ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งผ่านสะเต็มศึกษาเพื่อการก้าวสู่มหาวิทยาลัยดิจิทัล

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) Promoting the Internet of Things (IoT) through STEM Education as a part of transforming to a Digital University

รัตนาวลี ไม้สัก

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ (วิจัยสถาบัน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ตามที่รัฐบาลได้ให้ความสำคัญต่อการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งเสริมในนโยบายพัฒนากำลังคนภายในประเทศ โดยได้บูรณาการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education : Science Technology Engineering and Mathematics Education) ในการจัดการศึกษาในทุกระดับเพื่อมุ่งหวังในการผลิตกำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้คนไทยสามารถแข่งขันในระดับโลกได้นั้น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครได้กำหนดเป้าหมายให้สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและนโยบายของรัฐบาล โดยกำหนดยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยให้เป็นมหาวิทยาลัยดิจิทัล (Digital University) ส่งผลให้มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เฉกเช่นเดียวกับการนำเอาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things) มาใช้ในงานวิจัยนี้ ด้วยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและเทคโนโลยีดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยแบ่งการวิจัยเป็น 3 ส่วนคือ

1. ทำการเรียนการอบรมด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจำนวน 17 หน่วยเรียน และทำการทดสอบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนจำนวน 2 ครั้งซึ่งผลปรากฏว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้นหลังเรียนในทั้งสองครั้ง นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเรียนทั้งสองครั้งโดยใช้ค่าสถิติ t-test dependent พบว่า ผลการสอบนักศึกษามีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (การทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 มีค่า Sig.เท่ากันคือ .000) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มส่งผลดีต่อคะแนนสอบของนักศึกษา
2. นักศึกษาสามารถพัฒนาโครงการสารสนเทศด้านเทคโนโลยี IoT ได้หลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาจำนวน 5 โครงการภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ผู้สอนและประเมินคุณภาพโครงการด้วยการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) จากผู้เชี่ยวชาญสามคนและทุกโครงการได้ผลคะแนนคุณภาพอยู่ในระดับ “*ดี*”

3. การทดสอบเพื่อวัดเจตคติของนักศึกษาต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา ผลปรากฏว่า นักศึกษา *“เห็นด้วย”* ในการจัดกิจกรรมดังกล่าวโดยมีค่าระดับคะแนนที่ 4.21

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนา *“โมเดลการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา”* ซึ่งบูรณาการมาจากการเรียนรู้แบบสะเต็ม เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอีกด้วย

สารบัญเนื้อหา

1. บทนำ 10

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 10

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 11

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 11

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย (ถ้ามี) 12

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 13

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ 13

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 15

2.1 การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา STEM Education (Science Technology Engineering and Mathematics Education) 15

2.1.1 การออกแบบเชิงวิศวกรรมใน STEM 16

2.1.2 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 18

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25

2.2.1 ความหมาย ”ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน“ 25

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 26

2.3 Internet of Things (IoT) 27

2.3.1 แนวคิด Internet of Things 27

2.3.2 ความต้องการของระบบ ThingSpeak 30

2.3.3 การทดลองเพื่อใช้งาน ThingSpeak 31

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับและโครงสร้างภาษาที่ใช้กับ Ardunio 33
2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับ Ardunio 33
2.4.2 ความต้องการทั้ง Hardware และ Software 34
2.4.3 ภาษาที่ใช้กับ Arduino 35
2.4.4 ตัวแปรและคำสงวนใน Ardunio 41
2.4.5 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino 43
2.5 โปรแกรม Arduino IDE 45
2.5.1 การใช้งาน Node MCU เป็น Web Server ด้วยโปรแกรม Blynk 48
2.6 แอพพลิเคชั่น Line และ Line Notify 49
2.6.1 แอพพลิเคชั่น Line 50
2.6.2 แอพพลิเคชั่นเสริม Line Notify 51
3. วิธีดำเนินการวิจัย 53
3.1 สมมติฐานในการวิจัย 53
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 53
3.3 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย 56
3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล 58
3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 58
3.4.2 การประเมินโครงการด้วยการประเมินตามสภาพจริง 60
4. ผลการวิจัย 65
4.1 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 65

4.2 ตัวอย่างหัวข้อโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IOT 67

4.3 การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริง 76

4.4 เจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IOT 83

5. สรุปและอภิปรายผล 87

5.1 สรุปผลการวิจัย 87

5.1.1 คะแนนสอบก่อน หลังเรียนเทคโนโลยี-IOT ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 87

5.1.2 การประเมินผลโครงการด้วยสภาพเป็นจริง 89

5.1.3 เจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IOT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 89

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 90

6. ข้อเสนอแนะ 95

7. อ้างอิง 99

8. ภาคผนวก 103

9. ประวัติย่อผู้วิจัย 116

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 เกณฑ์โดยภาพรวมประเมินทักษะการเขียน 23

ตารางที่ 2-2 เกณฑ์โดยภาพรวมประเมินออกเป็นประเด็นย่อยการเขียนเรียงความเรื่อง “หมู่บ้านที่ฉันรัก” 24

ตารางที่ 3-1 หน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็ม 54

ตารางที่ 3-2 Rubic คุณภาพงาน 64

ตารางที่ 3-3 ระดับคะแนนรวมคุณภาพงาน 64

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 1 และ 2 65

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าความสัมพันธ์ของคะแนนก่อนและหลังสอบของนักศึกษาที่เรียนเทคโนโลยี IoT 66

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าสถิติ t-test dependent ในการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังการเรียนเทคโนโลยี IoT ที่ทำการทดสอบในครั้งที่ 1 และ 2 67

ตารางที่ 4-4 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน 76

ตารางที่ 4-5สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสารละลายในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน 78

ตารางที่ 4-6 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการระบบตรวจวัดการบริหารทางเดินหายใจส่วนต้นเพื่อการบำบัดรักษาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน 79

ตารางที่ 4-7 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการระบบตรวจวัดแก๊สภายในอาคารจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน 80

ตารางที่ 4-8 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการลานจอดรถไฮเทค จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน 82

ตารางที่ 4-9 ตารางการประเมินคุณภาพโครงการโดยสรุป 83

ตารางที่ 4-10 เกรดเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 84

ตารางที่ 4-11 ค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลระดับคะแนนเจคคติต่อการพัฒนาโครงการหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 85

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (engineering design process) กับวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Lift Cycle : SDLC) 93

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดวิจัย....13

ภาพที่ 2-1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม....17

ภาพที่ 2-2 ขั้นตอนการจัดการเรียนตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้....19

ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน....21

ภาพที่ 2-4 อันดับกิจกรรม IoT ยอดนิยม....27

ภาพที่ 2-5 สถาปัตยกรรม IoT....28

ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนการทำงานของ ThingSpeak....30

ภาพที่ 2-7 หน้าเว็บเพจเพื่อสมัครสมาชิก ThingSpeak....31

ภาพที่ 2-8 เว็บเพจการสร้าง Channel ใน ThinkSpeak....31

ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างการเก็บค่าอุณหภูมิ ความชื้น จากเซ็นเซอร์เข้าไปใน ThingSpeak....32

ภาพที่ 2-10 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลด้วยกราฟจากโปรแกรม MATLAB....32

ภาพที่ 2-11 บอร์ด Arduino....35

ภาพที่ 2-12 คำสั่งสงวนภาษาซี....37

ภาพที่ 2-13 คำสงวนที่เป็น Constant ของ Arduino....43

ภาพที่ 2-14 หน้าต่างโปรแกรม*Arduino*IDE*และ*ตัว*Arduino....43

ภาพที่ 2-15 รุ่นบอร์ Arduino ที่ต้องการ upload....44

ภาพที่ 2-16 หมายเลข Comport ของบอร์ด....44

ภาพที่ 2-17 การ Verify เพื่อตรวจสอบและ Compile....45

ภาพที่ 2-18 โปรแกรม Arduino IDE....45

ภาพที่ 2-19 ไอคอนการทำงานของโปรแกรม Arduino IDE....46

ภาพที่ 2-20 บอร์ดที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม....47

ภาพที่ 2-21 ชนิดของโปรแกรมที่ต่อกับอุปกรณ์....47

ภาพที่ 2-22 โครงสร้างหลักของ Application Blynk....48

ภาพที่ 2-23 โลโก้App-Line....51

ภาพที่ 2-24 หน้าต่างล็อกอิน App Line....52

ภาพที่ 2-25 หน้าต่างเพื่อออก Token....52

ภาพที่ 4-1 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ 70
ภาพที่ 4-2 ภาพวาดแบบร่างอุปกรณ์สำนักงานสำหรับการแจ้งเตือนข้อความผ่าน LINE Notify โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์... 71
ภาพที่ 4-3ภาพวาดแบบร่างอุปกรณ์สำนักงานสำหรับการแจ้งเตือนข้อความผ่าน SMS โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 71
ภาพที่ 4-4 Prototype ขณะยังไม่พ่นสี 71
ภาพที่ 4-5 อุปกรณ์สำนักงานเมื่อเสร็จสมบูรณ์ 72
ภาพที่ 4-6 ช่องแบ่งพลาสติคเพื่อใส่อุปกรณ์สำนักงานและซ่อนอุปกรณ์ Ardunio 72
ภาพที่ 4-7 ด้านหน้าอุปกรณ์โดยมีช่องวงกลมสำหรับตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยฟีไออาร์โมชั่น เซนเซอร์ 73
ภาพที่ 4-8 แผนภาพการออกแบบโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุม Ardunio 73
ภาพที่ 4-9 การทดลองส่งข้อมูลไปเก็บยัง ThingSpeak 74
ภาพที่ 4-10 การส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่น Line Notify 75
ภาพที่ 4-11 การส่งข้อความผ่านทาง SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ 75
ภาพที่ 4-12 เพศของกลุ่มตัวอย่าง 84
ภาพที่ 6-1 โมเดลการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 95

1. *บทนำ*

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยี the Internet of Things (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันมากขึ้น Kevin (2009) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยี IoT คือการที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สามารถสื่อสารเชื่อมต่อและส่งข่าวสารหารกันได้ ซึ่งจะมีการระบุตัวตนและสามารถปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ในการนี้จึงได้มีการนำเทคโนโลยี IoT ไปพัฒนาเป็นสินค้าและบริการที่แปลกใหม่มากมายเช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวในบ้าน ระบบรดน้ำอัจฉริยะ การวัดสัญาณชีพของผู้ป่วยหรือผู้สูงอายุ เป็นต้น นอกจากนี้เทคโนโลยีดังกล่าวได้มีการถูกนำไปใช้ในการผลิตสินค้าในภาคอุตสาหกรรมยุคใหม่คือ อุตสาหกรรม 4.0 ที่อาศัยการส่งข้อมูลหากันระหว่างตัวอุปกรณ์อิเลคโทรนิคและบุคคลากร เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องและมีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยระบบจะมีการตรวจสอบข้อมูลจากเซ็นเซอร์และส่งข้อมูลนั้นไปยังฐานข้อมูลกลางด้วยระบบอินเตอร์เน็ตหรือระบบคลาวด์ (Cloud Computing) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และประมวลผลและมีการปรับปรุงการผลิตได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพในการควบคุมและปรับปรุงการผลิต นอกจากนี้ยังสามารถสั่งการได้ทั้งภายในและภายนอกสถานประกอบการ จึงจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยี IoT นั้นมีความสำคัญที่เพิ่มขึ้น แต่เป็นที่น่าเสียดายที่การจัดการเรียนการสอนในเทคโนโลยี IoT ในระดับอุดมศึกษายังไม่แพร่หลายและไม่เพียงพอกับความต้องการของตลาดแรงงานที่มีความต้องการพนักงานหรือผู้ปฏิบัติงานที่มีความเชี่ยวชาญในเทคโนโลยี IoT ในระดับสูงในภาคธุรกิจหรือภาคอุตสาหกรรม ซึ่งอาจจะทำให้เป็นอุปสรรรคในการพัฒนาประเทศไทยไปสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0

ด้วยตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้มีแนวความคิดในการนำเอาเทคโนโลยี IoT เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา โดยบูรณาการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา STEM Education (Science Technology Engineering and Mathematics Education) ซึ่งคาดหวังให้นักศึกษาที่ผ่านการศึกษาเนื้อหาดังกล่าว สามารถเรียนรู้พร้อมทั้งฝึกฝนทักษะที่จำเพื่อนำไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต

ด้วยวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์บนพื้นฐานเทคโนโลยี IoT นอกจากนี้การวิจัยนี้ยังมีประโยชน์ในการสร้างความเข็มแข็งให้แก่สถาบันการศึกษาต้นสังกัด ซึ่งมีเป้าหมายในการพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครมุ่งไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยดิจิทัล (Digital University) ในอนาคตอันใกล้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาของนักศึกษาก่อนและหลังเรียน
2. เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถพัฒนาโครงการสารสนเทศด้านเทคโนโลยี IoT ได้หลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักศึกษาต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

   ประชากรคือ นักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

   กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักศึกษาที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 4 ที่สนใจทางด้านเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัยและมีความรู้พอเพียงในการพัฒนาโครงการสารสนเทศ
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

   ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยปีการศึกษ 2559

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษาและมีการพัฒนาโครงการสารสนเทศของนักศึกษา

4. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

4.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทคโนโลยี IoT

4.2.2 เจตคติของนักศึกษาต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

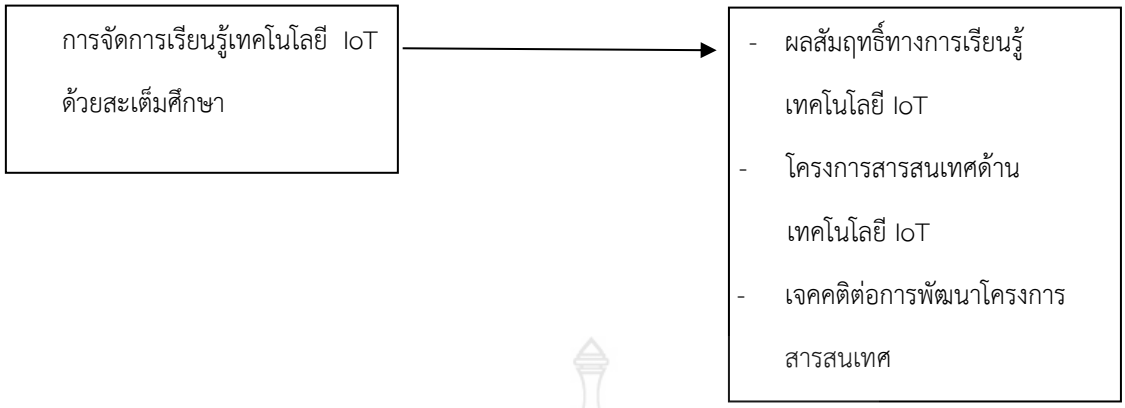
4.2.3 โครงการสารสนเทศของนักศึกษาผ่านการเรียนรู้ด้วยสะเต็มศึกษา

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

สมมติฐาน 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

สมมติฐาน 2 นักศึกษาสามารถพัฒนาโครงการสารสนเทศด้านเทคโนโลยี IoT ได้หลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา

สมมติฐาน 3 นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เนื้อหาเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ก่อนและหลังเรียน เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.5.2 ได้ทราบเจตคติของนักศึกษาต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.5.3 ได้โครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. 6.1 Internet of Things (IoT) หมายถึง อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง หรือ การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถดำเนินการใช้งานอุปกรณ์นั้น ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.6.2 Arduino หมายถึง บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้น

จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้

1.6.3 LINE หมายถึง แอปพลิเคชั่นให้บริการ Messaging รวมกับ Voice Over IP ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างกลุ่มแชท ส่งข้อความ ภาพ คลิปวิดีโอ หรือจะพูดคุยโทรศัพท์แบบเสียงก็ได้ โดยข้อมูลที่ถูกส่งขึ้นไปนั้นฟรีทั้งหมด ตอนนี้ LINE สามารถใช้ร่วมกับระบบปฏิบัติการ IOS, Android, Windows Phone, PC ได้

2. *ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง*

ในการวิจัยเรื่องการเรียนรู้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งผ่านสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา STEM EDUCATION (SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING AND MATHEMATICS EDUCATION)
2. แนวความคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. The internet of things (IoT)
4. ข้อมูลเกี่ยวกับและโครงสร้างภาษาที่ใช้กับ ARDUNIO
5. การเชื่อมต่อ ARDUINO กับอุปกรณ์ชนิดอื่น
6. โปรแกรม ARDUINO IDE
7. แอพพลิเคชั่น LINE และ LINE NOTIFY

2.1 การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา STEM EDUCATION (SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING AND MATHEMATICS EDUCATION)

การที่รัฐบาลไทยได้มีนโยบายทางการศึกษาในรูปแบบใหม่คือ การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นฐานในการพัฒนาประเทศ โดยใช้ระบบสะเต็มศึกษา **STEM Education (Science Technology Engineering and Mathematics Education)** เข้ามาบูรณาการในการเรียนการสอนทั้งระบบตั้งแต่ระดับอุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษานั้น ส่งผลให้สะเต็มเป็นที่รู้จักในวงวิชาการไทยอย่างแพร่หลาย โดยที่สะเต็มมศึกษาจะเน้น *“การจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาส และคณิตศาสตร์ โดยมุ่งหวังให้นักศึกษาได้มีการนำเอาความรู้ที่ได้เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งส่งผลดีไปยังการสร้างหรือพัฒนากระบวนการหรือ*

ผลผลิตใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน"(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ม-.ป.ป.a) การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการโดยบูรณาการสหวิชาข้างต้นรวมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความเข้าใจ และมีการได้ฝึกฝนทักษะด้านต่าง ๆ เพื่อออกแบบชิ้นงานหรือเพื่อตอบปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน โดยมีลักษณะที่สำคัญคือ

1. มีการบูรณาการ
2. ท้าทายผู้เรียน
3. กระตุ้น Active learning
4. มุ่งเน้นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21
5. เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

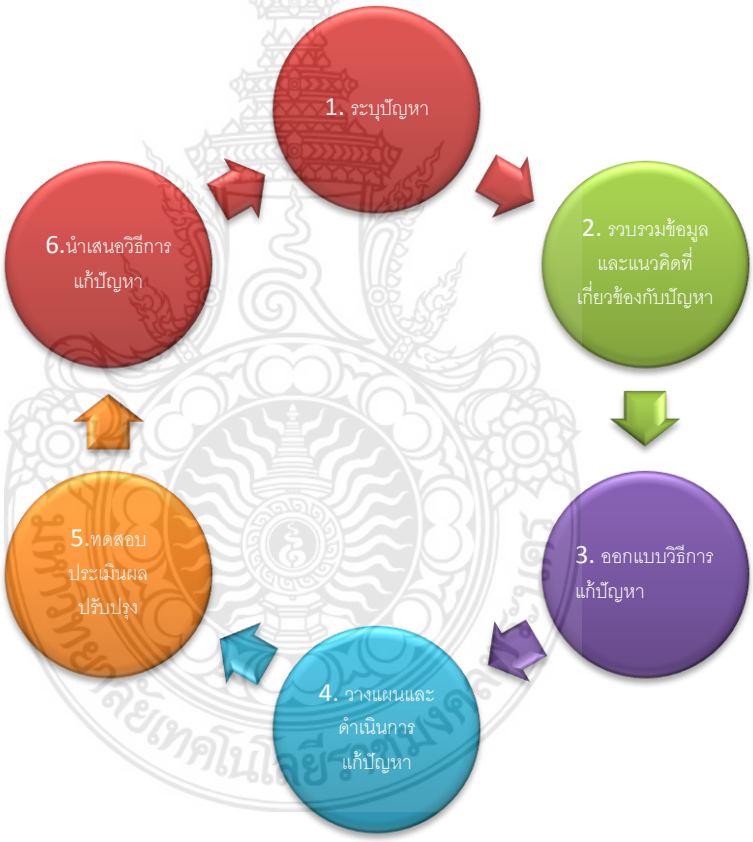
ในการออกแบบวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหา จะมีการนำการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ามาร่วมด้วยในการเรียนการสอน ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะมีจุดมุ่งหมายให้คือ เพื่อส่งเสริมและให้ผู้เรียนได้ศึกษาสหวิชาทั้ง 4 วิชาข้างต้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

2.1.1 การออกแบบเชิงวิศวกรรมใน STEM

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ม.ป.ป.-b) ได้กล่าวถึงจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้ด้วยสะเต็มคือการที่ผู้เรียนได้นำความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มความรู้และฝึกทักษะในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การระบุปัญหา โดยเริ่มจากมีการตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะพิจารณารวมไปถึงปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่แก้ปัญหาด้วย
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยใช้การสืบค้นถึงปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก่อนหน้านี้ว่ามีแนวทางอย่างไรในการแก้ปัญหา หรือ ค้นหาแนวคิดหรือความรู้จากสหวิทยาการทั้ง 4 เพื่อเลือกหาหนทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการในการแก้ปัญหา โดยสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงในการแก้ปัญหาขึ้นมาก่อน
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา อาจจะใช้การพัฒนาต้นแบบจากสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีการกำหนดขั้นตอนหรือกิจกรรมย่อย รวมถึงระยะเวลาในการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตรวจสอบ/ทดสอบต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา โดยมีการปรับปรุงต้นแบบให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการแก้ปัญหา
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน มีการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้มาต่อสาธารณชน



ภาพที่ 2-1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ซึ่งในการทำงานแต่ละขั้นตอนไม่มีการลำดับที่แน่นอน หรืออีกนัยหนึ่งก็คือมีการย้อนกลับหรือสลับในแต่ละขั้นตอนได้

2.1.2 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 จะมีความท้าทายและยืดหยุ่นซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการพัฒนาการทางด้านการศึกษาและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงและรวดเร็วดังนั้นในหลาย ๆ โรงเรียนจึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรแบบยึดโครงงานเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาปัญหาในชีวิตประจำวันที่ไม่ได้มีจำกัดเพียงแต่อยู่ในห้องเรียนเท่านั้นแต่จะเชื่อมโยงครูและชุมชนด้วยการถ่ายทอดแลกความรู้และประสบการณ์ให้เป็นองค์ความรู้ต่อไป สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2556) กล่าวถึงการปฏิรูปการศึกษาของประเทศไทยควรมีการพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะที่จำเป็นทั้ง 3 ด้านสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและการทำงานและทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีโดยผ่านหลักสูตรเชิงสหวิทยาการ (interdisciplinary) ด้วยการทำโครงงาน (project-based learning) หรือการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) ซึ่งวัดประเมินผลงานด้วยการประเมินผลงานตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (PROJECT-BASED LEARNING)

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการปฏิบัติงานให้แก่ผู้เรียน เพื่อสร้างโอกาสในการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา โดยมีอาจารย์เป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง และการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, ม.ป.พ.)

<u>แนวคิดกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน</u>

แนวคิดที่ 1 การจัดการเรียนตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้

วิจารณ์ พานิช)2553) แนวคิดนี้มีความเชื่อว่า หากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงงาน มีการร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตดังรูป

ภาพที่ 2-2 ขั้นตอนการจัดการเรียนตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้

1 .*Define* คือ ขั้นตอนการระบุปัญหา ประเด็นที่จะทำโครงงาน เป็นการสร้างความเข้าใจระหว่างสมาชิกของทีมงานร่วมกับครู เกี่ยวกับ คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงงานคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

2. *Plan* คือ การวางแผนการทำโครงงาน ครูก็ต้องวางแผนในการทำหน้าที่โค้ช รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงงานของผู้เรียน เตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่ผู้เรียนอาจมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเอง ผู้เรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้นต่อไป)Doก็จะสะดวกเลื่อนไหลดีเพียงนั้น (

3. *Do* คือ การลงมือทำ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม

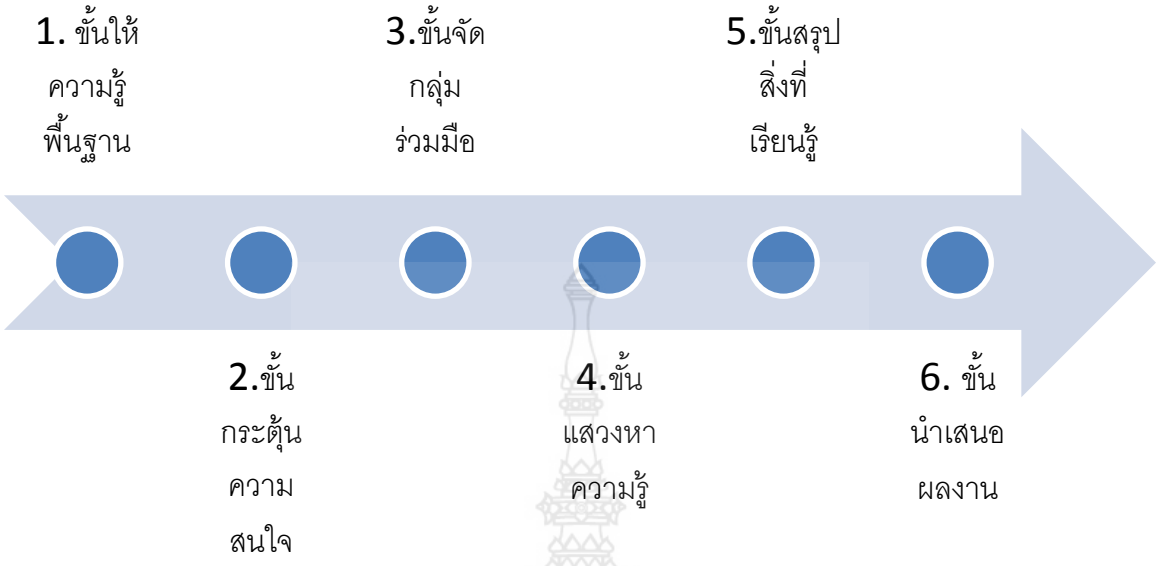
ทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น

ในขั้นตอน Do นี้ ครูจะได้มีโอกาสสังเกตทำความรู้จักและเข้าใจผู้เรียนเป็นรายคน และเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็นผู้ดูแล สนับสนุน กำกับ และโค้ชด้วย

4. Review คือ ผู้เรียนเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ว่าโครงงานได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่รวมถึงทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง ทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวเพื่อนำมาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจหรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (Refection) หรือ เรียกว่า AAR (After Action Review)

5. Presentation ผู้เรียนนำเสนอโครงงานต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่งต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เร้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ ทีมงานอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มีสื่อประกอบ หรือจัดทำวีดิทัศน์นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

แนวคิดที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่สร้างจากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน (ดุษฎี โยเหลาและคณะ, 2557) มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2-3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน

ที่มา (ดุษฎี โยเหลาและคณะ, 2557, หน้า 27)

1. **ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน** ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริง ในขั้นแสวงหาความรู้

2. **ขั้นกระตุ้นความสนใจ** ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่ผู้เรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. **ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ** ครูให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้นๆ แล้ว

4. **ขั้นแสวงหาความรู้** ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับผู้เรียนในการทำกิจกรรม

ดังนี้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงานตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจผู้เรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นผู้เรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามผู้เรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

6. ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้ผู้เรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้ผู้เรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และผู้เรียนอื่นๆในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน

2.1.2.2 การประเมินผลตามสภาพจริง (AUTHENTIC ASSESSMENT)

กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์ (ม.ป.ป.) กล่าวถึงความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริงคือ การออกแบบงานหรือภาระงานเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะในการผลิตชิ้นนงานให้เสมือนจริงมากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้ภายในระยะเวลาที่เหมาะสม ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนนที่เรียกว่า รูบริค (Rubics) นอกจากนี้ยังมีบุคคลอื่นได้กล่าวถึงความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริงว่า *“การประเมินผลตามสภาพจริง เป็นการประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียน ด้านบุคลิกภาพ (Performance) ด้านกระบวนการ (Process) และ ด้านผลผลิต (Products) ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เพื่อให้ได้ข้อมูลตามสภาพจริงของผู้เรียน หรือผลการเรียนรู้ที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามสภาพจริง การปฏิบัติงาน หรือกิจกรรม ในสถานการณ์ที่เป็นชีวิตจริง”* (จรูญ เตชะเจริญกิจ, ม.ป.ป., หน้า 30) ในการประเมินผลตามสภาพจริงสามรถประเมินได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การสังเกต
2. การสัมภาษณ์
3. การสอบถาม
4. การตรวจผลงาน
5. การทดสอบการปฏิบัติจริง
6. การรายงานตนเอง

7. การใช้ข้อสอบแบบเน้นความสามารถ
8. แฟ้มสะสมผลงาน

ไชลัน สาและ (ม.ป.ป.) กล่าวถึง Rubrics คือ เกณฑ์การให้คะแนนที่เกิดการรวมกันระหว่างเกณฑ์การให้คะแนนกับมาตราประมาณค่าหรือระดับคุแนนเพื่อบ่งบอกถึงผลงานหรือประสิทธิภาพของงาน ที่จะใช้ในการประเมินผลของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ

1. ประเด็นที่จะประเมิน คือ สิ่งสะท้อนผลการเรียนรู้หลัก ๆ หรือมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยงาน
2. ระดับความสามารถ ซึ่งแสดงออกถึงตัวเลขหรือคำแสดงคุณภาพ โดยส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นเลขคี่
3. คำอธิบายคุณภาพของแต่ละระดับความสามารถว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งแสดงออกถึงระดับที่คาดหวังของผลงานชิ้นนั้น ๆ ซึ่งจะต้องมีความแตกต่างอย่างชัดเจน

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

1. การกำหนดเกณฑ์โดยภาพรวม (Holistic Score)

   เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมว่ามีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ในระดับใดและมีคะแนนเดี่ยวสำหรับงานนั้น ซึ่งจะมีคำที่แสดงออกถึงคุณภาพของงานในการให้คะแนน เช่น การเขียนเรียงความที่ถูกวิธี ซึ่งแบ่งคะแนนออกมาเป็นระดับคะแนนเดียวเช่น ดีมาก ดี พอใช้ ปรับปรุง

ตารางที่ 2-1 เกณฑ์โดยภาพรวมประเมินทักษะการเขียน

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
3 (ดี)	เขียนได้ตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ - มีการจัดระบบการเขียน เช่น มีคำนำ เนื้อหา และ - บทสรุปที่ถูกต้อง ชัดเจน ภาษาที่ใช้ เช่น ตัวสะกด -และไวยากรณ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย มีแนวคิดที่น่าสนใจ ใช้ภาษาสละสลวย -
2 (ผ่าน)	เขียนได้ตรงประเด็นตามที่กำหนดไว้ - มีการจัดระบบการเขียน เช่น มีคำนำ เนื้อหา - และบทสรุป ภาษาที่ใช้ ทำให้ผู้อ่านพอเข้าใจ - ใช้คำศัพท์ที่เหมาะสม -

1 (ปรับปรุง)	เขียนไม่ตรงประเด็นตามที่กำหนด - ไม่มีการจัดระบบการเขียน - ภาษาที่ใช้ทำให้ผู้อ่านสับสน - ใช้คำศัพท์ยังไม่เหมาะสม -

ที่มา (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2554, หน้า 60)

2. การกำหนดเกณฑ์โดยจำแนกสิ่งที่จะประเมินออกเป็นประเด็นย่อย (Analytic Score) โดยจะมีการแบ่งคะแนนออกเป็นส่วนย่อย ๆ ในแต่ละประเด็นว่ามีคุณภาพอย่างไร เช่น การประเมินการนำเสนอ จะเป็นด้าน บุคคลิกภาพ น้ำเสียง การใช้คำพูดที่เหมาะสม เป็นต้น

ตารางที่ 2-2 เกณฑ์โดยภาพรวมประเมินออกเป็นประเด็นย่อยการเขียนเรียงความเรื่อง “หมู่บ้านที่ฉันรัก”

รายการประเมิน	**คำอธิบายระดับคุณภาพ**			
	ดีมาก	**ดี**	**พอใช้**	**ปรับปรุง**
จุดมุ่งหมาย	มีจุดมุ่งหมายหลักและจุดมุ่งหมายรองในการเขียน	มีจุดมุ่งหมายหลักไม่มีจุดมุ่งหมายรอ	มีจุดมุ่งหมายแต่ไม่ใช่จุดมุ่งหมายหลัก	ไม่มีจุดมุ่งหมายเลย
องค์ประกอบ	องค์ประกอบการเขียนครบถ้วน มีคำนำ มีเนื้อหา มีการเขียนสรุปตอนท้ายเรื่องและเขียนเชื่อมโยงกันดีมาก	องค์ประกอบการเขียนครบถ้วน มีคำนำ มีเนื้อหา มีการเขียนสรุปตอนท้ายเรื่องแต่เขียนเชื่อมโยงกันได้ไม่ดี	ขาดการเขียนคำนำ หรือการเขียนสรุปส่วนเนื้อหาเขียนได้ละเอียดชัดเจนดี	องค์ประกอบการเขียนขาดมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบเนื้อหาสับสนอ่านไม่รู้เรื่อง
เนื้อหา	ให้รายละเอียดทั้งเนื้อหาหลักและรองมีการเสนอตัวอย่างประกอบตลอดทั้งเรื่อง	ให้รายละเอียดทั้งเนื้อหาหลักและรอง แต่มีการยกตัวอย่างประกอบน้อย	มีแต่เนื้อหาหลักขาดเนื้อหารองที่เป็นส่วนประกอบ	ขาดเนื้อหาหลักที่เป็นจุดเด่นของเรื่อง

การใช้ภาษา	ใช้ภาษาสละสลวย เร้าใจ ชวนติดตามตลอดทั้งเรื่อง	การเขียนบางตอนสะดุด ใช้ภาษาถ้อยคำไม่เหมาะสม	ใช้ภาษา ถ้อยคำสำนวนธรรมดา ไม่น่าสนใจ	ใช้ภาษา ถ้อยคำไม่เหมาะสม เป็นส่วนใหญ่ไม่น่าอ่าน
หลักในการเขียน	เขียนถูกต้องทั้งหลักการใช้ภาษา ถ้อยคำ และไม่มีการสะกดผิด	มีข้อบกพร่องในการเขียนคำผิดบ้างเล็กน้อย การใช้ภาษาส่วนใหญ่ถูกต้อง	มีการสะกดคำผิดพอสมควร การใช้ภาษามีข้อบกพร่องแต่ความหมายพอใช้ได้	มีการสะกดคำผิดพอสมควร การใช้ภาษามีข้อบกพร่องจนทำให้ความหมายผิดไป

ที่มา (วรพจน์ แสงสวัสดิ์, ม.ป.ป., หน้า 318)

2.2 แนวความคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1 ความหมาย “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”

ได้มีผู้ให้ความหมายของ “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน” ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะที่เกิดจากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการสอนของครูผู้สอน ซึ่งสามารถประเมินผลได้จากคะแนนสอบ หรือคะแนนที่ได้จากครูที่มอบหมาย หรือทั้งสองอย่าง (ยุทธนา ปัญญาดี, 2533)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของผู้เรียนซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนการสอน ซึ่งได้ถูกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้จากการฝึกอบรม หรือ การสอบ (ไพศาล หวังพานิช, 2526)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่สืบเนื่องมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทางด้านร่างกายและสติปัญญา โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคล ซึ่งในบางครั้งอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่อาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต การตรวจการบ้าน หรืออาจจะได้มาในรูปแบบของระดับคะแนน ซึ่งอาศัยกระบวนการได้มาที่

ซับซ้อนและใช้ระยะเวลาที่นาน หรืออาจจะได้มาจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ (อารมณ์ สนานภู่, 2539)

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถหรือทักษะ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ หรือเกิดจากการฝึกอบรมลักษณะการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ไพศาล หวังพานิช, 2526, หน้า 137))

1. การวัดด้านปฏิบัติการ เป็นการวัดความรู้ความสามารถหรือทักษะของผู้เรียน ในรูปแบบการกระทำ ซึ่งสามารถวัดโดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ
2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการทวนสอบความสามารถในเชิงวิชาการ ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถวัดโดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2531b) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบของผู้สอน หมายถึง ชุดคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้สอนในการจัดทำชุดแบบทดสอบ
2. แบบทดสอบมาตรฐาน เครื่องมือชนิดนี้ถูกสร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา และผ่านการทดสอบคุณภาพหลายครั้ง จึงสร้างเป็นเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบ ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3 ด้านคือ

   2.1) ด้านความรู้ความคิด เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ทางด้านสติปัญญาและสมอง เช่น การจดจำข้อเท็จจริง ความเข้าใจ

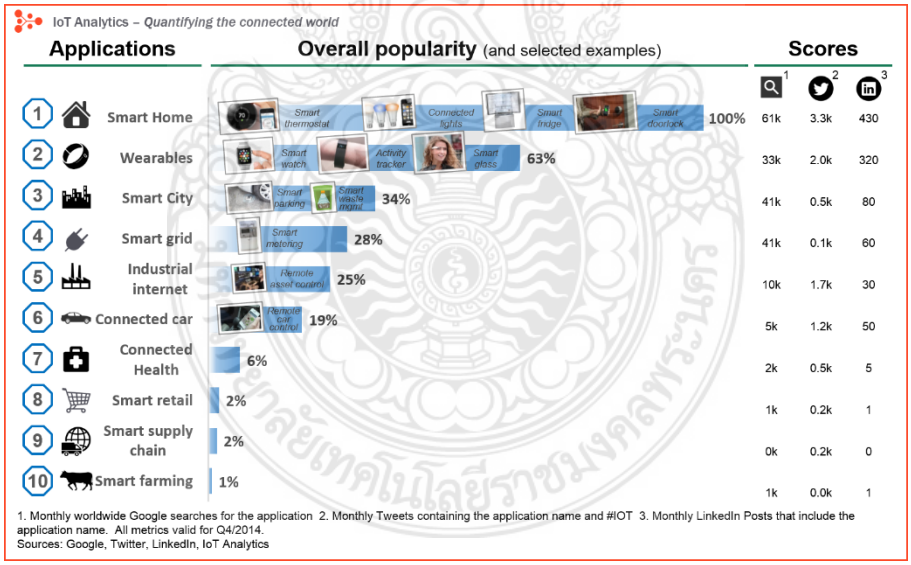
   2.2) ด้านความรู้สึก เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจ ความคุ้มค่าทัศนคติ หรือเจคติ

   2.3) ด้านปฏิบัติการ เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติงาน เช่น การทดลอง

2.3 INTERNET OF THINGS (IOT)

2.3.1 แนวคิด INTERNET OF THINGS

Kavin (Ashton, 2011) ให้คำนิยามเทคโนโลยี IoT ว่า “internet-like” หรือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกที่สามารถสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ในบางแห่งอาจจะเรียกเทคโนโลยีชนิดนี้ว่า Machine to Machine (M2M) ซึ่งก็คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกสื่อสารกันเองผ่านระบบเครือข่าย ประเด็นที่สำคัญคือ การที่อุปกรณ์สามารถถูกระบุตัวตนและสามารถสื่อสารกันเองโดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องเข้าไปสั่งการอุปกรณ์เหล่านั้น ผู้ใช้งานเพียงแต่สั่งการและควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การบริหารจัดการสินค้าคงกลังอัจฉริยะ การเปิด-ปิดไฟภายในบ้าน การรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ การส่งสัญญาณช่วยเหลือแบเร่งด่วนของผู้สูงอายุ/ผู้พิการไปยังสถานที่สำคัญ เช่น โรงพยาบาล โรงพัก หรือแม้แต่กระทั่งการควบคุมสัญญาณจราจรอัจฉริยะที่สามารถประมวลผลข้อมูลจากจำนวนรถที่อยู่บนท้องถนนกับการเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร ทั้งหมดนี้เกิดจากการบูรณาการเทคโนโลยี IoT ระหว่าง คน สิ่งของ และองค์กร เพื่อช่วยในการตัดสินใจในกิจกรรมที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันและภาคธุรกิจ



ภาพที่ 2-4 อันดับกิจกรรม IoT ยอดนิยม

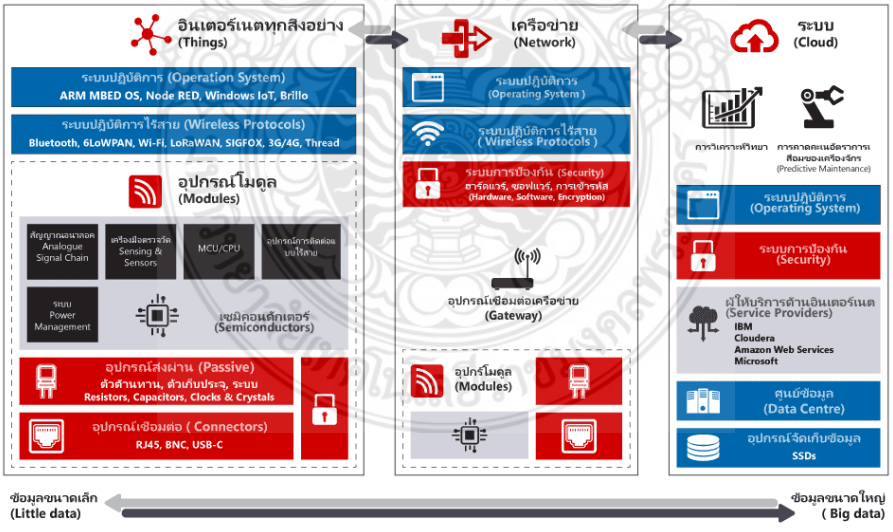
ที่มา ("เทคโนโลยี :THE INTERNET OF THINGS," ม.ป.ป.)

<u>สถาปัตยกรรมเทคโนโลยี IoT</u>

โดยทั่วไปแล้วเทคโนโลยี IoT ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญสามส่วนคือ

- สิ่งต่าง ๆ (Things) หมายถึง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ
- เครือข่าย (Networks) หมายถึง เส้นทางที่ทำให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลสื่อสารกันได้ เช่น เครือข่ายหรือเกตเวย์
- ระบบคลาวด์ (Cloud) หมายถึง การทำงานของเซิร์ฟเวอร์จำนวนมากโดยให้บริการในการประมวลผล จัดเก็บข้อมูล และให้บริการแก่ผู้ใช้งานโดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ เพียงแค่มีอินเตอร์เน็ตก็สามารถใช้งานหรือได้รับบริการผ่านระบบคลาวด์ได้

ในการทำงานของ IoT นั้นจะมีการตรวจจับข้อมูลผ่านระบบเซ็นเซอร์ โดยข้อมูลเหล่านี้จะมีขนาดเล็ก เช่น ข้อมูลทั่วไปขนาดเล็ก เช่น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง ระดับความชื้น ตำแหน่ง เมื่อถูกส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายขึ้นไประบบคลาวด์ ข้อมูลจะถูกประมวลผล เพื่อช่วยอำนวยการในการตัดสินใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ยกตัวอย่าง เช่น ระบบรดน้ำอัตโนมัติสำหรับแปลงผัก จะมีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ฝังไว้ที่ดินเพื่อวัดระดับความชื้น อุณหภูมิ แสงและส่งผ่านข้อมูลเหล่านั้นทางอินเทอร์เน็ตเพื่อไปประมวลผลกับข้อมูลที่มาจากการพยากรณ์อากาศประจำวัน เมื่อได้ผลลัพธ์จากการประมวลผลแล้ว ระบบจะส่งข้อมูลย้อนกลับไปที่แปลงผัก เพื่อสั่งให้เปิดปิดวาล์วน้ำ บนพื้นฐานข้อมูลปัจจุบันกับปริมาณน้ำที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้ประหยัดเวลาและเงินในการรดน้ำแปลงผักในแต่ละวัน



ภาพที่ 2-5 สถาปัตยกรรม IoT

ที่มา ("อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things)," ม.ป.ป.)

โปรโตคอลสำหรับ IoT

ปัจจุบันนี้ยังไม่มีมาตรฐานกลางสำหรับโปรโตคอล IoT โดยให้นักพัฒนาเลือกใช้ตามความเหมาะสมซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

- อัตราข้อมูล (Data Rate)
- การบริโภคพลังงาน (Power Consumption)
- ช่วง (Range)
- ความถี่ (Frequency)

เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และ Sensors ซึ่งเปรียบเสมือนการเติมสมองให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ขาดไม่คือการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ เทคโนโลยี IoT มีประโยชน์ในหลายด้าน แต่ก็มาพร้อมกับความเสี่ยง เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไม่ดีพอ ก็อาจทำให้มีผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาขโมยข้อมูลหรือละเมิดความเป็นส่วนตัวของได้ ดังนั้นการพัฒนา IoT จึงจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและระบบรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

นอกจากนี้ในการสร้างอุปกรณ์เพื่อรองรับเทคโนโลยี IoT มีความก้าวหน้าและเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้อย่างมาก เช่น Arduino และ Raspberry pi ที่สร้างฟังก์ชั่นในการติดต่อกับอุปกรณ์แบบง่ายสำหรับนักพัฒนาที่ยังมีประสบการณ์น้อยในการพัฒนาแอปพิเคชั่น ซึ่งมีผู้ให้บริการ IoT หลายรายที่ให้บริการแพลตฟอร์มสำหรับ IoT เช่น ThinkSpeak และ NETPIE เป็นต้นเว็บไซต์ ThingSpeak.com

ThingSpeak เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการแฟลตฟอร์มของ Internet of Things (IoT) ประเภทหนึ่ง โดยที่ผู้พัฒนาระบบสามารถที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลจากเซ็นเซอร์เอาไว้บนระบบปฏิบัติการเมฆ (Cloud) เพื่อใช้ในการการสร้างแอฟฟลิเคชั่น IoT นอกจากนี้ ThingsSpeak ยังสามารถให้ผู้ใช้วิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลด้วยโปรแกรม MATLAB อีกด้วย ThingSpeak ยังรองรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่มากจากฮาร์ดแวร์หลายประเภท เช่น Arduino Raspberry Pi และ BeagleBone Black แอฟฟลิเคชั่นที่สร้างจาก ThingSpeak ได้แก่ การตรวจสอบโลเคชั่นสินค้า การวัดความชื้นและอุณหภูมิ เป็นต้น ส่วนประกอบหลักของ ThingSpeak ได้แก่ช่องทางการสื่อสาร (Channel) ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับฟิลด์ สถานที่ฟิลด์ และสถานะของฟิลด์ เมื่อผู้พัฒนาระบบสร้าง

ThingSpeak แล้วจะสามารถบันทึกข้อมูลลงบนฟิลด์ต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นมาได้และเรียกขึ้นมาดูด้วย MATLAB ซึ่งอาจจะแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ระบบได้หลายช่องทาง (The MathWorks, ม.ป.ป.-b) ซึ่งกระบวนการทำงานของ ThingSpeak จะมีดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนการทำงานของ ThingSpeak

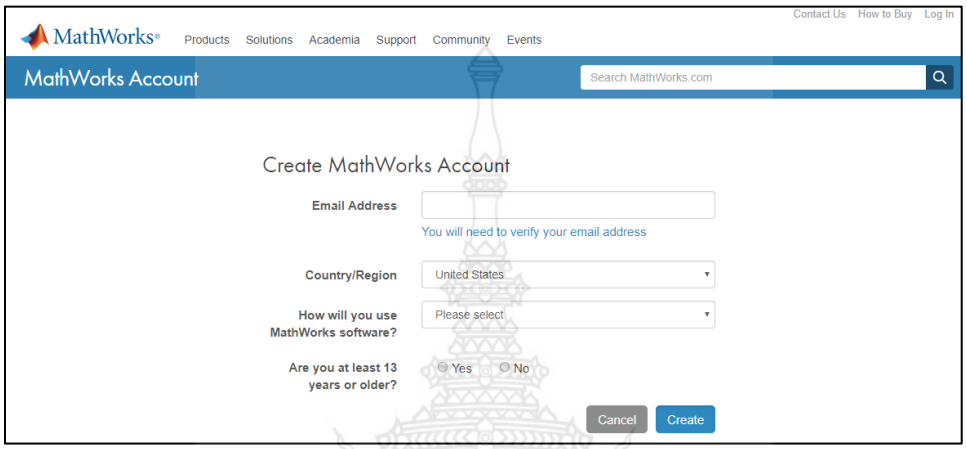
2.3.2 ความต้องการของระบบ THINGSPEAK

1. อุปกรณ์ ThingSpeak สามารถรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ที่มาจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เช่น Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับโปรโตคอลที่สนับสนุนการทำงาน ThingSpeak ได้แก่ TCP/IP, HTTP หรือ MQTT นอกจากนี้ผู้พัฒนาระบบจะต้องปรับปรุงในส่วน Firewall เพื่อให้รองรับการส่งข้อมูลด้วย
2. เว็บไซต์ ความต้องการของฮาร์ดแวร์เป็นส่วนสำคัญในการเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ใน ThingSpeak ดังนั้นผู้พัฒนาจะต้องแน่ใจว่าฮาร์ดแวร์นั้นสูงกว่าความต้องการของระบบ
3. เว็บบราวเซอร์ ThingSpeak สนับสนุนการเข้าถึงข้อมูลจากเว็บเบราเซอร์ทุกชนิดที่อยู่บนแฟลฟอร์ม Windows, Mac, Linux และ Chromebooks
4. ความต้องการในการติดตั้ง ผู้พัฒนาต้องเปิดฟังก์ชั่นดังต่อไปนี้ในบราวเซอร์ Cookies Pop-ups และ JavaScript
5. อินเทอร์เน็ต ThingSpeak ใช้อินเทอร์เน็ตในการเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ ดังนั้นอินเทอร์เน็ตจะต้องถูกติดตั้งเพื่อการใช้งานที่สมบูรณ์

2.3.3 การทดลองเพื่อใช้งาน THINGSPEAK

มีขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. สมัครใช้งานเพื่อขอเปิดบัญชีผู้ใช้ใหม่ (Sign Up)
2. ยืนยันตัวตนเพื่อเข้าใช้งานสำหรับบัญชีที่สร้างไว้แล้ว (Sign In)



ภาพที่ 2-7 หน้าเว็บเพจเพื่อสมัครสมาชิก ThingSpeak

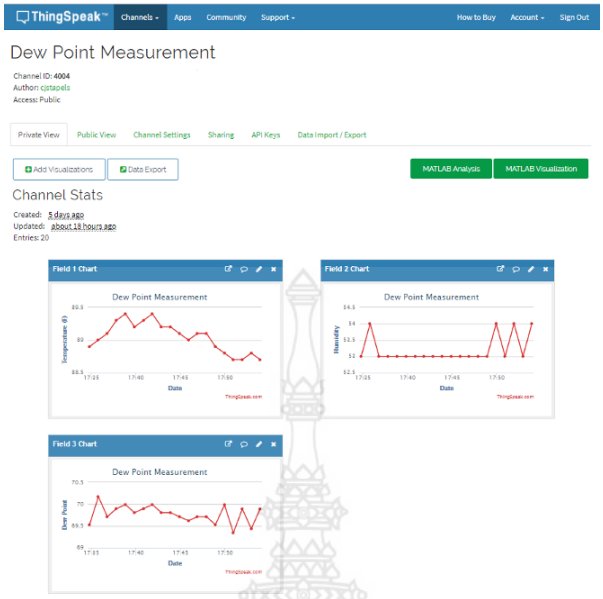
ที่มา (The MathWorks, ม.ป.ป.-b)

3. สร้าง New Channel หรือช่องทางในการส่งข้อมูลใหม่ พร้อมกำหนดคุณสมบัติของ Channel
4. สร้าง API Key สำหรับเขียนข้อมูล (API Key for Write) และอ่านข้อมูล (API Key for Read)

ภาพที่ 2-8 เว็บเพจการสร้าง Channel ใน ThinkSpeak

ที่มา (The MathWorks, ม.ป.ป.-a)

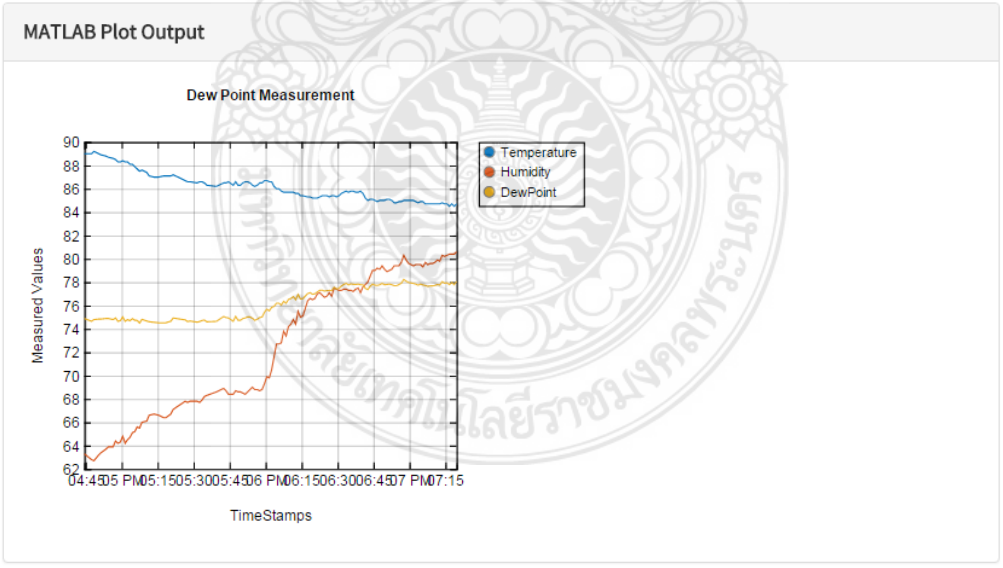
5. เขียนโค้ดและรันโปรแกรม เพื่อส่งข้อมูลไปยัง ThingSpeak.com ผ่าน Channel ที่ได้สร้างไว้



ภาพที่ 2-9 ตัวอย่างการเก็บค่าอุณหภูมิ ความชื้น จากเซ็นเซอร์เข้าไปใน ThingSpeak

ที่มา (The MathWorks, ม.ป.ป.-a)

6. ดูข้อมูลในรูปของกราฟผ่านหน้าเว็บ หรือ สร้างกราฟด้วยโปรแกรม MATLAB



ภาพที่ 2-10 ตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลด้วยกราฟจากโปรแกรม MATLAB

ที่มา (The MathWorks, ม.ป.ป.-a)

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับและโครงสร้างภาษาที่ใช้กับ ARDUNIO

2.4.1 ข้อมูลเกี่ยวกับ ARDUNIO

Arduino มีรากศัพท์มาจากภาษาอิตาลีมีที่มาจากโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR แบบ Open Source ที่ได้รับการปรับปรุงมาจากโครงการพัฒนา Open Source ของ AVR อีกโครงการหนึ่งที่ชื่อว่า “Wiring” แต่เนื่องจากโครงการของ “Wiring” เลือกใช้ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีจำนวนของหน่วยความจำและ I/O ค่อนข้างมากและที่สำคัญ ATmega128 เป็นชิพที่มีตัวถังแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้เริ่มต้นในการสร้างบอร์ดและต่อวงจรขึ้นมาใช้งานกันเองและบอร์ดจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ซึ่งอาจดูว่าเกินความจำเป็นสำหรับผู้เริ่มต้นจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควรแต่หลังจากที่ทางทีมงาน Arduino นำ Source Code ของ “Wiring” มาพัฒนาปรับปรุงใหม่โดยให้สามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็กอย่าง Mega8 และ 168 ได้จึงทำให้ระบบวงจรของบอร์ดมีขนาดเล็กลงกว่า “Wiring” มากและยังใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น ทำให้ “Arduino” ได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานทั่วโลกเป็นอย่างมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว ("Arduino," ม.ป.ป.-b)

เนื่องจาก Arduino เป็นภาษาอิตาลีซึ่งมีสำเนียงการอ่านออกเสียงที่เป็นรูปแบบเฉพาะและยังไม่มีการกำหนดเป็นคำภาษาไทยขึ้นมาอย่างเป็นทางการถึงแม้ว่า Arduino จะเป็นที่รู้จักของคนไทยมาระยะเวลาหนึ่งแล้วก็ตามทีแต่ก็ยังไม่มีคำอ่านที่เป็นภาษาไทยอย่างเป็นทางการ ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดความสับสนจึงขอใช้การทับศัพท์ตามชื่อเรียกที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษเป็น Arduino (อวิรุธ วิชาเร็ว และ นครภักดีชาติ, 2537)

Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายในการเรียนรู้และใช้งานเนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่างๆ ขึ้นมาสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ง่ายไม่ซับซ้อนซึ่งถึงแม้ว่า Arduino เองจะมีรูปแบบการใช้งานคล้ายๆ กับกันไมโครคอนโทรเลอร์อย่าง Basic Stamp ของ Parallax, BX-24 ของ Netmedias และ Handy Board ของ MIT แต่ก็มีจุดเด่นกว่าของรายอื่นๆ หลายอย่างเป็นต้นว่า (อวิรุธ วิชาเร็ว และนคร ภักดีชาติ, 2537) ราคาไม่แพงเนื่องจากโค๊ดคำสั่งและมีวงจรแจกให้ฟรีสามารถต่อวงจรขึ้นมาใช้งานได้เอง โปรแกรมที่ใช้พัฒนาของ Arduino รองรับการทำงานทั้ง Windows, Linux และ Macintosh OSX มีรูปแบบคำสั่งที่ง่ายต่อการใช้งานแต่สามารถนำไปใช้งานจริงๆที่มีความซับซ้อนมากๆได้และยังสามารถสร้างคำสั่งและ Library ใหม่ๆขึ้นมาใช้งานเองได้เมื่อมีความชำนาญมากขึ้นแล้ว มีการเปิดเผยวงจรและโค๊ดคำสั่งทั้งหมดทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมได้

2.4.2 ความต้องการทั้ง HARDWARE และ SOFTWARE

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ AVR ขนาดเล็กเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ Input / Output ต่างๆได้มากมายทั้งในแบบที่เป็นการทำงานตัวเดียวอิสระหรือเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆเช่น คอมพิวเตอร์ PC ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากว่า Arduino สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Input / Output ต่างๆได้มากมายทั้งแบบ Digital และ Analog เช่นการรับค่าจากสวิตช์หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แบบต่างๆ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์ Output ต่างๆ ตั้งแต่ LED, หลอดไฟ, มอเตอร์, รีเลย์ ฯลฯ โดยระบบฮาร์ดแวร์ของ Arduino สามารถสร้างและประกอบขึ้นใช้งานได้เองในกรณีที่ผู้ใช้พอมีความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์อยู่บ้างหรือสามารถซื้อแผงวงจรสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายกันในราคาที่ไม่แพงสำหรับเรื่องของโปรแกรมที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนานั้นสามารถ Download มาใช้งานกันได้ฟรีโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ โดย Arduino มีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมและมีเอกสารข้อมูลรวมทั้งตัวอย่างต่างๆ ให้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเรียนรู้เป็นจำนวนมาก (โอภาส ศิริศรชิตถาวร, 2537) เนื่องจาก Arduino เป็นระบบการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open Source ซึ่งมีการตีพิมพ์เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องออกมาเผยแพร่ให้ได้รับรู้เป็นระยะๆ รวมทั้งการเปิดเผย Source Code และตัวอย่างต่างๆ ให้ผู้ใช้นำไปใช้งานหรือพัฒนาดัดแปลงต่อยอดได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายด้วยเหตุนี้จึงมีผู้คนทั่วไปให้ความสนใจและนำไปศึกษาทดลองใช้งานกันมากมายมีการนำไปดัดแปลงและสร้างเป็นโครงการแบบต่างๆ กันเป็นจำนวนมากจึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้เริ่มต้นที่สามารถนำเอาตัวอย่างและโครงการต่างๆ ที่คนอื่นทำไว้แล้วมาใช้อ้างอิงเป็นแนวทางในการศึกษาเรียนรู้ได้โดยง่ายและที่สำคัญคือฟรีไม่เสียค่าใช้จ่าย ("ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น," ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2-11 บอร์ด Arduino

ที่มา ("Arduino คืออะไร," ม.ป.ป.)

2.4.3 ภาษาที่ใช้กับ ARDUINO

โปรแกรมภาษาของ Arduino จะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่งที่มีโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) อื่นๆ เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อยเพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง เมื่อกล่าวถึงภาษาซีนั้นคิดว่าหลายคนคงเคยได้ยินชื่อของภาษาซีกันมาบ้างแล้วและบางคนอาจเคยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซีกันมาแล้วบางคนอาจกำลังศึกษาและใช้งานกันอยู่สำหรับภาษาซีที่มีการใช้งานกันอยู่ในแวดวงของไมโครคอนโทรลเลอร์ปัจจุบันนั้นจะมีอยู่มากมากหลายยี่ห้อทั้งแบบที่แจกจ่ายให้ใช้งานกันฟรีๆ และแบบเสียเงินซื้อด้วยระดับราคาต่างๆ กันไปอาจกล่าวได้ว่ามันมีมากจนนับกันไม่ถ้วนเลยทีเดียวมักมีคำถามประจำว่าถ้าคิดจะเริ่มต้นเขียนภาษาซีจะเลือกใช้งานภาษาซีตัวไหนดีภาษาซีแต่ละตัวมันแตกต่างกันอย่างไรคำถามเหล่านี้มักเกิดขึ้นเสมอกับผู้ที่กำลังคิดจะเริ่มต้นหรือแม้แต่คนที่เคยเรียนโปรแกรมภาษาซีมาบ้างแล้วแต่อยู่บนโลกของคอมพิวเตอร์เมื่อคิดจะเปลี่ยนหรือย้ายมาอยู่ในโลกของไมโครคอนโทรลเลอร์บ้างกลับเริ่มต้นไม่ถูกและไม่สามารถเขียนโปรแกรมใช้งานได้ทันทีทั้งๆ ที่การเขียนโปรแกรมก็ใช้ภาษาที่เรียกว่าภาษาซีเหมือนกัน ("การเขียนโปรแกรมภาษาซี," ม.ป.ป.)

โดยประวัติความเป็นมาของภาษาซีนั้นถูกบันทึกไว้ว่าภาษาซี (C Programming Language) นั้นถูกพัฒนาขึ้นมาในปีค.ศ. 1970 โดย Dennis Ritchie แห่ง Bell Laboratories ซึ่งในช่วงแรกๆ ภาษาซีถูกใช้งานเฉพาะแต่ในห้องปฏิบัติการของ Bellจนกระทั่งปี 1978 Brian Kerninghanกับ Dennis Ritchie จึงได้ออกหนังสือกำหนดมาตรฐานของภาษาซีออกมาเผยแพร่ข้อกำหนดนี้ถูกเรียกว่า K&R C ทำให้ภาษาซีเริ่มเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปกันมากขึ้นจนกระทั่งปี 1980 ภาษาซีก็ได้รับความนิยมมากขึ้นเป็นลำดับจนได้มีการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการแปลภาษาซี (C-Compiler) ออกมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายซึ่งสิ่งที่ทำให้ภาษาซีได้รับความนิยมในเวลาอันรวดเร็วก็เนื่องจากว่าภาษาซีมีความได้เปรียบและมีความอ่อนตัวในการใช้งานที่เหนือกว่าภาษาอื่นๆ คือภาษาซีสามารถนำไปใช้งานบนระบบฮาร์ดแวร์ที่มีความแตกต่างกันได้หลากหลายโดยผู้ใช้เพียงแต่เลือกใช้ตัวแปลคำสั่ง (C-Compiler) ให้ตรงกับระบบฮาร์ดแวร์ที่ใช้งานอยู่ส่วนเรื่องรูปแบบในการเขียนโปรแกรมจะเป็นมาตรฐานอันเดียวกันจนในบางครั้งอาจสามารถย้ายโปรแกรมจากระบบฮาร์ดแวร์หนึ่งไปใช้งานกับอีกระบบหนึ่งได้ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการศึกษาโปรแกรมใหม่ๆ ให้เสียเวลาเนื่องจากว่าภาษาซีเป็นภาษาที่มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายคือมีแต่ข้อกำหนดในการใช้งานหรือSyntax แต่ไม่มีฟังก์ชันสำเร็จรูป (Built-in Function) ใดๆ รวมอยู่ในตัวของภาษาด้วยโดยส่วนที่เป็นฟังก์ชั่นการใช้งานต่างๆเช่นการดำเนินการเกี่ยวกับ Input / Output การจองหน่วยความจำ (Memory Allocation) เป็นหน้าที่ของผู้ใช้ที่จะต้องสร้างขึ้นใช้งานเองหรือในบางครั้งก็อาจใช้วิธีการเรียกใช้ฟังก์ชั่นที่ผู้ผลิตตัวแปลคำสั่ง (C-Compiler) สร้างเตรียมไว้ให้ใช้งานในรูปแบบของ Library Function (วรพจน์ กรแก้ววัฒนากุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, 2555) ซึ่งคำสั่งหรือฟังก์ชั่นส่วนที่เป็น Library Function นี้เองที่เป็นสาเหตุทำให้ภาษาซีมีความแตกต่างกันเพียงแต่ว่าในบางครั้งผู้ใช้จะแบ่งแยกไม่ออกว่าอันไหนเป็นคำสั่งส่วนมาตรฐานของภาษาซีอันไหนเป็นส่วนที่สร้างขึ้นมาใหม่ด้วยเหตุที่ภาษาซีเป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นจึงทำให้มีผู้ผลิต Compiler ของภาษาซีเกิดขึ้นมามากมายทั้งแบบที่แจกจ่ายให้ใช้งานกันฟรีๆ และแบบที่จำหน่ายเพื่อการค้าสาเหตุของการแข่งขันกันนี้เองที่ทำให้เริ่มมีการเพิ่มเติมความสามารถและลูกเล่นต่างๆ ให้กับภาษาซีมากขึ้นเพื่อหวังดึงดูดใจผู้ซื้อและเป็นจุดขายทำให้ภาษาซีเริ่มมีความแตกต่างกันในแต่ละผู้ผลิตจนทำให้เหล่าผู้ใช้เกิดความสับสนกันเป็นอย่างมากดังนั้นทาง American National Standard Institute (ANSI) จึงได้ทำการตั้งข้อกำหนดมาตรฐานของภาษาซีขึ้นโดยเรียกกันว่า “ANSI-C” เพื่อใช้เป็นข้อบังคับและคงมาตรฐานของภาษาซีไว้ไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยทุกผู้ผลิตจะต้องสร้างตัวแปลภาษาให้มีคุณสมบัติการใช้งานขั้นพื้นฐานที่

เป็นสิ่งเดียวกันตามข้อกำหนดของ ANSI สำหรับส่วนของคำสั่งที่จะมีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นมาใช้งานใหม่นั้นให้เป็นสิทธิของผู้ผลิตแต่ละรายที่จะสร้างขึ้นมาใหม่แต่จะไม่ถือเอาส่วนคำสั่งที่มีการสร้างขึ้นมาเพิ่มเติมนั้นว่าเป็นส่วนของ ANSI-C ด้วยดังนั้นเมื่อจะใช้งานภาษาซีตัวใดก็ขอให้ผู้อ่านศึกษารายละเอียดทางด้านคุณสมบัติของตัวภาษานั้นๆ ด้วยว่ามีคุณสมบัติการใช้งานที่รองรับคำสั่งของ ANSI-C หรือไม่มีข้อยกเว้นอย่างไรบ้างและมีการสร้างคำสั่งหรือเพิ่มเติมความสามารถมากกว่า ANSI-C อย่างไรบ้างซึ่งถ้าโปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้นเลือกใช้เฉพาะคำสั่งที่เป็น ANSI-C ทั้งหมดจะทำให้สามารถย้าย Code โปรแกรมจากระบบฮาร์ดแวร์แบบหนึ่งเพื่อไปใช้งานกับอีกระบบฮาร์ดแวร์แบบหนึ่งได้ทันทีแต่ถ้าใน Code โปรแกรมนั้นมีการใช้คำสั่งที่นอกเหนือไปจากคำสั่งของ ANSI-C แล้วก็จะไม่สามารถใช้ได้ทันทีต้องมีการปรับแก้ Code กันใหม่เป็นบางส่วนหรือต้องสร้างคำสั่งบางส่วนขึ้นมาทดแทนจึงจะสามารถใช้งานได้ซึ่งส่วนของคำสั่งที่เป็น ภาษาซีตามมาตรฐานของ ANSI-C จะมี 32 คำสั่งคือ

Auto	break	Float	Case	Char	const	Continue
default	do	For	Double	else	enum	Extern
register	return	Goto	Short	signed	sizeof	Static
Struct	switch	If	typedef	union	unsigned	Void
Volatile	while	long	Int			

ภาพที่ 2-12 คำสั่งสงวนภาษาซี

ที่มา ("เปรียบเทียบ ภาษาซี กับ ภาษา Arduino," ม.ป.ป.)

คำสั่งทั้ง 32 คำสั่งนี้ไม่ว่าจะอยู่บน C-Compiler ตัวใดก็จะต้องมีข้อกำหนดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งที่เหมือนกันทั้งหมดยกเว้น C-Compiler ตัวนั้นไม่รองรับคำสั่งของ ANSI-C ทั้งหมดซึ่งส่วนนี้ต้องดูจากคุณสมบัติของภาษาซีทีจะใช้ (ความรู้เกี่ยวกับภาษา C/C++ และฟังก์ชั่นของ Arduino IDE, 2521) ดังนั้นในการศึกษาภาษาซีนั้นขอให้ศึกษาโครงสร้างข้อกำหนดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งที่เป็น ANSI-C ทั้ง 32 คำสั่งนี้ไว้ก่อนเป็นอันดับแรกซึ่งจะเป็นพื้นฐานและเป็นประโยชน์อย่างมากและยังสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้ไปใช้งานได้กับ C-Compiler ทุกยี่ห้อที่รองรับมาตรฐานของ ANSI-C ได้ทั้งหมดแล้วค่อยไปศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของลูกเล่นคำสั่งเพิ่มเติมและความความสามารถอื่นๆในส่วนที่แตกต่างกันของ C-Compiler สำหรับการเขียนโปรแกรมของ

Arduino นั้นจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่งที่มีโครงสร้างการทำงานของตัวภาษาโดยรวมคล้ายกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) ทั่วๆ ไปเพียงแต่ได้มีการปรับปรุงเพื่อลดความยุ่งยากในการใช้งานลงเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากกว่าเขียนภาษาซีแบบมาตรฐานโดยตรงซึ่งในความเป็นจริงแล้วในการเขียนโปรแกรมของ Arduino เราสามารถใช้คำสั่งต่างๆ ที่เป็นคำสั่งตามมาตรฐานของ ANSI-C เข้ามาใช้ในการเขียนโปรแกรมได้ทันทีโดยรูปแบบการเขียนโปรแกรมและการใช้งานคำสั่งต่างๆ นั้นสามารถอ้างอิงจากหนังสือตำราของภาษาซีมาตรฐาน ANSI-C ได้โดยตรง ซึ่งจะเขียนขึ้นโดยอ้างอิงข้อมูลบางส่วนมาจากข้อกำหนดต่างๆ ของภาษาซีตามข้อกำหนดของ ANSI-C ผสมรวมเข้ากับข้อกำหนดเฉพาะและรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนที่เป็น C++ ของ Arduino เนื่องจาก Arduino ได้ทำการปรับปรุงและดัดแปลงรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่ผิดเพี้ยนไปจากภาษาซีมาตรฐานซึ่งในบางส่วนก็เป็นส่วนที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาใหม่โดยเนื้อหาบางส่วนก็ได้ตัดต่อเรียบเรียงและแปลมาจากเค้าโครงของคู่มืออ้างอิงของ Arduino ที่เป็นภาษาอังกฤษโดยได้มีการสอดแทรกเนื้อหาอื่นๆ และตัวอย่างโปรแกรมต่างๆ เพิ่มเติมเข้าไปตามความเหมาะสมซึ่งจากการที่ผู้เขียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าทดลองและใช้งานภาษาซีของ Arduino มาในระยะเวลาหนึ่งพบว่าในความเป็นจริงแล้ว Arduino นั้นไม่ใช่ C-Compiler โดยตรงแต่ Arduino จะมีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกันกับ Text Editor ของภาษา C++ ตัวหนึ่งโดยจะทำงานร่วมกับ Utility บางส่วนที่ Arduino สร้างขึ้นมารองรับโดย Arduino จะใช้รูปแบบการทำงานของ Text Editor เป็นฉากหน้าในการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้เท่านั้นส่วนเบื้องหลังจริงๆ นั้น Arduino จะไปเรียกใช้ตัวแปลภาษาซีและ Utility อื่นๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR อีกทีหนึ่งโดย Arduino จะเลือกใช้ C-Compiler ของ “GNU AVR-GCC Toolchain” ร่วมกับ Library Function ของ “avr-libc” ส่วน Utility ที่ใช้ในการ Upload Code ให้กับ AVR นั้นก็จะใช้ของ “AVRDude” ดังนั้นผู้ที่เขียนภาษาซีของ AVR เป็นอยู่แล้วและต้องการประยุกต์ใช้งาน Arduino ให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานมากยิ่งขึ้นไปอีกก็สามารถศึกษาข้อกำหนดและหน้าที่ในการใช้งาน Library และคำสั่งอื่นๆ ที่บรรจุไว้ใน Library ต่างๆ ทั้งจากของ “GNU AVR-GCC Toolchain” และ “avr-libc” เพิ่มเติมอีกเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและประยุกต์ใช้งาน Arduino ในรูปแบบที่สลับซับซ้อนมากๆ ขึ้นไปได้อีก (" เปรียบเทียบ ภาษาซี กับ ภาษา Arduino," ม.ป.ป.)

ภาษาซีของ Arduino จะจัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็นส่วนย่อย หลายๆส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชั่นและเมื่อนำฟังก์ชั่นมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่าโปรแกรมโดยโครงสร้างการเขียนโปรแกรมของArduinoนั้นทุกๆโปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นจำนวนเท่าใดก็ได้แต่อย่างน้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชั่นจำนวน 2 ฟังก์ชั่นคือ Setup() และ Loop() ดังตัวอย่าง

```
#include <Servo.h> // สั่งผนวกไฟล์ชื่อ Servo.h เข้ามาใช้ในโปรแกรม
int Servo1 = 9; // กำหนดให้ Servo1 แทน Pin Digital-9
Servo myservo; // สร้าง Object ชื่อ myservo เพื่อควบคุม Servo
void setup()
{
myservo.attach(Servo1); // กำหนดให้ใช้ขา Digital-9 สร้างสัญญาณควบคุม Servo
}
void loop()
{
myservo.write(180); // กำหนดค่าตำแหน่งให้กับ Servo = 180 องศา
}
```

จะเห็นได้ว่าโครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับ Arduino นั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ header ในส่วนนี้จะมีหรือไม่มีก็ได้ถ้ามีต้องกำหนดไว้ในส่วนเริ่มต้นของโปรแกรมซึ่งส่วนของHeader ได้แก่ส่วนที่เป็น Compiler Directive ต่างๆรวมไปถึงส่วนของการประกาศตัวแปรและค่าคงที่ต่างๆที่จะใช้ในโปรแกรม setup() ในส่วนนี้เป็นฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรมถึงแม้ว่าในบางโปรแกรมจะไม่ต้องการใช้งานก็ยังจำเป็นต้องประกาศไว้ด้วยเสมอเพียงแต่ไม่ต้องเขียนคำสั่งใดๆ ไว้ในระหว่างวงเล็บปีกกาที่ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชั่นโดยฟังก์ชั่นนี้จะใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวตอนเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรกเท่านั้นซึ่งได้แก่คำสั่งเกี่ยวกับการ Setup ค่าการทำงานต่างๆ เช่นการกำหนดหน้าที่การใช้งานของ PinMode และการกำหนดค่า Baudrate สำหรับใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรมเป็นต้น loop() เป็นส่วนฟังก์ชั่นบังคับที่ต้องกำหนดให้มีในทุกๆ โปรแกรมเช่นเดียวกันกับฟังก์ชั่น setup( ) โดยฟังก์ชั่น loop( ) นี้จะใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำๆ กันไปไม่รู้จบซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับรูปแบบ

ของ ANSI-C ส่วนนี้ก็คือฟังก์ชั่น main( ) จะเห็นได้ส่วนแรกซึ่งถือเป็นส่วนเริ่มต้นของโปรแกรมซึ่งจะเรียกว่า Header โดยประกอบด้วยคำสั่ง #include ซึ่งเป็นคำสั่งพิเศษที่เรียกว่า Compiler Directive ซึ่งมันไม่ใช่คำสั่งสำหรับสั่งงานในโปรแกรมดังนั้นคำสั่งนี้จึงไม่ต้องมีเครื่องหมายเซมิโคลอนปิดท้ายคำสั่งเหมือนคำสั่งอื่นๆ โดย Compiler Directive จะใช้ทำหน้าที่สำหรับบอกให้ Compiler รับรู้เงื่อนไขในการแปลคำสั่งเท่านั้นซึ่งในกรณีคำสั่ง #include จะใช้สำหรับบอกให้ Compiler รับรู้ว่าในการแปลคำสั่งของโปรแกรมนี้มีไฟล์ภายนอกใดบ้างที่จำเป็นต้องใช้ร่วมในการแปลคำสั่งให้กับโปรแกรมนี้โดยจากตัวอย่างข้างต้นจะเป็นการบอกให้ Compiler ทำการผนวกไฟล์ชื่อ “Servo.h” เข้ามาใช้เพื่อเรียกใช้คำสั่งต่างๆ ที่บรรจุไว้เข้ามาใช้งานในโปรแกรมโดยใช้รูปแบบ **#include <header.h>** โดยเมื่อพบคำสั่ง #include ตัวแปลภาษาของArduinoจะไปค้นหาไฟล์ที่ระบุไว้ในเครื่องหมาย <> หลังคำสั่ง #include จากตำแหน่ง Directory ที่เก็บรวบรวม Library ของโปรแกรมArduinoไว้ซึ่งก็คือ “..\arduino-0012\hardware\libraries\” เช่นเมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมของArduino ไว้ที่ Directory ที่ชื่อว่า “c:\arduino-0012” ไฟล์ภายนอกที่เป็น Library Function และ Header ต่างๆ จะถูกรวบรวมเก็บไว้ที่ “c:\arduino-0012\hardware\libraries\” เมื่อโปรแกรมพบคำสั่ง #include โปรแกรมของ Arduino จะไปค้นหาไฟล์ต่างๆ จากตำแหน่งของ Directory ที่ชื่อ “c:\arduino-0012\hardware\libraries\” นั่นเองโดยส่วนของ Header จะนับรวมไปถึงคำสั่งส่วนที่ใช้ประกาศสร้างตัวแปร (Variable Declaration) และค่าคงที่ (Constant Declaration) รวมทั้งฟังก์ชั่นต่างๆ (Function Declaration) ด้วยซึ่งจากตัวอย่างได้แก่ส่วนที่เป็นคำสั่ง

int Servo1 = 9;

Servo myservo;

สำหรับส่วนที่มีความสำคัญและจำเป็นที่สุดของโปรแกรม Arduino ที่จำเป็นต้องมีและจะขาดไม่ได้ในการเขียนโปรแกรมของArduinoคือฟังก์ชั่น setup() และฟังก์ชั่น loop() ซึ่งฟังก์ชั่นทั้ง 2 ส่วนนี้มีรูปแบบโครงสร้างที่

เหมือนกันแต่ถูกกำหนดด้วยชื่อของฟังก์ชั่นเป็นการเฉพาะคือ setup() และ loop() โดย setup() จะเขียนไว้ก่อน loop() ซึ่งทั้ง 2 ฟังก์ชั่นนี้มีขอบเขตเริ่มต้นและสิ้นสุดอยู่ภายใต้

void setup()

หน้าที่ของฟังก์ชั่น setup() ใน Arduino คือใช้ทำหน้าที่เป็นส่วนของโปรแกรมย่อยสำหรับใช้บรรจุคำสั่งต่างๆ ที่ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของระบบหรือกำหนดคุณสมบัติการทำงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งคำสั่งทั้งหมดที่บรรจุไว้ภายใต้ฟังก์ชั่นของ setup() นี้จะถูกเรียกขึ้นมาทำงานเพียงรอบเดียวคือตอนเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม (หลังการรีเซ็ตให้ MCU เริ่มต้นทำงาน) เท่านั้นโดยคำสั่งที่นิยมบรรจุไว้ในฟังก์ชั่นส่วนนี้ได้แก่คำสั่งสำหรับกำหนดโหมดการทำงานของ Digital Pin หรือคำสั่งสำหรับกำหนดคุณสมบัติของพอร์ตสื่อสารอนุกรมเป็นต้น

void loop()

หน้าที่ของฟังก์ชั่น loop() ใน Arduino คือใช้ทำหน้าที่เป็นส่วนของโปรแกรมหลักสำหรับใช้บรรจุคำสั่งควบคุมการทำงานต่างๆ ของโปรแกรมที่ต้องการใช้โปรแกรมทำงานโดยคำสั่งที่บรรจุไว้ในฟังก์ชั่นนี้จะถูกเรียกขึ้นมาทำงานซ้ำๆ กันตามลำดับและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ข้อสังเกตุจะเห็นได้ว่าโปรแกรมนี้จะประกอบไปด้วยคำสั่งที่เขียนขึ้นเองส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งเป็นคำสั่งจากภายนอกที่มีการสร้างและเก็บรวบรวมเป็นไฟล์ในรูปแบบของ Library Function เก็บอยู่ภายนอกโปรแกรมเมื่อต้องการใช้งานก็สั่งผนวกไฟล์นั้นเข้ามาใช้งานในโปรแกรมจากนั้นก็สามารถเรียกใช้งานคำสั่งต่างๆ ที่สร้างเก็บไว้ในไฟล์นั้นได้ตามต้องการ (ประจิน พลังสันติกุล, 2558)

2.4.4 ตัวแปรและคำสงวนใน ARDUNIO

ตัวแปรหมายถึงกลุ่มของตัวอักษรตัวเลขและเครื่องหมายใดๆ ที่รวมกันเป็นชื่อเพื่อใช้กำหนดเป็นตัวแทนของค่าข้อมูลที่เราต้องการจะอ้างถึงในโปรแกรมทั้งนี้ก็เนื่องจากว่าในการทำงานของโปรแกรมจริงๆ นั้นจะใช้ค่าตัวเลขที่ผู้ใช้กำหนดให้มาทำการประมวลผลซึ่งในการเขียนโปรแกรมถ้าเราต้องเขียนโปรแกรมโดยกำหนดเป็นค่า

ตัวเลขให้กับโปรแกรมตรงๆ เลยก็จะทำให้โปรแกรมที่เราเขียนขึ้นเต็มไปด้วยค่าตัวเลขต่างๆ มากมายซึ่งยากต่อการอ่านยากต่อการทำความเข้าใจและยากต่อการตรวจสอบความถูกต้องและอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายด้วย ดังนั้นทุกภาษาจึงยอมให้มีการกำหนดชื่อขึ้นมาใช้งานแทนค่าตัวเลขเพื่อให้เขียนโปรแกรมได้สะดวกและง่ายต่อการอ่านทำความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้นซึ่งลักษณะของข้อมูลอาจมีทั้งแบบที่เป็นค่าซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Variable) หรืออาจเป็นแบบที่มีค่าคงที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (Constant) ในการประกาศใช้งานตัวแปรจำเป็นต้องประกาศชนิดของตัวแปรหรือบางครั้งอาจมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวแปรด้วยก็ได้การตั้งชื่อตัวแปรของ Arduino จะยึดหลักของ ANSI-C ทุกประการนั่นก็คือ ชื่อของตัวแปรต้องประกอบไปด้วยตัวอักษรตัวเลขและยอมให้ใช้เครื่องหมายพิเศษอีก 2 ตัวคือเครื่องหมาย Under Line (_) และ Dollar Sign ($) มาใช้ในการตั้งชื่อได้ โดยชื่อต้องเรียงติดทั้งหมดห้ามมีการเว้นวรรคและมีความยาวไม่เกิน 32 ตัวอักษร ชื่อของตัวแปรที่กำหนดจะใช้เฉพาะตัวอักษรทั้งหมดหรือตัวอักษรผสมกับตัวเลขหรืออาจผสมกับเครื่องหมาย _ และ $ ด้วยก็ได้แต่ต้องเริ่มต้นชื่อด้วยตัวอักษรเป็นลำดับแรกเสมอห้ามตั้งชื่อ โดยเริ่มต้นด้วยตัวเลขหรือเครื่องหมาย ชื่อของตัวแปรต้องกำหนดด้วยตัวอักษรที่เป็นตัวอักษรพิมพ์เล็กเท่านั้นและในภาษาซีจะถือว่าตัวอักษรที่เป็นตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และตัวอักษรพิมพ์เล็กมีความหมายต่างกันเช่น “LED” และ “led” และ “Led” ภาษาซีจะถือว่าเป็นคนละชื่อกัน ในการตั้งชื่อตัวแปรห้ามนำคำสงวน (Reserve Word) มาใช้ตั้งชื่อซึ่งคำสงวนได้แก่ชื่อคำสั่งและชื่อ Internal Function ต่างๆ ที่สร้างไว้แล้วในตัวภาษา กฤษดา ใจเย็น), 2521)

คำสงวนต่าง ๆ ของ Ardunio ในโปรแกรมภาษาซีของ Arduino นั้นจะมีประโยคหรือคำสั่งที่กำหนดขึ้นมาใช้งานไว้แล้วจำนวนหนึ่งเมื่อผู้ใช้ต้องการจะประกาศสร้างตัวแปรหรือสร้างคำสั่งหรือฟังก์ชั่นต่างๆ ขึ้นมาใช้งานเองก็ต้องไม่ตั้งชื่อให้ซ้ำกับชื่อของคำสั่งที่มีอยู่แล้วของ Arduino อีกซึ่งคำสั่งที่ Arduino กำหนดขึ้นเพื่อใช้งานเป็นการเฉพาะไว้แล้วนั้นจะถือเป็นคำสงวนที่ห้ามไม่ให้ผู้ใช้ทำการประกาศขึ้นมาใช้งานใหม่อีกเพราะจะไปซ้ำกับคำสั่งเดิมที่มีอยู่แล้วนั่นเองซึ่งคำสงวนของ Arduino ("ตัวแปรชนิดข้อมูล," ม.ป.ป.)

คำสงวนที่เป็น Constant ของ Arduino

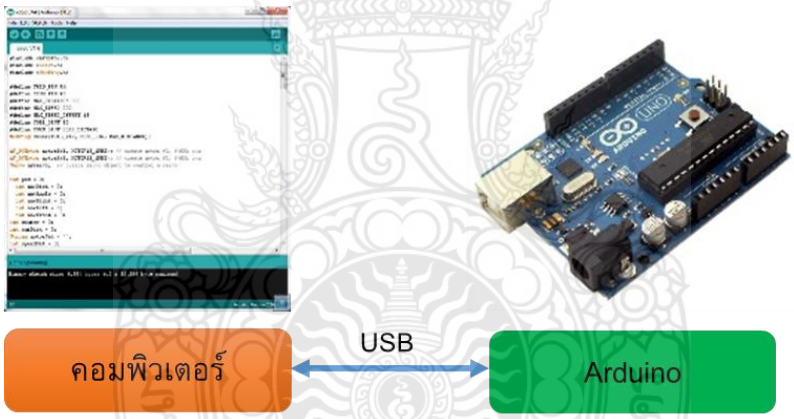
HIGH	LOW	INPUT	OUTPUT	SERIAL	DISPLAY	PI	HALF_PI
TWO_PI	LSBFIRST	MSBFIRST	CHANGE	FALLING	RISING	false	true
null							

ภาพที่ 2-13 คำสงวนที่เป็น Constant ของ Arduino

ที่มา (เอกชัย มะการ, 2552)

2.4.5 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน ARDUINO

การเขียนโปรแกรมบน Ardunio ใช้โปรแกรมที่มีชื่อว่า “Ardunio IDE” ในการเขียนชุดคำสั่งซึ่งสามารถใช้ร่วมกับหลายระบบปฏิบัติการเช่น Windows และ Mac OX

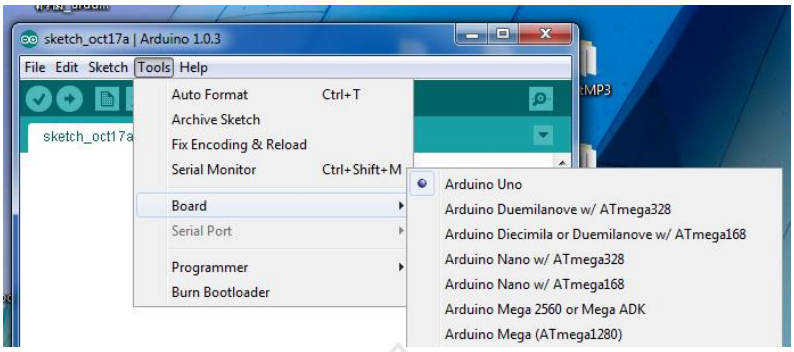


ภาพที่ 2-14 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE และ ตัว Arduino

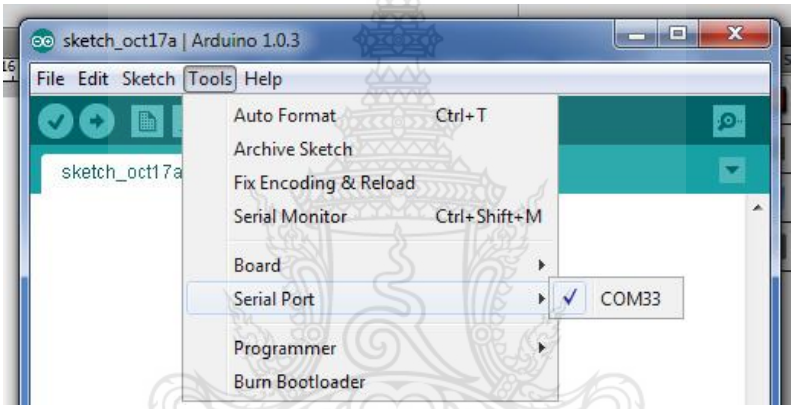
ที่มา ("Arduino," ม.ป.ป.-a)

ซึ่งมีขั้นตอนการลงโปรแกรมดังต่อไปนี้

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software
2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

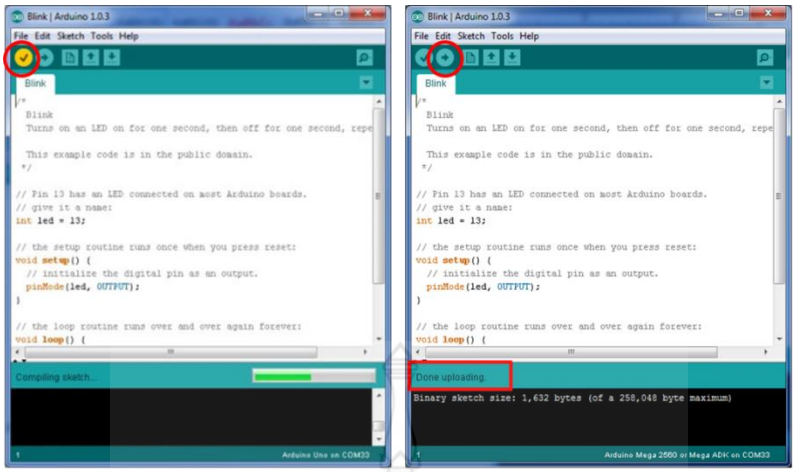


ภาพที่ 2-15 รุ่นบอร์ Arduino ที่ต้องการ upload



ภาพที่ 2-16 หมายเลข Comport ของบอร์ด

3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



ภาพที่ 2-17 การ Verify เพื่อตรวจสอบและ Compile

ที่มา ("โปรแกรม ArduinoIDE,," ม.ป.ป.)

2.5 โปรแกรม ARDUINO IDE

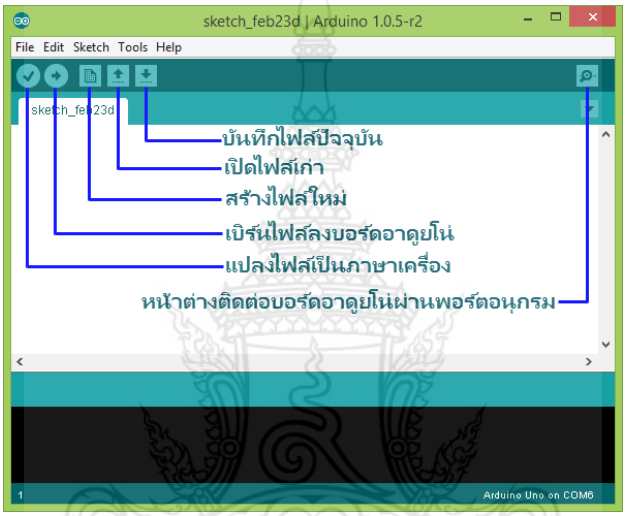
Arduino เป็นโปรแกรมที่ไม่มีค่าใช้จ่ายทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของบอร์ดอาดูยโน่จึงมีเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมมาให้ใช้กันฟรีๆ*แบบไม่ต้องซื้อหาเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมนี้คือ ArduinoIDE (Arduino integrated development environment (IDE)

ภาพที่ 2-18 โปรแกรม Arduino IDE

เลือกดาวน์โหลดไฟล์ให้เหมาะสมกับระบบปฏิบัติการณ์ที่ใช้งานซึ่งมีให้เลือก 3 ระบบได้แก่

1. Windows Installer, Windows (ZIP file)
2. Mac OS X
3. Linux: 32 bit, 64 bit

สำหรับผู้ที่ใช้ระบบปฏิบัติการวินโดว์สามารถเลือกดาวน์โหลดได้สองแบบคือ แบบที่เป็นไฟล์ติดตั้งและแบบที่เป็นไฟล์บีบอัด(เวลาใช้งานไม่ต้องติดตั้ง) ในที่นี้จะขอแนะนำไฟล์ที่ไม่ต้องติดตั้งวิธีการคือดาวน์โหลดแล้วทำการแตกไฟล์หลังจากนั้นนำไปวางไว้ในไดร์ฟ C หน้าตาของโปรแกรมและไอคอนที่ใช้งานบ่อยดังรูป

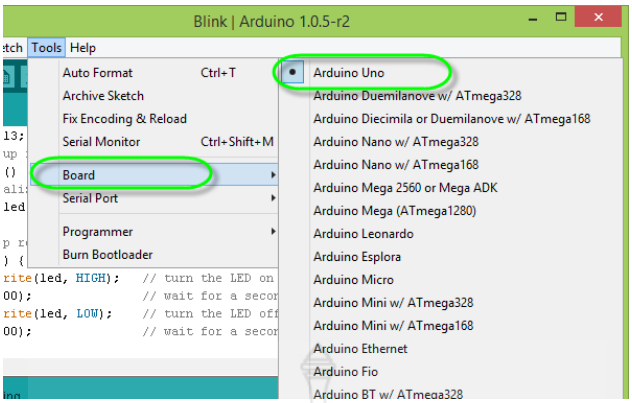


ภาพที่ 2-19 ไอคอนการทำงานของโปรแกรม Arduino IDE

ที่มา (Arduitronics, 2558)

การเขียนโปรแกรมจะต้องตั้งค่าใช้งานเพื่อสอดคล้องกับบอร์ดที่นำมาใช้งานซึ่งได้แก่

1. ตั้งค่ารุ่นของบอร์ดอาดูโน่ หากตั้งค่าเพื่อทดลองเขียนโปรแกรมแล้วใช้วิธีจำลองการทำงานเซตเพียงเท่านี้

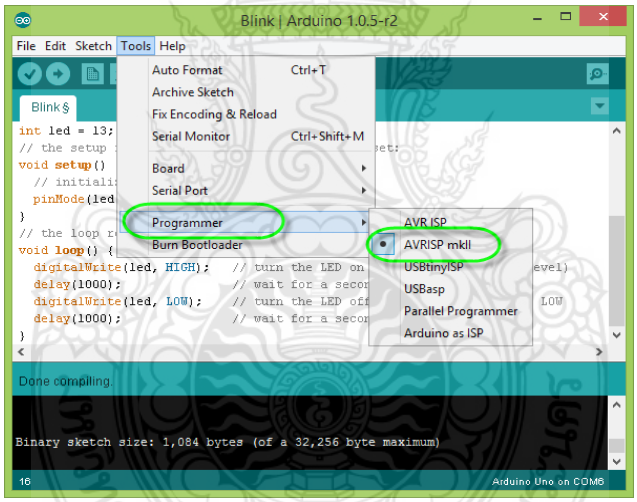


ภาพที่ 2-20 บอร์ดที่เชื่อมต่อกับโปรแกรม

ที่มา (Arduitronics, 2558)

2. ตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อกับบอร์ด (จำเป็นต้องเซตเมื่อมีการเชื่อมต่อกับบอร์ดจริง)

3. เลือกชนิดของการโปรแกรม



ภาพที่ 2-21 ชนิดของโปรแกรมที่ต่อกับอุปกรณ์

ที่มา (Arduitronics, 2558)

การใช้งานArduino IDE มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งค่าบอร์ดให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน

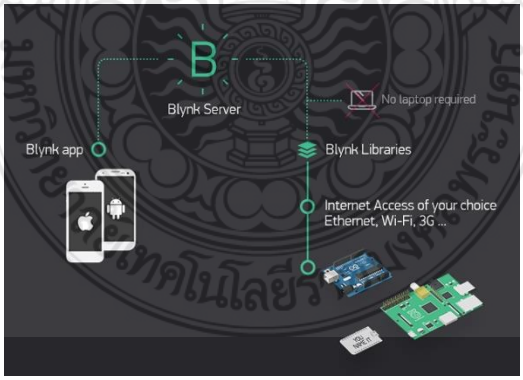
2. ตั้งค่าพอร์ตเชื่อมต่อกับบอร์ด (กรณีต่อบอร์ดจริง)

3. ตั้งค่าชนิดการโปรแกรม (กรณีต่อบอร์ดจริง)

4. เขียนโปรแกรม
5. คลิกปุ่มแปลงไฟล์เป็นภาษาเครื่อง
6. คลิกปุ่มเบิร์นไฟล์ลงบอร์ด (ประภาส สุวรรณเพชร, 2557)

2.5.1 การใช้งาน NODE MCU เป็น WEB SERVER ด้วยโปรแกรม BLYNK

Web Server คือ Server ที่ให้บริการเว็บไซต์แก่ Client ที่เข้ามาเรียกขอหน้าเว็บโดยใช้ Hypertext Transfer Protocol (HTTP) หากมองรูปแบบการทำงานของ Web Server แบบง่ายๆ Web Server ก็คือ TCP Server ที่เปิด Port 80 เอาไว้เพื่อคอยทำหน้าที่รอรับ การร้องขอข้อมูลจาก Client ซึ่งในที่นี้คือ Web browser โดยใช้ Protocol แบบ HTTP เมื่อ Web Server ได้รับการร้องขอก็จะส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอกลับไปยัง Client เพื่อนำไปแสดงผล ยกตัวอย่างการนำ Web Server กับการใช้งาน Node MCU ร่วมกับ Application Blynk และ IoT ที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ Device ของเราเข้ากับ internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino , ESP8266 , Rasberry pi หรือแม้แต่อื่นๆ ที่รวมเอา Widget ต่างๆมาควบคุมแทนการเขียน Code ยากๆ ไม่เพียงเท่านั้น ทางเลือกในการเชื่อมต่อเข้ากับ Blynk server เรายังสามารถใช้ได้ทั้ง WiFi และเครือข่ายมือถือ โดยสามารถ Download Application นี้ได้ฟรีทั้งระบบ IOS และ Android



ภาพที่ 2-22 โครงสร้างหลักของ Application Blynk

ที่มา มณเฑียร นาคแก้ว (2559)

Blynk เป็นแอพพลิเคชั่นที่มีแพลตฟอร์มที่จะช่วยให้สามารถสร้างระบบ IoT สำหรับงานทั่วๆ ไปได้ง่ายกว่าเดิม จากเครื่องมือที่ Blynk ได้เตรียมไว้ให้ ส่วนในการทำงานประกอบกันเป็นระบบ IoT ของ Blynk และมีโครงสร้างหลักประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ สมาร์ทโฟน, เซิร์ฟเวอร์ของ Blynk และส่วนของฮาร์ดแวร์ของระบบสมองกลฝังตัว ระบบสมองกลฝังตัวเป็นส่วนที่สร้างเองได้ หรือถ้าต้องการความสะดวกรวดเร็วสามารถใช้ โอเพนซอร์สฮาร์ดแวร์ (Open-Source Hardware) ได้เช่นกัน โดยในเวลานี้ Blynk สามารถใช้งานได้กับฮาร์ดแวร์ตระกูลหลักๆ ได้แก่ Arduino, Rasberry Pi, Beaglebone, ESP8266, Electric Imp, Spark Core เป็นต้นและยังมีการพัฒนาเพื่อรองรับฮาร์ดแวร์รุ่นใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา

2.6 แอพพลิเคชั่น LINE และ LINE NOTIFY

โปรแกรมไลน์ (LINE) เป็นรูปแบบการสื่อสารบนความสร้างสรรค์ของสมาร์ทโฟน : ข้อดีและข้อจำกัดของแอปพลิเคชัน LINE - Communicating format on the creativity ofSmartphone: Benefits and limits of application ไลน์เป็นรูปแบบของโปรแกรมสนทนาบนสมาร์ทโฟนที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นช่องทางหนึ่งในการสื่อสารความแตกต่างอย่างสร้างสรรค์ที่ทำให้ไลน์โดดเด่นคือ*“รูปแบบของสติกเกอร์”*รวมทั้งคุณลักษณะเฉพาะในด้านต่างๆ ได้แก่ การสนทนาด้วยเสียงการสื่อสารแบบกลุ่มการสร้างไทม์ไลน์และการเล่นเกมเป็นต้นด้วยคุณลักษณะดังกล่าวนั้นจึงทำให้ไลน์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งกับผู้ใช้ทั่วไปและเจ้าของสินค้าและบริการที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นช่องทางในการเข้าถึงผู้บริโภคไลน์หมายถึงแอปพลิเคชันสำหรับการสนทนาบนอุปกรณ์การสื่อสารรูปแบบต่างๆ*เช่น*สมาร์ทโฟนคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ต (Tablet) ผู้ใช้สามารถสื่อสารด้วยการพิมพ์ข้อความจากอุปกรณ์การสื่อสารเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่งไลน์ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถหลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายๆ ด้านจุดเด่นที่ทำให้ไลน์แตกต่างกับแอปพลิเคชันสำหรับการสนทนารูปแบบอื่นๆ คือรูปแบบของ “สติกเกอร์” (Sticker) ที่แสดงอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้ที่หลากหลายเช่นสติกเกอร์แสดงความรู้สึกขั้นพื้นฐานสติกเกอร์ตามเทศกาลและวันสำคัญสติกเกอร์ของตราสินค้าต่างๆ และสติกเกอร์การ์ตูนที่มีชื่อเสียงเป็นต้นอย่างไรก็ตามไลน์ยังคงเป็นแอปพลิเคชันใหม่ในอุตสาหกรรมสมาร์ทโฟนที่เพิ่งเปิดให้บริการตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมาถึงแม้ว่าจะมีจำนวนสมาชิกสูงและเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่มิอาจเป็นตัวชี้วัดที่แน่นอนเสมอไปว่าความนิยมของสมาชิกจะ

ไม่ลดลงทั้งนี้เพราะไลน์มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดเหมือนแอปพลิเคชันทั่วไปที่ต้องการการพัฒนาให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้ซึ่งบทความฉบับนี้ได้อธิบายถึงจุดกำเนิดของไลน์การเชื่อมต่อของไลน์กับสมาชิกอื่นและลักษณะของไลน์รวมถึงบทวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของแอปพลิเคชันไลน์เพื่อให้สมาชิกไลน์สามารถใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชันได้อย่างเหมาะสมและหลีกเหลี่ยงข้อจำกัดที่อาจจะเกิดขึ้นขณะใช้งาน ("LINE@ คืออะไร เล่นยังไง มันเอาไว้ใช้ทำอะไร มาทำความรู้จักกัน," 2558)

2.6.1 แอพพลิเคชั่น LINE

ไลน์เป็นรูปแบบของโปรแกรมสนทนาบนสมาร์ทโฟนที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นช่องทางหนึ่งในการสื่อสารความแตกต่างอย่างสร้างสรรค์ที่ทำให้ไลน์โดดเด่นคือ “รูปแบบของสติกเกอร์” รวมทั้งคุณลักษณะเฉพาะในด้านต่างๆ ได้แก่ การสนทนาด้วยเสียงการสื่อสารแบบกลุ่มการสร้างไทม์ไลน์และการเล่นเกมเป็นต้นด้วยคุณลักษณะดังกล่าวนั้นจึงทำให้ไลน์ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากทั้งกับผู้ใช้ทั่วไปและเจ้าของสินค้าและบริการที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นช่องทางในการเข้าถึงผู้บริโภคไลน์หมายถึงแอปพลิเคชันสำหรับการสนทนาบนอุปกรณ์การสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์และแท็บเล็ต ผู้ใช้สามารถสื่อสารด้วยการพิมพ์ข้อความจากอุปกรณ์การสื่อสารเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่งไลน์ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถหลากหลายเพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้หลายๆ ด้านจุดเด่นที่ทำให้ไลน์แตกต่างกับแอปพลิเคชันสำหรับการสนทนารูปแบบอื่นๆ คือรูปแบบของ “สติกเกอร์” (Sticker) ที่แสดงอารมณ์และความรู้สึกของผู้ใช้ที่หลากหลายเช่นสติกเกอร์แสดงความรู้สึกขั้นพื้นฐานสติกเกอร์ตามเทศกาลและวันสำคัญสติกเกอร์ของตราสินค้าต่างๆ และสติกเกอร์การ์ตูนที่มีชื่อเสียงเป็นต้นอย่างไรก็ตามไลน์ยังคงเป็นแอปพลิเคชันใหม่ในอุตสาหกรรมสมาร์ทโฟนที่เพิ่งเปิดให้บริการตั้งแต่ปี 2554 เป็นต้นมาถึงแม้ว่าจะมีจำนวนสมาชิกสูงและเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่องแต่มิอาจเป็นตัวชี้วัดที่แน่นอนเสมอไปว่าความนิยมของสมาชิกจะไม่ลดลงทั้งนี้เพราะไลน์มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดเหมือนแอปพลิเคชันทั่วไปที่ต้องการการพัฒนาให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้ซึ่งบทความฉบับนี้ได้อธิบายถึงจุดกำเนิดของไลน์การเชื่อมต่อของไลน์กับสมาชิกอื่นและลักษณะของไลน์รวมถึงบทวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของแอปพลิเคชันไลน์เพื่อให้สมาชิกไลน์สามารถใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชันได้อย่างเหมาะสมและหลีกเหลี่ยงข้อจำกัดที่อาจจะเกิดขึ้นขณะใช้งาน

ภาพที่ 2-23 โลโก้App-Line

2.6.2 แอพพลิเคชั่นเสริม Line Notify

LINE Notify เป็นบริการของทาง LINE เป็นบริการและช่องทางที่ถูกต้อง ท่านสามารถส่งความ การแจ้งเตือนต่าง ๆ ไปยังแอคเค้าของท่านเองได้ ผ่านการใช้ API ซึ่งเรียกผ่าน HTTP POST แบบง่ายๆ ข้อจำกัดของ LINE Notify คือ สามารถส่งแจ้งเตือนได้เฉพาะผู้ที่ขอใช้ หรือกลุ่มที่ผู้ขอใช้เป็นสมาชิกเท่านั้น ไม่สามารถส่งข้อความเข้าห้องสนทนาของเพื่อนๆ ได้ หากต้องการให้สามารถส่งข้อความหาใครก็ได้ ท่านต้องใช้ LINE Bot API แทน

เพิ่มLINE Notify เป็นเพื่อน

ก่อนที่จะใช้งาน API และส่งการแจ้งเตือนท่านต้องเพิ่ม LINE Notify เป็นเพื่อนก่อนโดยสแกน QR Code

การขอ Access Token

ในการใช้งาน API ในทุก ๆ บริการ จะมีสิ่งที่เรียกว่า Access Token ไว้สำหรับเป็นรหัสที่ใช้ตอนจะเข้าใช้งาน API โดยรหัสนี้จะเป็นข้อความแทนอีเมล์ และพาสเวิดของเรา ดังนั้นหาก Access Token ถูกเปิดเผย เรายังสามารถใช้งานแอ๊กเค้าได้ปกติ (แต่หากรู้ตัวว่า Access Token ถูกเปิดเผย ควรยกเลิก แล้วขอ Access Token ใหม่ทันที) เข้าไปที่หน้าเว็บ https://notify-bot.line.me/my/ จากนั้นระบบจะให้เราล็อกอินด้วยแอ๊คเค้า LINE โดยกรอกอีเมล์และรหัสผ่านที่ได้ตั้งไว้ลงไป

ภาพที่ 2-24 หน้าต่างล็อกอิน App Line

เมื่อลงทะเบียนเพื่อใช้โปรแกรมแล้วให้เลื่อนลงมาด้านล่าง จะพบ ออก Access Token (สำหรับผู้พัฒนา) ให้กดปุ่ม ออก Token โดยข้อความที่ขึ้นจะปรากฏในรูปแบบ [ชื่อ Token]: [ข้อความ] โดยสามารถเลือกได้ว่าจะส่งข้อความเข้าไปในกลุ่มใดหรือส่งให้ตัวเอง เมื่อกรอกครบแล้ว ให้กดปุ่ม ออก Token เมื่อกดปุ่มแล้ว ออก token แล้วจะได้รหัส token ซึ่งจะนำมาใช้ในขั้นตอนพัฒนาโปรแกรม

ภาพที่ 2-25 หน้าต่างเพื่อออก Token

ที่มา ArduinoAll (2560)

3. *วิธีดำเนินการวิจัย*

ประชากรคือ นักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักศึกษาที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 4 ที่สนใจทางด้านเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัยและมีความรู้พอเพียงในการพัฒนาโครงการสารสนเทศ มีจำนวนทั้งสิ้น 5 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 17 คน

3.1 สมมติฐานในการวิจัย

สมมติฐาน 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

สมมติฐาน 2 นักศึกษาสามารถพัฒนาโครงการสารสนเทศด้านเทคโนโลยี IoT ได้หลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา

สมมติฐาน 3 นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ใช้เครื่องมือในการศึกษาวิจัย ประกอบด้วย

1. หน่วยการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจำนวน 17 หน่วย ซึ่งดำเนินการสอนโดยมีนายธนากร อินทสุทธิ์ และดร.รัตนาวลี ไม้สักเป็นอาจารย์ผู้สอน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3-1 หน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็ม

ที่	เรื่อง	STEM			
		วิทยาศาสตร์ (Science)	**เทคโนโลยี (Technology)**	**วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)**	**คณิตศาสตร์ (Mathematics)**
1.	เทคโนโลยี Internet of Things เบื้องต้น	-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น -ฟิวส์)fuse) -ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า กฎของโอมห์- -กฎการอนุรักษ์พลังงาน	เทคโนโล- สารสนเทศ -สัญญาณอนาลอก/ดิจิตอล อินเทอร์เน็ต- ระบบคลาวด์- เซ็นเซอร์- -IoT	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ร้อยละ- -การวัด -พื้นฐานทางเรขาคณิต แผนภูมิและ- ตาราง -พื้นที่ -สถิติและข้อมูล การคำนวณหา- ค่าไฟฟ้า การคำนวณหา- พื้นที่
2.	การประยุกต์ใช้ ESPเพื่อเชื่อมต่อ 8266 อินเทอร์เน็ต				
3.	Arduino เบื้องต้น				
4.	ตั้งค่าและติดตั้ง IDE สำหรับ Ardunio				
5.	วงจรไฟฟ้าดิจิทัล/เบื้องต้น				
6.	การเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับ Ardunio				
7.	การแสดงผลบน LCD , OLED display				

8.	การใช้งาน Servo motor/Motor	การถ่ายโอน-ความร้อน สารและสมบัติ-ของสาร อุณหภูมิ-แสง- ตารางค่าความ-จริง			
9.	การเขียนโปรแกรมรับค่าปุ่มจาก Key-pad				
10	การใช้งานกับเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ				
11	การงานร่วมกับ Relay switch				
12	การแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือและLINE				
13	การเชื่อมต่อ Cloud IoT Provider ผ่าน www.thingspeak.com				
14	การเขียนโปแกรม IoT บนคลาวด์				
15	การใช้ Node MCU ผ่านแอพพิเคชั่น Blynk				
16	ตัวอย่างเทคโนโลยี IoT เพื่อการประยุกต์ใช้				
17	ตัวอย่างเทคโนโลยี IoT เพื่อการประยุกต์ใช้(ต่อ)				

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจำนวนมีลักษณะเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ประเภท 4 ตัวเลือก โดยแบ่งเป็นฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ฉบับละ 25 ข้อ ข้อสอบแต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ซึ่งเป็นจำนวนครั้งในการสอบเป็น หน่วยที่ 1-8 จำนวน 1 ครั้ง และ หน่วยที่ 9-17 จำนวน 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้นจำนวน 2 ครั้ง
3. หัวข้อโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT จำนวน 1 ชิ้นงาน/กลุ่ม รวมทั้งสิ้นจำนวน 5 โครงการ โดยใช้การประเมินโครงการด้วยการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment)
4. แบบวัดเจคคติต่อการพัฒนาโครงการฯ หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการวัดด้านความคิดที่มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับและคำถามปลายเปิด โดยสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบต่างๆ ของการเรียนการสอน มีคะแนนเต็ม 5 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

1.00-1.50	คะแนน	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.51-2.50	คะแนน	ไม่เห็นด้วย
2.51-3.50	คะแนน	ปานกลาง
3.51-4.50	คะแนน	เห็นด้วย
4.51-5.00	คะแนน	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.3 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

<u>ส่วนที่หนึ่ง</u> แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกี่ยวกับเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT และสะเต็มศึกษา
2. สร้างแบบทดสอบ

3. นำแบบทดสอบที่ได้เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยคัดเลือกไว้เฉพาะข้อที่มีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5 รวมทั้งนำข้อมลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขข้อความในแบบทดสอบ
4. นำแบบทดสอบที่ตรวจสอบและแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน
5. ปรับปรุงแบบทดสอบให้พร้อมใช้งาน
6. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบ
7. นำข้อมูลคะแนนของนักศึกษาที่ได้ไปประมวลผล
8. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้

<u>ส่วนที่สอง</u> โครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT และประเมินผลด้วยการประเมินตามสภาพจริง นักศึกษาได้รับโจทย์จากผู้วิจัยในการจัดทำโครงการฯ ด้วย STEM ดังนี้

- โครงการจะต้องสามารถลดปัญหาหรือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
- โครงการจะต้องพัฒนาด้วยเทคโนโลยี IoT และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- โครงการจะต้องแสดงถึงบริบทของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับทาง STEM
- โครงการจะต้องทดสอบและสามารถใช้ได้จริง
- โครงการจะต้องแสดงออกถึงกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ในส่วนของการประเมินโครงการที่นักศึกษาจัดทำ ผู้วิจัยได้ประเมินโครงการด้วยการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยทำการประเมินกระบวนการและผลผลิต (Process and Product) โดยได้ดัดแปลงแบบประเมินโครงการของนักศึกษาด้วยการประเมินตามสภาพจริงซึ่งมีผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนอย่างน้อย 3 คนในการประเมินแต่ละโครงการ

<u>ส่วนที่สาม</u> แบบทดสอบเจคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT

1. ศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT และสะเต็มศึกษา

2. สร้างแบบวัดเจตคติต่อหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้สะเต็มศึกษาโดยใช้แบบมาตรวัด Likert มีระดับความคิดเห็นให้เลือก 5 ระดับจำนวน 20 ข้อ โดยมีข้อความทั้งด้านบวกและด้านลบ
3. นำแบบวัดเจตคติที่ได้เสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในข้อความ และตรวจเชิงเนื้อหา จากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยคัดเลือกไว้เฉพาะข้อที่มีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5 รวมทั้งนำข้อมลที่รวบรวมได้จากข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขข้อความในแบบวัด
4. นำแบบวัดเจตคติที่ตรวจสอบและแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน
5. ปรับปรุงแบบทดสอบเจตคติให้พร้อมใช้งาน
6. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบเจคติหลังจากเสร็จสิ้นการทำโครงการ
7. นำข้อมูลคะแนนของนักศึกษาที่ได้ไปประมวลผล
8. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้

3.4 การวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา

ศึกษาโดยใช้สถิติในการหา ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าเฉลี่ย (Mean :) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) รวมทั้งการหาผลต่างของคะแนนเพื่อหาความก้าวหน้าในการเรียนของนักศึกษาเป็นรายบุคคล

โดยใช้สูตร ดังนี้

1. การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) (ปราณี หลำเบ็ญสะ, 2559) เป็นการหาค่าความเที่ยงตรงโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลว่าคำถามหรือข้อสอบนั้น ๆ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

แล้วนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตร Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ ∑R คือ ผลรวมของคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคาถามข้อนั้นใช้ได้

2. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2531a, หน้า 73)

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum x$ คือ ผลบวกของข้อมูลทุกค่า

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2531a, หน้า 79)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$\sum x^2$ แทน ผลบวกกำลังสองของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียน

n แทน จำนวนผู้เรียน

4. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ก่อนเรียน - หลังเรียน ใช้สถิติ Paired Samples T-Test มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน การแจกแจงแบบที

D แทน ความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียน

3.4.2 การประเมินโครงการด้วยการประเมินตามสภาพจริง

ในส่วนของการประเมินโครงการที่นักศึกษาจัดทำขึ้นได้ ผู้วิจัยได้ประเมินโครงการด้วยการประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) โดยทำการประเมินกระบวนการและผลผลิต (Process and Product) โดยได้ดัดแปลงแบบประเมินโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ด้วยการประเมินตามสภาพจริงจากแบบประเมินโครงการของนักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งในการประเมินนักศึกษานั้นจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อย 3 คนในการประเมินแต่ละโครงการ ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

1. ดร.สุจิรา ไชยกุสินธุ์
2. อ.พรคิด อั้นขาว
3. อ.เกียรติศักดิ์ ลาภพาณิชยกุล

ทั้งสามคนเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เอกสารที่ 1 ใช้ในการประเมินการคัดลอกผลงานของนักศึกษา

ชื่อโครงการ _____

รายละเอียดของนักศึกษา

1. ชื่อ-นามสกุล _____
2. ชื่อ-นามสกุล _____
3. ชื่อ-นามสกุล _____
4. ชื่อ-นามสกุล _____

นักศึกษาสามารถแสดงให้เห็นว่าโครงการดังกล่าวนักศึกษาเป็นผู้จัดทำขึ้นเองและไม่มีการคัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์หรือสิทธิทางปัญญาของผู้อื่น

☐ สามารถแสดงว่าโครงการดังกล่าวจัดทำขึ้นเอง

☐ ไม่แน่ใจ

☐ ไม่สามารถแสดงว่าโครงการดังกล่าวเป็นผู้จัดทำขึ้นเอง

เหตุผล /ข้อคิดเห็น /หลักฐาน

_____

_____

ลงชื่อ_____

ผู้ทรงคุณวุฒิ (_____)

วันที่/เดือน/ปี _____

เอกสารที่ 2 แบบประเมินคุณภาพโครงงานนักศึกษา

ชื่อโครงการ _____

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ลงในช่องระดับคะแนนขวามือ

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
1. ด้านการนำเสนอ	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1.1 การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เอกสารประกอบ			
1.2 รูปแบบการนำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ ความสวยงาม และความน่าสนใจ			
1.3 การควบคุมเวลา การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และความร่วมมือในกลุ่ม			
1.4 ความสามารถในการนำเสนอของผู้นำเสนอและบุคคลิกภาพ			
1.5 ความเข้าใจ ความสามารถในการตอบข้อซักถาม			
2. ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
2.1 ความเข้าใจในระบบงาน/โครงงาน			
2.2 วิเคราะห์งาน/ระบบงาน ความถูกต้องครบถ้วน สมบูรณ์			
2.3 การออกแบบระบบ หรืองานต่างๆ มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์			

2.4 การออกแบบ User Interface ได้เหมาะสม ใช้ง่าย สวยงาม			
3. ด้านการพัฒนาระบบ	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
3.1 ด้านความสมบูรณ์ของงาน: การบรรลุวัตถุประสงค์ การทำงานได้ตามขอบเขต สามารถทำงานได้ครบถ้วน และนำไปใช้งานได้จริง			
3.2 แสดงให้เห็นการทดสอบการใช้งานในสภาพความจริง โดยผ่านการซักถามของกรรมการหรือแสดงการแก้ไขได้ตามข้อความเห็นของกรรมการ			
3.3 มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบ และการใช้งานระบบ			
3.4 ด้านเนื้อหา รายงานครบถ้วน ถูกต้องสมบูรณ์			
คะแนนรวม			

หมายเหตุ

_____

_____

ลงชื่อ _____

ผู้ทรงคุณวุฒิ (_____)

วันที่/เดือน/ปี _____

ตารางที่ 3-2 Rubic คุณภาพงาน

ระดับคะแนน	ลักษณะของงาน
ดี (3)	พบหลักฐานที่ตรงประเด็น และมีเหตุผลที่น่าสนใจสนับสนุน
พอใช้ (2)	พบหลักฐานที่ตรงประเมิน แต่เหตุผลที่ได้ยังไม่สอดคล้องกัน
ปรับปรุง (1)	ไม่พบหลักฐานที่ตรงประเด็น

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

จากข้อมูลตารางแบบประเมินจะพบว่ามีรายการประเมินด้วยกัน 13 ประเด็นด้วยกันซึ่งมีการกำหนดคุณภาพเอาไว้ 3 ระดับคือ 1 2 3 ดังนั้นคะแนนเต็มของการประเมินโครงการของนักศึกษาจึงเท่ากับ 39 คะแนน แล้วจึงดำเนินการดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-3 ระดับคะแนนรวมคุณภาพงาน

คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
0-13	ปรับปรุง
14-26	พอใช้
27-39	ดี

4. ผลการวิจัย

การวิจัยการส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยี the Internet of Things (IoT) ผ่านสะเต็มศึกษาเพื่อการก้าวสู่มหาวิทยาลัยดิจิทัล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ตัวอย่างหัวข้อโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT

ตอนที่ 3 ผลที่ได้จากการประเมินโครงการของนักศึกษาตามสภาพจริง

ตอนที่ 4 เจคคติต่อการพัฒนาโครงการเทคโนโลยี IoT

4.1 คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความรู้เรื่องเทคโนโลยี IoT ก่อนและหลังการเรียนจำนวน 2 ครั้ง โดยในครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบหน่วนเรียนที่ 1-8 (ก่อนและหลังเรียน) โดยใช้ข้อสอบชุดเดิม และครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบหน่วยเรียน 9-17 ซึ่งใช้ข้อสอบชุดเดิมก่อนและหลังเรียนเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบนักศึกษาที่ทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 1 และ 2

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	คะแนนก่อนสอบครั้งที่ 1	9.65	17	2.548	.618
	คะแนนหลังสอบครั้งที่ 1	15.53	17	2.065	.501
Pair 2	คะแนนก่อนสอบครั้งที่ 2	13.71	17	2.114	.513
	คะแนนหลังสอบครั้งที่ 2	18.65	17	2.206	.535

จากตารางที่ 4-1 สำหรับการทดสอบครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักศึกษาก่อนเรียนเทคโนโลยี IoT คะแนนเต็ม 25 นักศึกษาสอบได้คะแนนเฉลี่ย 9.65 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.548 ส่วนหลังจากที่เรียนเทคโนโลยี IoT แล้วทำการสอบหลังเรียนนักศึกษาทั้งหมดได้คะแนนสูงขึ้นคือ 15.53 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.065

สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักศึกษาก่อนเรียนเทคโนโลยี IoT คะแนนเต็ม 25 นักศึกษาสอบได้คะแนนเฉลี่ย 13.71 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.114 ส่วนหลังจากที่เรียนเทคโนโลยี IoT แล้วทำการสอบหลังเรียนนักศึกษาทั้งหมดได้คะแนนสูงขึ้นคือ 18.65 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.206

ตารางที่ 4-2 แสดงค่าความสัมพันธ์ของคะแนนก่อนและหลังสอบของนักศึกษาที่เรียนเทคโนโลยี IoT

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	คะแนนก่อนสอบครั้งที่ 1 & คะแนนหลังสอบครั้งที่ 1	17	.822	.000
Pair 2	คะแนนก่อนสอบครั้งที่ 2 & คะแนนหลังสอบครั้งที่ 2	17	.807	.000

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนก่อนสอบและคะแนนหลังสอบของนักศึกษาครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) ที่ทำการทดสอบในหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT จำนวน 17 คนอยู่ที่ .822 หรือ ร้อยละ 82.2 และครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) อยู่ที่ .807 หรือ ร้อยละ 80.7

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าสถิติ t-test dependent ในการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังการเรียนเทคโนโลยี IoT ที่ทำการทดสอบในครั้งที่ 1 และ 2

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	คะแนนก่อนสอบครั้งที่ 1 - คะแนนหลังสอบครั้งที่ 1	-5.882	1.453	.352	-6.629	-5.135	-16.696	16	.000
Pair 2	คะแนนก่อนสอบครั้งที่ 2 - คะแนนหลังสอบครั้งที่ 2	-4.941	1.345	.326	-5.633	-4.250	-15.148	16	.000

จากตารางที่ 4-3 พบว่าในการทดสอบครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) ค่าสถิติ t มี ค่า -16.696 ค่า Sig. (2 tailed) .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนครั้งที่ 1 มีความสัมพันธ์กันและเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนเทคโนโลยี IoT แล้วมีคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับในการทดสอบครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) ค่าสถิติ t มี ค่า -15.148 ค่า Sig. (2 tailed) .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กันและเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนเทคโนโลยี IoT แล้วมีคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ตัวอย่างหัวข้อโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IOT

นักศึกษาได้ทำการแบ่งกลุ่มเป็นจำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คนรวมทั้งสิ้น 17 คนและได้เข้ารับการอบรมหน่วยเรียนเกี่ยวกับ Internet of Things (IoT) 17 หน่วยเรียน ซึ่งหลังจากการอบรมดังกล่าวทำให้นักศึกษาสามารถคิดและเสนอหัวข้อโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ดังต่อไปนี้

1. โครงการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor
2. โครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสารละลายในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

3. โครงการระบบตรวจวัดการบริหารทางเดินหายใจส่วนต้นเพื่อการบำบัดรักษา

4. โครงการระบบตรวจวัดแก๊สภายในอาคาร

5. โครงการลานจอดรถไฮเทค

ตัวอย่าง โครงการเรื่องการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor

โครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT เรื่องการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor ได้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวของผู้บุกรุก ซึ่งตัวอุปกรณ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อรักษาความปลอดภัยในสถานที่ต่าง ๆ ให้เหมาะแก่กลุ่มคนซึ่งมีความต้องการด้านความปลอดภัยในสถานที่ส่วนบุคคล สะดวกเหมาะแก่การอำพรางซึ่งจะต้องรักษาความปลอดภัย โดยจะส่งข้อความผ่านระบบสัญญาณไปยังโทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor สามารถส่งข้อมูล เกี่ยวกับความปลอดภัยได้ทุกที่ผ่านระบบสัญญาณโทรศัพท์มือถือได้โดยตรง

วิธีการดำเนินงานโครงการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)

จากที่คณะผู้จัดทำได้ศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของความปลอดภัยและการแจ้งเตือน เนื่องจากการได้รับการแจ้งเตือนที่รวดเร็วย่อมสามารถทำการป้องกันได้เร็วมากยิ่งขึ้น ทั้งนั้นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยที่ดีต้องมีรูปลักษณ์ที่แปลกใหม่และสามารถใช้งานในสำนักงานหรือที่พักอาศัยได้

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำได้เห็นถึงความสำคัญของอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย และปัญหาของราคาและการใช้งานของอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยเป็นอย่างมากโดยปกติราคาอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ที่ขายกันอยู่ตามท้องตลาดมีราคาค่อนข้างสูง ส่วนวิธีการใช้งานส่วนใหญ่ก็จะเป็นการส่งเสียงแจ้งเตือน หรือเป็นการบันทึกภาพวีดีโอ บางครั้งอาจจะทำให้ไม่สามารถป้องกันความปลอดภัยได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นจึงนำการแจ้งเตือนส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน

ดังนั้นทางคณะผู้พัฒนาจึงได้ทำการศึกษาและนำความสามารถด้านฮาร์ดแวร์มาพัฒนาอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะนำอุปกรณ์สำหรับรักษาความ

ปลอดภัยรวมเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์สำนักงาน เพื่อเป็นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยที่สามารถใช้งานเป็นอุปกรณ์ในสำนักงานได้และอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยยังสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้งานได้เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งานอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยมากขึ้น และรับรู้การแจ้งเตือนได้รวดเร็วมากขึ้น

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยทำการสืบค้นจากห้องสมุด งานวิจัย หนังสือ และอินเทอร์เน็ตว่าเคยมีใครแก้ปัญหานี้แล้วหรือไม่ หลังจากนั้นจึงค้นหาแนวคิดโดยใช้ความรู้ทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี IoT และเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์อุปกรณ์สำนักงานตรวจจับความเคลื่อนไหว หลังจากการรวบรวมแนวคิดแล้วจึงประเมินแนวคิด โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขต ของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยกำหนดรูปแบบของอุปกรณ์ตามความต้องการใหม่ และทำการสรุปออกมา

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ มาทำการออกแบบอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยให้มีรูปลักษณ์คล้ายกับอุปกรณ์สำนักงาน โดยใช้บอร์ด Arduino และ บอร์ด GSM Module สำหรับส่งข้อความแจ้งเตือนไปสู่ผู้ใช้งาน และส่วนของการแจ้งเตือนผ่านแอพพลิเคชั่น Line นั้น ผู้จัดทำใช้ ESP8266 สำหรับการส่งข้อความทำการออกแบบการทำงานของอุปกรณ์ให้ตรงกับความต้องการ

หลังจากที่ได้ออกแบบตัวอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย และออกแบบรูปลักษณ์ของอุปกรณ์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำระบบที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วนั้น มาทำการเขียนการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ขึ้นตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยใช้เครื่องมือที่เลือกไว้คือ Arduino และใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ในการออกแบบรูปลักษณ์ของตัวอุปกรณ์

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ทำการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์สำนักงาน โดยมีการกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนที่ชัดเจน

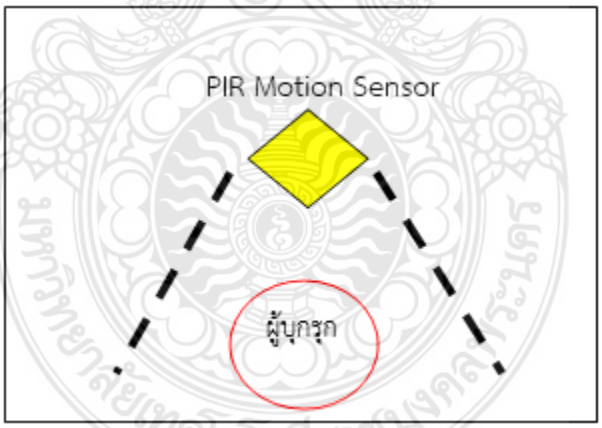
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing,Evaluationand Design Improvement)

การตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย ทั้งนี้ด้านการใช้งานอุปกรณ์สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้ และสามารถแก้ไขปัญหาที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้ในเบื้องต้นโดยอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะผู้จัดทำจะต้องทำการออกแบบรูปลักษณ์ของตัวอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานในสำนักงานได้และตรวจสอบไปทีละส่วนเพื่อดูว่าการทำงานของอุปกรณ์สามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปสู่ผู้ใช้งานมีปัญหาหรือไม่ถ้ามีปัญหา ทางผู้จัดทำจะต้องนำไปปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่มีปัญหา และเมื่อแก้ปัญหาเสร็จแล้ว จึงนำมาติดตั้งใหม่ และตรวจสอบการวัดค่าแรงสั่นสะเทือนได้และสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนไปสู่ผู้ใช้งานได้จนกว่าจะใช้งานได้ตรงตามที่ออกแบบ และวางแผนไว้

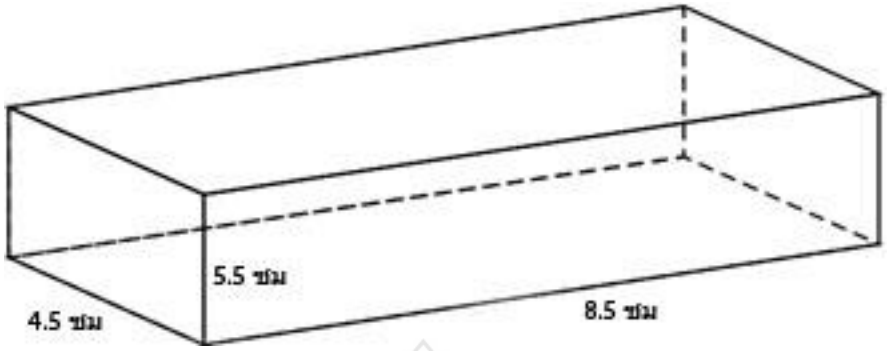
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

คณะผู้จัดทำได้อธิบายถึงการทำงานของโครงการอย่างง่าย โดยกำหนดให้เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวทุก ๆ 10 นาทีและส่งข้อมูลไปเก็บยัง ThingSpeak ถ้าหากพบความเคลื่อนไหวนอกเหนือจากเวลาทำงานก็ให้ระบบทำการส่งข้อมูลไปเตือนผู้ใช้ซึ่งเป็นเจ้าของโต๊ะทำงาน

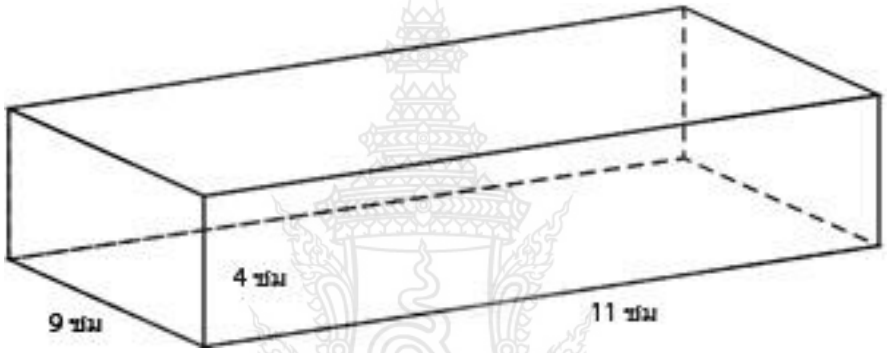


ภาพที่ 4-1 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์เซ็นเซอร์

คณะผู้จัดทำได้ร่างแบบอุปกรณ์สำนักงานสำหรับใส่ Ardunio สำหรับ GSM โดยใช้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์สำนักงานที่เหมาะสม ซึ่งใช้รูปทรงปริซึมในการร่างแบบ



ภาพที่ 4-2 ภาพวาดแบบร่างอุปกรณ์สำนักงานสำหรับการแจ้งเตือนข้อความผ่าน LINE Notify โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 4-3ภาพวาดแบบร่างอุปกรณ์สำนักงานสำหรับการแจ้งเตือนข้อความผ่าน SMS โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์

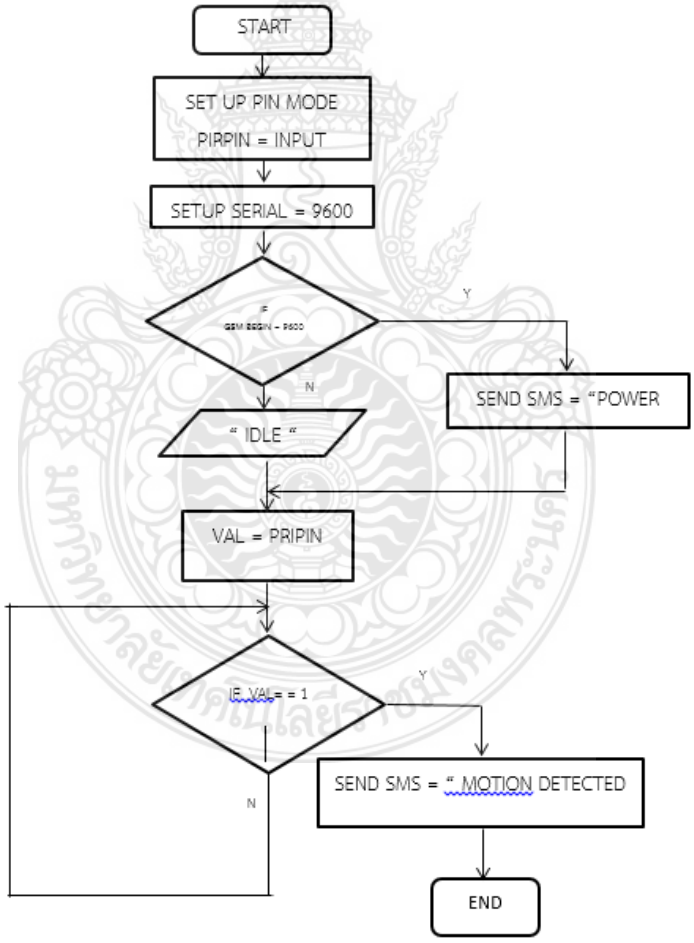
หลังจากนั้นคณะผู้จัดทำได้ขึ้นแบบโดยใช้ไม้เป็นวัสดุหลักในการทำงาน

ภาพที่ 4-4 Prototype ขณะยังไม่พ่นสี

ภาพที่ 4-5 อุปกรณ์สำนักงานเมื่อเสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 4-6 ช่องแบ่งพลาสติคเพื่อใส่อุปกรณ์สำนักงานและซ่อนอุปกรณ์ Ardunio

ภาพที่ 4-7 ด้านหน้าอุปกรณ์โดยมีช่องวงกลมสำหรับตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วยพีไออาร์โมชั่น เซนเซอร์

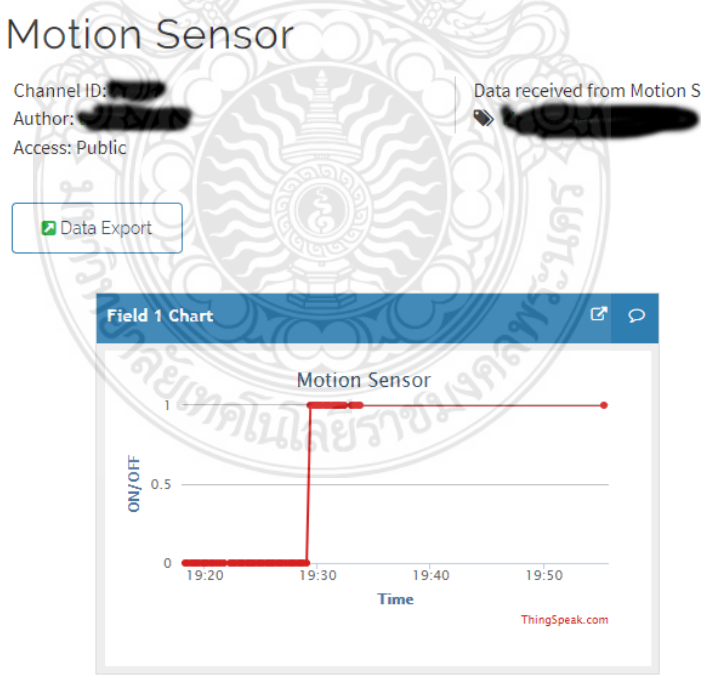


ภาพที่ 4-8 แผนภาพการออกแบบโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุม Ardunio

ตัวอย่าง souce code เพื่อควบคุมการทำงานของบอร์ด Ardunio

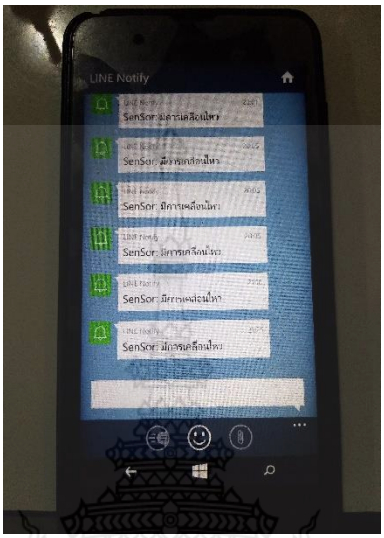
```
#include "SIM900.h"    เรียกใช้ //libraly ที่ชื่อ SIM900.h

#include <SoftwareSerial.h>

#include "sms.h"  // เรียกใช้ libraly ที่ชื่อ sms.h


SMSGSM sms;

String smsText = " Alert !! ";  //ตั้งค่าตัวอักษรสำหรับแสดงผ่าน Serial Monitor

boolean started=false;

char sms_text[160];

int pirPin = 7;       กำหนดให้//pin 7 เป็น input ของ pir Motion Sensor

int val = 0;           กำหนดให้//val มี เท่ากับ  0
```

นอกจากนี้ระบบยังสามารถส่งข้อมูลความเคลื่อนไหวไปเก็บไว้ที่ ThingSpeak โดยทำการกำหนดให้มีการส่งข้อมูลทุก ๆ สิบนาที



ภาพที่ 4-9 การทดลองส่งข้อมูลไปเก็บยัง ThingSpeak

ในกรณีที่อุปกรณ์สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้กรณีที่ไม่ได้อยู่ในเวลาทำงาน 08.00-12.00 น. และ 13.00-16.00 น. ระบบจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ซึ่งเป็นเจ้าของโต๊ะทำงานได้ 2 ช่องทางคือ ส่งข้อความ SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ และช่องทางแอพพลิเคชั่น Line Notify



ภาพที่ 4-10 การส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทางแอพพลิเคชั่น Line Notify

ภาพที่ 4-11 การส่งข้อความผ่านทาง SMS ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.3 การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริง

ผู้วิจัยได้ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำแบบประเมินโครงการของนักศึกษาตามสภาพที่เป็นจริง โดยในแต่ละโครงการจะต้องมีผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 3 คนประเมินโครงการ ในการวิจัยครั้งนี้มีโครงการที่ถูกประเมินทั้งสิ้นจำนวน 5 โครงการซึ่งได้ผลประเมินดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การประเมินการคัดลอกผลงานของนักศึกษา

ไม่ปรากฏผลการคัดลอกผลงานของนักศึกษาทั้ง 5 โครงการ โดยยนักศึกษาสามารถแสดงให้เห็นว่าโครงการนักศึกษาเป็นผู้จัดทำขึ้นเองและไม่มีการคัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์หรือสิทธิทางปัญญาของผู้อื่น เช่น นักศึกษาสามารถตอบรายละเอียดของการเขียนโปรแกรมได้เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิสอบถามได้ หรือ ในกรณีของอุปกรณ์สำนักานที่นักศึกษาสามารถแก้ไขโปรแกรมได้ตามความต้องการของผู้ทรงคุณวุฒิ เช่น

ผู้ทรงคุณวุฒิ “ถ้าผมต้องการที่จะแก้ไขเวลาในการทำงาน จาก 08.00-12.00 น. และ 13.00-16.00 น. เหลือเพียงเวลา 08.00-12.00 น. นักศึกษาต้องแก้ตรงส่วนใด”

ส่วนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT

ตารางที่ 4-4 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		
1. ด้านการนำเสนอ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1.1 การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เอกสารประกอบ	3	2	2
1.2 รูปแบบการนำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ ความสวยงาม และความน่าสนใจ	2	2	2
1.3 การควบคุมเวลา การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และความร่วมมือในกลุ่ม	2	1	1

1.4 ความสามารถในการนำเสนอของผู้นำเสนอ และบุคคลิกภาพ	3	3	2
1.5 ความเข้าใจ ความสามารถในการตอบข้อซักถาม	2	2	3
2. ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ			
2.1 ความเข้าใจในระบบงาน/โครงงาน	3	3	3
2.2 วิเคราะห์งาน/ระบบงาน ความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3	3	3
2.3 การออกแบบระบบ หรืองานต่างๆ มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3	3	3
2.4 การออกแบบ User Interface ได้เหมาะสม ใช้ง่าย สวยงาม	2	2	2
3. ด้านการพัฒนาระบบ			
3.1 ด้านความสมบูรณ์ของงาน: การบรรลุวัตถุประสงค์ การทำงานได้ตามขอบเขต สามารถทำงานได้ครบถ้วน และนำไปใช้งานได้จริง	3	3	3
3.2 แสดงให้เห็นการทดสอบการใช้งานในสภาพความจริง โดยผ่านการซักถามของกรรมการหรือแสดงการแก้ไขได้ตามข้อความเห็นของกรรมการ	3	3	2
3.3 มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบและการใช้งานระบบ	2	2	2
3.4 ด้านเนื้อหา รายงานครบถ้วน ถูกตอ้งสมบูรณ์	3	2	2
คะแนนรวม	**34**	**31**	**30**
คะแนนเฉลี่ย	**32**		

ตารางที่ 4-5สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสารละลายในการปลูกผัก ไฮโดรโปนิกส์จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		
1. ด้านการนำเสนอ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1.1 การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เอกสารประกอบ	2	2	2
1.2 รูปแบบการนำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ ความสวยงาม และความน่าสนใจ	3	3	3
1.3 การควบคุมเวลา การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และความร่วมมือในกลุ่ม	2	2	2
1.4 ความสามารถในการนำเสนอของผู้นำเสนอ และบุคคลิกภาพ	2	2	3
1.5 ความเข้าใจ ความสามารถในการตอบข้อซักถาม	2	2	1
2. ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ			
2.1 ความเข้าใจในระบบงาน/โครงงาน	3	3	3
2.2 วิเคราะห์งาน/ระบบงาน ความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	1	2	2
2.3 การออกแบบระบบ หรืองานต่างๆ มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	2	1	2
2.4 การออกแบบ User Interface ได้เหมาะสม ใช้ง่าย สวยงาม	3	3	3
3. ด้านการพัฒนาระบบ			
3.1 ด้านความสมบูรณ์ของงาน: การบรรลุวัตถุประสงค์ การทำงานได้ตามขอบเขต สามารถทำงานได้ครบถ้วน และนำไปใช้งานได้จริง	2	2	2

3.2 แสดงให้เห็นการทดสอบการใช้งานในสภาพความจริง โดยผ่านการซักถามของกรรมการหรือแสดงการแก้ไขได้ตามข้อความเห็นของกรรมการ	1	2	2
3.3 มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบและการใช้งานระบบ	2	2	2
3.4 ด้านเนื้อหา รายงานครบถ้วน ถูกต้องสมบูรณ์	2	3	2
คะแนนรวม	**27**	**29**	**29**
คะแนนเฉลี่ย	**28**		

ตารางที่ 4-6 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการระบบตรวจวัดการบริหารทางเดินหายใจส่วนต้นเพื่อการบำบัดรักษา จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		
1. ด้านการนำเสนอ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1.1 การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เอกสารประกอบ	2	2	3
1.2 รูปแบบการนำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ ความสวยงาม และความน่าสนใจ	2	3	2
1.3 การควบคุมเวลา การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และความร่วมมือในกลุ่ม	3	3	3
1.4 ความสามารถในการนำเสนอของผู้นำเสนอ และบุคคลิกภาพ	2	2	3
1.5 ความเข้าใจ ความสามารถในการตอบข้อซักถาม	2	2	2
2. ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ			
2.1 ความเข้าใจในระบบงาน/โครงงาน	3	3	3

2.2 วิเคราะห์งาน/ระบบงาน ความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3	3	3
2.3 การออกแบบระบบ หรืองานต่างๆ มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3	3	2
2.4 การออกแบบ User Interface ได้เหมาะสม ใช้ง่าย สวยงาม	1	2	1
3. ด้านการพัฒนาระบบ			
3.1 ด้านความสมบูรณ์ของงาน: การบรรลุวัตถุประสงค์ การทำงานได้ตามขอบเขต สามารถทำงานได้ครบถ้วน และนำไปใช้งานได้จริง	3	3	3
3.2 แสดงให้เห็นการทดสอบการใช้งานในสภาพความจริง โดยผ่านการซักถามของกรรมการหรือแสดงการแก้ไขได้ตามข้อความเห็นของกรรมการ	3	3	2
3.3 มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบและการใช้งานระบบ	2	1	2
3.4 ด้านเนื้อหา รายงานครบถ้วน ถูกตอ้งสมบูรณ์	2	1	1
คะแนนรวม	**31**	**31**	**30**
คะแนนเฉลี่ย		**31**	

ตารางที่ 4-7 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการระบบตรวจวัดแก๊สภายในอาคารจาก ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		
1. ด้านการนำเสนอ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1.1 การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เอกสารประกอบ	3	2	2

1.2 รูปแบบการนำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ ความสวยงาม และความน่าสนใจ	2	2	3
1.3 การควบคุมเวลา การแก้ปัญหา เฉพาะหน้า และความร่วมมือในกลุ่ม	2	3	2
1.4 ความสามารถในการนำเสนอของผู้ นำเสนอ และบุคคลิกภาพ	3	2	3
1.5 ความเข้าใจ ความสามารถในการ ตอบข้อซักถาม	3	2	2
2. ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ			
2.1 ความเข้าใจในระบบงาน/โครงงาน	3	3	3
2.2 วิเคราะห์งาน/ระบบงาน ความ ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3	3	3
2.3 การออกแบบระบบ หรืองานต่างๆ มี ความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	2	2	2
2.4 การออกแบบ User Interface ได้ เหมาะสม ใช้ง่าย สวยงาม	1	1	2
3. ด้านการพัฒนาระบบ			
3.1 ด้านความสมบูรณ์ของงาน: การ บรรลุวัตถุประสงค์ การทำงานได้ตาม ขอบเขต สามารถทำงานได้ครบถ้วน และ นำไปใช้งานได้จริง	3	2	3
3.2 แสดงให้เห็นการทดสอบการใช้งาน ในสภาพความจริง โดยผ่านการซักถาม ของกรรมการหรือแสดงการแก้ไขได้ตาม ข้อความเห็นของกรรมการ	3	3	3
3.3 มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบ และการใช้งานระบบ	2	2	2
3.4 ด้านเนื้อหา รายงานครบถ้วน ถูก ตอ้งสมบูรณ์	2	2	2
คะแนนรวม	**32**	**29**	**32**

คะแนนเฉลี่ย	**31**

ตารางที่ 4-8 สรุปผลคะแนนของผลประเมินคุณภาพโครงการลานจอดรถไฮเทค จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ		
1. ด้านการนำเสนอ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1.1 การเตรียมพร้อม อุปกรณ์ เอกสารประกอบ	2	2	2
1.2 รูปแบบการนำเสนอ เครื่องมือที่ใช้ ความสวยงาม และความน่าสนใจ	2	2	2
1.3 การควบคุมเวลา การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และความร่วมมือในกลุ่ม	2	2	2
1.4 ความสามารถในการนำเสนอของผู้นำเสนอ และบุคคลิกภาพ	2	2	2
1.5 ความเข้าใจ ความสามารถในการตอบข้อซักถาม	2	2	2
2. ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ			
2.1 ความเข้าใจในระบบงาน/โครงงาน	3	3	3
2.2 วิเคราะห์งาน/ระบบงาน ความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	3	2	3
2.3 การออกแบบระบบ หรืองานต่างๆ มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	2	2	2
2.4 การออกแบบ User Interface ได้เหมาะสม ใช้ง่าย สวยงาม	2	1	1
3. ด้านการพัฒนาระบบ			
3.1 ด้านความสมบูรณ์ของงาน: การบรรลุวัตถุประสงค์ การทำงานได้ตามขอบเขต สามารถทำงานได้ครบถ้วน และนำไปใช้งานได้จริง	3	3	3

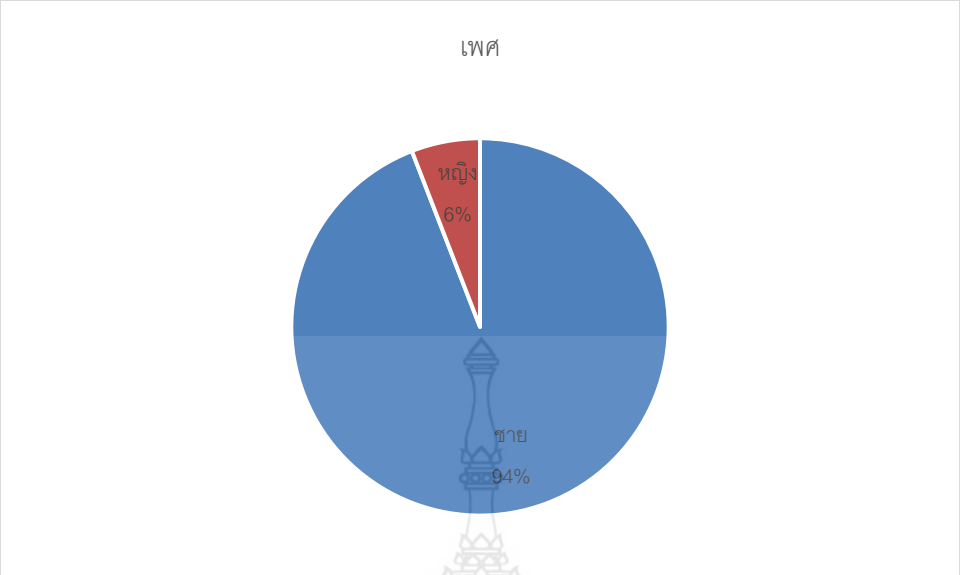
3.2 แสดงให้เห็นการทดสอบการใช้งานในสภาพความจริง โดยผ่านการชักถามของกรรมการหรือแสดงการแก้ไขได้ตามข้อความเห็นของกรรมการ	3	3	3
3.3 มีการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบและการใช้งานระบบ	2	2	2
3.4 ด้านเนื้อหา รายงานครบถ้วน ถูกต้องสมบูรณ์	2	2	2
คะแนนรวม	**30**	**28**	**29**
คะแนนเฉลี่ย	**29**		

ตารางที่ 4-9 ตารางการประเมินคุณภาพโครงการโดยสรุป

โครงการ	คะแนนรวม ผู้ทรงคุณวุฒิ			คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	34	31	30	31.67	ดี
2	27	29	29	28.33	ดี
3	31	31	30	30.67	ดี
4	32	29	32	31.00	ดี
5	30	28	29	29.00	ดี

4.4 เจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IOT

จากการศึกษาและวิเคราะห์แบบสอบถามวัดเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการพัฒนาโครงการหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป แสดงให้เห็นว่านักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชายมีจำนวนคิดเป็นร้อยละ 94 และเพศหญิงมีจำนวนร้อยละ 6 จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ภาพที่ 4-12)



ภาพที่ 4-12 เพศของกลุ่มตัวอย่าง

จากตาราง 4-10 พบว่าจำนวนนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยมากที่สุดอยู่ระหว่าง 2.75-2.99 และ 3.00-3.24 ซึ่งมีจำนวนอย่างละ 5 คนคิดเป็นร้อยละ 29.41 ส่วนจำนวนนักศึกษาที่มีเฉลี่ยน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง 2.00-2.24 และ 2.25-2.49 มีจำนวนอย่างละ 1 คนคิดเป็นร้อยละ 5.88

ตารางที่ 4-10 เกรดเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

เกรดเฉลี่ย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 2.00	0	0
2.00-2.24	1	5.88
2.25-2.49	1	5.88
2.50-2.74	3	17.65
2.75-2.99	5	29.41
3.00-3.24	5	29.41
3.25-3.49	2	11.76
3.50-3.74	0	0
3.75 ขึ้นไป	0	0

ตารางที่ 4-11 ค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการแปลผลระดับคะแนนเจคคติต่อการพัฒนาโครงการหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. นักศึกษา**พอใจ**ในการเรียนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.18	0.636	เห็นด้วย
2. นักศึกษาได้**พัฒนาความรู้**จากการเรียนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.12	0.332	เห็นด้วย
3. นักศึกษาได้**พัฒนาทัศนคติ**จากการเรียนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.12	0.485	เห็นด้วย
4. นักศึกษาได้**พัฒนาทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม**จากการเรียนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.35	0.493	เห็นด้วย
5. นักศึกษา**พอใจ**ในการปฏิบัติกิจกรรมในหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.18	0.636	เห็นด้วย
6. นักศึกษาคิดว่ากิจกรรมในหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา ช่วยกระตุ้นให้นักศึกษา**รู้จักการทำงานภาคปฏิบัติ**มากขึ้น	4.29	0.588	เห็นด้วย
7. นักศึกษา**พอใจในอาจารย์ผู้สอน**ในการเรียนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.29	0.588	เห็นด้วย
8. นักศึกษาพอใจ**บรรยากาศการเรียนการสอน**ในโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.24	0.562	เห็นด้วย
9. นักศึกษา**พอใจเนื้อหาสาระ**ในการเรียนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.35	0.702	เห็นด้วย
10. นักศึกษา**พอใจการจัดกิจกรรม**การเรียนการสอนในโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา	4.41	0.618	เห็นด้วย
11. นักศึกษาคิดว่าการเรียนแบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยให้นักศึกษา**คิดหัวข้อ**โครงการได้หรือไม่	4.41	0.507	เห็นด้วย
12. นักศึกษาคิดว่าการเรียนแบบสะเต็มศึกษาก่อให้เกิด**ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างการทำงาน**หรือไม่	4.35	0.702	เห็นด้วย
13. นักศึกษาคิดว่าหัวข้อโครงการที่นักศึกษาคิดไว้นั้น **มีโอกาสความเป็นไปได้**ที่จะสำเร็จอยู่ในระดับใด	3.65	0.6.6	เห็นด้วย
14. นักศึกษามี**ความเข้าใจ**เกี่ยวกับเทคโนโลยี IoT ผ่านกระบวนการสอนโดยใช้สะเต็มศึกษาหรือไม่	4.24	0.562	เห็นด้วย
15. นักศึกษาคิดว่าการเรียนแบบสะเต็มศึกษาเป็น**สิ่งเสริมสร้างทางการศึกษา**หรือไม่ เช่น ทำให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น ทำให้เกิดความท้าทาย	4.24	0.437	เห็นด้วย
16. ถ้าเลือกได้นักศึกษาจะเรียนแบบสะเต็มศึกษาต่อไปหรือไม่	4.24	0.664	เห็นด้วย

17. นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หรือไม่ เพราะเหตุใด	4.06	0.429	เห็นด้วย
เจคคติต่อการพัฒนาโครงการเทคโนโลยี IoT ด้านความคิดโดยรวม	**4.21**	**0.55**	**เห็นด้วย**

จากตารางที่ 4-11 แสดงว่านักศึกษามีเจคคติต่อการพัฒนาโครงการมีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าคำถามในข้อที่ 10 *"นักศึกษาพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา"* และ ข้อที่ 11. *"นักศึกษาคิดว่าการเรียนแบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยให้นักศึกษาคิดหัวข้อโครงการได้หรือไม่"* มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 4.35 คะแนน แต่ในทางตรงกันข้ามกลับพบค่าเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุดในข้อ 13.*"นักศึกษาคิดว่าหัวข้อโครงการที่นักศึกษาคิดไว้นั้น มีโอกาสความเป็นไปได้ที่จะสำเร็จอยู่ในระดับใด"* อยู่ที่ 3.65 คะแนน

5. *สรุปและอภิปรายผล*

การวิจัยในครั้งนี้มี 3 วัตถุประสงค์หลักที่สำคัญคือ 1.เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาของนักศึกษาก่อนและหลังเรียน 2. เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถพัฒนาโครงการสารสนเทศด้านเทคโนโลยี IoT ได้หลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา 3. เพื่อศึกษาเจตคติของนักศึกษาต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศหลังจากอบรมเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษาโดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิยคือ นักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 3 และ 4 ซึ่งมีความสนใจทางด้าน Internet of Things (IoT) โดยให้นักศึกษาสมัครเข้าร่วมโครงการทั้งสิ้นจำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน รวมทั้งสิ้น (17 คน)

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 คะแนนสอบก่อน-หลังเรียนเทคโนโลยี IOT ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบและศึกษาความแตกต่างคะแนนสอบก่อน-หลังเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เรื่องเทคโนโลยี IoT จำนวน 2 ฉบับ คะแนนเต็มฉบับละ 25 คะแนนโดยวิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความรู้เรื่อง IoT ก่อน-หลังการเรียนการสอน โดยแบ่งเป็นจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งแบ่งเป็นครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) และ ครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) ซึ่งในแต่ละครั้งนั้นได้มีการให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียนและมีการทำการตรวจเช็คให้คะแนนจากนั้นจึงทำการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาเทคโนโลยี IoT และทำการวัดความรู้ซ้ำอีกครั้งด้วยข้อสอบฉบับเดิมได้สรุปผลการศึกษาตามลำดับดังนี้

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบนักศึกษาที่ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) และ ครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) คะแนนเต็ม 25 ในแต่ละครั้ง พบว่าในครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักศึกษาก่อนเรียนเทคโนโลยี IoT นักศึกษาสอบได้คะแนนเฉลี่ย

9.65 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.548 ส่วนหลังจากที่เรียนเทคโนโลยี IoT แล้วทำการสอบหลังเรียนนักศึกษาทั้ได้คะแนนสูงขึ้นคือ 15.53 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.065 ซึ่งในการทดสอบครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนักศึกษาก่อนเรียนเทคโนโลยี IoT นักศึกษาสอบได้คะแนนเฉลี่ย 13.71 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.114 ส่วนหลังจากที่เรียนเทคโนโลยี IoT แล้วทำการสอบหลังเรียนนักศึกษาทั้งหมดได้คะแนนสูงขึ้นคือ 18.65 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.206 เมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์ของคะแนนก่อนและหลังสอบของนักศึกษาในทั้งสองครั้ง จำนวนนักศึกษา 17 คน ครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) อยู่ที่ .822 หรือ ร้อยละ 82.2 และครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) อยู่ที่ .807 หรือ ร้อยละ 80.7 แสดงว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในระดับมากเพราะมีค่ามากกว่า .50 หรือร้อยละ 50

ข้อมูลเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเรียนเทคโนโลยี IoT ทั้งสองครั้ง โดยใช้ค่าสถิติ t-test dependent พบว่าในการทดสอบครั้งที่ 1 (หน่วยเรียน 1-8) ค่าสถิติ t มี ค่า -16.696 ค่า Sig. (2 tailed) .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนครั้งที่ 1 มีความสัมพันธ์กันและเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนเทคโนโลยี IoT แล้วมีคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการศึกษาพบว่าเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนในเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 1 แล้วทำการทดสอบด้วยข้อสอบฉบับเดิมพบว่าผลการสอบนักศึกษามีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เป็นว่าการจัดการเรียนการสอนครั้งที่ 1 ส่งผลต่อคะแนนสอบหลังเรียนอย่างชัดเจน สำหรับในการทดสอบครั้งที่ 2 (หน่วยเรียน 9-17) ค่าสถิติ t มี ค่า -15.148 ค่า Sig. (2 tailed) .000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กันและเมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนเทคโนโลยี IoT แล้วมีคะแนนหลังสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า เมื่อนักศึกษาได้รับการเรียนการสอนในเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 2 แล้วทำการทดสอบด้วยข้อสอบฉบับเดิมพบว่าผลการสอบนักศึกษามีคะแนนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนครั้งที่ 2 ส่งผลต่อคะแนนสอบหลังเรียนอย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน

5.1.2 การประเมินผลโครงการด้วยสภาพเป็นจริง

หลังจากการอบรมเทคโนโลยี IoT นักศึกษาได้จัดทำโครงการสารสนเทศจำนวน 5 โครงการดังต่อไปนี้

1. โครงการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor
2. โครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสารละลายในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์
3. โครงการระบบตรวจวัดการบริหารทางเดินหายใจส่วนต้นเพื่อการบำบัดรักษา
4. โครงการระบบตรวจวัดแก๊สภายในอาคาร
5. โครงการลานจอดรถไฮเทค

ซึ่งแต่ละโครงการมีผู้ทรงคุณวุฒิประเมินโครงการ 3 คนต่อหนึ่งโครงการ ในการประเมินส่วนที่ 1 จะเป็นการประเมินการคัดลอกผลงานของนักศึกษาผลปรากฏว่า นักศึกษาสามารถแสดงให้เห็นว่าโครงการดังกล่าวเป็นผู้จัดทำขึ้นเองและไม่มีการคัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์หรือสิทธิทางปัญญาของผู้อื่น ซึ่งได้มีหลักฐานในการซักถามจากผู้ทรงคุณวุฒิถึงการทำโครงการดังกล่าว ในส่วนที่ 2 เป็นการประเมินคุณภาพโครงการซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้ โครงการที่ 1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุดจากทั้งหมด 5 โครงการโดยได้คะแนนเฉลี่ยที่ 31.67 คะแนนตามด้วยโครงการระบบตรวจวัดแก๊สภายในอาคาร 31.00 คะแนน โครงการระบบตรวจวัดการบริหารทางเดินหายใจส่วนต้นเพื่อการบำบัดรักษา 30.67 คะแนน โครงการลานจอดรถไฮเทค 29.00 คะแนนและโครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสารละลายในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ 28.33 คะแนน กล่าวโดยสรุปทุกโครงการมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับ “ดี” จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5.1.3 เจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IOT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

การทดสอบเพื่อวัดเจคคติต่อการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้แบ่งข้อคำถามออกเป็นสองส่วนคือ ข้อมูลทั่วไปโดยมีจำนวนคำถาม 2 ข้อ และ ข้อมูลเกี่ยวกับเจคคติโดยมีจำนวนคำถาม 17 ข้อ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 17 คนทำแบบทดสอบ

ในส่วนของข้อมูลทั่วไปพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชายถึงร้อยละ 94 และเพศหญิงมีอยู่เพียงจำนวนร้อยละ 6 จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ในส่วนของเจคติของนักศึกษาที่มีต่อการพัฒนาโครงการฯ พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วย 4.21 คะแนน และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าคำถามในข้อที่ 10.

“นักศึกษาพอใจการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา” และ ข้อที่ 11.“นักศึกษาคิดว่าการเรียนแบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยให้นักศึกษาคิดหัวข้อโครงการได้หรือไม่” มีคะแนนสูงสุดอยู่ที่ 4.35 คะแนน แต่ในทางตรงกันข้ามกลับพบคะแนนที่มีค่าน้อยที่สุดในข้อ 13.“นักศึกษาคิดว่าหัวข้อโครงการที่นักศึกษาคิดไว้นั้น มีโอกาสความเป็นไปได้ที่จะสำเร็จอยู่ในระดับใด” อยู่ที่ 3.65 คะแนน

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

- ผลการวิจัยเปรียบเทียบคะแนนก่อน-หลังเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทำให้ทราบถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เนื่องจากคะแนนก่อนการเรียนการสอนของนักศึกษาที่เรียนในหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ค่อนข้างต่ำทั้งสองครั้ง (ครั้งที่ 1 หน่วยเรียนที่ 1-8 และครั้งที่ 2 หน่วยเรียนที่ 9-17) เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยหลังจากที่นักศึกษาได้รับจาการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงคะแนนก่อนและหลังเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาทั้งสองครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับ วาสนา ประภาษี และ อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ (2560) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดของสะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดของสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดของสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก ทำนองเดียวกันกับ วรรณธนะ ปัดชา และ สืบสกุล อยู่ยืนยง (2559) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดย

ภาพรวมอยู่ในระดับมาก และยังสอดคล้องกับ จารีพร ผลมูล และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2558) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย 3.51)

- นักศึกษามีเจคคติที่ *"เห็นด้วย"* ในการการพัฒนาโครงการหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยนักศึกษามีเจคติที่ดี*ในกิจกรรมการเรียนการสอนโครงการผ่านหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ด้วยสะเต็มศึกษา* และ *การเรียนแบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยให้นักศึกษาคิดหัวข้อโครงการได้* ดังนั้นผลจากการศึกษาจึงทำให้ได้ทราบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนในการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นมีความสำคัญต่อผู้เรียน ดังน้นผู้สอนจึงควรออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหาและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ที่กล่าวถึง การเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนอาจจะกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ไข ซึ่งผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและทักษะทั้งสามด้านผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

นอกจากนี้การจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษายังมีส่วนช่วยทำให้นักศึกษาสามารถเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาโครงการได้อีกด้วยซึ่งสอดคล้องกับ สนธิ พลชัยยา (2557) ที่ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมสะเต็มเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดขั้นสูง (Hihger-ordered thinking) กล่าวคือกระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารญาณ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (21st Century skills) โดยผู้เขียนได้ยกตัวอย่าง การสร้างบ้านนกเพนกวิน หลังจากผู้เรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับสมบัติการถ่ายโอนความร้อนและฉนวนกันความร้อนของวัสดุแล้ว ผู้เรียนจะต้องสร้างบ้านเพนกวินภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด โดยผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการสร้างบ้านเพนกวินดังกล่าว

- จากการประเมินโครงการด้วยสภาพเป็นจริงจากผู้ทรงคุณวุฒิพบว่าทุกโครงการมีผลการประเมินอยู่ในระดับ “ดี” ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีการใช้ “กิจกรรมในชั้นเรียนที่มีเนื้อหาเทคโนโลยี IoT ด้วยด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา” และ“การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” เป็นส่วนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนและเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาที่นักศึกษาสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาของโครงการ YothSpark ซึ่งเป็นโครงการที่บิรษัทไมโครซอฟต์จัดตั้งขึ้นเพื่อส่งเสริมการเขียนโปรแกรมสำหรับเยาวชนซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการศึกษาสะเต็ม (STEM) กับวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science : CS) ว่า

  > *“Learning CS and STEM skills are as essential as learning to read or write or add. Because CS/STEM are everywhere, it is important for everyone to understand the basics. And, studying CS/STEM gives people computational thinking, critical thinking and problem solving skills that are used in non-technology areas as well. Knowing how to approach complex problems, break down the challenges into small pieces and approach resolving them in a logical manner is the kind of thing that writers, designers, lawyers, and builders do all the time. So, having STEM/CS skills can make you smarter and better at any subject or any job.”* (Microsoft, ม.ป.ป.)

ดังจะเห็นได้ว่าการศึกษาสะเต็มและวิทยาการคอมพิวเตอร์จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เขียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ (computational thinking) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่วิศวกรซอฟท์แวร์ใช้ในการเขียนโปรแกรม นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เขียนสามารถคิดในเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) และ (Proglem solving skills) ได้อีกด้วย นอกจากนี้การใช้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งในงานวิจัยนี้คือ “โครงการสารสนเทศทางด้าน IoT” ที่นักศึกษาสนใจที่ ที่การเรียนการสอนได้ดังกล่าวได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาศึกษาปัญหาที่นักศึกษาสนใจโดยมีครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะและเมื่อนักศึกษาจัดทำโครงการผ่านกระบวนการวิศวกรรมซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาแบบสะเต็ม จึงทำให้นักศึกษาออกแบบโครงการอย่างดีและเป็น

ระบบ ซึ่งสอดคล้องกับวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Lift Cycle : SDLC) ที่เป็นทฤษฎีหลักในวิธีการพัฒนาโครงการสารสนเทศที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วโลก (Ragunath, Velmourougan, Davachelvan, Kayalvizhi, & Ravimohan, 2010) นอกจากนี้ SDLC ยังเป็นส่วนหนึ่งของวิชาที่นักศึกษาทางด้านคอมพิวเตอร์หรือระบบสารสนเทศจะต้องเรียนอยู่ในชั้นเรียน เช่น วิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ วิชาวิเคราะห์และการออกแบบระบบ เป็นต้น จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาความคิดและขั้นตอนการทำโครงการของตัวเองด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี เนื่องจากคุ้นเคยกับการทำวงจรการพัฒนาระบบที่เคยศึกษาในชั้นเรียนอยู่ก่อนแล้ว

ตารางที่ 5-1 เปรียบเทียบกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (engineering design process) กับวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Lift Cycle : SDLC)

Engineering Design Process	System Development Lift Cycle (SDLC)
Problem Identification	Identify the current problems
Related Information Search	Plan
Solution Design	Design
Planning and Development	Build
Testing, Evaluation and Design Improvement	Test
Presentation	Deploy
	Maintain

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ He, Lo, Xie, and Lartigue (2016) ที่ได้ทำการทดลองแลปด้วยให้มีการเรียนการสอนในวิชา Embedded System ซึ่งมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการทำแลปวิชาดังกล่าว ซึ่งได้ผลปรากฏว่า นักศึกษามีการเรียนรู้และความรู้ที่ดีขึ้นหลังจากมีการเรียนในวิชาดังกล่าว นอกจากนี้นักศึกษาสามารถออกแบบและสร้างสรรค์โครงการเกี่ยวกับ IoT ได้ และเมื่อสอบถามถึงความคิดเห็นของนักศึกษาผ่านแบบสอบถาม นักศึกษายังมีผลตอบรับที่ดีและมีความสนุกในการทำแลปด้วยอุปกรณ์ทดลองดังกล่าวอีกด้วย จึงจะเห็นได้ว่า กิจกรรมในชั้นเรียนที่มีเนื้อหาเทคโนโลยี IoT ด้วยด้วยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา” และ“การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน” นั้นมีส่วนสำคัญในการพัฒนาโครงการสารสนเทศของนักศึกษา

6. *ข้อเสนอแนะ*

จากผลวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะโมเดลการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังรูปภาพที่

ภาพที่ 6-1 โมเดลการพัฒนาโครงการสารสนเทศด้วยเทคโนโลยี IoT ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

โมเดลฯ ถูกสร้างขึ้นมาจากการผสมผสานของการเรียนรู้แบบสะเต็ม เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังอธิบายความดังต่อไปนี้

- โครงการสารสนเทศด้วยสะเต็มศึกษา

หมายถึง โครงการสารสนเทศที่เกียวกับเทคโนโลยี IoT ผ่านการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาระบบสารสนเทศ

- การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จากผลการวิจัยพบว่านักศึกษาสามารถทำโครงการผ่านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาโดยผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี จึงเห็นได้จากการออกแบบเชิงวิศวกรรมและวงจรพัฒนาระบบ (SDLC) ที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบระบบสารสนเทศนั้นมีความใกล้เคียงกัน ทำให้นักศึกษาที่ทำโครงการฯ คุ้นเคยและสามารถวางแผนดำเนินงานเป็นขั้นตอนในได้ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
3. .ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

นอกจากนี้การศึกษาแบบสะเต็มศึกษายังใช้การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งการประเมินตามสภาพจริงเป็นส่วนหนึ่งของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 26 ระบุว่า

> *“ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากการพัฒนาของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบควบคู่กันกับกระบนกการเรียนการสอนตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา ให้สถานศึกษาใช้วิธีการที่หลากหลายในการจัดสรรโอกาสเข้าศึกษาต่อและให้นำผลการประเมินผู้เรียนตามวรรคหนึ่งมาใช้ประกอบด้วย”* ("พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ," 2542)

จึงทำให้หลายหลักสูตรได้มีการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาดังกล่าว ดังนั้นการประเมินผลงานโครงการสารสนเทศของนักศึกษาจึงควรใช้การประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อวัดผลการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยภาพรวมจากการทำโครงการที่สอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา ซึ่งในการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงนั้นมีหลากหลายวิธี เช่น การสังเกตพฤตกรรม การสัมภาษณ์ การตรวจชิ้นงาน เป็นต้น

- องค์ความรู้

  ประกอบด้วย เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยี IoT และเทคโนโลยีอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยที่เทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยี IoT ที่เป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาโครงการสารสนเทศ นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับโครงการดังกล่าว ดังจะเห็นได้ว่าในงานวิจัยนี้ผู้สอนได้สอดแทรกความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้ามาบูรณาการในการเรียนการสอน เนื่องจากการทำโครงการทางด้าน IoT นักศึกษาจะต้องมีความรู้อื่น ๆ เช่น ไมโครคอนโทรเลอร์ แรงดันไฟฟ้า ค่าความกรดด่างของดินและน้ำ ค่าแก๊สที่อยู่ในระดับปลอดภัย เป็นต้น สิ่งเหล่านี้อาจารย์ผู้สอนอาจจะยกเป็นกรณีศึกษาในชั้นเรียนเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจมากขึ้นได้ อีกนัยหนึ่งกล่าวคือ นักศึกษาวิชาระบบสารสนเทศเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาระบบ การเขียนโปรแกรม เป็นอย่างดีแต่ยังยังขาดองค์ความรู้ด้านอื่น ๆ ที่จะใช้พัฒนาโครงการฯ ดังนั้นครูผู้สอนจึงต้องสอดแทรกเนื้อหาเหล่านี้ลงไปในบทเรียนด้วย

- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

  ได้มีการวิจัยและศึกษาวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากนักวิจัยและนักวิชาการหลายท่าน (Cindy, 2004; Norman & Schmidt, 2000) ซึ่งเห็นพ้องต้องกันถึงผลดีของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการส่งเสริมทักษะและความรู้ของผู้เรียน เช่น เพิ่มทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สร้างแรงจูงใจของผู้เรียน เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ เมื่ออาจารย์ให้นักศึกษาพัฒาโครงการโดยให้เลือกโครงการที่นักศึกษามีความสนใจเป็นพิเศษทางด้านเทคโนโลยี IoT นักศึกษามีผลตอบรับที่ดีจากการประเมินเจตคติ ซึ่งนักศึกษามีเจคติที่ดีต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าว โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ในข้อ“นักศึกษาคิดว่าการเรียนแบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยให้นักศึกษาคิดหัวข้อ

โครงการได้หรือไม่” จากผลการวิจัยดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีส่วนช่วยในการที่นักศึกษาพัฒนาโครงการสารสนเทศ

งานวิจันนี้จัดทำขึ้นเพื่อตอบสนองรัฐบาลไทยมีการปฏิรูปการศึกษาและการพัฒนากำลังของประเทศ โดยกล่าวถึงการจัดให้มีการศึกษาเพื่อสร้างคุณภาพของคนไทยให้สามารถเรียนรู้ พัฒนาตนได้เต็มตามศักยภาพ ประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้โดยมีความใฝ่รู้และทักษะที่เหมาะสม ดังนั้น กระบวนการเรียนรู้จะต้องมีการเชื่อมโยงและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโล การวิจัยและพัฒนา และนวัตกรรม ซึ่งการศึกษาแบบสะเต็ม (STEM EDUCATION) ได้เน้นการนำความรู้ดังกล่าวไปเชื่อมโยงกับชีวิตและการทำงานจริง ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดตั้งคำถาม วางแผน และวิเคราะห์ข้อมูลไปบูรณาการในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้แล้วรัฐบาลไทยยังผลักดันนโยบายประเทศไทย 4.0 โดยมุ่งหวังให้ประเทศไทยปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจให้เป็น เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม จึงได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในหลายภาคส่วน เช่น เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) และ Big Data เป็นต้น จึงเป็นหน้าที่ของสถาบันอุดมศึกษาที่จะปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับองค์ความรู้ใหม่และพัฒนานักศึกษาให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 เฉกเช่นเดียวกับการพัฒนาประเทศให้ทันสมัยด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมซึ่งสอดคล้องกับคำปาฐกถาของนายกรัฐมนตรีที่ว่า

> *“ประเด็นความพร้อมด้านการพัฒนาแรงงาน หรือทรัพยากรมนุษย์ ผมถือว่าเป็นหัวใจสาคัญ ในการนำพาประเทศไปสู่ “ไทยแลนด์ 4.0” ทั้งนี้ “คนไทย 4.0” ก็คือ คนในศตวรรษที่ 21 ที่จะต้องมีทักษะความรู้ ความคิดวิเคราะห์ ความสามารถ มีแรงบันดาลใจ และความมุ่งมั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้าน STEM ที่เรียกว่า สะเต็ม โดยทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา ตลอดจนพ่อแม่ผู้ปกครอง ต้องร่วมมือพัฒนาคนไทย เยาวชนไทย เพื่อให้พร้อมรองรับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลก และสอดคล้องกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ ที่มุ่งไปสู่เทคโนโลยีและนวัตกรรม ยึดหลักการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ มีวิสัยทัศน์ นำไปสู่การปฏิบัติให้เห็นผลเป็นรูปธรรม และคำนึงถึงส่วนรวม มีจิตสาธารณะ”* (พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา, 2560, หน้า 5)

7. อ้างอิง

Arduino. (ม.ป.ป-.a). http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/wpcontent/uploads/2014/10/ESL_Arduino_Workshop_for_CprE-2014-10-12.pdf

Arduino. (ม.ป.ป-.b). from https://sites.google.com/site/rucakkabarduino/

Arduino คืออะไร. (ม.ป.ป.). Retrieved 1 มกราคม 2560, from http://www.engineer007.com/index.php?lite=article&qid=50750

ArduinoAll. (2560). NodeMCU ESP8266 / ESP8285 Arduino #48 ESP8266 NodeMCU Line Notify : ส่งข้อความจาก NodeMCU เข้า LINE. from https://www.arduinoall.com/article/77/nodemcu-esp8266-esp8285-arduino-48-esp8266-nodemcu-line-notify

Arduitronics. (2558). Installing Driver Arduino on Window. Retrieved 27 มกราคม 2560, from https://www.arduitronics.com/article/23/installing-driver-arduino-on-window

Ashton, K. (2011). That 'internet of things' thing. *RFiD Journal, 22*(7).

Cindy, E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *SpringerLink, 16*(3), 235-266.

He, J., Lo, D. C., Xie, Y., & Lartigue, J. (2016). *Integrating Internet of Things (IoT) into STEM undergraduate education: Case study of a modern technology infused courseware for embedded system course.* Paper presented at the Frontiers in Education Conference (FIE), 2016 IEEE.

Kevin, A. (2009). That 'internet of things' thing. *RFiD Journal, 22*(7), 97-114.

LINE@ คืออะไร เล่นยังไง มันเอาไว้ใช้ทำอะไร มาทำความรู้จักกัน. (2558). Retrieved 6 มกราคม 2560, from http://www.modify.in.th/10064/comment-page-1

Microsoft. (ม.ป.ป.). What is STEM ad CS. from https://www.microsoft.com/about/philanthropies/youthspark/youthsparkhub/resources/what-is-stem-cs/

Norman, G. R., & Schmidt, H. G. (2000). Effectiveness of problem-based learning curricula: Theory, practice and paper darts. *Medical education, 34*(9), 721-728.

Ragunath, P., Velmourougan, S., Davachelvan, P., Kayalvizhi, S., & Ravimohan, R. (2010). Evolving a new model (SDLC Model-2010) for software development life cycle (SDLC). *International Journal of Computer Science and Network Security, 10*(1), 112-119.

The MathWorks, I. (ม.ป.ป.-a). Retrieved from https://www.mathworks.com/help/thingspeak/collect-data-in-a-new-channel.html

The MathWorks, I. (ม.ป.ป.-b). Create MathWorks Account. Retrieved from https://www.mathworks.com/mwaccount/register?uri=https%3A%2F%2Fwww.mathworks.com%2F

เทคโนโลยี : The Internet of Things. (ม.ป.ป.). Retrieved 5 ธันวาคม 2559, from http://its.sut.ac.th/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=468

เปรียบเทียบ ภาษาซี กับ ภาษา Arduino. (ม.ป.ป.). from https://sites.google.com/site/rucakkabarduino/1

เอกชัย มะการ. (2552). *Ardunio* Retrieved from http://www.ett.co.th/product2009/BOOKS/sample-book-AVR-Arduino.pdf

โปรแกรม ArduinoIDE,. (ม.ป.ป.). from http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/wpcontent/uploads/2014/10/ESL_Arduino_Workshop_for_CprE-2014-10-12.pdf

ไซลัน สาและ. (ม.ป.ป.). เกณฑ์การให้คะแนน. https://www.google.co.th/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjj8ILbt7LVAhVKO48KHd-GBKsQFghNMAY&url=http%3A%2F%2Fded.edu.kps.ku.ac.th%2F192221%2F%25E0%25B8%2581%25E0%25B8%25B2%25E0%25B8%25A3%25E0%25B9%2583%25E0%25B8%25AB%25E0%25B9%2589%25E0%25B8%2584%25E0%25B8%25B0%25E0%25B9%2581%25E0%25B8%2599%25E0%25B8%2599.pdf&usg=AFQjCNFKuoxDkbUqA046rrw-UajnkeFk7w

ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

กฤธยากาญจน์ โตพิทักษ์. (ม.ป.ป.). การประเมินผลตามสภาพจริงและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค. Retrieved from http://academic.rmutsv.ac.th/sites/academic.rmutsv.ac.th/files/05.pdf

การเขียนโปรแกรมภาษาซี. (ม.ป.ป.).

ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น. (ม.ป.ป.). Retrieved 9 ธันวาคม 2559, from http://www.sbt.ac.th

จรูญ เตชะเจริญกิจ. (ม.ป.ป.). การวัดผลประเมินผลรายวิชาตามสภาพจริง.

จารีพร ผลมูล และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ *STEM* สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3 :* กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร. Paper presented at the โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34, จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย. https://gsbooks.gs.kku.ac.th/58/the34th/pdf/HMO19.pdf

ดุษฎี โยเหลาและคณะ. (2557). โครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ *21* ของเด็กและเยาวชน :จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย กรุงเทพ: หจก.ทิพยวิสุทธิ์.

ตัวแปรชนิดข้อมูล. (ม.ป.ป.). Retrieved 3 มกราคม 2560, from http://onestone.eng.src.ku.ac.th:9000/contentc-1

บุญเรียง ขจรศิลป์. (2554).

ประจิน พลังสันติกุล. (2558). พื้นฐานภาษา *C* สำหรับ *Arduino*. กรุงเทพฯ: แอพซอฟต์เทค.
ประภาส สุวรรณเพชร. (2557). เครื่องมือเขียนโปรแกรม Aduino IDE. from http://www.praphas.com/index.php/2008-11-03-14-25-25/51-arduino/87-arduino-2-sketch
ปราณี หลำเบ็ญสะ. (2559). การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดและประเมินผล. http://edu.yru.ac.th/evaluate/attach/1465551003_%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%A1.pdf
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ 2542).
พลเอก ประยุทธ์ จันทร์โอชา. (2560). คำกล่าวเปิดประชุม และปาฐกถาพิเศษ.
มณเฑียร นาคแก้ว. (2559). การใช้งาน NodeMCU + Arduino IDE + Blynk App. Retrieved from http://montienfocus.blogspot.com/2016/03/nodemcu-blynk-app.html
ยุทธนา ปัญญาดี. (2533). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีทักษะกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นตอนโดยนำแนวคิดการเขียนอธิบายด้วยผังงาน. กรุงเทพฯ: โรงเรียนพาณิชยการจรัลสนิทวงศ์.
ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2531a). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น.
ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2531b). หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร.
วรพจน์ แสงสวัสดิ์. (ม.ป.ป.) ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเรื่อง การประเมินผลตามสภาพจริง.
วรพจน์ กรแก้ววัฒนากุล และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2555). เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อพัฒนาโครงงานด้วยโปรแกรมภาษา *C/C++* กับ *Arduino* และ *POP-XT*. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ*เอ็กเพอริเมนต์.
วรรณธนะ ปัดชา และ สืบสกุล อยู่ยืนยง. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. *Veridian E-Journal, 9*, 830-839.
วาสนา ประภาษี และ อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์. (2560). การศึกษาการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดของสะเต็มศึกษา. Paper presented at the The 22nd Annual Meeting in Mathematics (AMM 2017), เชียงใหม่. http://amm2017.math.science.cmu.ac.th/
วิจารณ์ พานิช. (2553). ชีวิตที่พอเพียง : ๑๒๔๕. จินตนาการทักษะครูเพื่อศิษย์ ๒๑. การเรียนรู้อย่างมีพลัง. from https://www.gotoknow.org/posts/439053
สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (ม.ป.พ.). ข้อเสนอว่าด้วยการปฏิรูประบบการศึกษาไทย. Retrieved from http://econ.tu.ac.th/archan/POKPONG/edu%20reform%20proposal.docx.
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป-.a). รู้จักสะเต็ม. from http://www.stemedthailand.org/?page_id=23
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป-.b). สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม. from http://www.stemedthailand.org/?knowstem=%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B9%87%E0%B8%A1%E0%B8%A8%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B8%A9%

E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%9A

สนธิ พลชัยยา. (2557, กรกฎาคม-สิงหาคม). สะเต็มศึกษากับการคิดขั้นสูง. นิตยสาร สสวท., *42,* 7-10.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

อวิรุธ วิชาเร็ว และ นครภักดีชาติ. (2537). เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ *Aduino* ง่ายๆด้วยโปรแกรมแบบกราฟิก. กรุงเทพฯ: บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

อารมณ์ สนานภู่. (2539). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับงานวิจัย. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง) Internet of Things). (ม.ป.ป.). Retrieved 5 ธันวาคม 2559, from http://th.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=i/iot-internet-of-things

8. *ภาคผนวก*

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่ นางสาวรัตนาวลี ไม้สัก ได้ขอความอนุเคราะห์ให้.....เป็นผู้เชี่ยวชาญในโครงการการส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่งผ่านสะเต็มศึกษาเพื่อการก้าวสู่มหาวิทยาลัยดิจิทัล ข้าพเจ้า

( ) ยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

( ) ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

ลงชื่อ

(.....)

วันที่ .....

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบทดสอบวัดความรู้เรื่องเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบหน่วนเรียนที่ 1-8 โดยใส่เครื่องหมาย (x) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

จุดประสงค์	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	(I.O.C.) $\frac{[\sum R]}{N}$
		1	2	3		
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ Internet of Things และ Ardunio	1-5	1	1	1	3	1.0
2. สามารถติดตั้งโปรแกรม Ardunio IDE ได้	6-10	1	1	1	3	1.0
3. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	11-15	1	0	1	2	0.7
4. เข้าใจการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับ Ardunio	16-20	0	1	1	2	0.7
5. เข้าใจการทำงานของ Servo และ Motor ได้	21-25	1	1	1	3	1.0

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

.....

.....

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบทดสอบวัดความรู้เรื่องเทคโนโลยี IoT ครั้งที่ 2 เป็นการทดสอบหน่วนเรียนที่ 9-17 โดยใส่เครื่องหมาย (x) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

จุดประสงค์	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	(I.O.C.) $\frac{[\sum R]}{N}$
		1	2	3		
1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับอุปกรณ์ Ardunio, Sensor และ LINE	1-5	1	0	1	2	0.7
2. สามารถใช้โปรแกรม LINE เพื่อออกค่า Token ได้	6-10	1	1	1	3	1.0
3. สามารถเชื่อมต่อ Cloud IoT Provider ผ่าน www.thingspeak.com	11-15	1	1	0	2	0.7
4. สามารถใช้ Node MCU ผ่านแอพพิเคชั่น Blynk	16-20	1	1	1	3	1.0
5. สามารถประยุกต์ใช้ IoT ได้ในชีวิตประจำวัน	21-25	1	1	1	3	1.0

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบวัดเจตคติต่อหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

<u>คำชี้แจง</u> โปรดพิจารณาและประเมินรายการแบบวัดเจตคติต่อหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในด้านการใช้คำความถูกต้องทางภาษา และความเหมาะสมกับระดับที่ต้องการวัด โดยขอความกรุณษเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดไว้ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โปรดเขียนในช่องหมายเหตุ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	1	
1	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถุฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
2	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถุฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
3	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถุฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
4	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				

	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
5	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
6	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
7	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
8	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
9	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
10	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				

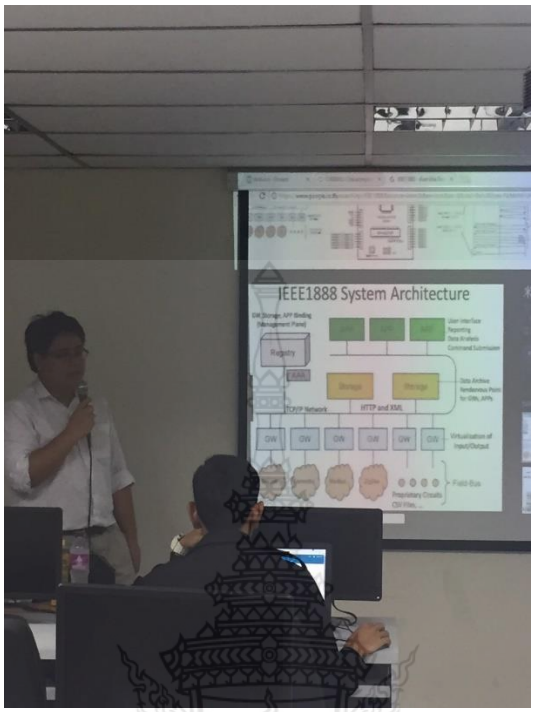
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
11	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
12	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
13	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
14	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
15	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
16	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูกต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				

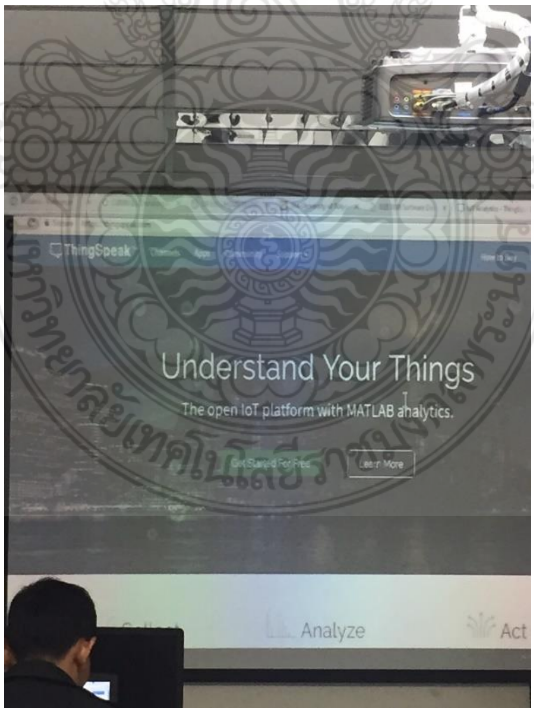
17	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
18	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
19	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				
20	1. มีลักษณะการใช้คำเหมาะสม				
	2. มีความถูฏต้องทางภาษา				
	3. มีความเหมาะสมกับระดับนักศึกษา				

ตาราง ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงของการประเมินรายการแบบวัดเจตคติต่อหน่วยเรียนเทคโนโลยี IoT ผ่านการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1	ใช้ได้
3	0	1	1	2	0.7	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1	ใช้ได้
8	0	1	0	1	0.3	ใช้ไม่ได้
9	1	1	1	3	1	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1	ใช้ได้
11	1	0	1	3	0.7	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1	ใช้ได้
15	0	1	0	1	0.3	ใช้ไม่ได้
16	1	1	1	3	1	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1	ใช้ได้
19	0	1	0	1	0.3	ใช้ไม่ได้
20	1	1	1	3	1	ใช้ได้

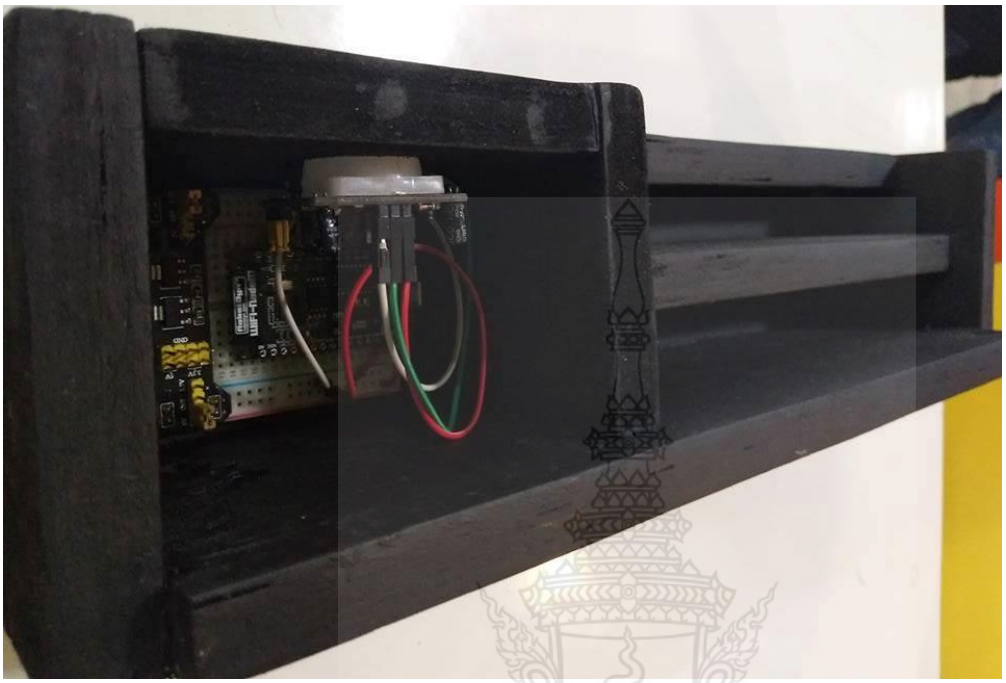
รูปภาพกิจกรรมฝึกอบรม



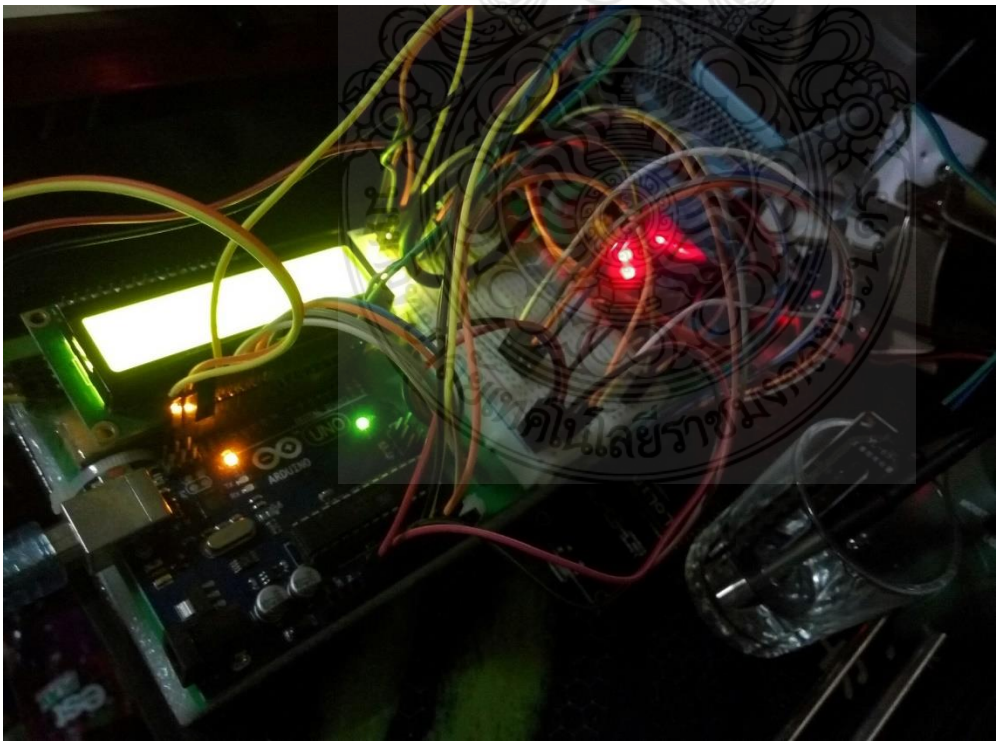


รูปภาพโครงการ

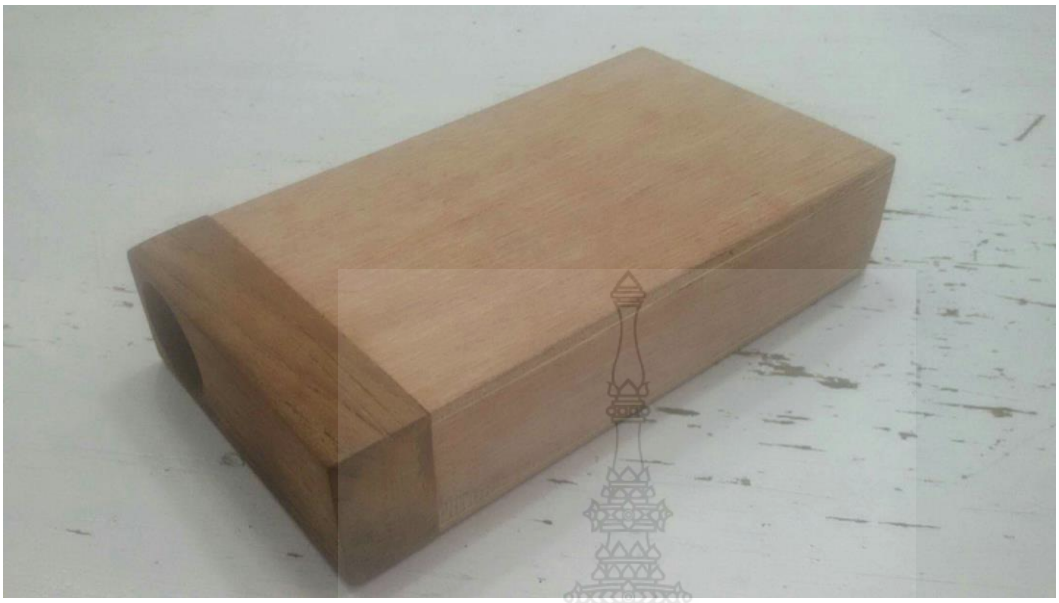
โครงการการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวด้วย PIR Motion Sensor



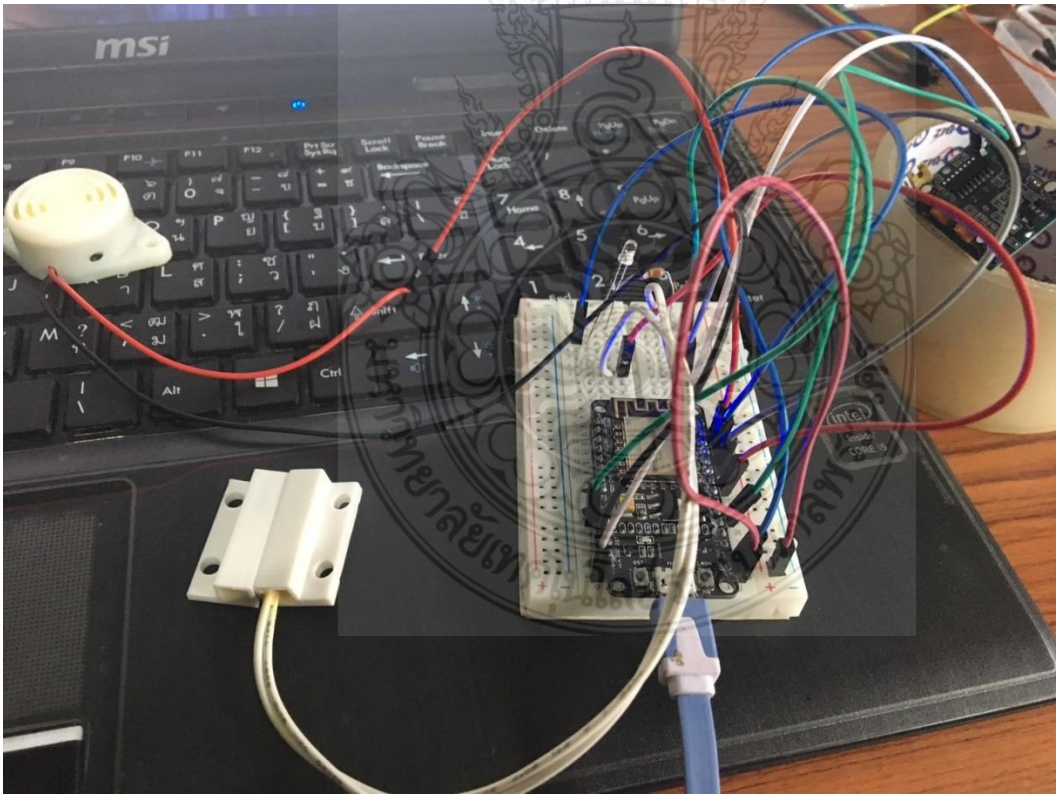
โครงการพัฒนาระบบตรวจวัดสารละลายในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์



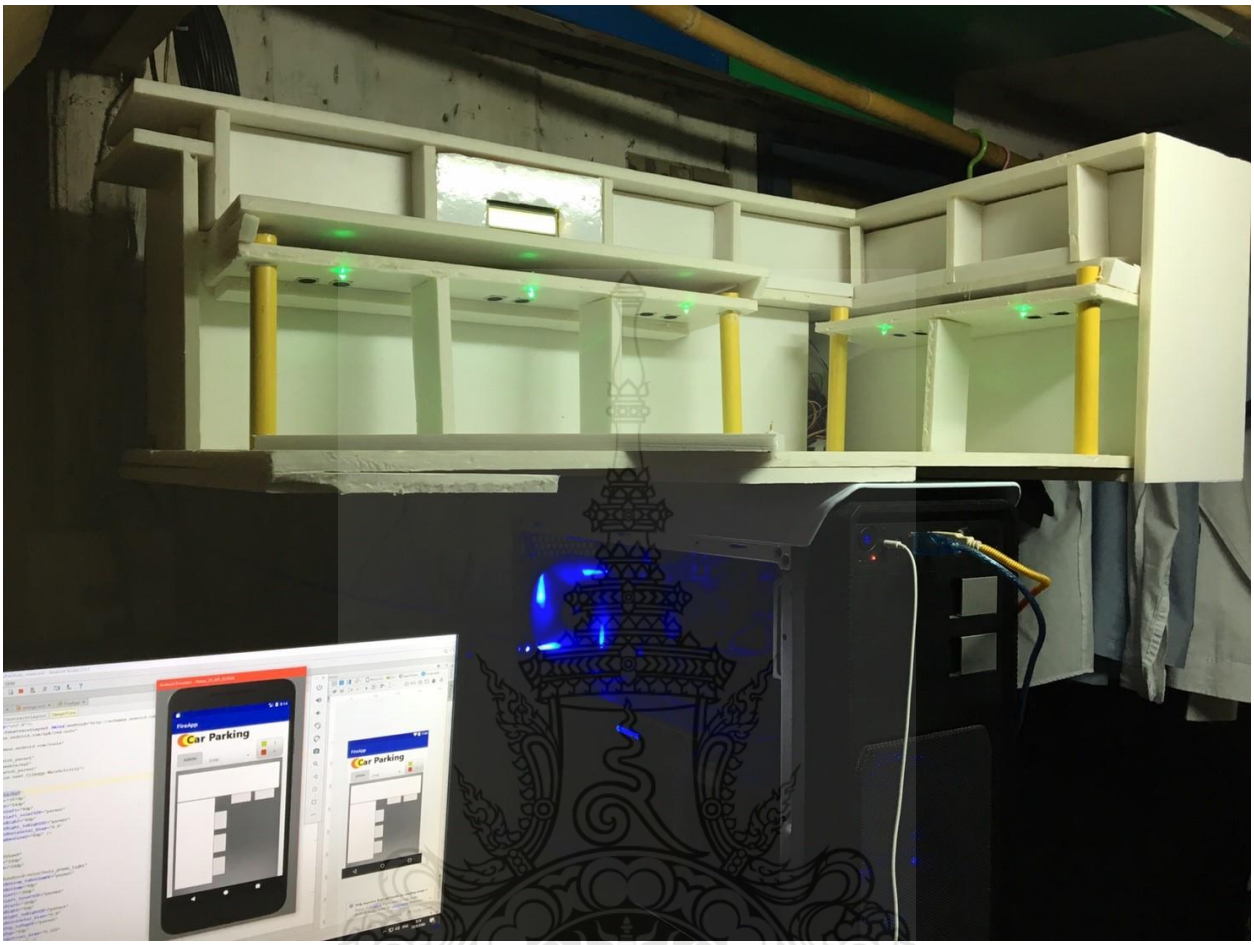
โครงการระบบตรวจวัดการบริหารทางเดินหายใจส่วนต้นเพื่อการบำบัดรักษา



โครงการระบบตรวจวัดแก๊สภายในอาคาร



โครงการลานจอดรถไฮเทค



9. ประวัติย่อผู้วิจัย

1. ประวัติผู้วิจัย/ผู้สอน

ชื่อ นามสกุล	นางสาวรัตนาวลี ไม้สัก	
ตำแหน่งทางวิชาการ	อาจารย์	
การศึกษา	ปริญญาเอก :	D.I.T (Information Technology)
		Edith Cowan University, Australia, 2015
	ปริญญาโท :	วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
		มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548
	ปริญญาตรี :	บธ.บ. (การตลาด)
		สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2540
การฝึกอบรม	1. โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน	
	2. อบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง Easy Smart home apply by internet of thing	
	3. อบรมเรื่อง Data Analytics with Pentaho BI, weka, R and Hadoop	
	From Business Intelligence to Data science	
สังกัดหน่วยงาน	สาขาวิชาธุรกิจระหว่างประเทศ	
	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	
ตำแหน่งปัจจุบัน	หัวหน้าสาขาวิชาธุรกิจระหว่างประเทศ	
	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	
ประวัติการทำงาน	ปัจจุบัน	หัวหน้าสาขาวิชาธุรกิจระหว่างประเทศ คณะบริหารธุรกิจ
		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
		อาจารย์คณะบริหารธุรกิจ

บทความทางวิชาการ

Maisak, R., Ratchatakulpat, T., Kieckbusch, H., Tirasuwanvasee, S. (2016) Auditing accessibility of Thai mobile government apps. Proceedings of the 2nd national conference (pp.304-311). Bangkok, Thailand.

Maisak R. (2015). Achieving accessibility in tertiary education websites : the case study of the ASEAN University Network (AUN). Proceeding of the 6th TCU International e-Learning Conference (pp.130-136). Bangkok, Thailand.

Maisak R. (2012) E-government Website Accessibility in Thailand. RMUTP Research Journal Special Issue : The 4th Rajamangala University of Technology International Conference, Bangkok, 4-3 July 12-13 Retrieved from http://journal.rmutp.ac.th/wp-content/uploads//06/2014Special-Computer_Science-Inter-.45pdf