

สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino

E-Learning of Arduino Basic Learning

รัชชิตกนต์ ลุนละวัน^{1*}, วิณา ประยูรรัตน์² และ อภิชัย ตระหง่านศรี²

¹นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี

²อาจารย์ประจำ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี

Email: gonzaza2014@gmail.com*, kveena@live.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียน ต่อสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ที่ได้เรียนผ่านสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้หลักการออกแบบการเรียนการสอน ADDIE ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการวิเคราะห์ 2) ขั้นตอนการออกแบบ 3) ขั้นตอนการพัฒนา 4) ขั้นตอนการทดลองใช้ และ 5) ขั้นตอนการประเมินผล โดยผู้วิจัยได้สร้างสื่อการเรียนการสอน โดยใช้เว็บไซต์ Google site และโปรแกรม Arduino IDE

จากผลการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนออนไลน์พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน E₁/E₂ ได้ค่าเฉลี่ย 84.55/89.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และระดับความพึงพอใจต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.38 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.75

คำสำคัญ – สื่อการเรียนการสอนออนไลน์, การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

ABSTRACT

The purpose of this research were 1) to development of the E-Learning of Arduino Basic Learning 2) to efficiency of lesson and 3) to study the satisfaction who have learned the E-Learning. The E-Learning processes using the ADDIE Model consists of 5 steps : 1) Analysis, 2) Design, 3) Development, 4)

Implementation, and 5) Evaluation. The researchers have developed the E-Learning by using Google site web-based and Arduino IDE program.

The research results can be summarize as follows : 1) the mean of efficiency of E₁/E₂ lesson was 84.55/89.09 which was higher than the defined criteria 80/80, and 2) the mean of satisfaction level of E-Learning was good level. Total mean was 4.38 and the Standard Deviation (S.D.) was 0.75.

Keywords – E-Learning, Arduino Basic Learning, Internet of Things

1. บทนำ

การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ปรับเปลี่ยนการจัดกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบเก่า โดยการจัดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้สอนและผู้เรียน กระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการศึกษา โดยเฉพาะการศึกษาทางไกลคือวิธีที่ดีที่สุดและง่ายที่สุด ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบัน และอนาคต [1] แม้ว่าอินเทอร์เน็ตไม่ได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นเครื่องมือในการศึกษาโดยตรง แต่อินเทอร์เน็ตได้กลายเป็นส่วนสำคัญในการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนและเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนที่สำคัญในปัจจุบันไปแล้ว ผู้เรียนใน

* ผู้ประสานงานหลัก (Corresponding Author)

ศตวรรษที่ 21 หรือผู้เรียนในยุคดิจิทัลเป็นผู้เรียนที่ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เต็มไปด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ สามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และไร้พรมแดนด้วยเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง [2]

การเรียนการสอนเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษา ปัจจุบันมีการนำเอาเนื้อหาเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) เข้ามาบรรจุในหลักสูตรด้วย ซึ่งอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตนได้ รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรมและบริการใหม่อีกมากมาย [3]

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (e-Blended Learning) โดยมีเป้าหมายเพื่อเป็นการเสริมสร้างพื้นฐานเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง เพื่อเป็นแนวทางศึกษาให้กับผู้เริ่มต้น

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้น
3. เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things)

อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่งประกอบด้วย 2 คำ คือ Internet หมายถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อและสื่อสารจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ หรือจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนึ่งได้ และคำว่า Thing หมายถึง สรรพสิ่งทุกอย่าง วัตถุหรือสิ่งของ อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ โต้ะเก้าอี้ ปากกา ดินสอ เสื้อผ้า รองเท้า ฯลฯ [4]

อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง คือ สภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่มีการถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันโดยผ่านเครือข่าย จึงไม่จำเป็นต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคล หรือระหว่างบุคคลกับคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Internet of Things ได้พัฒนา มาจากเทคโนโลยีไร้สาย (wireless technology) ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค (micro-electromechanical system: MEMS) และอินเทอร์เน็ต คำว่า Things ใน Internet of Things นั้น หมายถึง อุปกรณ์ที่ อ้างอิงได้ด้วยเลขไอพี (IP address) และมีความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันได้โดยผ่านเครือข่าย สรุปลงอย่างให้เข้าใจง่าย Internet of Things คือ เทคโนโลยีที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [5]

3.1.2 การออกแบบการเรียนการสอน ADDIE

การออกแบบการเรียนการสอน ADDIE ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบ และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น CAI/CBT, WBI/WBT หรือ E-Learning เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดและเป็นระบบปิด (Closed System) โดยพิจารณาจากผลลัพธ์ในขั้นประเมินผลซึ่งเป็นขั้นสุดท้าย แล้วนำข้อมูลไปตรวจปรับ (Feedback) ขั้นตอนที่ผ่านมาทั้งหมด การออกแบบการเรียนการสอน ADDIE ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการพัฒนา ขั้นตอนการทดลองใช้ และขั้นตอนการประเมินผล [6]

3.1.3 การหาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนแบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้น จากการตอบแบบสอบถามแบบออนไลน์ ชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) ตามหลักของ Likert Scale โดยนำมาแปรผลทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) [7]

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ได้สร้างชุดทดลองการควบคุมระบบส่องสว่างด้วยเสียง ผ่านบลูทูธของสมาร์ทโฟนขึ้นมา โดยจุดมุ่งหมายได้เน้นไปในด้านของการจำลองการอำนวยความสะดวกสบายของผู้ใช้งานในการเปิด-ปิดระบบส่องสว่าง ชุดทดลองนี้เป็นการนำเอา

เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับการควบคุมระบบส่องสว่าง โดยใช้ Arduino Mega 2560 เป็นตัวประมวลผลคำสั่งทำงานร่วมกับแอปพลิเคชัน AMR_Voice บนมือถือสมาร์ตโฟนแอนดรอยด์, โมดูลบลูทูธ HC-06 และโมดูลรีเลย์จากนั้นจึงได้นำชุดทดลองที่สร้างสำเร็จแล้วไปทดลองหาระยะในการสั่งใช้งานและประสิทธิภาพของชุดทดลอง จากผลการทดลองในส่วนของการระยะแนวราบนั้น ระยะที่สามารถสั่งใช้งานจากชุดทดลองได้ดีที่สุดคือระยะ 0-40 เมตร ระยะในแนวตั้งสามารถสั่งใช้งานจากชุดทดลองได้ดีที่สุดคือระยะ 7 เมตร แบ่งออกเป็นแนวตั้งขึ้น 3.5 เมตร และตั้งลง 3.5 เมตร ในด้านของประสิทธิภาพของชุดทดลองซึ่งได้ค่าเฉลี่ยรวมจากแบบประเมินความพึงพอใจเท่ากับ 4.504 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 คะแนน อยู่ในเกณฑ์ที่พึงพอใจมากถึงมากที่สุด เมื่อคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของชุดทดลองอยู่ที่ 90.08% [8]

4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ประชากร

นักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ระดับปริญญาตรี ทางด้านคอมพิวเตอร์หรือที่เกี่ยวข้อง

4.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี จำนวน 22 คน

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.1 อุปกรณ์

- 5.1.1.1 คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ Intel Core i7
- 5.1.1.2 บอร์ด Arduino uno r3
- 5.1.1.3 Relay
- 5.1.1.4 IR Obstacle Detection Module
- 5.1.1.5 ป้อนน้ำ DC 5V
- 5.1.1.6 สายจัมเปอร์
- 5.1.1.7 แหล่งจ่ายไฟ

5.1.2 โปรแกรม

- 5.1.2.1 Arduino IDE
- 5.1.2.2 Google site

5.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino ใช้การออกแบบการเรียนการสอน ADDIE เข้ามาช่วยในการพัฒนาโดยมีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก โดยการวิเคราะห์ ต้องพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ คุณลักษณะของผู้เรียน วัตถุประสงค์ ความรู้ เนื้อหา และแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี ที่ยังไม่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Arduino จำนวน 22 คน โดยจัดการทดลองแบบผสมผสาน (e-Blended Learning)

5.2.2 ขั้นตอนการออกแบบ เป็นขั้นตอนที่ออกแบบบทเรียนตามที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ โดยเขียนวัตถุประสงค์แต่ละหน่วย สร้างแบบทดสอบวัดผล ออกแบบหน้าจอและกราฟิก โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็น 3 บทเรียน ได้แก่ บทที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ บทที่ 2 เครื่องมือสำหรับพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ และบทที่ 3 ฝึกปฏิบัติ การสร้างเครื่องเจ็ลล้างมืออัตโนมัติ ออกแบบแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย

จากนั้นนำการวิเคราะห์และการออกแบบขั้นต้น สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อค่าความสอดคล้องในการสร้างสื่อการสอน (IOC) จำนวน 3 ท่าน

5.2.3 ขั้นตอนการพัฒนา เป็นขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้ โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้บทเรียนต้นแบบและนำไปทดลองใช้ในขั้นตอนต่อไป โดยทำการสร้างเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดีย ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก และเสียง

5.2.4 ขั้นตอนการทดลองใช้ เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยทำการชี้แจงผู้เรียน ติดตั้งบทเรียนและเตรียมอุปกรณ์ในการเรียนการสอน โดยจัดการทดลองแบบ

ผสมผสาน (e-Blended Learning) เรียนออนไลน์ด้วยตนเอง และฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

5.2.5 ขั้นตอนการประเมินผล เป็นขั้นตอนการประเมินผล บทเรียนและนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อบทเรียนที่มีคุณภาพ โดยทำการบันทึกข้อมูลการใช้งาน หาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้วิธีการหาค่าร้อยละจากคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนที่ผู้เรียนทำได้ โดยนำคะแนนที่ได้มา เปรียบเทียบกันตามสูตร E_1/E_2 และหาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น [9]

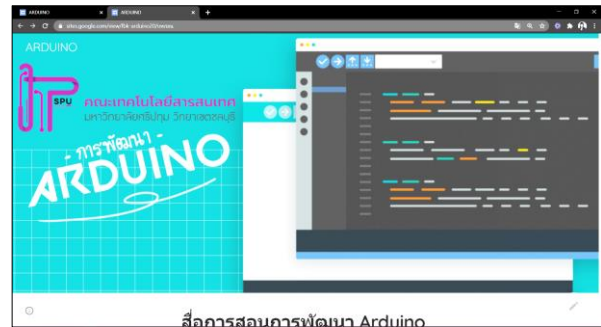
6. ผลการดำเนินงาน

6.1 ผลการหาค่าความสอดคล้อง (IOC)

ตาราง 1 ค่าความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแนวโน้มการสร้างสื่อการสอน

ลำดับ	ความเหมาะสมของ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
1	ชื่อเรื่องสื่อการสอน	0.75
2	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1.00
3	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	0.75
4	ขอบเขตการดำเนินงาน	1.00
5	ผู้เรียน/กลุ่มเป้าหมาย	1.00
6	โปรแกรม/เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	1.00
7	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	0.75
8	ขั้นตอนการดำเนินงาน	0.75
9	บทเรียนสามารถนำไปพัฒนาได้จริง	0.75

6.2 ผลการพัฒนาสื่อการสอน



ภาพ 1 หน้าหลักสื่อการเรียนการสอนออนไลน์การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino



ภาพ 2 เนื้อหาบทที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์



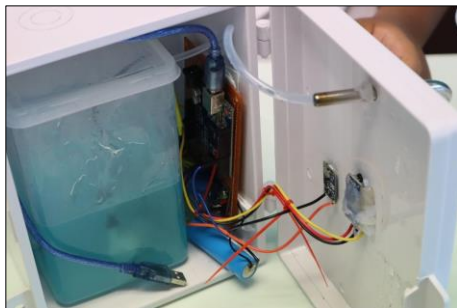
ภาพ 3 เนื้อหาบทที่ 2 เครื่องมือสำหรับพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์



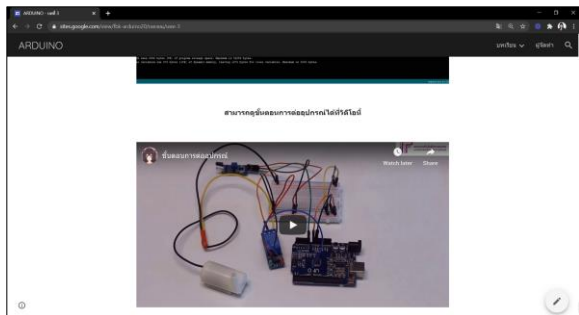
ภาพ 4 เนื้อหาบทที่ 3 ฝึกปฏิบัติ การสร้างเครื่องเจลล้างมืออัตโนมัติ



ภาพ 5 ด้านนอกของเครื่องเจลล้างมืออัตโนมัติ



ภาพ 6 ด้านในของเครื่องเจลล้างมืออัตโนมัติ



ภาพ 7 เนื้อหาบทเรียนในรูปแบบวิดีโอ



ภาพ 8 ตัวอย่างแบบทดสอบ



ภาพ 9 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

6.3 ผลประสิทธิภาพสื่อการสอน

ตาราง 2 ประสิทธิภาพของบทเรียน

บทที่	เนื้อหารายวิชา	E ₁	E ₂
1	ไมโครคอนโทรลเลอร์	72.73	-
2	เครื่องมือสำหรับพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์	94.55	-
3	ฝึกปฏิบัติ การสร้างเครื่องเจลล้างมืออัตโนมัติ	86.36	-
ค่าเฉลี่ยรวม		84.55	89.09

จากตาราง 1 แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 พบว่า ผลคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนกับแบบฝึกหัดหลังเรียน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 84.55/89.09 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนดไว้

6.4 ผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการสอน

ตาราง 3 ผลความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการสอน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
1	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน	4.64	0.66	ดีมาก
2	ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีใน	4.27	0.88	ดี

ลำดับ ที่	รายการ ประเมิน	ค่า เฉลี่ย	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	แปลผล
	การแสวงหา ความรู้			
3	ผู้เรียนได้รับ การพัฒนา ความรู้	4.14	0.89	ดี
4	ผู้สอนได้ชี้แนะ ในการจัด กิจกรรมของ ผู้เรียน	4.23	0.69	ดี
5	กิจกรรมมีความ สอดคล้องกับ ความสนใจของ ผู้เรียน	4.59	0.59	ดีมาก
6	มีการนำ เทคโนโลยีมา ช่วยในการ จัดการเรียน การสอน	4.36	0.79	ดี
7	โดยภาพรวม ท่านมีความพึง พอใจต่อการ เรียนการสอน	4.45	0.74	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม		4.38	0.75	ดี

7. สรุปและอภิปรายผล

7.1 สรุปผลการวิจัย

ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ทุกรายการประเมิน หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไปทางเดียวกันว่า สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม สามารถนำไปพัฒนาได้จริงได้ตามแนวทางหรือแนวคิดที่ได้วางไว้

สื่อการสอนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน เนื้อหาบทเรียนจำนวน 3

บทเรียนในส่วนของทฤษฎีและปฏิบัติ และแบบทดสอบท้ายบทเรียนในแต่ละบท ซึ่งเป็นสื่อการสอนแบบมัลติมีเดีย

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ต่อการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน E_1/E_2 ได้ค่าเฉลี่ย 84.55/89.09

ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนแบบออนไลน์ที่ผสมผสานการเรียนปฏิบัติในห้องเรียน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.38 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.75

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

การเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนรูปแบบผสมผสาน เรียนออนไลน์และเรียนในห้องเรียน จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเพิ่มช่องทางการเข้าถึงเนื้อหาและกิจกรรม และเข้าถึงเนื้อหาตามความสนใจของผู้เรียนได้

บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจากเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสนใจ เปิดโอกาสในการมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ และสนับสนุนให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

ความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับดี เนื่องจากผู้เรียนมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกันว่าตนเองได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ได้ลงมือปฏิบัติ และกิจกรรมที่ได้เรียนมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน ค่าความพึงพอใจในรายการประเมินนี้ อยู่ในระดับดีมาก

8. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนรู้พื้นฐาน Arduino เพื่อเป็นแนวทางศึกษาให้กับผู้เริ่มต้นเท่านั้น หากจะนำไปต่อยอดควรคำนึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ ดังนี้

1. ควรศึกษาในเรื่องของไฟฟ้า และควรมีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการต่อสายไฟต่าง ๆ เพื่อป้องกันข้อผิดพลาด ที่อาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้
2. เพิ่มความสามารถด้วยการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต และพัฒนาฐานข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลการใช้งาน และสามารถคำนวณปริมาณของเจลล้างมือได้

3. การปรับแต่งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ให้มีขนาดเล็กกระทัดรัดลงตามการใช้งานได้ และตามสถานที่ในการติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Oyeleye, A., & Uche, I. "The Online Journal of Distance Education and e-Learning". *The Online Journal of Distance Education and E-Learning*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [2] สุกัญญา แซ่มซ้อย. "ภาวะผู้นำทางเทคโนโลยี: การนำเทคโนโลยีสู่ห้องเรียนและโรงเรียนในศตวรรษที่ 21". *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร* ปีที่ 16, ฉบับที่ 1 (2558), หน้า 216-224.
- [3] กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช. รู้จักเทคโนโลยี IoT ที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน. [ออนไลน์] 2563 [สืบค้นวันที่ 3 พฤศจิกายน 2563]. จาก <https://www.ar.co.th/kp/en/558>
- [4] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. "อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา Internet of Things on Education". *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม* ปีที่ 4, ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2559).
- [5] วชิรพรรณ ทองวิจิตร. "Internet of Things (IoT) เมื่อสรรพสิ่งอิงกับอินเทอร์เน็ต". *นิตยสาร สสวท* ปีที่ 44, ฉบับที่ 202 (กันยายน - ตุลาคม 2559).
- [6] มนต์ชัย เทียนทอง. *นวัตกรรม : การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์*. กรุงเทพมหานคร : บริษัท แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น จำกัด. 2556.
- [7] Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitude. *Arch. Psychol.* No. 140
- [8] อภิรักษ์ จิตินฤมิตร. *การออกแบบชุดทดลองสั่งการระบบส่องสว่างที่ถูกควบคุมด้วยเสียงผ่านเทคโนโลยีไร้สาย*. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 2561.
- [9] วิณา คงพิช. *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่มีการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนตามการเรียนรู้แบบ VARK*. ปรชญาดุษฐ์บัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2561.