญญาณแอนะล็อก



<https://learn.sparkfun.com/tutorials/pulse-width-modulation>, January, 5, 2025)

ภาพที่ 2-16 ควบคุมความสว่างของ หลอดไฟแอลอีดี(LED) โดยใช้ อาดูโน่ (Arduino)

โค้ดสำหรับควบคุมความสว่างควบคุมความสว่างของหลอดไฟแอลอีดี(LED) โดยใช้ อาดูโน่ (Arduino)

```
int led Pin = 6;    // LED connected to digital pin 9

int analog Pin = A0; // potentiometer connected to analog pin 3

int Val = 0;        // variable to store the read value

void setup()
{
    pin Mode(led Pin, OUTPUT); // sets the pin as output
}

void loop()
{
    Val = analog Read(analog Pin); // read the input pin

    analog Write(led Pin, Val / 4); // analog Read values go from 0 to 1023, analog Write
    values from 0 to 255
}
```

สัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชัน (Pulse Width Modulation) สามารถสร้างเอาต์พุตแบบอนาล็อกได้จากสัญญาณดิจิทัลโดยสามารถควบคุม ดิวตี้ไซเคิล (Duty Cycle) และ ความถี่ ของสัญญาณสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชัน ได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานต่างๆ เช่น รั้วความสว่างของ แอลอีดี (LED) ควบคุมความเร็วของมอเตอร์สร้างสัญญาณเสียงสร้างสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสาร เช่น อินฟราเรดรีโม การใช้งาน สัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชัน กับบอร์ดอาดูโน้ สามารถสร้างสัญญาณสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชันได้ ด้วยฟังก์ชัน analog Write(pin, duty Cycle); พิน (pin) คือขาของอาดูโน้ (Arduino) ที่รองรับ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ (เช่น 3, 5, 6, 9, 10, 11) ดิวตี้ไซเคิลเป็นค่าระหว่าง 0 ถึง 255 ยิ่งค่าใกล้ 255 แสดงว่าสัญญาณอยู่ในสถานะ HIGH นานขึ้น) ตัวอย่าง analog Write(9, 128); แอลอีดี (LED) ที่ขา 9 มีความสว่างประมาณ 50% เทคนิค Bit-Banging สัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชันหากต้องการสร้างสัญญาณพัลส์วidthมอดูเลชันบนขาใดๆ สามารถใช้วิธี เปิด-ปิดขาได้ดังนี้

```
void setup() {
    pin Mode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
    digital Write(13, HIGH);

    delay Microseconds(100); // เวลาสูง (ON)

    digital Write(13, LOW);

    delay Microseconds(900); // เวลาต่ำ (OFF)
```

2.9 การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด อาดูโน้ (Arduino)

2.9.1 โปรแกรม Visual Studio

เป็นสภาพแวดล้อมพัฒนาซอฟต์แวร์ (Integrated Development Environment, IDE) ที่พัฒนาโดย Microsoft สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันต่าง ๆ โดยเฉพาะเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Windows และระบบฐานข้อมูลต่าง ๆ เป็นเครื่องมือ ที่หลากหลาย และมีความสามารถในการสนับสนุนการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่หลากหลาย รวมถึงแอปพลิเคชัน เบื้องต้น

และการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อนมากขึ้นด้วย Visual Studio มีรุ่นและเวอร์ชันต่าง ๆ ที่เหมาะสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันที่แตกต่างกัน ดังนี้

2.9.1.1 Visual Studio Community เวอร์ชันฟรีสำหรับนักพัฒนาทั่วไป ใช้สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบน Windows, Android, iOS, web, และคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ มีความสามารถในการพัฒนาทั้งแอปพลิเคชัน เบื้องต้นและคอมพิวเตอร์ซับซ้อน

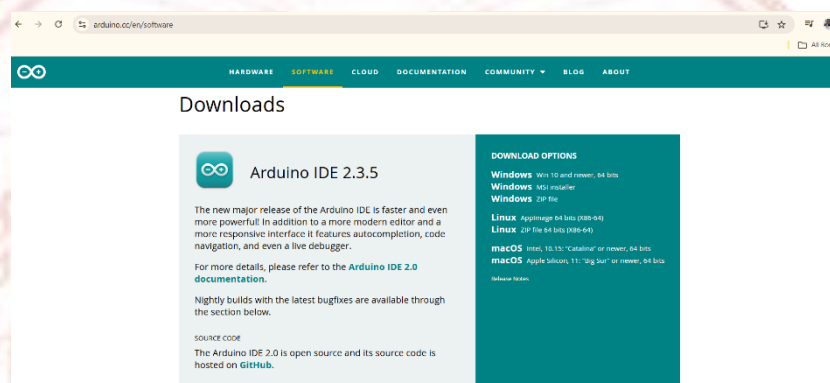
2.9.1.2 Visual Studio Professional เวอร์ชันที่มีความสามารถและเครื่องมือเพิ่มเติมสำหรับนักพัฒนามืออาชีพ มีการสนับสนุนในการพัฒนาแอปพลิเคชันองค์กรและโปรเจกต์ที่มากขึ้น

2.9.1.3 Visual Studio Enterprise เวอร์ชันที่มีความสามารถและเครื่องมือที่มากขึ้นสำหรับการพัฒนาโปรเจกต์แอปพลิเคชันที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน รวมถึงเครื่องมือในการทดสอบและคุณสมบัติคุณภาพ Visual Studio ช่วยนักพัฒนาในการเขียนโปรแกรม, การทดสอบ, การบริหารโปรเจกต์, และการพัฒนาแอปพลิเคชันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเครื่องมือและคุณสมบัติที่สมรรถภาพสูงสำหรับการพัฒนา ซอฟต์แวร์ ซึ่งผู้อ่านสามารถใช้ Visual Studio Community มาใช้งานฟรีได้ไม่เสียค่าซอฟต์แวร์ (<https://visualstudio.microsoft.com/vs/community/>)

2.9.2 โปรแกรม อาดูโน้ (Arduino IDE)

อาดูโน้ Arduino IDE (Integrated Development Environment) คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นโดย Arduino.cc ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันกับ ภาษา C/C++ เพื่อใช้ในการพัฒนาและโปรแกรมบอร์ด Arduino และ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยสำเร็จรูปเวอร์ชัน IDE นี้เป็นซอฟต์แวร์ที่เปิดตัวและฟรีให้ใช้งานแก่นักพัฒนาทุกคน Arduino IDE มีคุณสมบัติและเครื่องมือที่สมรรถภาพสูงสำหรับการ พัฒนาโปรแกรมองค์ประกอบอย่างง่าย นักพัฒนาสามารถเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาโปรแกรมอาดูโน้ที่เข้าใจ ง่ายและเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้มากในการเขียนโปรแกรม นอกจากนี้ มีเครื่องมือในการอัปโหลด โปรแกรมลงบอร์ด Arduino ติดตามข้อผิดพลาดในโปรแกรม และโหลดไลบรารีอาดูโน้เพิ่มเติมเพื่อเพิ่ม ความสามารถในการพัฒนา โปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ผ่าน Arduino ด้วย โปรแกรม Arduino IDE เป็นหลัก และจะอธิบายการติดตั้ง และเขียนโปรแกรม Arduino IDE โปรแกรม Arduino IDE เป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนโปรแกรมลงบอร์ดใน Arduino โดยมีส่วนเขียน โปรแกรม (Editor) ส่วนแปลโปรแกรม ส่วนอัปโหลดโปรแกรม ส่วนเลือกบอร์ด-พอร์ต ส่วนติดตั้งไลบรารี ส่วน เปิดโปรแกรมตัวอย่าง ส่วนติดตั้งบอร์ดใหม่ ส่วน Serial Monitor ส่วน Serial Plotter มีฟีเจอร์จัดรูปแบบ โปรแกรมโปรแกรมอัตโนมัติ สำหรับ

Arduino IDE V2 มีฟีเจอร์ Autocomplete และเลือกธีมของโปรแกรม เพิ่มขึ้นมา Arduino IDE V1 และ Arduino IDE V2 มี UI/UX ที่แตกต่างกัน เนื่องจาก Arduino IDE V2 ทำขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ไม่ได้พัฒนามาจาก Arduino IDE V1 มีการแนะนำการใช้งาน Arduino IDE V2 เบื้องต้น ติดตั้งโปรแกรม ทดลองติดตั้งบอร์ด ESP32 ติดตั้งไลบรารีใช้งาน Serial Monitor และ Serial Plotter เข้าไป ที่ <https://www.arduino.cc/en/software> ที่ส่วน Downloads ให้เลือกดาวน์โหลดตรงตามรุ่นของระบบ ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างใช้ Windows 10 64 บิต จึงเลือกดาวน์โหลด Windows ดัง ภาพที่ 2-17



<https://www.arduino.cc/en/software>: Accessed: January.13, 2025.

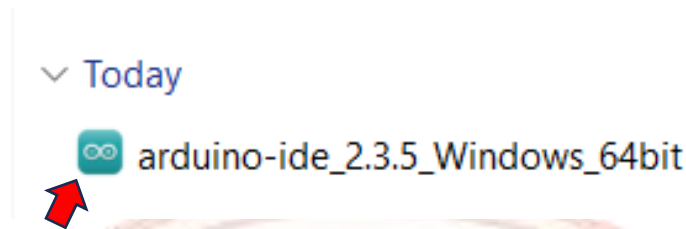
ภาพที่ 2-17 ภาพหน้าเมนูในการดาวน์โหลดโปรแกรม

จะขึ้นหน้าแนะนำให้บริจาคดังภาพที่ 2-18 หากยังไม่สะดวกให้กดปุ่ม JUST DOWNLOAD

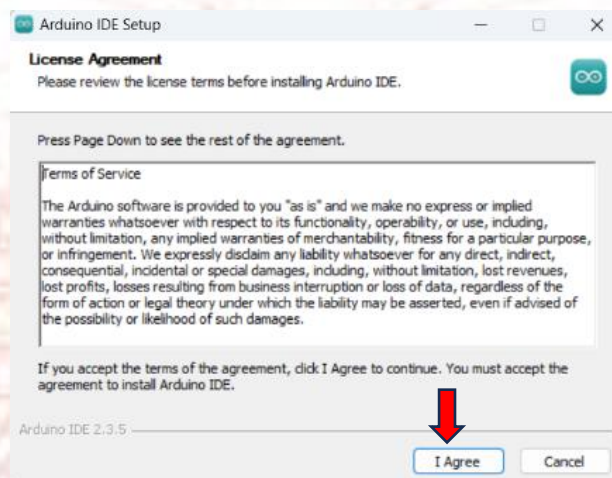


ภาพที่ 2-18 เมนูในการเชิญชวนบริจาคเงินก่อนดาวน์โหลด

รองจนกว่าจะดาวน์โหลดเสร็จสิ้นได้ไฟล์ติดตั้งชื่อ arduino-ide_x.x.x_Windows_64bit.exe

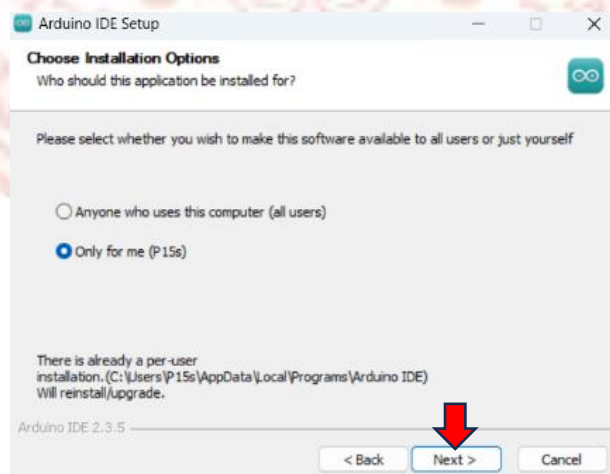


ภาพที่ 2-19 ไอคอนของโปรแกรมที่โหลดมาได้



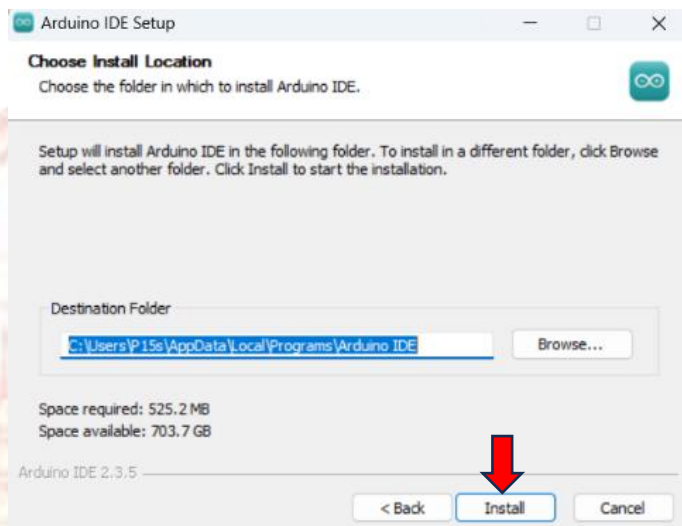
ภาพที่ 2-20 เมนูในการยอมรับข้อตกลงก่อนติดตั้งโปรแกรม

จากนั้นหน้าต่างติดตั้งจะถามว่าให้ติดตั้งโปรแกรมนี้ให้กับทุก User ในคอมพิวเตอร์เครื่องนี้ หรือ เฉพาะ User นี้ดังภาพที่ 2-21 แนะนำให้ใช้ Only for me แล้วกดปุ่ม Next



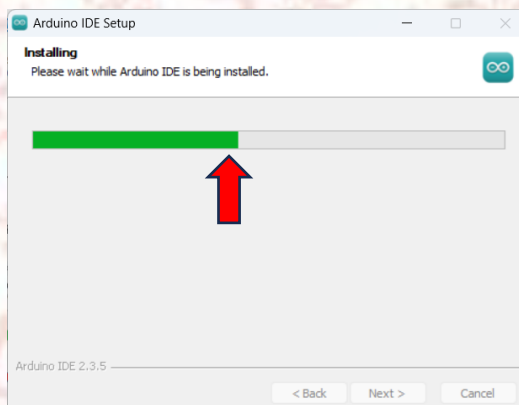
ภาพที่ 2-21 เมนูในการเลือกว่าจะให้ทุกคนใช้หรือเฉพาะคน

จากนั้นหน้าต่างติดตั้งจะให้กำหนดโฟลเดอร์ที่เก็บโปรแกรมดังภาพ ที่ 2-22 แนะนำให้ใช้โฟลเดอร์เดิม กดปุ่ม Install เพื่อติดตั้งทันที



ภาพที่ 2-22 โฟลเดอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม

รอนกว่าโปรแกรมจะติดตั้งเสร็จดังภาพที่ 2-23



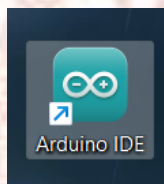
ภาพที่ 2-23 โปรแกรมขณะกำลังติดตั้ง

เมื่อติดตั้งเสร็จ หน้าต่างติดตั้งจะแสดงดังภาพที่ 2-24 หากต้องการเปิดโปรแกรม Arduino IDE ทันที ให้เลือก Run Arduino IDE จากนั้นกดปุ่ม Finish



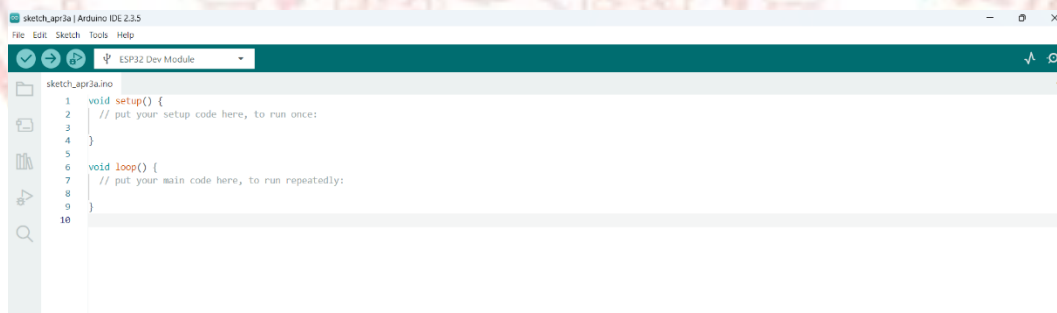
ภาพที่ 2-24 ผลลัพธ์เมื่อติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ

ที่หน้าเดสทอป จะมีไอคอนโปรแกรม Arduino IDE ดังรูปที่ 2-25 เพิ่มขึ้นมาแล้ว ดับเบิลคลิกที่ไอคอนเพื่อเปิด โปรแกรมทันที



ภาพที่ 2-25 ไอคอนของโปรแกรมที่ติดตั้งเสร็จ

โปรแกรม Arduino IDE V2.35 จะเปิดขึ้นมา ดังรูปที่ 2-26



ภาพที่ 2-26 หน้าเมนูเมื่อมีการเปิดใช้โปรแกรม

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังนี้

งานวิจัยของ Malone & Lepper (1987) ระบุว่าคุณลักษณะของเกม เช่น ความท้าทาย (Challenge) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) และการแข่งขัน (Competition) ส่งผลให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

Gee (2003) ศึกษาการใช้เกมดิจิทัลและพบว่าการเรียนรู้ผ่านเกมช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้นและมีความอดทนต่อการลองผิดลองถูก

งานวิจัยของ Prensky (2001) ชี้ให้เห็นว่าเกมที่ออกแบบมาอย่างดีสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) และการแก้ปัญหา (Problem-Solving) ได้

Papert (1980) เสนอแนวคิด Constructionism ซึ่งระบุว่าทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ของตนเองผ่านการเล่นเกมช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง

งานวิจัยของ Ke (2008) วิเคราะห์ผลของเกมการศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพบว่าผู้เรียนที่ใช้เกมมีผลการเรียนที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับวิธีสอนแบบดั้งเดิม

Vogel et al. (2006) ทำการศึกษาการใช้เกมคอมพิวเตอร์ในการสอน และพบว่าเกมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำข้อมูลและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

Ebner & Holzinger (2007) พบว่าการใช้เกมในการสอนด้านวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้

Connolly et al. (2012) ศึกษาเกี่ยวกับเกมเพื่อการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) และพบว่าเกมช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดเชิงตรรกะ

Tobias et al. (2011) พบว่าการใช้เกมในห้องเรียนอาจมีข้อจำกัด เช่น เวลาในการออกแบบและพัฒนาเกม ค่าใช้จ่าย และความจำเป็นในการฝึกอบรมครูผู้สอน

Young et al. (2012) ชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ของการใช้เกมขึ้นอยู่กับการออกแบบที่เหมาะสมและควรใช้เป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ

งานวิจัยของ Deterding et al. (2011) พบว่า Gamification สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความสนใจของผู้เรียนในการเรียนรู้ และส่งผลให้ผลการเรียนรู้ดีขึ้น

งานวิจัยของ Kapp (2012) ได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ Gamification และสรุปว่า Gamification สามารถช่วยพัฒนาทักษะที่หลากหลายของผู้เรียน และส่งเสริมการเรียนรู้แบบ Active Learning

งานวิจัยของ Huang and Rauch (2016) พบว่า Gamification สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้ได้หลากหลายรูปแบบ และมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้

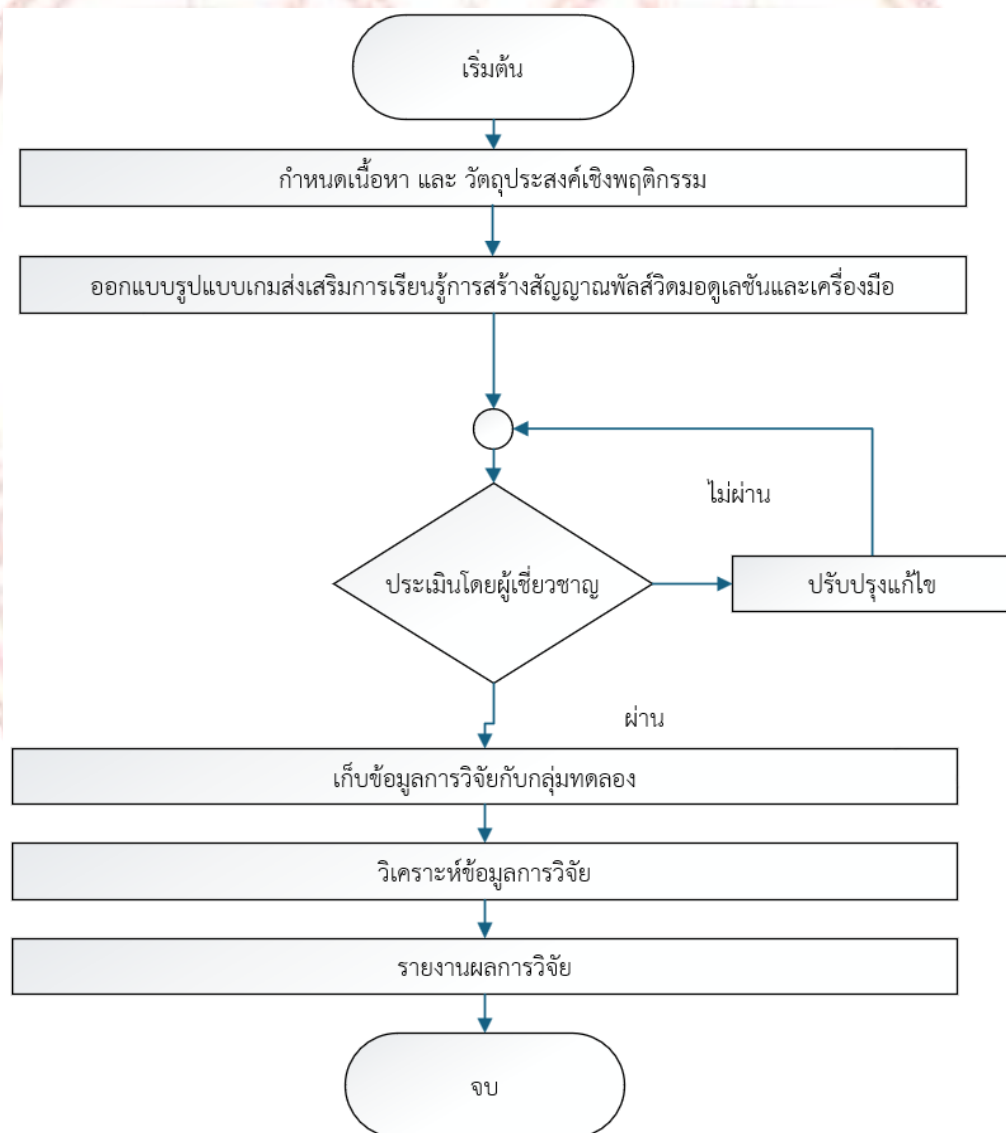


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย เรื่องการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้าง
สัญญาณพลัสวิทย์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีกระบวนการ รวมถึงวิธีดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการ
วิจัยที่ตั้งไว้ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ภาพผังงานวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบของการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) โดยมีใช้การประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) โดย Richard R. Hake (1998) ในการประเมินผลความก้าวหน้าของกลุ่มผู้เรียนแบบรายบุคคลที่เรียนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และกลุ่มผู้เรียนกลุ่มเดียว

3.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง ใช้นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของวิทยาลัยการอาชีพนครปฐม ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 26 คน แบ่งออกเป็น 1 กลุ่ม ดังนี้

3.2.1 กลุ่มทดลอง คือ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับภาคเรียนที่ 1/2567 จำนวน 26 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านการเรียนรู้ผ่านเกม โดยใช้แบบทดสอบชนิด เลือกตอบ 2 ระดับ (Two-tier multiple-choice test) รวมจำนวน 20 ข้อ ซึ่งข้อคำถามถูกออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้หลังจากพัฒนาแบบประเมินความเข้าใจเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item Objective Congruence) ของแบบทดสอบ โดยใช้แนวทางของ Povinelli & Hambleton (1976) ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้:

ให้คะแนน +1 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ หรือไม่

ให้คะแนน -1 หมายถึง ข้อคำถามวัดไม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

เมื่อได้รับผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วจะนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณและพิจารณาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบโดยใช้สมการที่กำหนด

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

โดยที่

IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อได้ค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วให้นำมาเทียบกับเกณฑ์ โดยที่แบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 หมายถึง แบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้นใช้ได้ และถ้าแบบประเมินความเข้าใจข้อใด มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 หมายถึง แบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้นใช้ไม่ได้ ให้ทำการดัดแบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้นทิ้ง

ในการประเมินความสอดคล้อง ผู้วิจัยได้กำหนดคุณสมบัติของผู้ที่จะมาประเมิน โดยต้องมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ หรือ มีประสบการณ์สอนในเรื่องดังกล่าว ไม่นต่ำกว่า 3 ปี จำนวน 5 ท่าน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินความเข้าใจ

คนที่	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	สังกัด
1	อาจารย์ สุทธิพงษ์ พึ่งเดช	อาจารย์ประจำหลักสูตร ค.อ.บ. วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ โทรคมนาคม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลอีสาน วิทยาเขต ขอนแก่น
2	นางรัศมี กาสินพิลา	หัวหน้าแผนกวิชาช่าง อิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยการอาชีพ นครปฐม
3	นายศิวกันต์ ศรีวารี	ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยการอาชีพ นครปฐม
4	นางสาวฐิติชญา ฤทธิ์บัณฑิตย์	หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้า	วิทยาลัยเทคนิคราชสีห ราม
5.	นายฤๅษณะ บุพศิริ	ครูแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และเมคคาทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี

3.3.2 การประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ภายหลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาชุดการเรียนรู้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณ

พัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์เสร็จแล้ว เพื่อให้มั่นใจได้ว่าชุดการเรียนรู้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้นนั้น มีคุณภาพ สามารถนำไปใช้งานได้จริง ผู้วิจัยจึงได้นำชุดการเรียนรู้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ โดยต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ หรือ มีประสบการณ์สอนในเรื่องดังกล่าว ไม่ต่ำกว่า 3 ปี จำนวน 5 ท่าน รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของชุดการเรียนรู้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

คนที่	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่ง	สังกัด
1	อาจารย์ สุทธิพงษ์ พุ่งเดช	อาจารย์ประจำ หลักสูตร ค.อ.บ. วิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์และ โทรคมนาคม	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคล อีสาน วิทยาเขต ขอนแก่น
2	นางรัศมี กาสินพิลา	หัวหน้าแผนกวิชาช่าง อิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยการอาชีพ นครปฐม
3	นายศิวกานต์ ศรีวารี	ครูแผนกวิชาช่าง อิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยการอาชีพ นครปฐม
4	นางสาวจิตติชญา ฤทธิบัณฑิตย์	หัวหน้าแผนกวิชาช่าง ไฟฟ้า	วิทยาลัยเทคนิคราช สีห์ธรรม
5.	นายกฤษณะ บุพศิริ	ครูแผนกวิชาช่าง อิเล็กทรอนิกส์และเมค คาทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิค สิงห์บุรี

3.2.3 แบบประเมินแรงจูงใจในการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบประเมิน ARCS Model (Huang, 2019) สำหรับประเมินแรงจูงใจในการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้แบบจำลองแรงจูงใจของ Keller (ARSC) ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้ ด้านความสนใจ (Attention) ด้านความเกี่ยวข้อง

(Relevance) ความเชื่อมั่น (Confidence) ความพอใจ (Satisfaction) เป็นประมาณค่า 5 ระดับ แบบลิเคิร์ต (Likert rating scales) จำนวน 13 ข้อ

3.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

3.4.1 กำหนดเนื้อหาในรายวิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่อง อาร์ดูโน (Arduino) กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือ ดี.ซี.มอเตอร์ (D.C. Motor) เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล โดยปกติมีขั้วต่อไฟฟ้าอยู่สองขั้ว คือ ขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อต่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองเข้าแบตเตอรี่โดยตรงมอเตอร์จะหมุนไปทางหนึ่ง แต่ถ้าสลับขั้วต่อไฟฟ้ากับแบตเตอรี่มอเตอร์จะหมุนในทิศทางตรงกันข้ามโดยทั่วไปมักพบเห็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้แก่ หุ่นยนต์ เครื่องเล่นดีวีดี รถบังคับวิทยุ รถจักรยานไฟฟ้า เป็นต้น

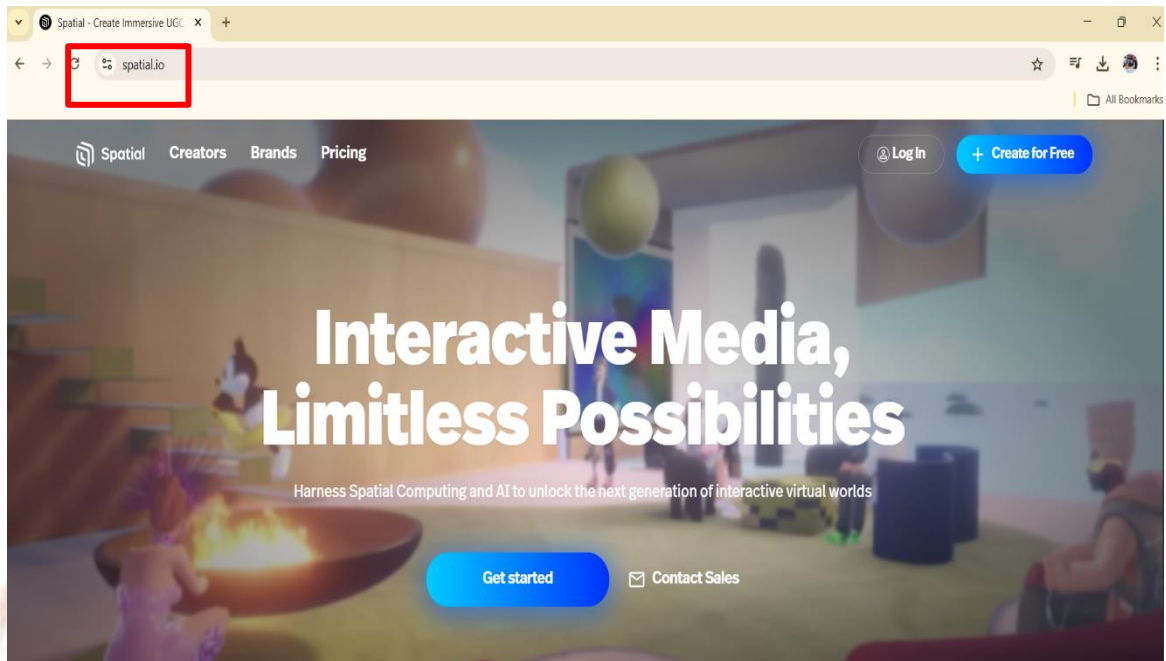
1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วย Arduino
3. การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงด้วย Arduino
4. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยไอซี L293D

3.4.2 ออกแบบเกมส่งเสริมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้โปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วืทด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในชุดการเรียนรู้ ผู้วิจัยกำหนดการออกแบบในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ซอฟต์แวร์ ไมโครซอฟท์ พาวเวอร์พอยต์ (Microsoft PowerPoint) เป็นหลักและ เว็บไซต์แพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง (Metaverse spatial.io) ในการช่วยการออกแบบสื่อการเรียนรู้ในการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้โปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วืทด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และ เลือกรูปแบบที่ใช้งานในการล็อกอินได้ 5 ช่องทาง ได้แก่

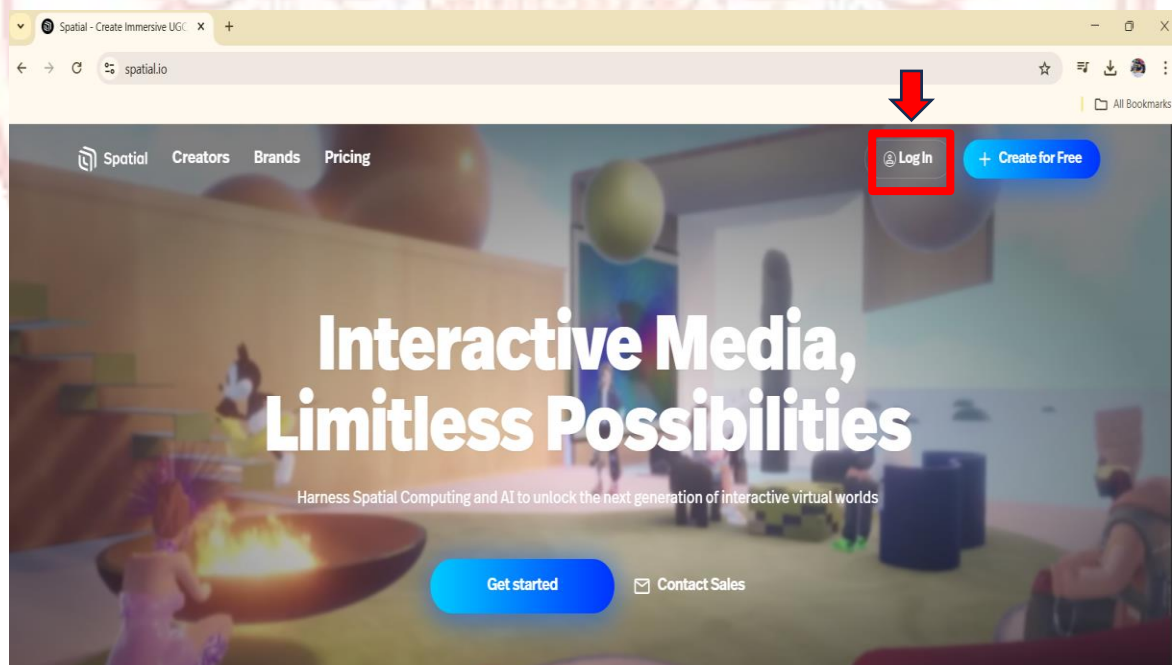
1. Continue with Google ล็อกอินด้วย Gmail
2. Continue with Apple ล็อกอินด้วย Apple ID
3. Continue with Microsoft ล็อกอินด้วย Email ของ Microsoft เช่น Hotmail
4. Download แอปพลิเคชันใน Google Play แพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง

(Metaverse spatial) บนสมาร์ตโฟน

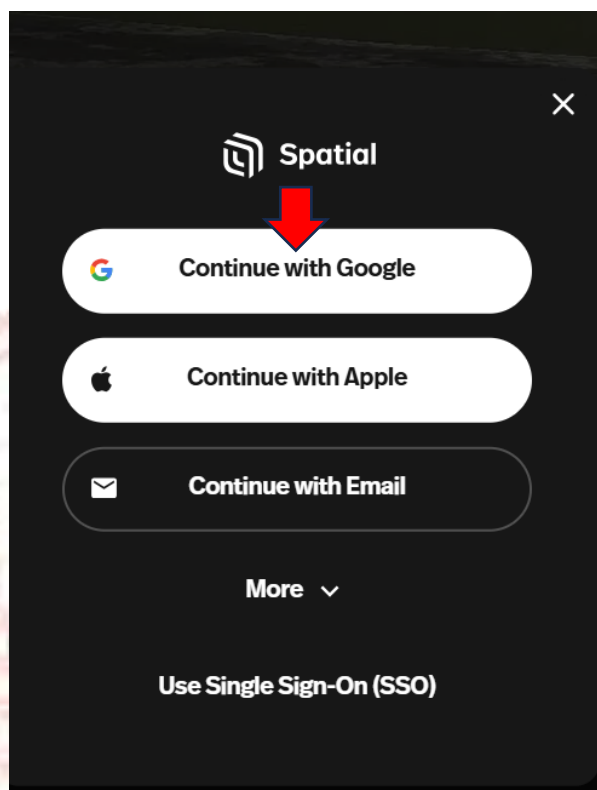
5. Use your Email ล็อกอินด้วย Email อื่น ๆ



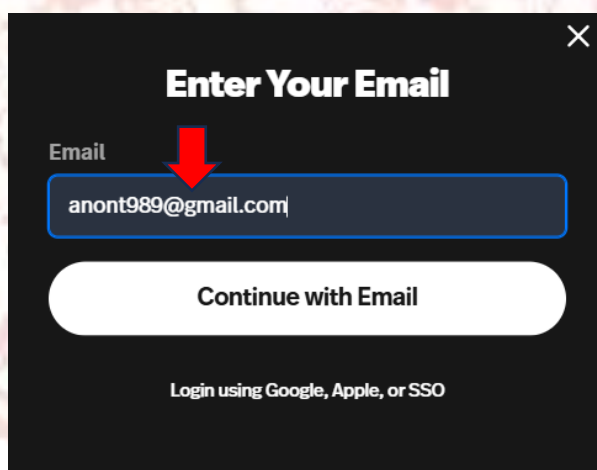
ภาพที่ 3-2 การสมัครเข้าใช้งาน เปิดเว็บเบราว์เซอร์ จากนั้นเข้าเว็บไซต์



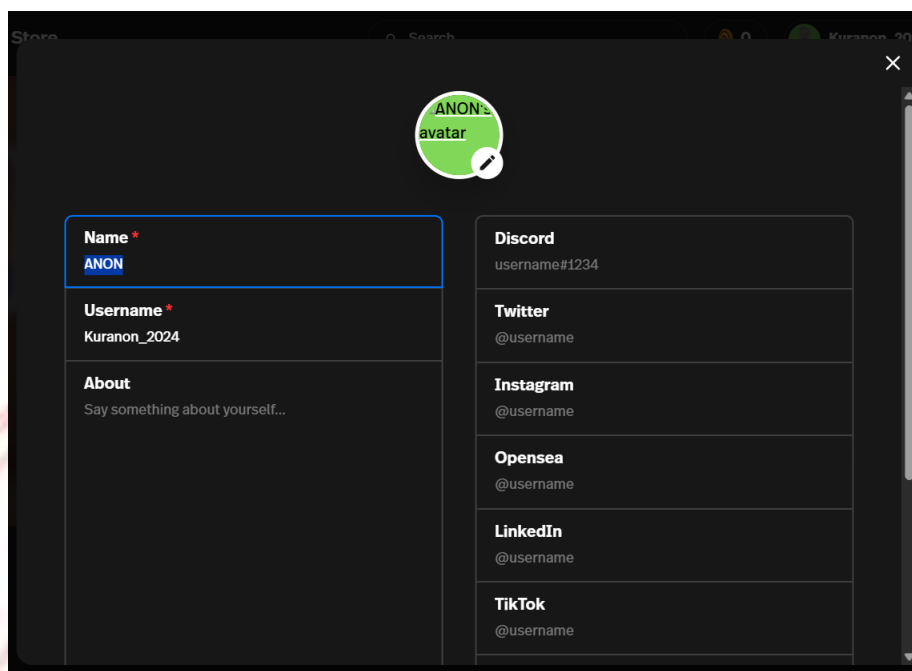
ภาพที่ 3-3 คลิกปุ่ม Login เพื่อเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 3-4 เลือกรูปแบบที่ใช้ในการล็อกอินด้วย Gmail จึงคลิกที่เมนู Continue with google



ภาพที่ 3-5 กรอกที่อยู่บัญชี Gmail ลงไปในช่อง อีเมลหรือโทรศัพท์ จากนั้นคลิกปุ่ม ถัดไป

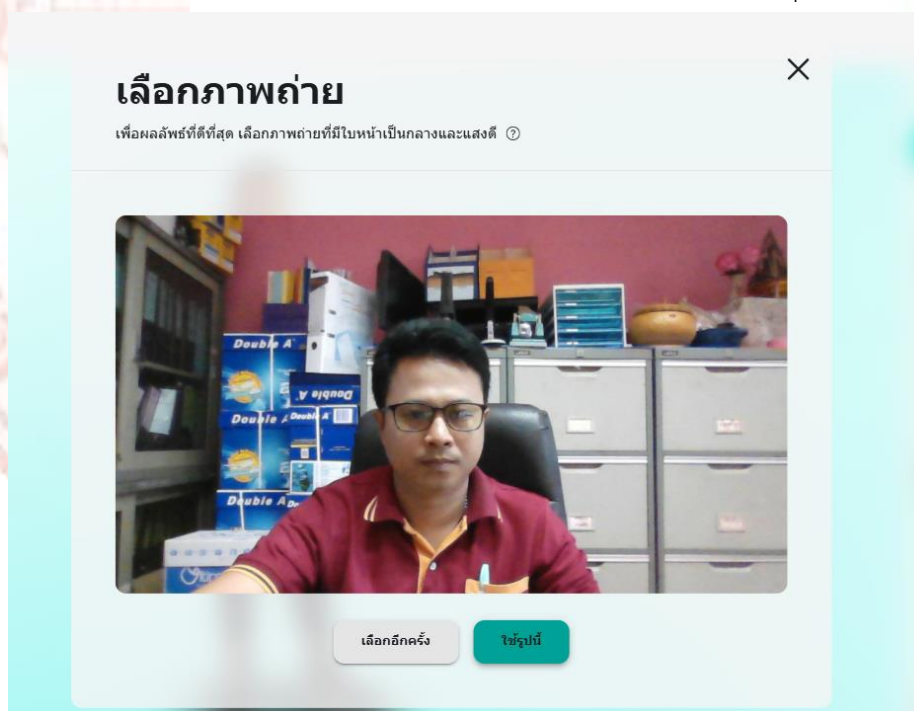


Store Search Kuranon_2024

ANON avatar

Name * ANON	Discord username#1234
Username * Kuranon_2024	Twitter @username
About Say something about yourself...	Instagram @username
	Opensea @username
	LinkedIn @username
	TikTok @username

ภาพที่ 3-6 กรอกชื่อที่ต้องการให้แสดงในช่อง name จากนั้นคลิกปุ่ม ถัดไป



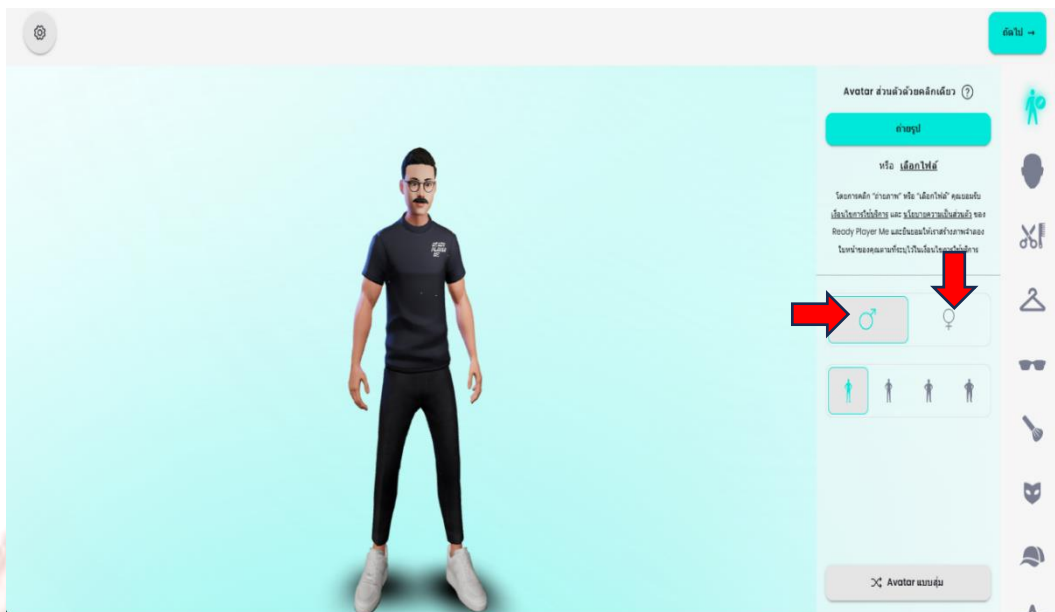
เลือกภาพถ่าย

เพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เลือกภาพถ่ายที่มีใบหน้าเป็นกลางและแสงดี ⑦

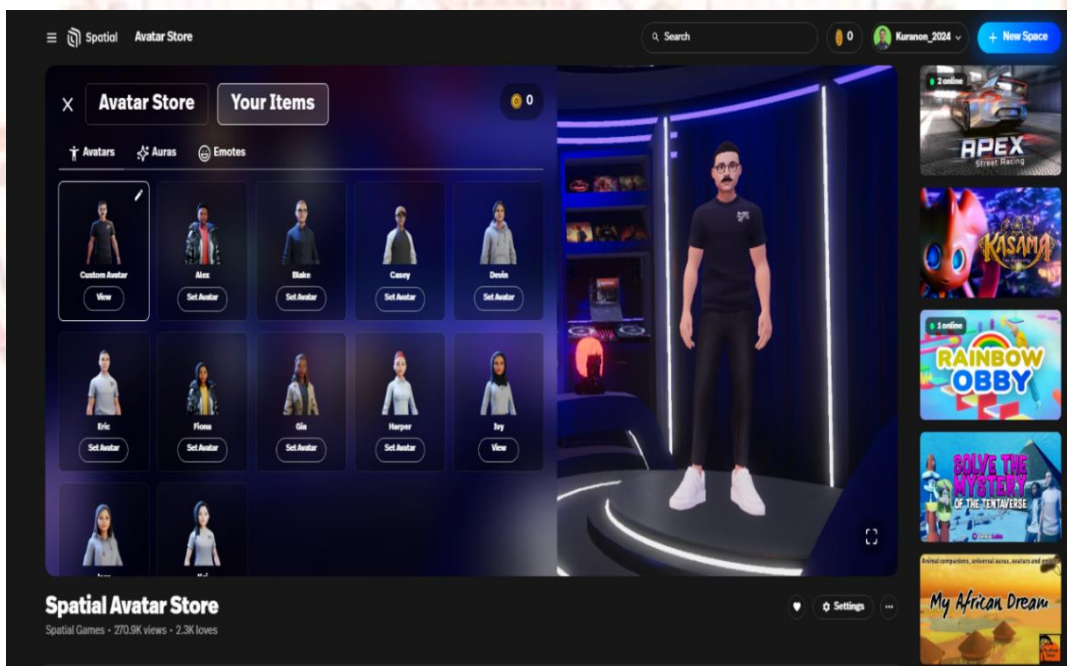


เลือกอีกครั้ง ใช้รูปนี้

ภาพที่ 3-7 อัปโหลดรูปภาพโดยคลิกที่ Upload photo โดยเลือกรูปภาพที่เห็นใบหน้าตน



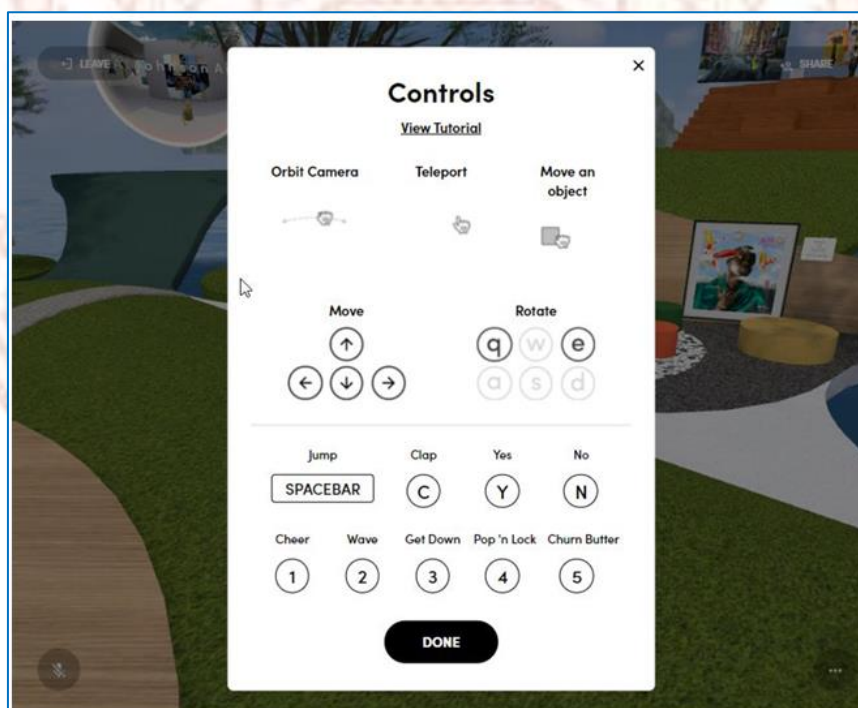
ภาพที่ 3-8 คลิกเลือกเพศของตนเอง



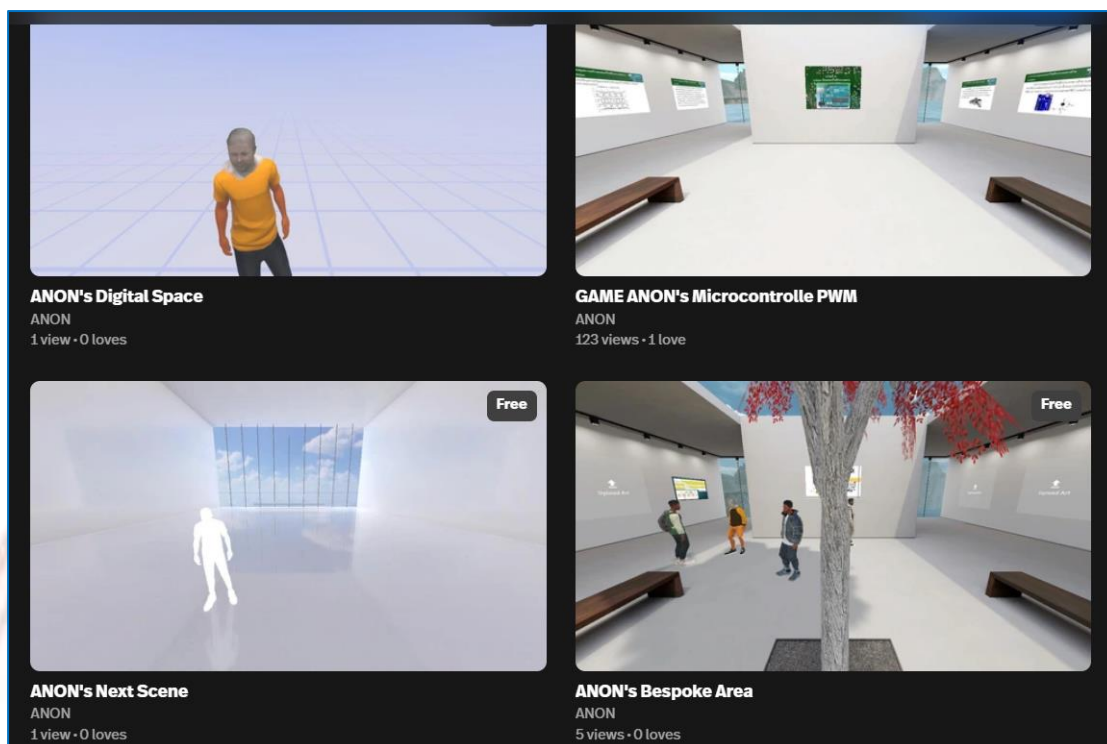
ภาพที่ 3-9 ระบบจะสร้างร่างอวตารขึ้นมา โดยใส่ใบหน้าของเราเข้าไป



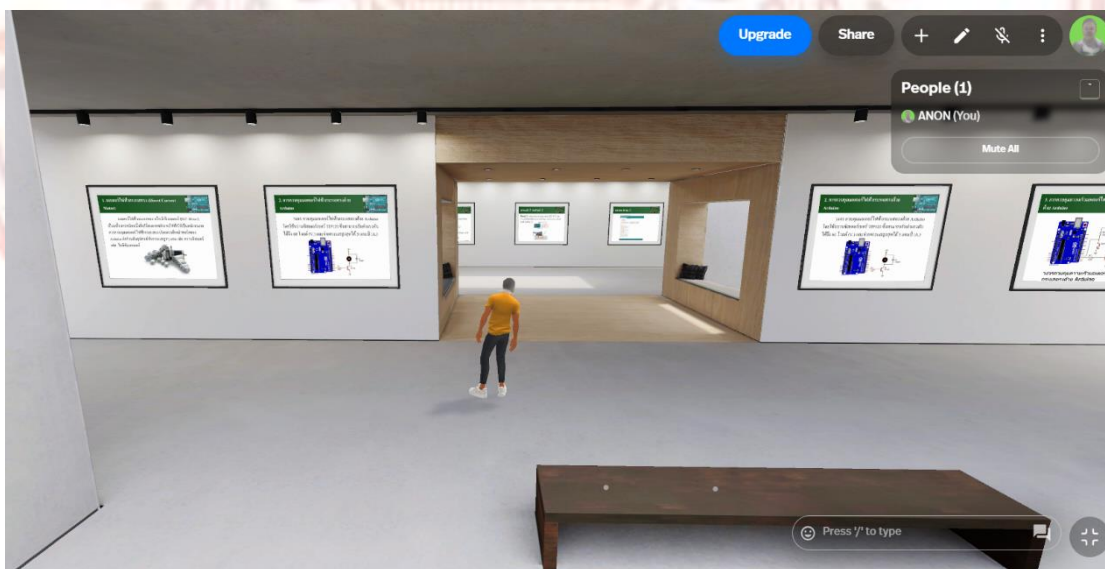
ภาพที่ 3-10 การตกแต่งร่างอวตารที่สร้างขึ้นมา



ภาพที่ 3-11 ปุ่มควบคุมร่างอวตาร



ภาพที่ 3-12 เข้าสร้างห้องเรียนส่งเสริมการเรียนรู้ การสร้างสัญญาณพัลส์วิทมอดูเลชัน



ภาพที่ 3-13 ทดลองใช้ห้องเรียนส่งเสริมการเรียนรู้ การสร้างสัญญาณพัลส์วิทมอดูเลชัน

3.5 การเก็บข้อมูลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยแนะนำเกมการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้นักเรียนทดลองเล่น

ขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนกำหนดเวลา 60 นาที ในการให้ผู้เรียนเริ่มเข้าเกมการส่งเสริมการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเริ่มจากการติดตั้งแอปพลิเคชันแพลตฟอร์มสร้างโลกเสมือนจริง (Metaverse spatial) เสร็จสิ้น ผู้เรียนทำแบบทดสอบวันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน) จากนั้นเข้าสู่เนื้อหาและทำการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ทำแบบทดสอบวันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (หลังเรียน) และทำแบบประเมินแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยภาพบรรยากาศการเก็บข้อมูลการวิจัย แสดงดังภาพที่ 3-14



(ก)



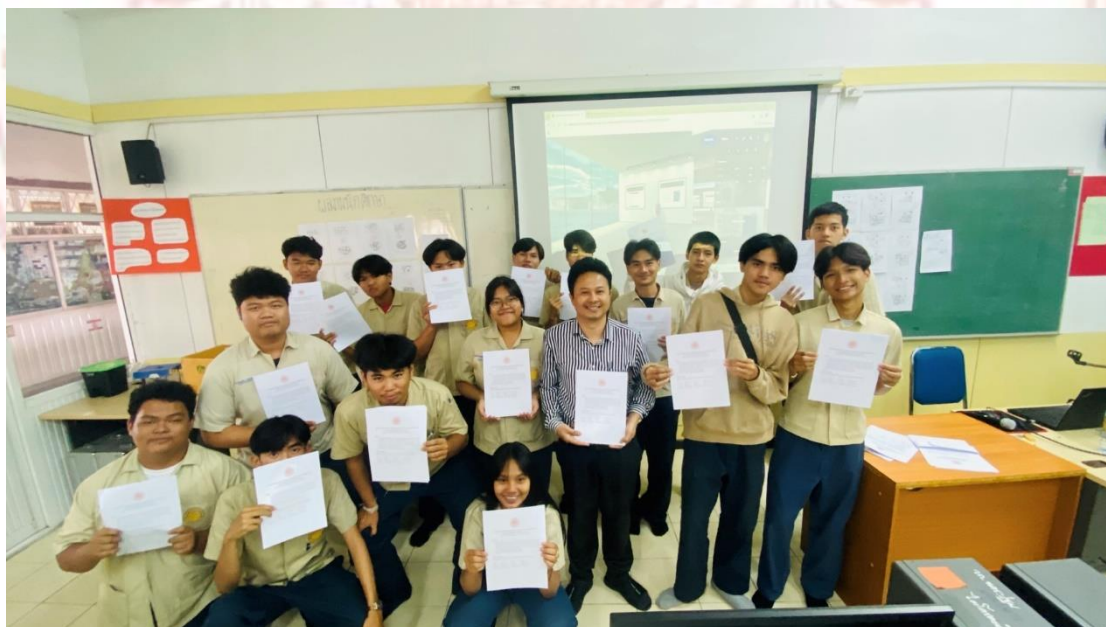
(ข)

ภาพที่ 3-14 ผู้เรียนเข้าใช้งานผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ผู้สอนให้นักเรียนปฏิบัติจริงตามการเรียนรู้ผ่านเกมที่ผ่านมาเข้าเรียนผ่านเกมส่งเสริมการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และปฏิบัติใบงาน 1 ข้อเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน



ภาพที่ 3-15 ผู้เรียนกลุ่มทดลองเรียนรู้จากเกมและมาจำลองการเขียนโปรแกรมบน tinkercad



ภาพที่ 3-16 ผู้เรียนกลุ่มทดลองที่เข้าร่วมการวิจัย

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

3.4.1 การประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้วิธีการประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) ของ Richard R. Hake (1998) ในการประเมินผลความก้าวหน้าแบบรายบุคคลของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้การส่งเสริมการเรียนรู้จากเกมการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยสามารถหาค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ได้ ดังสมการที่ 3-1

$$g = \frac{(\% \text{ Post-test}) - (\% \text{ Pre-test})}{(100\%) - (\% \text{ Pre-test})} \quad (3-1)$$

โดยที่

g หมายถึง ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain)

% Pre-test หมายถึง คะแนนสอบก่อนเรียน

% Post-test หมายถึง คะแนนสอบหลังเรียน

โดยค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่ได้นั้น สามารถนำมาแบ่งเป็นระดับความก้าวหน้าทางการเรียน ออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้สามระดับ ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การแบ่งระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ ที่มา : Richard R. Hake (1998)

ค่าเกณฑ์มาตรฐาน	ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้
$g \geq 0.7$	สูง (High gain)
$0.7 > g \geq 0.3$	ปานกลาง (Medium gain)
$0.0 \leq g < 0.3$	ต่ำ (Low gain)

3.4.2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel รุ่น 2021 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากผู้เรียนกลุ่มทดลองเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ แบบลิเคิร์ต (Likert rating scales) (บุญชม, 2545) ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

2.51-3.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับน้อย

1.00-1.50 หมายถึง มีแรงจูงใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับน้อยมาก

3.4.3 แบบประเมินคุณภาพข้อสอบในกาสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อได้ผลการประเมินความสอดคล้องแล้วให้นำผลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าความสอดคล้อง ดังสมการที่ 3-2

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-2)$$

โดยที่

IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึง จำนวนของผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อได้ค่าดัชนีความสอดคล้องแล้วให้นำมาเทียบกับเกณฑ์ โดยที่แบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้น มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 หมายถึง แบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้นใช้ได้ และถ้าแบบประเมินความเข้าใจข้อใด มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 หมายถึง แบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้นใช้ไม่ได้ ให้ทำการตัดแบบประเมินความเข้าใจในข้อนั้นทิ้ง

3.4.4 ค่าเฉลี่ย สูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean หรือ $\bar{X}$) ใช้สูตรในการคำนวณ (รัตติกาล, 2560) ตามสมการที่ 3-3 ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่ม

3.4.5 สูตรหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation หรือ S.D.) ใช้สูตรในการคำนวณ (รัตติกาล, 2560) ตามสมการที่ 3-4 ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \quad (3-4)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X^2	แทน	ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	คะแนนรวมแล้วยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่ม

3.4.6 การทดสอบความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) คือ การประเมินความสอดคล้องภายในของเครื่องมือวิจัย โดยเฉพาะกับข้อสอบที่การตอบถูกให้คะแนน 1 และตอบผิดให้ 0 คะแนน วิธีนี้ประกอบด้วยการคำนวณค่าความเชื่อมั่นแบบ KR20 และ KR21 ซึ่งทั้งสองเป็นวิธีการหาความเชื่อมั่นที่ใช้กับการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเฉพาะกลุ่มเพื่อหาความสอดคล้องของข้อสอบในการวัดผลลัพธ์ที่ต้องการอย่างแม่นยำและเชื่อถือได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123) ดังสมการที่ 3-5

$$\text{สูตร } KR20 \quad r_{tt} = \frac{N}{N-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \quad (3-5)$$

เมื่อ r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
N	แทน	จำนวนข้อคำถาม
p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูก
q	แทน	1-p สัดส่วนของผู้ตอบผิด
s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน

ณัฐพันธ์ จันทรเพ็ญ. (2561) ได้อธิบายการแปลผลค่าความเชื่อมั่นไว้ดังนี้
 ค่าความเชื่อมั่นที่น้อยกว่า 0.59 หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับต่ำ
 ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.60 – 0.77 หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับปานกลาง
 ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.78 ขึ้นไป หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และแปลผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

4.1 ผลการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์ วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ผู้วิจัยได้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์
วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผ่านการประเมินคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 3 ด้าน คือ
ด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ จำนวน 5
ท่าน จนได้การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์
มอดูเลชัน จากไมโครคอนโทรลเลอร์

4.1.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พัฒนาขึ้นเสร็จสมบูรณ์ ไปให้
ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย 20 ข้อ จนได้รับผลการประเมิน
ที่ยืนยันความพร้อมในการใช้งาน โดยผลการประเมินแสดงไว้ในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ตารางผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าความ สอดคล้อง (IOC)	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าความ สอดคล้อง (IOC)	การแปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
15	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
18	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ยรวม						4.55	0.91	นำไปใช้ได้

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการเรียนรู้ผ่านเกมก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองกับผู้เรียนที่เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อทำการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ทำให้ได้ผลการประเมินความสอดคล้องที่พร้อมใช้งาน พบว่าจากการแปลผล ค่า IOC อยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบได้ (IOC=0.91) ทำการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีผลการประเมินแสดงดัง ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบหลังเรียนกับจุดประสงค์ประจำหน่วย มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 1 ถึง 0.91 อยู่ในช่วงยอมรับได้สามารถนำไปใช้งานกับกลุ่มผู้เรียนเข้าร่วมวิจัยได้

4.2 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ด้วยวิธี Normalized Gain แบบรายบุคคล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนที่มีการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยได้ทำการทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาก่อนเรียน และหลังเรียนของผู้เรียนจำนวน 26 คน ด้วยวิธี Normalized Gain ผลการวิจัย พบว่าผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียน

แบบรายบุคคลอยู่ในระดับสูง (จำนวน 5 คน ผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางจำนวน 15 คน และผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำจำนวน 6 คน ตามลำดับ โดยรายละเอียดผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธี Normalized Gain แสดงไว้ในตารางที่ 4-3 และ ภาพที่ 4-1

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองกับผู้เรียนที่เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ (พิชิต และคณะ, 2563)

ลำดับ	หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินความเหมาะสม		
		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1	ด้านเนื้อหาของบทเรียน	4.40	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2	ด้านคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3	ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
ผลการประเมินรวมทั้ง 3 ด้าน		4.53	0.12	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยกิจกรรมการจัดการจัดการการเรียนรู้ผลการประเมินความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.12 ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

เมื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 3 จำนวน 26 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบทักษะการเขียนโปรแกรมจำนวน 20 ข้อ หลังจากการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ครบแล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบทักษะการเขียน

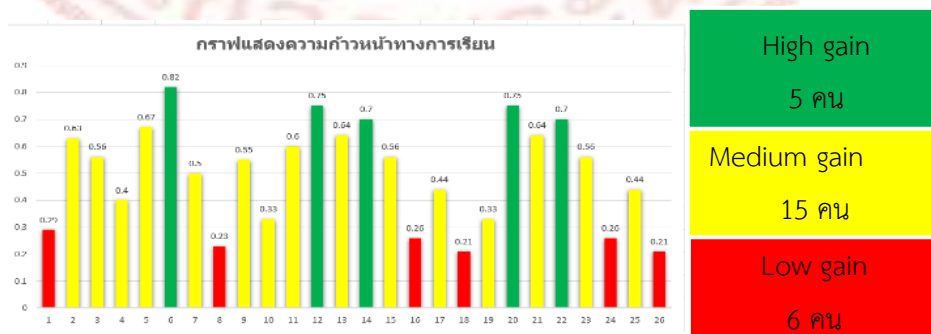
โปรแกรม ที่เป็นข้อสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน โดยนำแบบทดสอบมาสลับข้อ และสลับชุดคำตอบ ทำการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized Gain มีผลคะแนนดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalized Gain

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)%	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)%	Normalized Gain	ระดับ ความก้าวหน้า
1	6 (30%)	10 (50%)	0.29	Low gain
2	12 (60%)	17 (85%)	0.63	Medium gain
3	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
4	5 (25%)	11 (55%)	0.40	Medium gain
5	8 (40%)	16 (80%)	0.67	Medium gain
6	9 (45%)	18 (90%)	0.82	High gain
7	10 (50%)	15 (75%)	0.50	Medium gain
8	7 (35%)	10 (50%)	0.23	Low gain
9	9 (45%)	15 (75%)	0.55	Medium gain
10	11(55%)	14 (70%)	0.33	Medium gain
11	10 (50%)	16 (80%)	0.60	Medium gain
12	8 (40%)	17 (85%)	0.75	High gain
13	9 (45%)	16 (80%)	0.64	Medium gain
14	10 (50%)	17 (85%)	0.70	High gain
15	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)%	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)%	Normalized Gain	ระดับ ความก้าวหน้า
16	5 (25%)	9 (45%)	0.26	Low gain
17	11 (55%)	15 (75%)	0.44	Medium gain
18	6 (30%)	9 (45%)	0.21	Low gain
19	5 (25%)	10 (50%)	0.33	Medium gain
20	8 (40%)	17 (85%)	0.75	High gain
21	9 (45%)	16 (80%)	0.64	Medium gain
22	10 (50%)	17 (85%)	0.70	High gain
23	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
24	5 (25%)	9 (45%)	0.26	Low gain
25	11 (55%)	15 (75%)	0.44	Medium gain
26	6 (30%)	9 (45%)	0.21	Low gain

ระดับสูง (High gain) หมายถึง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับสูง สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระดับกลาง (Medium gain) หมายถึง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับปานกลาง สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ในระดับหนึ่ง ระดับต่ำ (Low gain) หมายถึง นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในระดับต่ำ อาจมีปัญหาในการเข้าใจเนื้อหาหรือวิธีการสอน



ภาพที่4-1 ผลความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้นแบบรายบุคคล แบบ Normalized Gain

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้ชุดการส่งเสริมการเรียนรู้ในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์โดยได้ทำการทดสอบความเข้าใจในเนื้อหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน จำนวน 26 คน ด้วยวิธี Normalized Gain ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคลอยู่ในระดับสูง จำนวน 5 คน ผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 15 คน และผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 6 คน ตามลำดับ โดยรายละเอียดผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธี Normalized Gain แสดงไว้ในตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-4 ตรงตามสมมุติฐานข้อที่ 1

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธีวิลคอกซัน (Wilcoxon Signed Ranks Test) การวิจัยนี้เน้นการศึกษาผลชุดเกมการเรียนรู้ที่มีต่อความสำเร็จทางการเรียนของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีจำนวน 26 คน ด้วยจำนวนตัวอย่างที่จำกัดการวิเคราะห์ข้อมูลจึงดำเนินการโดยใช้วิธีของวิลคอกซัน (Wilcoxon Signed Ranks Test) ซึ่งเป็นเทคนิคทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขนาดตัวอย่างเล็ก ผลการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม SPSS) ดังภาพที่ 4-2

Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
หลังเรียน - ก่อนเรียน	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	26 ^b	13.50	351.00
	Ties	0 ^c		
	Total	26		

a. หลังเรียน < ก่อนเรียน

b. หลังเรียน > ก่อนเรียน

c. หลังเรียน = ก่อนเรียน

Test Statistics^a

	หลังเรียน - ก่อนเรียน
Z	-4.472 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

ภาพที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป (โปรแกรม SPSS)

ผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ตามที่แสดงในภาพที่ 4-2 ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างคะแนนก่อนเรียน (Pretest) และหลังเรียน (Posttest) โดย

มีคะแนน Posttest สูงกว่าคะแนน Pretest ซึ่งค่า Z-statistic เป็น -4.4720 และค่า p-value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05

สามารถสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมเกมส่งเสริมการเรียนรู้ที่ได้นำมาใช้ในการวิจัยนี้มีผลทำให้คะแนนการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ปรับปรุงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) หมายความว่า กิจกรรมที่ได้รับการพัฒนาและนำมาทดลองใช้ได้ช่วยส่งเสริมความสำเร็จทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นี่เป็นหลักฐานที่ชี้ว่าการใช้ชุดกิจกรรมเกมส่งเสริมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีสามารถส่งเสริมความก้าวหน้าทางการเรียนในเนื้อหาหรือทักษะที่ต้องการได้

จากนั้นได้ให้นักเรียนทำใบงานการทดลองในห้องเรียนที่ได้ศึกษาเรียนรู้จากเกมส่งเสริมการเรียนรู้ในการสร้างสัญญาณพัลส์วืตม์อดูล์ชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ปฏิบัติ จำนวน 1 ข้อ



ภาพที่ 4-3 ผู้เรียนทำการปฏิบัติในการต่อวงจรและเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์

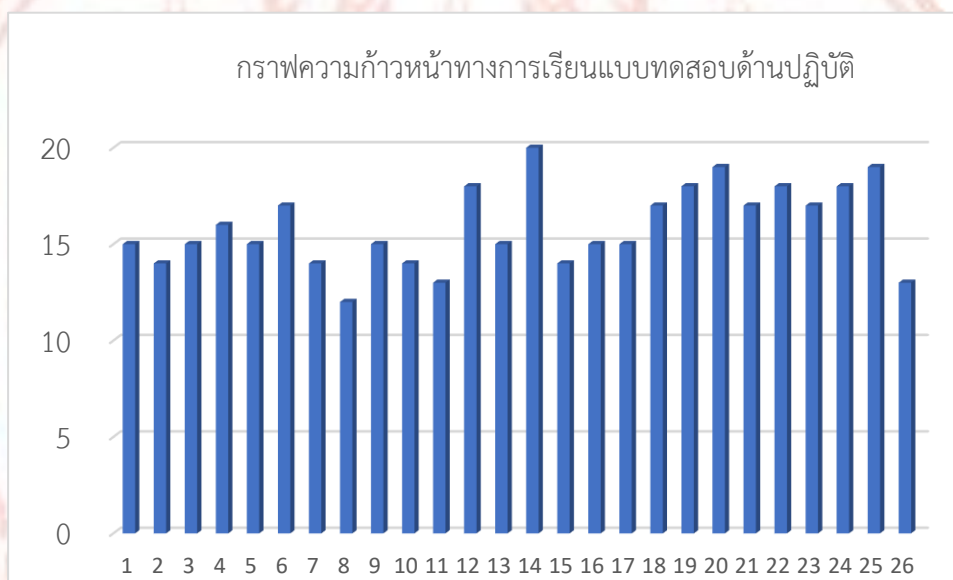


ภาพที่ 4-4 ผู้เรียนทำการปฏิบัติในการต่อวงจร และเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ในการควบคุมในการสร้างสัญญาณพัลส์วืตม์อดูล์ชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมมอเตอร์

ตารางที่ 4-4 ผลคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทดสอบสมรรถนะของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบด้านปฏิบัติ

การสอบ	คะแนนเต็ม	จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ประเมินที่ผ่าน 70 %	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
สอบด้านปฏิบัติ	20	26	15.88	23	2.10

จากตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยคะแนนของผู้เรียนทดสอบสมรรถนะของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบด้านปฏิบัติเท่ากับ 15.88 คะแนน และสูงกว่าเกณฑ์ 70 คิดเป็นร้อยละ 88.46



ภาพที่ 4-5 ภาพกราฟผู้เรียนทดสอบสมรรถนะของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบด้านปฏิบัติ

ลำดับ	หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินความพึงพอใจ			
		จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนฯ	แปลผล
1	ความสนใจที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน	26	4.77	0.44	มากที่สุด
2	เนื้อหาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความน่าสนใจ	26	4.77	0.44	มาก

ลำดับ	หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินความพึงพอใจ			
		จำนวน ผู้เรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบนฯ	แปลผล
3	เนื้อหาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความชัดเจน และทำให้ฉันมีสมาธิ ในชั้นเรียนมากขึ้น	26	4.77	0.44	มากที่สุด
4	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นความอยากรู้ อยากเห็นของฉันได้	26	4.85	0.38	มากที่สุด
5	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทำให้ฉันรู้สึกตื่นเต้น สนุก เพลิดเพลินในการเรียนรู้มากขึ้น	26	4.77	0.44	มากที่สุด
6	เนื้อหาการเรียนรู้เรื่องนี้จะเป็นประโยชน์กับฉันใน รายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์	26	4.92	0.28	มากที่สุด
7	ภาพ เสียง เนื้อหาภายในฉากช่วยให้ฉันเข้าใจ เนื้อหาการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น	26	4.85	0.38	มากที่สุด
8	เป้าหมายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นั้นสอดคล้อง กับสิ่งที่ฉันได้เรียนรู้ในชั้นเรียนและฉันสามารถ เรียนรู้ได้ในชีวิตประจำวัน	26	4.77	0.44	มากที่สุด
9	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นสื่อที่ช่วยสร้างความ มั่นใจ	26	4.77	0.44	มาก
10	หลังจากใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วทำให้ฉัน มั่นใจในความสามารถในการเรียนรู้มากขึ้น	26	4.92	0.28	มากที่สุด
11	วิธีเรียนรู้การส่งเสริมการเขียนโปรแกรม ด้วยเกม ทำให้ฉันรู้สึกว่ามันแปลกใหม่	26	4.85	0.38	มากที่สุด

ลำดับ	หัวข้อการประเมิน	ผลการประเมินความพึงพอใจ			
		จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนฯ	แปลผล
12	จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ นี้ทำให้ฉันรู้สึกชอบเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น	26	4.85	0.38	มาก
13	ฉันยินดีที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และฉันต้องการใช้ชุดการเรียนรู้นี้เพื่อการเรียนรู้นอกเวลาเรียนได้ตลอดเวลา	26	4.85	0.38	มากที่สุด
ผลการประเมินรวม			4.82	0.06	มากที่สุด

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิทมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (อดุลย์, ศศิธร และ ศุภชัย ,2566)

จากตารางที่ 4-5 พบว่า ผลการประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนที่มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิทมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06) ตรงตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีแรงจูงใจต่อกระบวนการเรียนรู้ อยู่ในระดับ มากที่สุด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นตัวกลางในการเรียนรู้เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มาทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนระดับต้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.3) จำนวน 26 คน ซึ่งส่วนสำคัญคือการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบเกมส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มความเข้าใจในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และ แทนที่การจัดการเรียนรู้แบบเดิมจากครูผู้สอนด้วยเพาเวอร์พอยต์แล้วทำแบบฝึกหัดตามใบสั่งงานเป็นหลัก ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคลอยู่ในระดับสูง จำนวน 5 คน ผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 15 คน และ ผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ จำนวน 6 คน ตามลำดับ โดยรายละเอียดผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยวิธี Normalized Gain แสดงไว้ในตารางที่ 4-3 และ ภาพที่ 4-1 ตรงตามสมมติฐานข้อที่ 1 ผลการผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ผ่านเกม เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06) แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนมีแรงจูงใจต่อกระบวนการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ตรงตามสมมติฐานข้อ 2 วิธีการวิจัยเป็นแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) และ ประเมินผลการเรียนรู้ด้วยวิธีประเมินผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และ ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน ในภาพรวมพบว่า การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มีคุณภาพโดยภาพรวมส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้พบว่า กลุ่มนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านเกมมีผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง (High gain) มากกว่า และ ผลตรวจสอบแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่า มีแรงจูงใจในการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัย และ สมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยในครั้งนี้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะผลงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่กำลังนิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันและใช้เกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งมีความน่าสนใจโดยเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนกลุ่มนักเรียนอาชีวศึกษา ที่ยังไม่เคยใช้สื่อชนิดนี้มาก่อน จึงสามารถทำให้เกิดความสนใจในการเรียน เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการเล่นเกมช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้การสอนรูปแบบการเล่นเกม และการนำเนื้อหาบทเรียนใบงานการทดลองมาไว้ในเกม

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น และมีแรงจูงใจในการเรียนที่ดีกว่าการใช้วิธีอื่น เป็นการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเปลี่ยนวิธีการสอนแบบใหม่ของนักเรียน นักศึกษา

ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และมีทัศนคติที่ดีโดยภาพรวมมากกว่าการเรียนการสอนแบบเก่า ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ นี้สามารถนำไปพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่ว่าจะเป็นวิชาอะไรสามารถนำไปใช้ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนได้หรือการประชุม การเสนองานในรูปแบบใหม่

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ 2 ข้อ ดังนี้

5.3.1.1 ครู นักวิชาการ และผู้ประกอบการทางการศึกษา ที่สนใจพัฒนาการเรียนการสอนใน รายวิชาที่มีเนื้อหาเชิงนามธรรม ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบ สื่อการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยเนื้อหาควรมีความน่าสนใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมผ่านเกมการเรียนรู้ที่มีระบบให้รางวัล ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจ่อกับเนื้อหาได้ยาวนานขึ้น และเพิ่มความตื่นตัวในการเรียนรู้การใช้แรงจูงใจตามแบบจำลอง ARCS ของ Keller, J. M. (1987) ซึ่งประกอบด้วย A (Attention) การดึงดูดความสนใจ, R (Relevance) ความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง, C (Confidence) การสร้างความมั่นใจ และ S (Satisfaction) ความพึงพอใจในการเรียน สามารถช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนอาชีวศึกษา ซึ่งต้องการสื่อการเรียนรู้อันช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเชิงนามธรรมได้ง่ายขึ้น

5.3.1.2 ครู นักวิชาการและผู้ประกอบธุรกิจด้านการศึกษา สามารถนำ ผลการวิจัยนี้ ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา สื่อการเรียนการสอนที่ผสมผสานเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อยกระดับคุณภาพทางการศึกษา โดยสามารถประยุกต์ใช้ในการออกแบบ สื่อการเรียนรู้เชิงโต้ตอบ (Interactive Learning Media) หรือ แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัล ที่ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างจากรูปแบบเดิมนอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสามารถนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการนำเสนอผลงานในลักษณะใหม่ ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารองค์ความรู้ อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนในทุกกระดับ ผ่านการใช้ เกมและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เป็นเครื่องมือในการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นสำหรับโลกยุคดิจิทัล

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป การเรียนรู้ผ่านเกมเป็นแนวทางการศึกษาที่น่าสนใจองค์ประกอบของเกมมาผสมผสานกับการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ แนวทางนี้ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้เกม ควรคำนึงถึงขอบเขตของเนื้อหาที่ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียนรู้ ไม่จำกัดเฉพาะบางหัวข้อ รวมถึงเลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีขนาดใหญ่เพียงพอ 30 คนขึ้นไปเพื่อให้ผลการศึกษามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ นอกจากนี้ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น ความพร้อมของอุปกรณ์การเรียนรู้และการลดเสียงรบกวนในห้องเรียน ก็มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้แม้ว่าการเรียนรู้ผ่านเกมจะมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะของผู้เรียน แต่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว ยังต้องอาศัย ความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับจากผู้สอนและการสนับสนุนจากปัจจัยแวดล้อม ดังนั้น การออกแบบเกมเพื่อการศึกษา ควรคำนึงถึงเนื้อหาที่เหมาะสม การให้รางวัลที่กระตุ้นแรงจูงใจ และการประเมินผลที่หลากหลาย เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงสุดการศึกษาครั้งนี้มีข้อเสนอแนะว่า การพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้ควรมี การออกแบบที่สามารถปรับใช้ได้ในบริบทที่หลากหลาย และควรมี การศึกษาต่อเนื่องเกี่ยวกับ ผลกระทบของเกมที่มีต่อทักษะของผู้เรียนรวมถึงวิธีการเสริมสร้างประสิทธิภาพของเกมให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนในแต่ละระดับ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

เกศินี เนาสวรรณ์. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ใบกิจกรรมฝึกทักษะ รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี.

ไพศาล หวังพานิช. (2531). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

ภัทรา นิคมานนท์. (2537). แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

พิชิต อ้วนไทร และคณะ. (2563). การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยใช้โครงงานเป็นฐาน แบบ DAPOA สำหรับการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีวงจรรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน.

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2562). หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 (ปรับปรุง พ.ศ. 2567). (สืบค้นวันที่ 15 กรกฎาคม 2567).
<https://bsq.vec.go.th/th-th/>

สมนึก. (2546). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

สาโรช โคภักษ์. (2546). ทฤษฎีการเรียนรู้และการสอน.

สุรัช เทียนใช้ดี. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ตามแนวเกมพิศเคชัน. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

สันติ. (2565). แบบการทดลองกึ่งการทดลอง (Quasi-Experimental Design) ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.

อดุลย์ พัตวี, ศศิธร ชูแก้ว, & ศุภชัย หอวิมานพร. (2566). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม เรื่องทรานซิสเตอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสิทธิ์ ชินทรภูมิ. (2559). การใช้เกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษา.

ภาษาอังกฤษ

- Bayindir, R., Kabalcı, E., Kaplan, O., & Oz, Y. E. (2012). Microcontroller based electrical machines training set. In 15th International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, EPE-PEMC 2012 ECCE Europe (pp. x-x). IEEE.
- Borrás-Gené, O., Hijón-Neira, R., Paredes-Barragán, P., & Serrano-Luján, L. (2024). A hybrid escape room to foster motivation and programming education for pre-service teachers. *International Journal of Game-Based Learning*, 14(1), 1-17. IGI Global.
- Cabrera-Solano, P. (2022). Game-based learning in higher education: The pedagogical effect of Genially games in English as a foreign language instruction. *International Journal of Educational Methodology*, 8(4), 719-729.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661–686.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–15).
- Ebner, M., & Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game-based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education*, 49(3), 873–890.
- Gee, J. P. (2003). *What video games must teach us about learning and literacy*. New York, NY: Palgrave Macmillan.

- Huang, W. H.-Y., & Rauch, U. (2016). Leadership and learning in the context of digital game studies: A literature review. *International Journal of Game-Based Learning*, 6(2), 1–14.
- Jong, M. S. Y., Tsai, C. C., Xie, H., & Wong, F. K. (2020). Integrating interactive learner-immersed video-based virtual reality into learning and teaching physical geography. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2063–2078.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 51(4), 1609–1620.
- Li, L. (2019). Using game-based training to improve students' assessment skills and intrinsic motivation in peer assessment. *Innovations in Education and Teaching International*, 56(4), 423-433.
- Malone, T. W., & Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. In R. E. Snow & M. J. Farr (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction: Conative and affective process analyses* (Vol. 3, pp. 223–253). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Manoharan, G., Thomas, F., Joseph, E. K., & Raghu, C. V. (2018). Design and implementation of micro-controller training kit with GUI support. In *INDICON 2018 - 15th IEEE India Council International Conference* (pp. x-x). IEEE.
- Mendonça, M., Papageorgiou, K., de Mello, D. E., Papageorgiou, E. I., Fabri, J. A., de Souza, L. B., & Palácios, R. H. C. (2020, July). Digital game-based learning in a robotics course. In *2020 11th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)* (pp. 1-7). IEEE.

Nadolny, L., Valai, A., Cherrez, N. J., Elrick, D., Lovett, A., & Nowatzke, M. (2020).

Examining the characteristics of game-based learning: A content analysis and design framework. *Computers & Education*, 156, 103936.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York, NY: Basic Books.

Panskyi, T., & Rowinska, Z. (2021). A holistic digital game-based learning approach to out-of-school primary programming education. *Informatics in Education*, 20(2).

Patarroyo, J. F., Beauchamp, G., & Santiago, A. (2015). Design and implementation of a microcontroller based workstation with educational purposes for the control systems area. In *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE.

Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.

Tobias, S., Fletcher, J. D., Dai, D. Y., & Wind, A. P. (2011). Review of research on computer games. In S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds.), *Computer games and instruction* (pp. 127–222). Charlotte, NC: Information Age Publishing.

Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229–243.

Young, M. F., et al. (2012). Our princess is in another castle: A review of trends in serious gaming for education. *Review of Educational Research*, 82(1), 61–89.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบตารางสรุปแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา
ของข้อสอบ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกม

แบบประเมิน Rubric สำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์วิทย์มอดูเลชัน จากไมโครคอนโทรลเลอร์



**รายนามผู้เชี่ยวชาญการประเมินการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรม
และ ผลการประเมินคุณภาพด้าน**

ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญการประเมินความเหมาะสมด้านด้านฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ และ ผลการประเมินคุณภาพด้าน
เนื้อหา

1. อาจารย์สุทธิพงษ์ พุ่งเดช
ตำแหน่ง : อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สถานที่ทำงาน : สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ
โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
2. นางรัศมี กาสินพิลา
ตำแหน่ง : ครูชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงาน : ครูประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม
3. นายศิวกานต์ ศรีวารี
ตำแหน่ง : ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน : ครูประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม
4. นางสาวฐิติชญา ฤทธิ์บัณฑิตย์
ตำแหน่ง : ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน : แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคราชสีห์ธาราม
5. นายฤกษ์ บุษศิริ
ตำแหน่ง : ครู คศ.1
สถานที่ทำงาน : ประจำแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์/แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์
วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.1/69

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

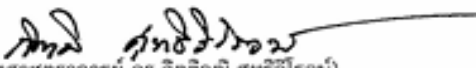
ด้วยนายอนนท์ ทาเทียว รหัสประจำตัว 66-020178-5804-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วีตมอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสุทธิพงษ์ พุ่งเดช ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนของสารนิพนธ์ดังกล่าว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-405-0840 (นายอนนท์ ทาเทียว)

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.1/70

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนครปฐม

ด้วยนายอนนท์ ทาเทียว รหัสประจำตัว 66-020178-5804-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นางรัตณี กาสินพิลา ตำแหน่งครูชำนาญการ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนของสารนิพนธ์ดังกล่าว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุภศิริโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-405-0840 (นายอนนท์ ทาเทียว)

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.1/71

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพนครปฐม

ด้วยนายอนนท์ ทาเทียว รหัสประจำตัว 66-020178-5804-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายศิวกันต์ ศรีวาริ ตำแหน่งครู คศ.1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนของสารนิพนธ์ดังกล่าว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-405-0840 (นายอนนท์ ทาเทียว)

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.1/72

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม

ด้วยนายอนนท์ ทาเทียว รหัสประจำตัว 66-020178-5804-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง "การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธึมอดูล์เลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นางสาวฐิติชญา กุฑธธิบัณฑิตย์ ตำแหน่งครู คศ.1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคราชสีหราชราม เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนของสารนิพนธ์ดังกล่าว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ คุฑธธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-405-0840 (นายอนนท์ ทาเทียว)

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.1/73

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

10 มกราคม 2568

เรื่อง ขออนุญาตเสนอให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี

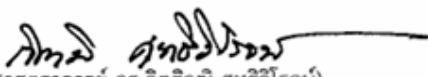
ด้วยนายอนนท์ ทาเหี่ยว รหัสประจำตัว 66-020178-5804-1 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วัดมุมคู่เลขนจากไมโครคอนโทรลเลอร์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย หอวิมานพร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขออนุญาตเสนอให้ นายภุชชณะ บุพศิริ ตำแหน่งครู คศ.1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ และเมคคาทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสิงห์บุรี เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอนของสารนิพนธ์ดังกล่าว เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นต่อไป

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 092-405-0840 (นายอนนท์ ทาเหี่ยว)



แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาข้อสอบ (Index of Consistency: IOC) วิจัยเรื่อง การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ (หลังเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ

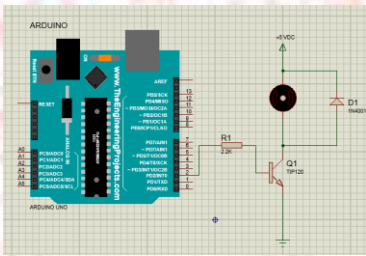
ทางผู้วิจัยได้ออกแบบจากการนำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้จากตารางการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้วิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้ง 3 ข้อได้แก่ 1) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2) เพื่อให้มีทักษะในการเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง รวมจำนวนข้อสอบทั้งสิ้นเป็นจำนวน 15 ข้อและปรนัย 5 ข้อ

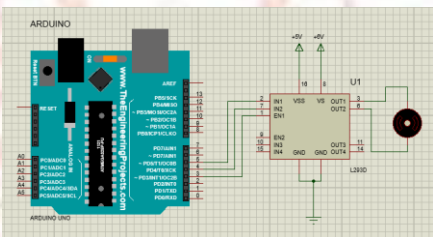
คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อคำถามของแบบประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องของแต่ละข้อว่าข้อสอบที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

+1 คือ แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดหรือไม่

-1 คือ แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

หน่วยที่ 10 Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง						
วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	การวัด	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	1. หน้าที่หลักของสัญญาณ PWM คือข้อใด ก. ส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข. ปรับความถี่ของคลื่นสัญญาณ ค. ควบคุมแรงดันไฟตรง ง. ควบคุมพลังงานที่จ่ายให้โหลด				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	2. อุปกรณ์ข้อใดใช้สำหรับขับเคลื่อนให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถทำงานได้ ก. ตัวเก็บประจุ ข. ตัวต้านทาน ค. เฟต ง. ไดโอด				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	จากรูปวงจรข้างล่างนี้ ใช้สำหรับคำถามในข้อ 3 – 6 				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	3. ข้อใดเป็นอุปกรณ์สำหรับขับเคลื่อนให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถทำงานได้ ก. ไดโอด ข. ทรานซิสเตอร์ ค. เฟต ง. รีเลย์				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	4. ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนควงใช้คำสั่งใด ก. digitalWrite(2, HIGH); ข. digitalWrite(3, LOW); ค. analogWrite(4, HIGH); ง. analogWrite(5, LOW);				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	5. ถ้าต้องการให้มอเตอร์หยุดหมุนควงใช้คำสั่งใด ก. digitalWrite(1, HIGH); ข. digitalWrite(2, LOW); ค. analogWrite(3, HIGH); ง. analogWrite(4, LOW);				

หน่วยที่ 10 Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง						
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	การวัด	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2. การเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	เข้าใจ	6. คำสั่งใดใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ ก. digitalWrite(0, HIGH); ข. digitalWrite(1, LOW); ค. analogWrite(2, 255); ง. analogWrite(3, LOW);				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	จากรูปวงจรข้างล่างนี้ ใช้สำหรับคำถามในข้อ 7 - 10  7. จากวงจรข้อใดเป็นอุปกรณ์ควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ก. ไอซี L293D ข. ทรานซิสเตอร์ ค. ไอซี L298D ง. รีเลย์				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	8. จากวงจรไอซี L293D สามารถขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้กี่ตัว ก. 1 ตัว ข. 2 ตัว ค. 3 ตัว ง. 4 ตัว				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	9. ขาอินเอาเบิล (EN) ทำหน้าที่ใด ก. ควบคุมทิศทางมอเตอร์ ข. ควบคุมการหมุนทวนเข็มนาฬิกา ค. ควบคุมการหมุนตามเข็มนาฬิกา ง. ควบคุมความเร็วมอเตอร์				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	10.เมื่อต้องการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้หมุนด้วยความเร็วครึ่งหนึ่งของความเร็วสูงสุด ต้องใช้คำสั่งใด ก. analogWrite(2, 100); ข. analogWrite(2, 127); ค. analogWrite(2, 191); ง. analogWrite(2, 255);				

หน่วยที่ 10 Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง						
วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	การวัด	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	11. การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ย่อมาจากอะไร ก. Pulse Width Monitoring ข. Pulse Wave Modulation ค. Pulse Width Modulation ง. Phase Width Modulation				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	12. วัตถุประสงค์หลักของการใช้ การมอดูเลตความกว้างพัลส์คืออะไร ก. เพื่อสร้างคลื่นความถี่สูง ข. เพื่อควบคุมอัตราส่วนของการเปิด-ปิดสัญญาณ ค. เพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้า ง. เพื่อประหยัดพลังงานในวงจรดิจิทัล				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	15.การเพิ่ม ดิวตี้ไซเคิลใน การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ส่งผลอย่างไร ก. ลดพลังงานที่ส่งไปยังโหลด ข. เพิ่มเวลาที่สัญญาณเปิด ค. เพิ่มความถี่ของสัญญาณ ง. ลดความถี่ของสัญญาณ				
1. เกี่ยวกับการต่อวงจร Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	รู้จำ	16.การนำ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ มาใช้ในการปรับความสว่างของ LED ทำได้อย่างไร ก. การเพิ่ม ดิวตี้ไซเคิลทำให้ LED สว่างขึ้น ข. การลด ดิวตี้ไซเคิลทำให้ LED สว่างขึ้น ค. การเปลี่ยนความถี่ทำให้ LED สว่างขึ้น ง. การลด ดิวตี้ไซเคิลทำให้ LED ร้อนมากขึ้น				
2. การเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	เข้าใจ	17. อธิบายวิธีการสร้างสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เฉลย การสร้างสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้การเขียนโปรแกรมเพื่อปรับการเปิดและปิดของสัญญาณดิจิทัล โดยการกำหนดค่า ดิวตี้ไซเคิลและความถี่ที่ต้องการ เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ เช่น มอเตอร์หรือไฟ LED				
2. การเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	เข้าใจ	18.การปรับ ดิวตี้ไซเคิลมีผลอย่างไรต่ออุปกรณ์ที่ควบคุมด้วย การมอดูเลตความกว้างพัลส์? เฉลย การปรับ ดิวตี้ไซเคิลส่งผลโดยตรงต่อปริมาณพลังงานที่ส่งไปยังอุปกรณ์ เช่น การเพิ่ม ดิวตี้ไซเคิลจะส่งผลให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้นหรือทำให้ไฟ LED สว่างขึ้น ในขณะที่การลด ดิวตี้ไซเคิลจะลดพลังงานที่ถูกส่งไปยังอุปกรณ์				

หน่วยที่ 10 Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง						
วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	การวัด	ข้อสอบ	น้ำหนัก			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2. การเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	เข้าใจ	19.อธิบายความแตกต่างระหว่างการใช้ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ เพื่อควบคุมมอเตอร์และการใช้ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ในการปรับความสว่างของ LED เฉลย ในการควบคุมมอเตอร์ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ จะใช้เพื่อควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยการปรับ ดิวตี้ไซเคิลทำให้ความเร็วเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขณะที่ในการปรับความสว่างของ LED การปรับ ดิวตี้ไซเคิลจะส่งผลต่อความสว่างโดยตรง การเพิ่ม ดิวตี้ไซเคิลทำให้ LED สว่างขึ้น ส่วนการลด ดิวตี้ไซเคิลจะทำให้ LED หรือลดลง				
2. การเขียนโปรแกรม Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	เข้าใจ	20.การปรับความถี่ของสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ ส่งผลต่ออะไร? เฉลย การปรับความถี่ของสัญญาณ การมอดูเลตความกว้างพัลส์ จะส่งผลต่อการทำงานของอุปกรณ์ที่ควบคุม ตัวอย่างเช่น ในมอเตอร์ หากความถี่ต่ำเกินไปอาจทำให้การหมุนไม่เรียบเนียนหรือในกรณีของ LED หากความถี่ต่ำเกินไปอาจทำให้เกิดการกระพริบที่มองเห็นได้				

ตารางที่ ก-1 ข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาของข้อสอบ

ชื่อ.....เลขที่.....ห้อง.....รายวิชา.....

ข้อสอบปฏิบัติปลายภาค

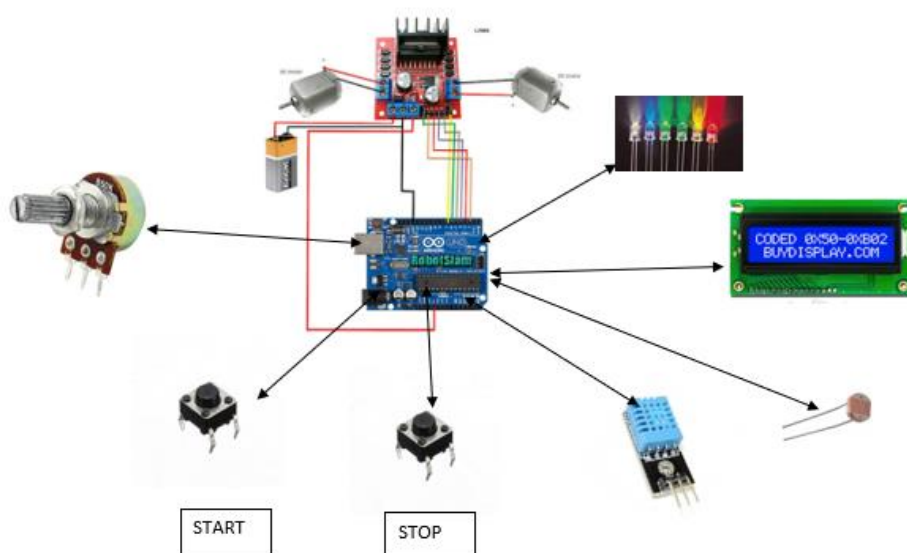
วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ ระดับ ปวช.3 ใช้เวลา 3 ชั่วโมง 10 คะแนน

โดยมีเงื่อนไขการทำงานดังต่อไปนี้

- 1.1 ให้นักเรียนเขียนโปรแกรม วัดค่าความชื้นและอุณหภูมิและค่าแสงเพื่อแสดงสภาพแวดล้อม
- โซลาร์ ค่าแสงขึ้น LCD i2c คำว่า Light =XXX ค่าความชื้น H=XXX ค่าอุณหภูมิ T=XXX แบบเลื่อน

2 คะแนน

- 1.2 ถ้าค่าแสงมีค่ามาก 100 LUX ให้ LED1 ติด และถ้าแสงมีค่าน้อยกว่า 100 LUX LED1 ดับ 1 คะแนน
- 1.3 ถ้าอ่านค่า VR ตั้งแต่ 0-100 ออกทาง Serial monitor และ LCD i2c แสดงคำว่า "MOTOR" บรรทัดที่ 1 ("Speed Motor=xxx%") บรรทัดที่ 2 ตำแหน่งกึ่งกลาง ถ้าหมุน VR มาทาง ขวาสุดจะเท่ากับ 100 และถ้าหมุนมาทางซ้ายสุด มีค่าเท่ากับ 0 ถ้าปรับ VR= 0 ให้มอเตอร์หยุดหมุน 3 คะแนน
- 1.4 ถ้ากดสวิตช์ SW 1 Start ให้มอเตอร์หมุนไปที่ 100% แล้ว LCD i2c ขึ้นคำว่า "Forward" 2 คะแนน
- 1.5 ถ้ากดสวิตช์ SW 2 Stop ให้มอเตอร์หยุดหมุนไปที่ 0% แล้ว LCD i2c ขึ้นคำว่า "STOP" 2 คะแนน



ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง



ตารางสรุปแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา
ของข้อสอบ (Index of Consistency: IOC) วิจัยเรื่อง การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่าน
เกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์
(หลังเรียน) โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ					สรุป	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

ตารางที่ ก-2 ตารางสรุปแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม



แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์ จัดอยู่ในกลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยแบบประเมินผลนี้ประกอบด้วย ด้านเนื้อหาในบทเรียน เรื่องการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ด้านคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม เรื่องการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง

กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมให้ระบุลงในช่องข้อเสนอแนะอื่น ๆ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาของบทเรียน					
1. เนื้อหามีความเหมาะสมสอดคล้องในบทเรียน					
2. ความถูกต้องของเนื้อหาภายในเกม					
3. ลำดับเนื้อหาภายในเกมมีความเหมาะสม					
4. ความเหมาะสมของเนื้อหาภายในเกม					
5. ความเหมาะสมในการใช้ภาษาของเนื้อหาภายในเกม					
6. เนื้อหาเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย					
7. ภาพประกอบการสอนสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา					
8. ภาพกราฟิกภายในเกมสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา					
9. เนื้อหาภายในเกมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
10. ความเหมาะสมของเนื้อหาในคำถาม					

ตารางที่ ก-3 แบบประเมินนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้					
1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม มีความน่าสนใจ					
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน					
3. มีการอธิบายขั้นตอนในการเล่นอย่างชัดเจน					
4. มีการใช้ภาษาถูกต้อง สื่อความหมายได้ชัดเจน					
5. สี ขนาด และรูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม					
6. โทนสีของฉาก พื้นหลัง วัตถุภายในเกมมีความเหมาะสม					
7. ออกแบบองค์ประกอบฉากภายในเกมได้อย่างเหมาะสม					
8. รูปแบบในการเล่นไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย					
9. ระยะเวลาในการเล่นมีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
10. ความเหมาะสมของคำถาม					
ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้					
1. ช่วยกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน					
2. ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสุขในการเรียนรู้					
3. ส่งเสริมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวผู้เรียนเอง และผู้เรียนกับผู้สอน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....



แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนใน

การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เรื่อง การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

คำชี้แจง

1. แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ทฤษฎีแบบจำลองของอาร์คส (ARCS Model) ประยุกต์ใช้จากงานวิจัยของอดุลย์ “การศึกษาความก้าวหน้าและแรงจูงใจของผู้เรียนอาชีวศึกษาที่มีต่อชุดการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริมเรื่อง ทราณซิสเตอร์ ” อดุลย์, อ.ศศิธร, อ.ศุภชัย (2566) เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ในรหัสวิชา 20105-2105 ไมโครคอนโทรลเลอร์
2. โปรดเลือกระดับแรงจูงใจของผู้เรียนมากที่สุดพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1: ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง กรุณากรอกข้อมูลและทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับความเป็นจริงของผู้เรียน

- | | | | |
|-----------------|---|--|--|
| 1. เพศ | ☐ ชาย | ☐ หญิง | ☐ อื่นๆ (ระบุ)..... |
| 2. ระดับชั้น | ☐ ปวช. | ☐ ปวส. | ☐ อื่นๆ (ระบุ)..... |
| 3. แผนกวิชาช่าง | ☐ อิเล็กทรอนิกส์ | ☐ เมคคาทรอนิกส์ | ☐ อื่นๆ (ระบุ)..... |



แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนใน

การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เรื่อง การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ตอนที่ 2 : การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องการสร้างสัญญาณ

พัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์ คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับ

คุณภาพที่ตรงกับความเป็นจริงของท่าน โดยระดับ

ขอคุณภาพแบ่งออกได้ ดังนี้

5 หมายถึง มากที่สุด

4 หมายถึง มาก

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง น้อยที่สุด

รายการ	ระดับแรงจูงใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความสนใจ (Attention)					
1.1 ความสนใจที่จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม					
1.2 เนื้อหาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความน่าสนใจ					
1.3 เนื้อหาในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีความชัดเจนและทำให้ฉันมีสมาธิ ในชั้นเรียนมากขึ้น					
1.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของฉันได้					
1.5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทำให้ฉันรู้สึกตื่นเต้น สนุกเพลิดเพลินในการเรียนรู้มากขึ้น					



แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนใน

การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เรื่อง การสร้างสัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

รายการ	ระดับแรงจูงใจ				
	5	4	3	2	1
2. ด้านความเกี่ยวข้อง (Relevance)					
2.1 เนื้อหาการเรียนรู้เรื่องนี้เป็นประโยชน์กับฉันในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์					
2.2 ภาพ เสียง เนื้อหาภายในฉากช่วยให้ฉันเข้าใจเนื้อหาการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น					
2.3 เป้าหมายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ นั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ฉันได้เรียนรู้ในชั้นเรียนและฉันสามารถเรียนรู้ได้ในชีวิตประจำวัน					
3. ด้านความมั่นใจ (Confident)					
3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นสื่อที่ช่วยสร้างความมั่นใจ					
3.2 หลังจากใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วทำให้ฉันมั่นใจในความสามารถในการเรียนรู้มากขึ้น					
4. ด้านความพึงพอใจ (Satisfaction)					
4.1 วิธีเรียนรู้การส่งเสริมการเขียนโปรแกรม ด้วยเกมทำให้ฉันรู้สึกว่ามันแปลกใหม่					
4.2 จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ นี้ทำให้ฉันรู้สึกชอบเรียนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์มากขึ้น					
4.3 ฉันยินดีที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และฉันต้องการใช้ชุดการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้นอกเวลาเรียนได้ตลอดเวลา					

ตารางที่ ก-4 แบบประเมินแรงจูงใจของผู้เรียนในการส่งเสริมทักษะ

ตารางที่ ก-5 ตารางประเมิน Rubric สำหรับการสร้างสัญญาณพัลส์วิวัฒนาการ
จากไมโครคอนโทรลเลอร์ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	คะแนนที่ได้
การตั้งค่าพิน ไมโครคอนโทรลเลอร์ (3 คะแนน)	ไม่สามารถ กำหนดพิน เอาต์พุตได้	กำหนดพิน เอาต์พุตได้แต่ มีข้อผิดพลาด	กำหนดพิน เอาต์พุตได้ ถูกต้องแต่ยัง ขาด ประสิทธิภาพ บางจุด	กำหนดพิน เอาต์พุตได้ อย่างถูกต้อง และเหมาะสม	
การเขียนโค้ด การมอดูเลตความกว้างพัลส์ (4 คะแนน)	โค้ดมี ข้อผิดพลาด รันไม่ได้	โค้ดทำงานได้ แต่สัญญาณ การมอดูเลต ความกว้าง พัลส์ ผิดพลาด	โค้ดทำงานได้ดี แต่ยังมี ข้อผิดพลาด เล็กน้อย	โค้ดทำงานได้ สมบูรณ์และ แม่นยำ	
ค่าความถี่ของสัญญาณการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (3 คะแนน)	ความถี่ ผิดพลาดมาก	ความถี่ ใกล้เคียงค่าที่ ต้องการแต่มี ความเพี้ยน	ความถี่มีความ แม่นยำแต่ยังมี ข้อผิดพลาด เล็กน้อย	ความถี่ตรงกับ ค่าที่กำหนดไว้ อย่างแม่นยำ	
ค่าความกว้างของพัลส์ (ดีวตี้ไซเคิล) (4 คะแนน)	ดีวตี้ไซเคิลไม่ สามารถ ควบคุมได้	ดีวตี้ไซเคิล สามารถ ควบคุมได้ แต่ ยังมีความ คลาดเคลื่อน สูง	ดีวตี้ไซเคิลปรับ ค่าได้ดี แต่ ยังไม่สมบูรณ์	ดีวตี้ไซเคิล สามารถ ควบคุมได้อย่าง แม่นยำ	
การปรับค่าพารามิเตอร์ (ดีวตี้ไซเคิล) (3 คะแนน)	ดีวตี้ไซเคิล สามารถ ควบคุมได้ อย่างแม่นยำ	ปรับค่าได้แต่ ยังมีข้อจำกัด	ปรับค่าได้ดี แต่ ยังขาดความ ยืดหยุ่น	ปรับค่าได้อย่าง ยืดหยุ่นและมี ประสิทธิภาพ	
การทดสอบและนำเสนอผลลัพธ์ (3 คะแนน)	ไม่สามารถ อธิบายหรือ แสดงผลลัพธ์ ได้	อธิบายผลลัพธ์ ได้ แต่ยังขาด ความชัดเจน	อธิบายผลลัพธ์ ได้ชัดเจน พร้อมมี หลักฐาน บางส่วน	อธิบายผลลัพธ์ ได้ชัดเจน พร้อมมีการ วิเคราะห์ผล อย่างครบถ้วน	
คะแนนรวม					/20

ภาคผนวก ข

ตารางการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชารายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางวิเคราะห์ทางการเรียนกำหนดการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบทางทฤษฎีและ
วัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียน



		การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชา	
		รหัสวิชา 20105-2105	วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ท-ป-น 1-3-2
หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	สมรรถนะประจำหน่วย (ด้านความรู้ ด้านทักษะและด้านความสามารถใน การประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ)	
1	เริ่มต้นใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	- ส่วนประกอบและการใช้งานบอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	
2	การใช้งานโปรแกรม Arduino	การติดตั้งโปรแกรม Arduino (IDE), การเขียนโปรแกรม และการอัปโหลดโปรแกรม	
3	ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	
4	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลเอาต์พุต	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลเอาต์พุต	
5	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลอินพุต	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลอินพุต	
6	Arduino กับแอลอีดีแสดงผล 7	Arduino กับแอลอีดีแสดงผล 7 ส่วน	
7	Arduino กับโมดูลแสดงผล LCD	Arduino กับโมดูลแสดงผล LCD	
8	Arduino กับอนาล็อกอินพุต	Arduino กับอนาล็อกอินพุต	
9	Arduino กับสวิตช์เมทริกซ์	Arduino กับสวิตช์เมทริกซ์	
10	Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	
11	Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์	Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์	
12	Arduino กับลำโพงบีซเซอร์	Arduino กับลำโพงบีซเซอร์	
13	Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ	Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ	
14	Arduino กับเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก	Arduino กับเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก	
15	Arduino กับรีโมทคอนโทรล	Arduino กับรีโมทคอนโทรล	
16	การประยุกต์ใช้งาน Arduino	การประยุกต์ใช้งาน Arduino	

ตารางที่ ข-1 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และสมรรถนะรายวิชา

	กำหนดการสอน				
	รหัสวิชา 20105-2105 วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ท-ป-น 1-3-2				
หน่วยการเรียนรู้/ รายการสอน	สมรรถนะประจำหน่วย	เกณฑ์การปฏิบัติงาน	สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่	
หน่วยที่ 1 เริ่มต้นใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	- ส่วนประกอบและการใช้งาน บอร์ด ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	ผ่านการประเมิน 60 %	1	1-4	
หน่วยที่ 2 การใช้งาน โปรแกรม Arduino	การติดตั้งโปรแกรม Arduino (IDE), การเขียนโปรแกรมและการ อัปโหลดโปรแกรม	ผ่านการประเมิน 60 %	2	5-8	
หน่วยที่ 3 ชุดคำสั่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	ผ่านการประเมิน 60 %	3	9-12	
หน่วยที่ 4 Arduino กับพอร์ต ดิจิตอลเอาต์พุต	Arduino กับพอร์ตดิจิตอล เอาต์พุต	ผ่านการประเมิน 60 %	4-5	13-20	
หน่วยที่ 5 Arduino กับพอร์ต ดิจิตอลอินพุต	Arduino กับพอร์ตดิจิตอลอินพุต	ผ่านการประเมิน 60 %	6	21-24	
หน่วยที่ 6 Arduino กับ แอลอีดีแสดงผล 7 ส่วน	Arduino กับแอลอีดีแสดงผล 7 ส่วน	ผ่านการประเมิน 60 %	7	25-28	
หน่วยที่ 7 Arduino กับโมดูล แสดงผล LCD	Arduino กับโมดูลแสดงผล LCD	ผ่านการประเมิน 60 %	8	29-32	
หน่วยที่ 8 Arduino กับ อนาล็อกอินพุต	Arduino กับอนาล็อกอินพุต	ผ่านการประเมิน 60 %	9-10	33-40	
หน่วยที่ 9 Arduino กับสวิตช์ เมทริกซ์	Arduino กับสวิตช์เมทริกซ์	ผ่านการประเมิน 60 %	11	41-44	
หน่วยที่ 10 Arduino กับ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง	ผ่านการประเมิน 60 %	12	45-48	

	กำหนดการสอน			
	รหัสวิชา 20105-2105 วิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ ท-ป-น 1-3-2			
หน่วยการเรียนรู้/ รายการสอน	สมรรถนะประจำหน่วย	เกณฑ์การปฏิบัติงาน	สัปดาห์ที่	ชั่วโมงที่
หน่วยที่ 11 Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์	Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์	ผ่านการประเมิน 60 %	13	49-52
หน่วยที่ 12 Arduino กับลำโพงบีซเซอร์	Arduino กับลำโพงบีซเซอร์	ผ่านการประเมิน 60 %	14	53-56
หน่วยที่ 13 Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ	Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ	ผ่านการประเมิน 60 %	15	57-60
หน่วยที่ 14 Arduino กับเซนเซอร์อัลตราโซนิก	Arduino กับเซนเซอร์อัลตราโซนิก	ผ่านการประเมิน 60 %	16	61-64
หน่วยที่ 15 Arduino กับรีโมทคอนโทรล	Arduino กับรีโมทคอนโทรล	ผ่านการประเมิน 60 %	17	65-68
หน่วยที่ 16 การประยุกต์ใช้งาน Arduino	การประยุกต์ใช้งาน Arduino	ผ่านการประเมิน 60 %	18	69-72
สอบปลายภาค			18	72

ตารางที่ ข-3 ตารางกำหนดการสอนรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ ข-4 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบทางทฤษฎีและวัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์ ที่	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	รวม	IOC	หมายเหตุ
1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
2	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
3	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
4	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
5	5	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
6	6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
7	7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
8	8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
9	9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
10	10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
11	11	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
12	12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
13	13	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
13	14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
14	15	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
14	16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน
15	17	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
15	18	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ผ่าน
16	19	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ผ่าน
17	20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.0	ผ่าน

ตารางที่ ข-5 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)%	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)%	Normalized Gain	ระดับ ความก้าวหน้า
1	6 (30%)	10 (50%)	0.29	Low gain
2	12 (60%)	17 (85%)	0.63	Medium gain
3	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
4	5 (25%)	11 (55%)	0.40	Medium gain
5	8 (40%)	16 (80%)	0.67	Medium gain
6	9 (45%)	18 (90%)	0.82	High gain
7	10 (50%)	15 (75%)	0.50	Medium gain
8	7 (35%)	10 (50%)	0.23	Low gain
9	9 (45%)	15 (75%)	0.55	Medium gain
10	11(55%)	14 (70%)	0.33	Medium gain
11	10 (50%)	16 (80%)	0.60	Medium gain
12	8 (40%)	17 (85%)	0.75	High gain
13	9 (45%)	16 (80%)	0.64	Medium gain
14	10 (50%)	17 (85%)	0.70	High gain
15	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
16	5 (25%)	9 (45%)	0.26	Low gain
17	11 (55%)	15 (75%)	0.44	Medium gain
18	6 (30%)	9 (45%)	0.21	Low gain

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (20 คะแนน)%	คะแนนหลังเรียน (20 คะแนน)%	Normalized Gain	ระดับ ความก้าวหน้า
19	5 (25%)	10 (50%)	0.33	Medium gain
20	8 (40%)	17 (85%)	0.75	High gain
21	9 (45%)	16 (80%)	0.64	Medium gain
22	10 (50%)	17 (85%)	0.70	High gain
23	11 (55%)	16 (80%)	0.56	Medium gain
24	5 (25%)	9 (45%)	0.26	Low gain
25	11 (55%)	15 (75%)	0.44	Medium gain
26	6 (30%)	9 (45%)	0.21	Low gain

ภาคผนวก ค

ตารางรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ

และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

รูปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนในการสร้าง

สัญญาณพัลส์วิธต์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

ใบเนื้อหา

ใบแบบฝึกหัด

ใบสั่งงาน

ใบประเมิน



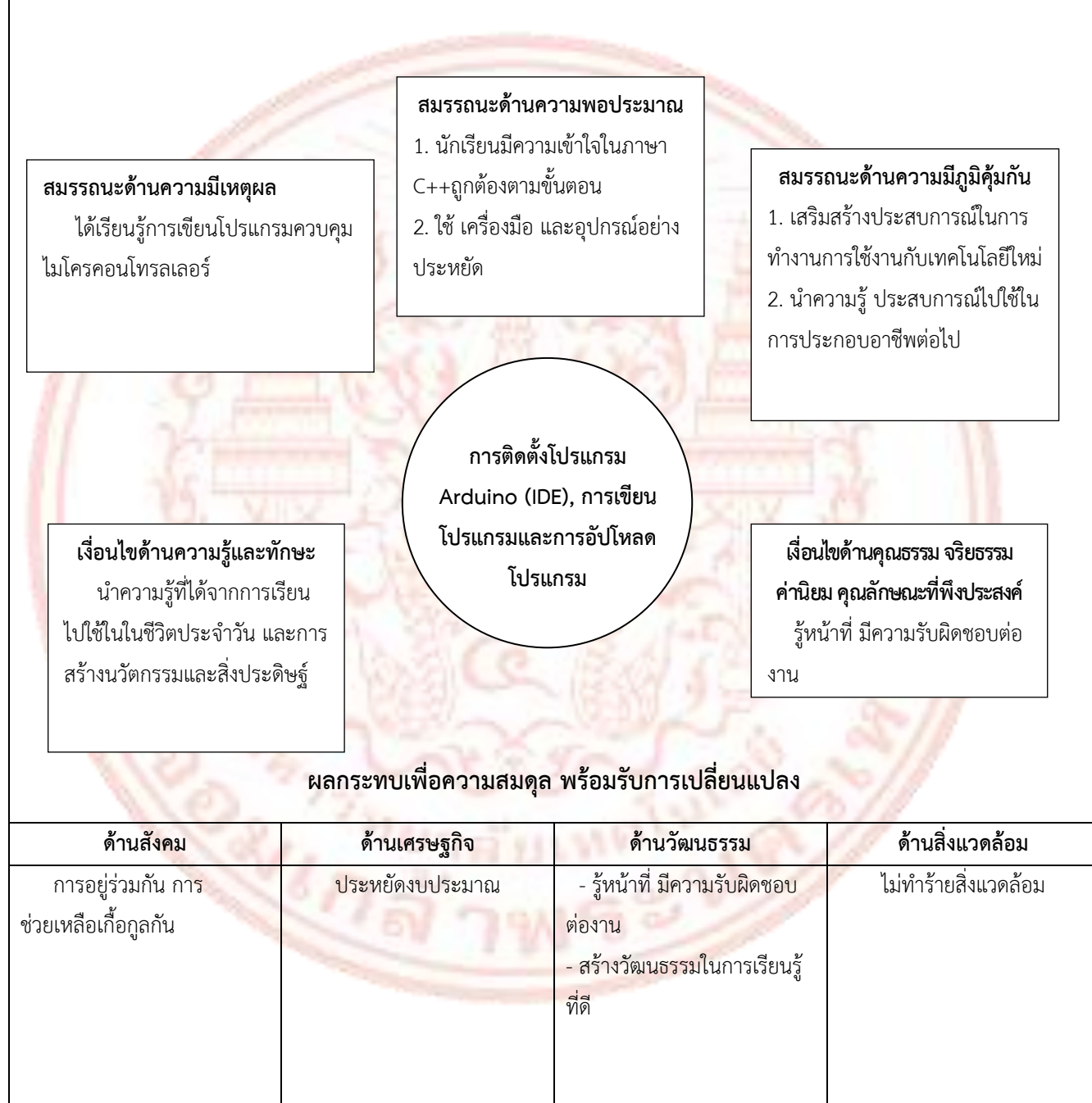
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้

ตารางที่ ค-1 กรอบการจัดการเรียนรู้เริ่มต้นใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้

ตารางที่ ค-2 กรอบการจัดการเรียนรู้การติดตั้งโปรแกรม Arduino (IDE)

**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



ผลกระทบเพื่อความสมดุล พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง

ด้านสังคม	ด้านเศรษฐกิจ	ด้านวัฒนธรรม	ด้านสิ่งแวดล้อม
การอยู่ร่วมกัน การช่วยเหลือเกื้อกูลกัน	ประหยัดงบประมาณ	- รู้หน้าที่ มีความรับผิดชอบต่องาน - สร้างวัฒนธรรมในการเรียนรู้ที่ดี	ไม่ทำร้ายสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-3 กรอบการจัดการเรียนรู้ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์

**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-4 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับพอร์ตดิจิตอลเอาต์พุต

**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



ผลกระทบเพื่อความสมดุล พร้อมรับการเปลี่ยนแปลง

ด้านสังคม	ด้านเศรษฐกิจ	ด้านวัฒนธรรม	ด้านสิ่งแวดล้อม
การอยู่ร่วมกัน การ ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน	ประหยัดงบประมาณ	- รู้หน้าที่ มีความรับผิดชอบต่อ งาน - สร้างวัฒนธรรมในการเรียนรู้ที่ ดี	ไม่ทำร้ายสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-5 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับพอร์ตดิจิตอลอินพุต

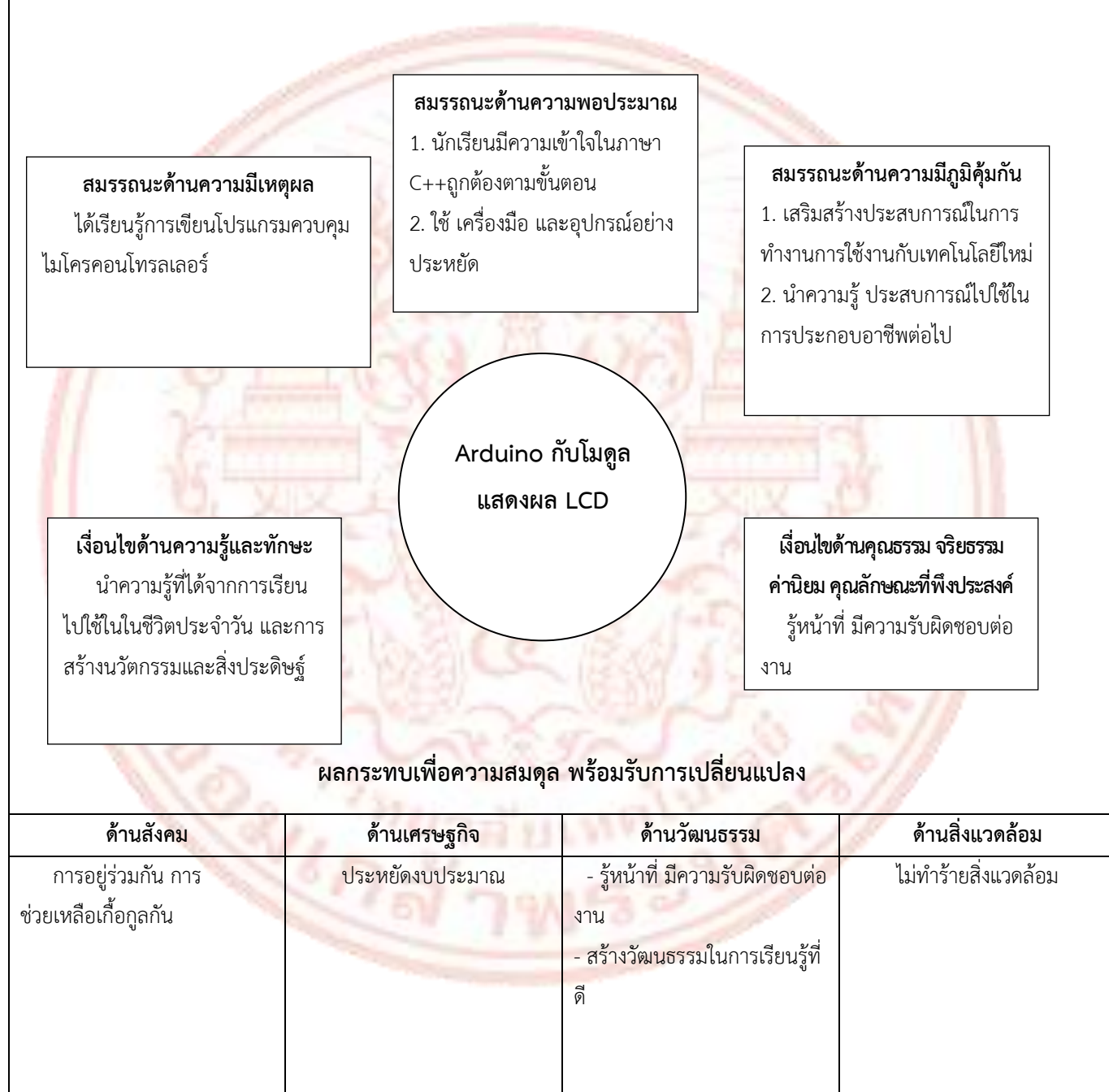
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้

ตารางที่ ค-6 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับแอลอีดีแสดงผล 7

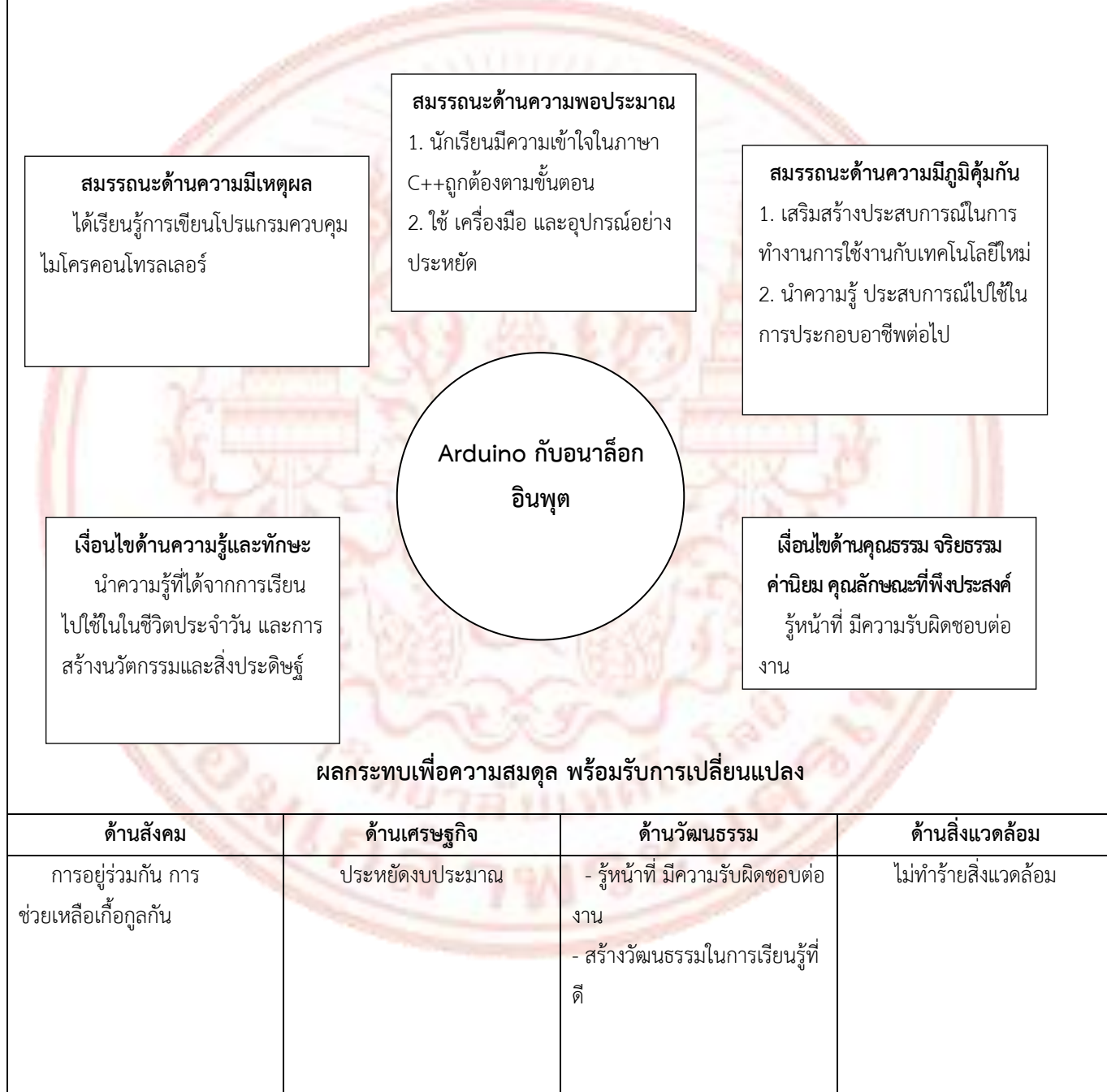
**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-7 กรอบการจัดการเรียนรู้Arduino กับโมดูลแสดงผล LCD

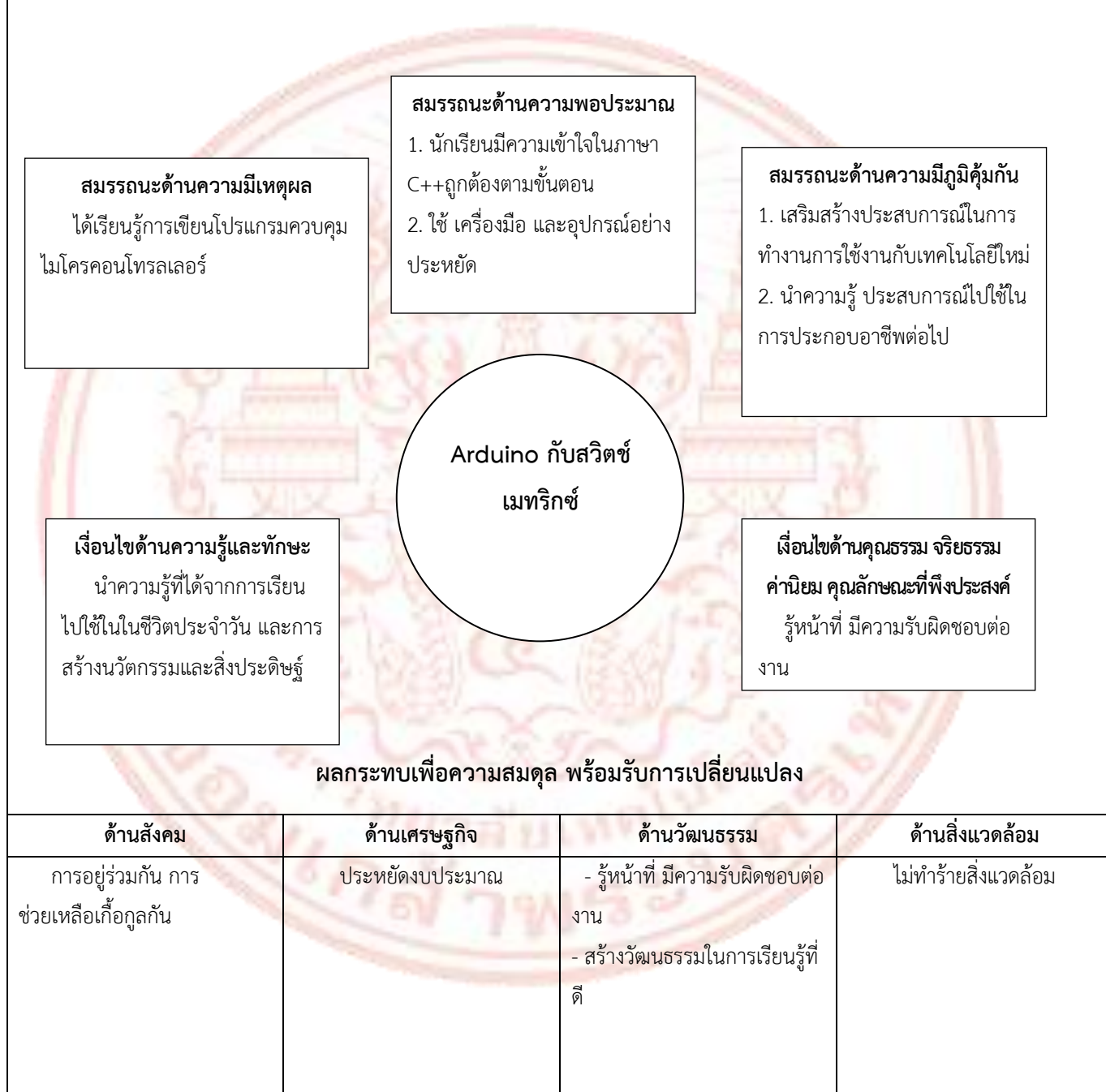
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-8 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับนาฬิกาอินพุต

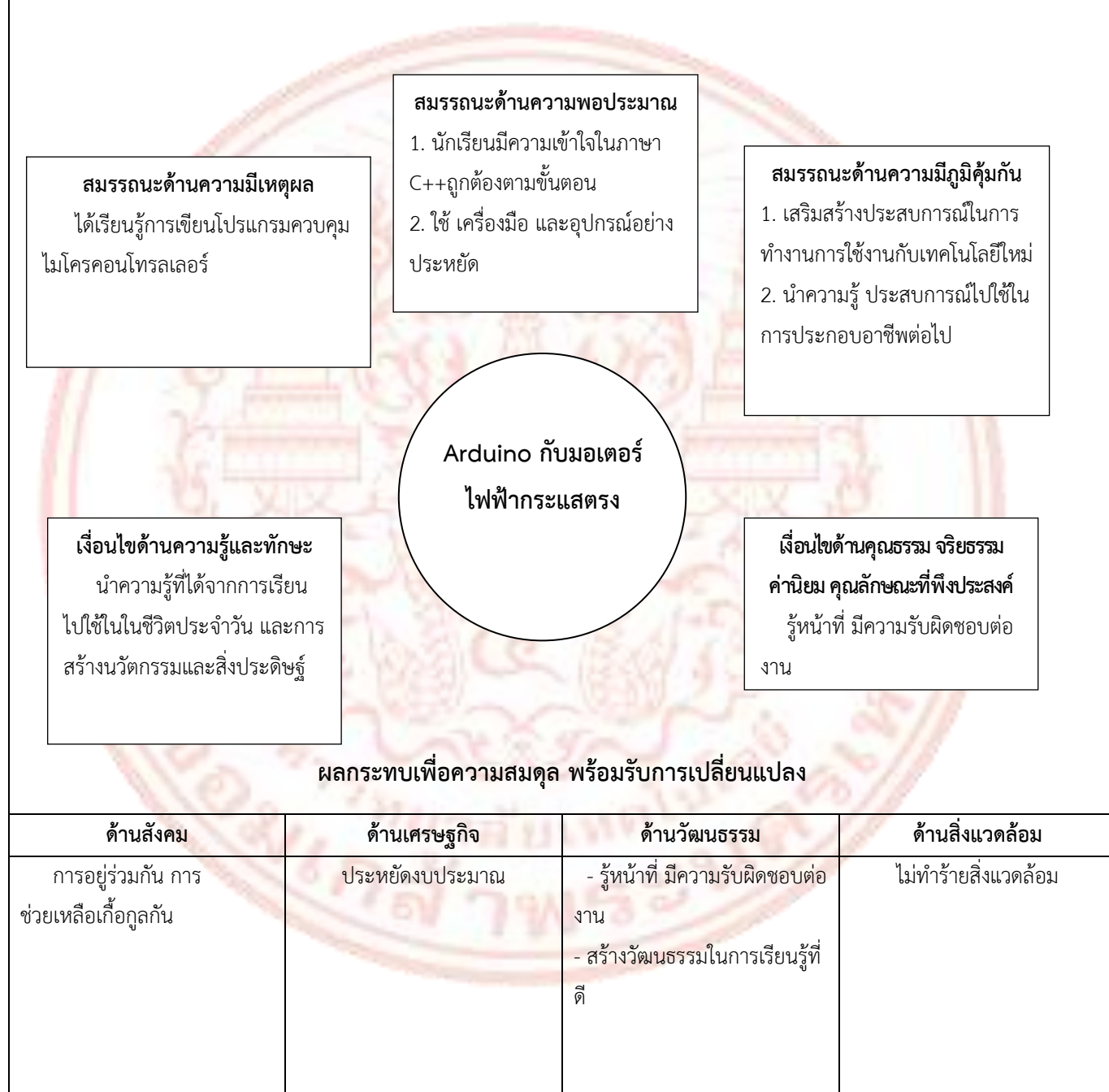
**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-9 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับสวิตช์เมทริกซ์

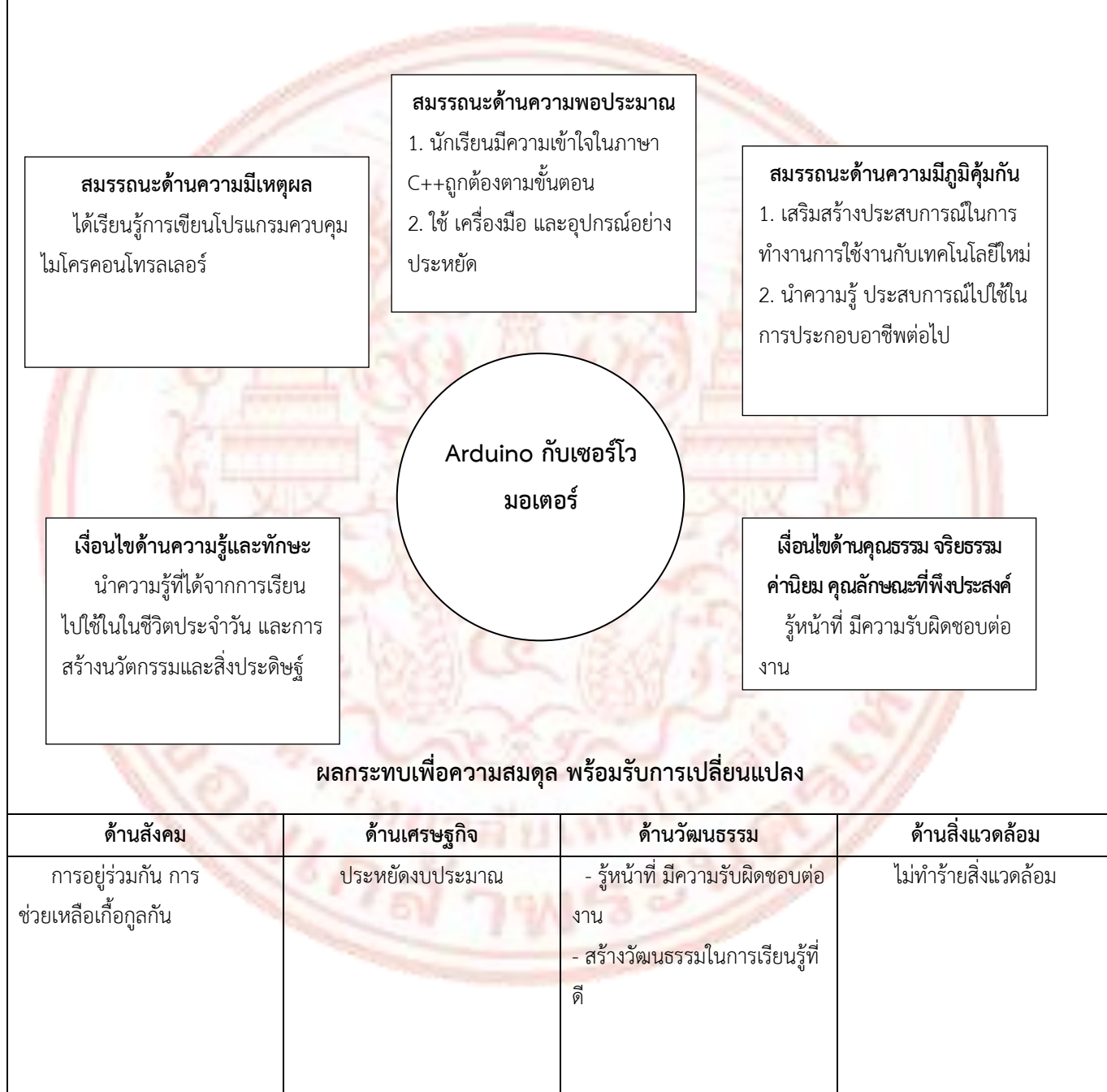
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-10 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

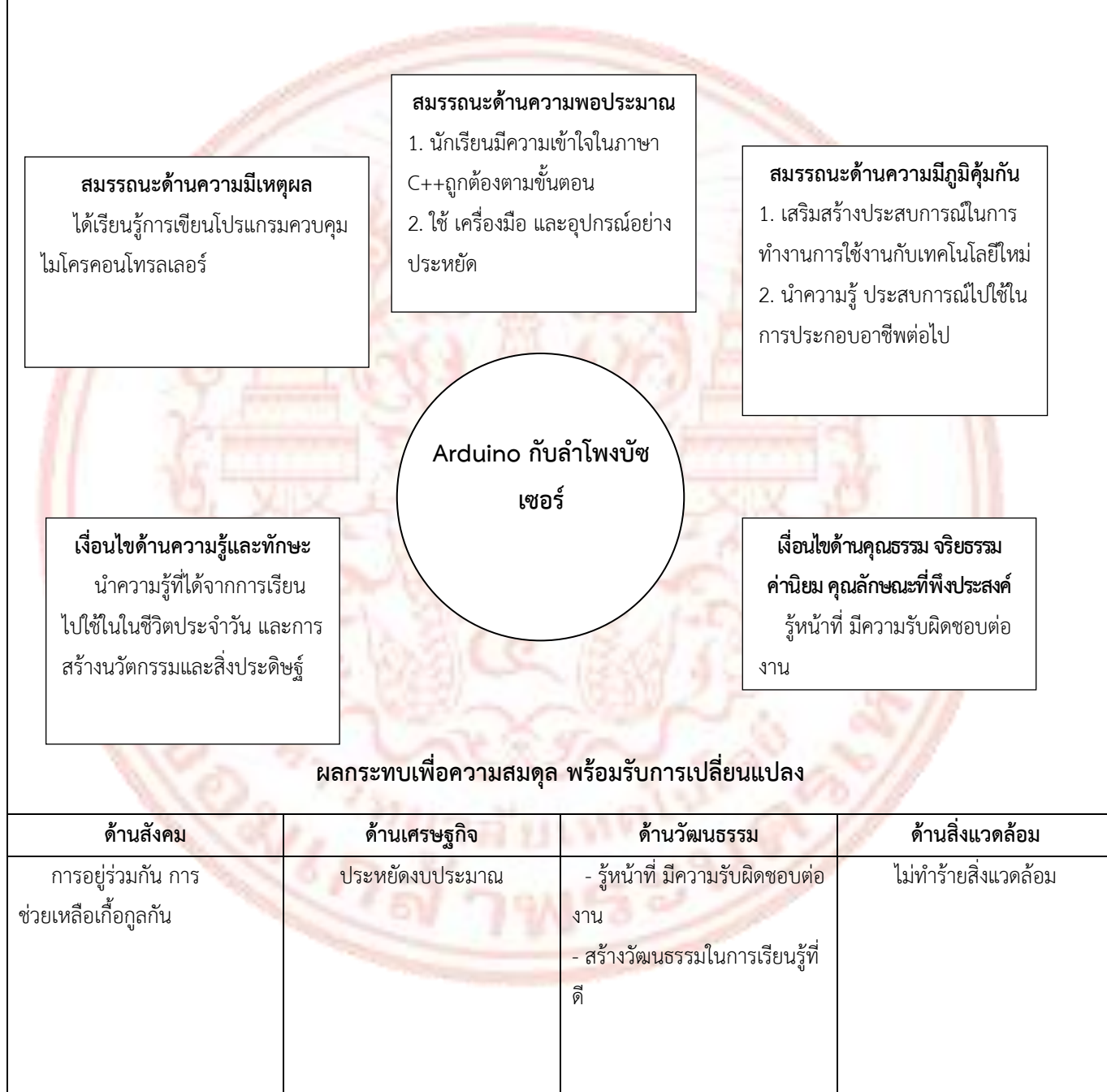
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-11 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับเซอร์โวมอเตอร์

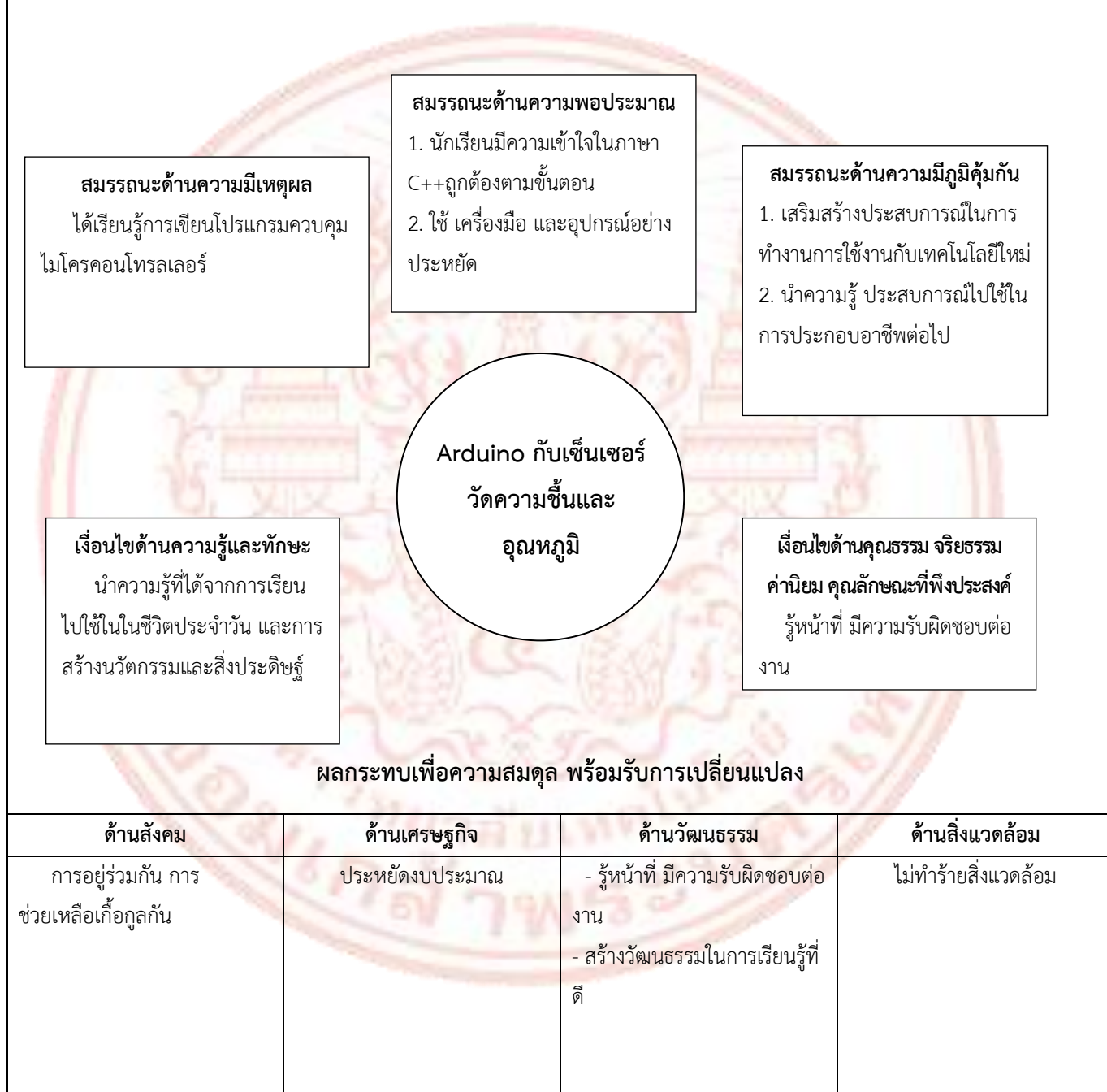
**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-12 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับลำโพงบัซเซอร์

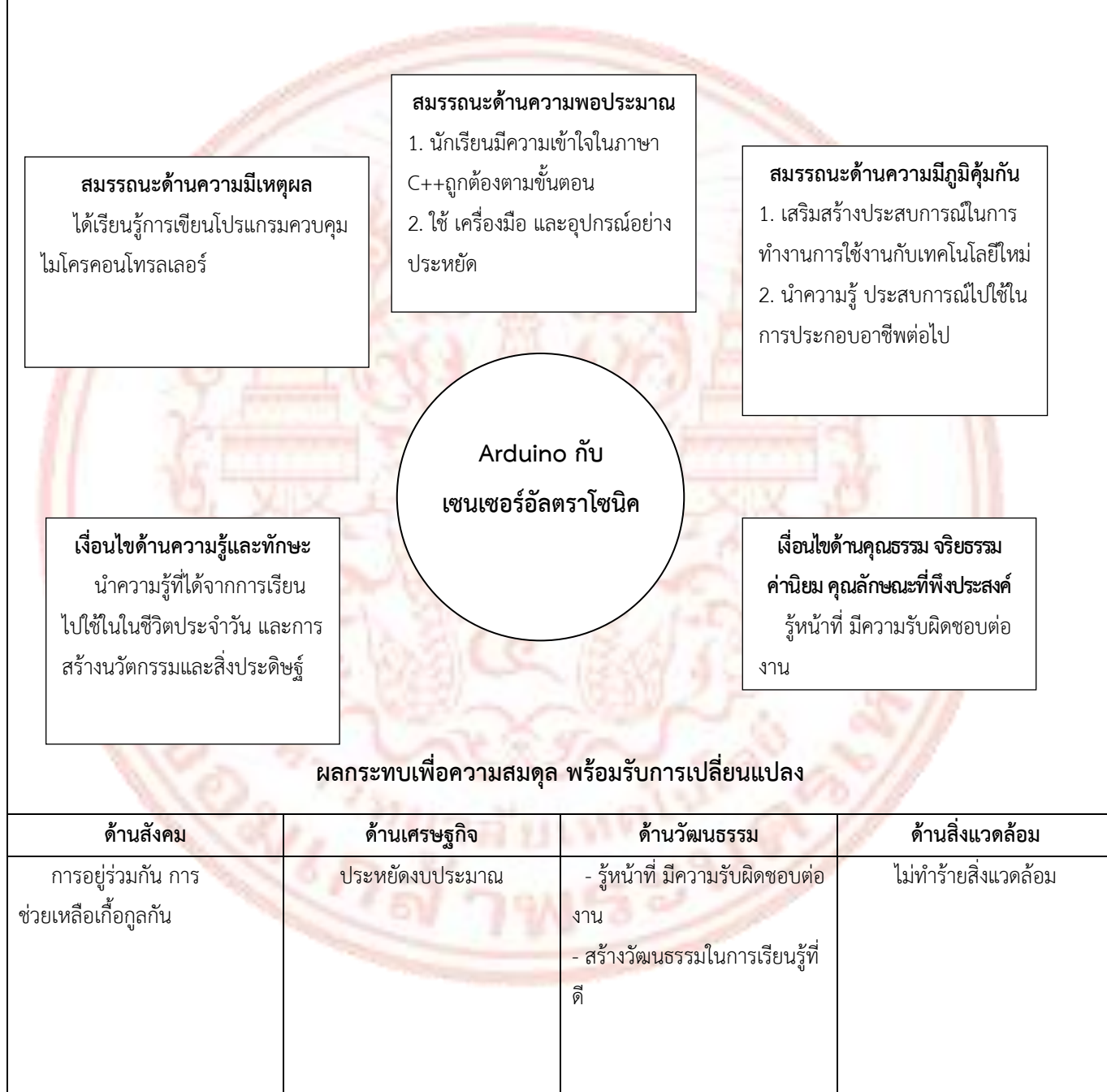
**กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ
และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง**



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้

ตารางที่ ค-13 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับเซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิ

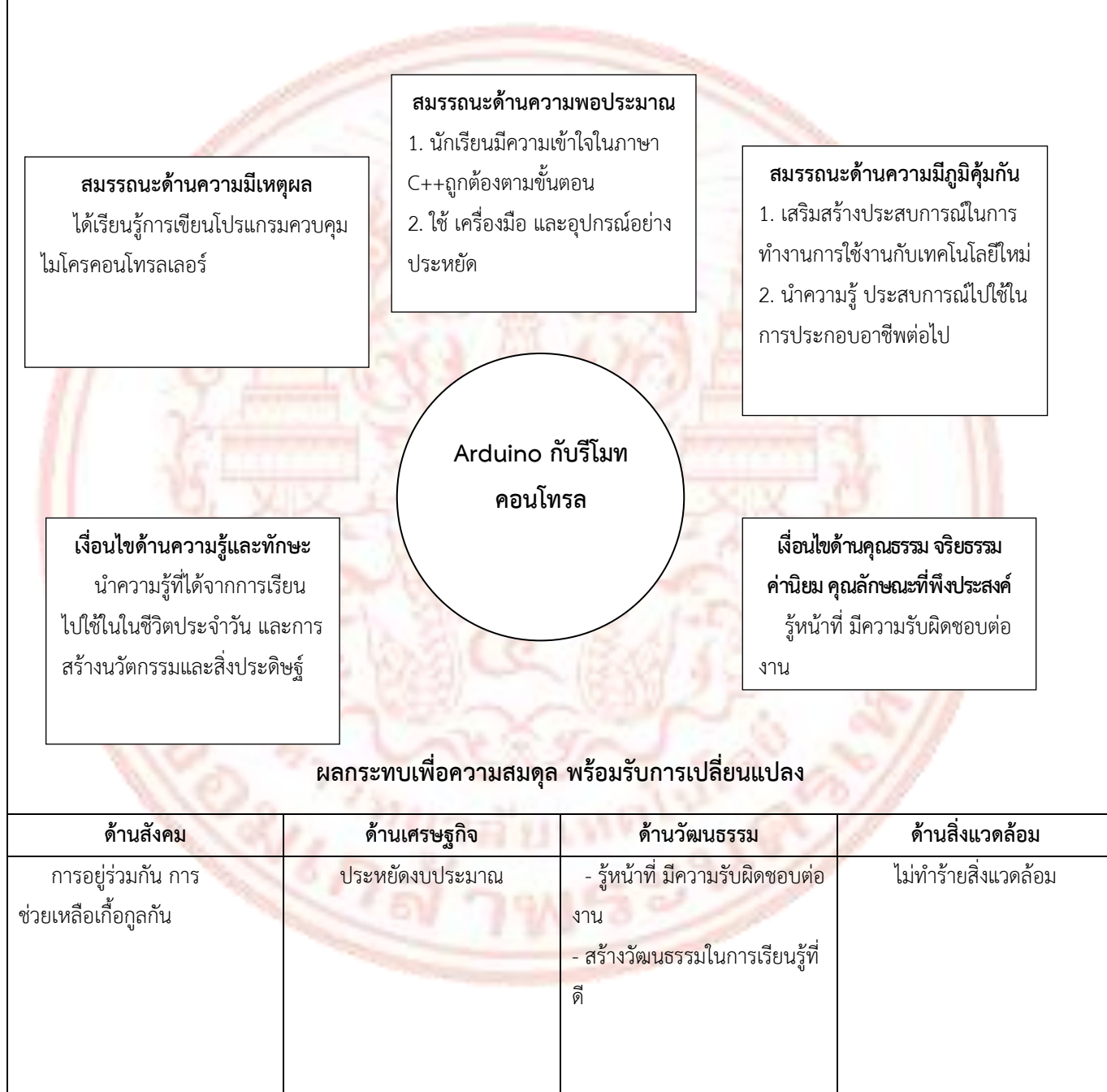
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-14 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับเซนเซอร์อัลตราโซนิก

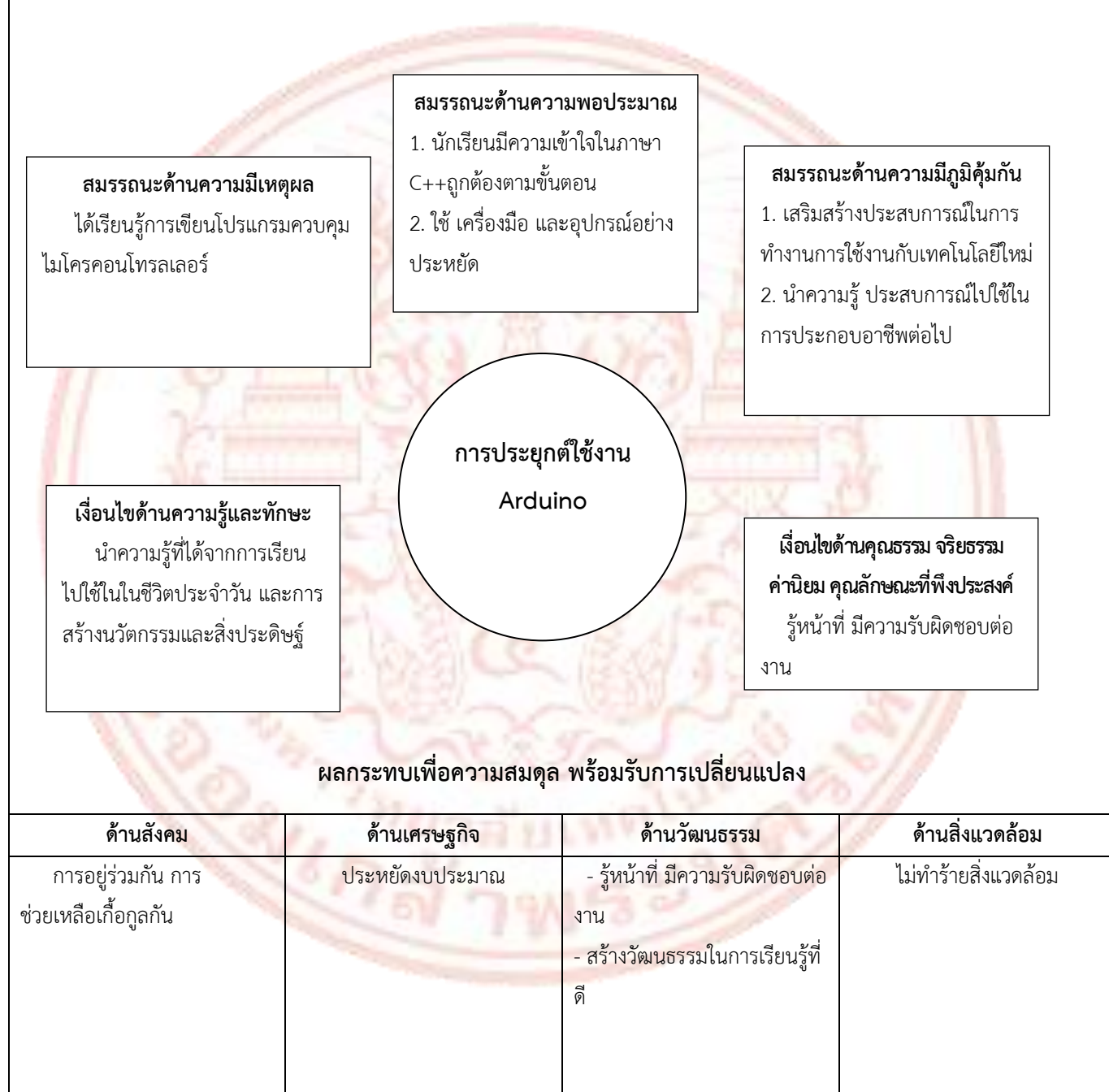
กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้

ตารางที่ ค-15 กรอบการจัดการเรียนรู้ Arduino กับรีโมทคอนโทรล

กรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเป็นเรื่อง/ชิ้นงาน/โครงการ และบูรณาการหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง



หมายเหตุ หากเป็นการบูรณาการในหน่วยการเรียนรู้หน่วยใดหน่วยหนึ่งให้นำแผนภูมินี้ไปนำเสนอในหน่วยการเรียนรู้นั้น

ตารางที่ ค-16 กรอบการจัดการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้งาน Arduino

ขั้นตอนการเรียนรู้	หัวข้อการเรียนรู้	
	การสร้างเกม	ภารกิจการเรียนรู้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์
ขั้นที่ 1 ขั้นก่อนใช้เกม	1. ครูจัดเตรียมเกมร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UR3 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้เดิม 3. ยกตัวอย่างสถานการณ์เหตุการณ์ใกล้ตัว นักเรียนที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาภายในชั่วโมง 4. ครูชี้แจงกติกาการเล่นเกมนวัตกรรมสรรค์ การเรียนรู้ลักษณะกิจกรรม 5. นักเรียนรับฟังลักษณะของเกมกติกาการเล่น 6. แบ่งกลุ่มนักเรียนแบ่งผลตามความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน สอดคล้องกับเกมที่เล่น	 
ขั้นที่ 2 ขั้นระหว่างใช้เกม ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UR3	1. นักเรียนเริ่มดำเนินเล่นเกมตามกติกาที่ครู กำหนด 2. ครูช่วยให้คำแนะนำและชี้แนะการเล่นเกมน และกระบวนการเล่นเกมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	

ขั้นตอนการเรียนรู้	หัวข้อการเรียนรู้	
	การสร้างเกม	ภารกิจการเรียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์
ขั้นที่ 3 ขั้นหลังใช้เกม	1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคะแนนจากเกม 2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาสำคัญและ สิ่งที่ได้รับจากการเล่นเกม 3. นักเรียนซักถามเพิ่มเติมเนื้อหาที่นักเรียน ยังไม่เข้าใจ	

ตารางที่ ค-17 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนใน
การสร้างสัญญาณพัลส์วิธด์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

ใบเนื้อหา



ภาพที่ ค-1 ลิงค์เอกสารใบเนื้อหา

ใบแบบฝึกหัด



ภาพที่ ค-2 ลิงค์เอกสารใบแบบฝึกหัด

ใบสั่งงาน



ภาพที่ ค-3 ลิงค์เอกสารใบสั่งงาน

ใบประเมิน



ภาพที่ ค-4 ลิงค์เอกสารใบประเมิน

ภาคผนวก ง

การเผยแพร่ผลงานวิจัยระดับชาติในการประชุมวิชาการ พะเยา ครั้งที่ 14





ประกาศผลการพิจารณาในการประชุมวิชาการระดับชาติ “พะเยาวิจัย ครั้งที่ 14”

ภายใต้หัวข้อ “University role for Area Manager Development”

วันที่ 22-24 มกราคม 2568 ในรูปแบบ Hybrid ณ อาคาร 99 ปี พระอุบาลีคุณูปมาจารย์ (ปวง ธมมปญโญ) มหาวิทยาลัยพะเยา

และการประชุมออนไลน์ผ่านระบบ Virtual conference

ประกาศผลการพิจารณาครั้งที่ต่อไป วันที่ 29 พฤศจิกายน 2567

ลำดับที่	รายชื่อนักวิจัย	มหาวิทยาลัย	ชื่อผลงาน	ประเภทนำเสนอ	กลุ่มการวิจัย
32	ณัฐพัชร ช่างเงิน	โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยา จังหวัดน่าน	การพัฒนารูปแบบการใช้ไฟฟ้าสำหรับบ้านอยู่อาศัยรายเดือน กรณีศึกษา: พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่	Oral Presentation	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
33	กชิตศ รุ่งบุญชู	วิทยาลัยการอาชีพบางปะกง	การพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในโรงงานเป็นฐานสำหรับนักศึกษา อาชีวศึกษา	Oral Presentation	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
34	ภัทรพันธ์ จันทรวง	วิทยาลัยเทคนิคอ่างทอง	การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่องการอ่านคำตัวกับ ประจักษ์	Oral Presentation	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
35	อนนท์ ทาเทียว	วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม	การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณ พัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์	Oral Presentation	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
36	อรุณ มีวันดี	วิทยาลัยเทคนิคพิบูลย์	การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ระบบโรงงานอัตโนมัติสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษา ด้วยวิธีการสอน แบบค่อยเป็นค่อยไป	Oral Presentation	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การประชุมนานาชาติ
พะเยาวิจัย 14
PHAYAO RESEARCH CONFERENCE



กำหนดการนำเสนอผลงาน Oral Presentation

วันพฤหัสบดีที่ 23 มกราคม 2568 เวลา 15.30 น. – 17.30 น.

นำเสนอ : ดึกห้องสมุด ชั้น 3 ห้อง 3

กลุ่มการวิจัย : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยี)

รหัส	เวลา	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้นำเสนอ/ ผู้วิจัย	หน่วยงาน
SCI-O27	15.30 – 15.45 น.	การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เคลื่อนย้ายผู้ป่วย อเนกประสงค์พร้อมระบบควบคุมแบบไร้สาย: กรณีศึกษาความเป็นไปได้ของการออกแบบ เชิงแนวคิด	ชริน อินทรพานิช	มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ
SCI-O28	15.45 – 16.00 น.	เครื่องสแกนลายนิ้วมือบันทึกเวลาออนไลน์แบบพกพา โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง	ธนกฤต ธวัชธนเดช	มหาวิทยาลัย พะเยา
SCI-O29	16.00 – 16.15 น.	การรักษาความเป็นส่วนตัวโดยใช้การวางนัยทั่วไป เต็มโดเมนและคำสั่งเอสคิวแอล	ต่อศักดิ์ สุนทรพันธุ์	มหาวิทยาลัย พะเยา
SCI-O30	16.15 – 16.30 น.	การพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาในโรงงาน เป็นฐาน สำหรับนักศึกษาอาชีวศึกษา	กชิตศ รุ่งบุญชู	วิทยาลัยการ อาชีพบางปะกง
SCI-O31	16.30 – 16.45 น.	การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่าน เกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์ มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์	อนนท์ ทาเทียว	วิทยาลัยการ อาชีพนครปฐม

ภาพที่ ง-1 กำหนดการเผยแพร่ผลงานการวิจัยมหาวิทยาลัยพะเยาการส่งเสริมทักษะการเขียน
โปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้างสัญญาณพัลส์วิตช์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ ง-2 เกียรติบัตรการเผยแพร่ผลงานการวิจัยการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14



ภาพที่ ง-3 การเผยแพร่ผลงานการวิจัยการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14



ภาพที่ ง-4 การนำเสนอผลงานการวิจัยประเภท Oral Presentation กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14



ภาพที่ ง-5 รวมนักวิจัยการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย 14

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายอนนท์ ทาเทียว
ชื่อการค้นคว้าอิสระ	การส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมผ่านเกมของผู้เรียนในการสร้าง สัญญาณพัลส์วิดท์มอดูเลชันจากไมโครคอนโทรลเลอร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แขนงวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ และ หุ่นยนต์
ประวัติ	ประวัติการศึกษา : ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ประวัติการทำงาน : ปี พ.ศ. 2552 -2564 อาจารย์ประจำแผนก อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพกุมภวาปี จังหวัดอุดรธานี : ปี พ.ศ. 2564 - ปัจจุบัน อาจารย์ประจำแผนก อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม สถานที่ทำงาน : แผนกอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพ นครปฐม อำเภอ สามพราน จังหวัดนครปฐม 73210