



รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการ เครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ
เสนอต่อ
มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ได้รับสนับสนุนทุนทำโครงการ
ในโครงการสนับสนุนทุนทำโครงการของนักเรียนในชนบท
ประจำปี 2562

โดย

นายชูชัย แสงช่าง ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 6/1
นางสาวพิชญา จันทร์แดง ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1
นางสาวณัฐวรา แซ่ม้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5/1

อาจารย์ที่ปรึกษา

นายวีรศักดิ์ เป็รอด

นางสาวมติกา ใจธรรม

โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์จิตต์อารี ในพระอุปถัมภ์ของสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี
สังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ กระทรวงศึกษาธิการ
อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

โครงการ	เครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ
ผู้จัดทำ	นายชูชัย แสงช้าง
	นางสาวพิชญา จันทร์แดง
	นางสาวณัฐวรา แซ่ม้า
ที่ปรึกษา	นายวีรศักดิ์ เป็รอด
	นางสาวมติกา ใจธรรม

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการพัฒนาระบบระบบ เช่น ระบบของ Smart Phone มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วมี Application Line ออกมา เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้ชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบัน ทำให้มนุษย์สามารถสร้าง และควบคุมอุปกรณ์ได้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ได้สะดวกและรวดเร็ว เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และการออกแบบเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงระหว่างกันและกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเครือข่ายในลักษณะนี้เรียกว่า The Internet of Things หรือเรียกย่อ ๆ ว่า IOT

โครงการเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการคัดแยกขยะแต่ละประเภทออกจากกัน ทางคณะผู้จัดทำได้ทดลองสร้างเครื่องแยกขยะในรูปแบบต่างๆรวมถึงการเลือกวัสดุในการสร้าง การออกแบบโครงสร้าง และการออกแบบระบบควบคุมการแยกขยะอัตโนมัติซึ่งมีผู้ควบคุมระบบถังขยะซึ่งสามารถเปิด - ปิดระบบด้วยอัตโนมัติโดยการทำงานของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

หลักการทำงานของเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ เริ่มจากเมื่อขยะลงในถังของเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติขยะขนาดเล็กและเศษอาหารจะตกผ่านตะแกรงไปยังถังขยะทั่วไปที่อยู่ด้านล่างของเครื่อง หลังจากนั้นเซนเซอร์อัลตราโซนิก ตรวจสอบว่ามีขยะระบบจะสั่งให้มอเตอร์ปิดน้ำฝนและรางทำงาน ขยะจะเคลื่อนที่ไปตามรางในระยะเวลา 30 วินาที ถ้าเป็นขยะโลหะจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับโลหะ ขยะจะถูกปิดลงในถังขยะโลหะ ส่วนขยะที่ไม่ใช่โลหะจะเคลื่อนที่ไปตามราง ขยะที่เป็นแก้วน้ำขนาดเล็กจะลงในช่องที่ 1 และตกลงในถังขยะแก้วน้ำขนาดเล็ก แก้วกาแฟเคลื่อนไปตามรางและตกลงในช่องที่ 2 ลงในถังขยะแก้วกาแฟ ส่วนขวดน้ำพลาสติกจะเคลื่อนไปตามรางต่อ และตกลงในช่องที่ 3 ตกลงในถังขยะขวดน้ำ ขยะที่ไม่สามารถคัดแยกได้จะตกลงไปยังขยะทั่วไป ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย เมื่อขยะแต่ละชั้นที่ตกลงไปในถังแต่ละใบจะมีการนับของเซนเซอร์อัลตราโซนิกแต่ละตัวในถังขยะแต่ละใบของถังขยะจะนับหนึ่งตามที่ตรวจพบว่ามีขยะหนึ่งชิ้นตกลงมา และถ้าเซนเซอร์ตรวจพบว่ามีขยะอยู่ตลอดเวลาคือถังขยะใบนั้นเต็มและจะมีการแจ้งเตือนผ่าน Application Line ทำให้ผู้ดูแลรู้ว่าเต็มถึงขยะแล้ว เพื่อนำไปเทออกจากถัง และรู้จำนวนของขยะในถังด้วยว่าเท่าไร ถ้าเครื่องคัดแยกขยะมีการติดขัดระบบของเครื่องจะมีสตาปเปอร์ในการหยุดการทำงานของเครื่อง

คำสำคัญ

Motor drive 1 หมายถึง อุปกรณ์ที่รับคำสั่งจาก Arduino ว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิกตรวจพบขยะและจะสั่งให้ motor drive 1 สั่งให้มอเตอร์ปิดน้ำฝนทำงาน ทำให้รางหมุน

มอเตอร์ปิดน้ำฝน1 หมายถึง อุปกรณ์ที่ควบคุมการหมุนของราง

Limit Switch หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำให้มอเตอร์ปิดน้ำฝน2 เริ่มทำงาน มอเตอร์ปิดน้ำฝน2 จะทำการหมุนกลไกคัต แยกขยะ 120 องศา

PUSH BUTTON STOP หมายถึง อุปกรณ์ที่หยุดการทำงานทั้งระบบ เมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิดเกิดขึ้น

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ขยะเป็นปัญหาที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดจากขยะมีมากขึ้นในยุคปัจจุบัน ในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องนำขยะกลับมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ต่อไปเช่นขยะพลาสติกสามารถนำมาหลอมเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ ต่าง ๆ และลดปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการคัดขยะเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ในการจัดการขยะในเพื่อความสะอาด สะดวกรวดเร็วและสามารถใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำงานแทนแรงงานมนุษย์ ปัญหาขยะและการคัดแยกขยะแต่ละวันเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์จิตต์อารีฯ การทิ้งขยะไม่เป็นที่ของนักเรียน และไม่มีคัดแยกขยะก่อนทิ้ง จึงทำให้เทศบาลไม่รับขยะภายในโรงเรียนไปทิ้ง เนื่องจากโรงเรียนไม่ได้มีการจัดการคัดแยกขยะที่ถูกวิธี และมีขยะอันตรายปะปนกับขยะเปียกและขยะทั่วไป ทำให้ยากแก่การคัดแยก และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนโดยเฉพาะบริเวณที่ทิ้งขยะ ดังนั้นโครงการเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติจึงได้เริ่มขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการคัดแยกขยะอย่างเป็นระบบ ปลอดภัย ประหยัดพลังงานและส่งเสริมสิ่งแวดล้อม ลดเวลาในการคัดแยกขยะของพนักงานในโรงเรียน คณะผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรมภาษา C และ ภาษา C++ ใช้ในระบบเครื่องแยกขยะอัตโนมัติ ซึ่งกลุ่มคณะผู้จัดทำได้เข้ารับการอบรม ในโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัวที่จัดขึ้นที่ 3 ซึ่งโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของมูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริฯ

เนื่องด้วยการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ในปัจจุบันเป็นไปอย่างเร่งด่วนต้องการความสะดวกสบาย ปลอดภัยอีกทั้งมีการพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีของระบบ Smart Phone ได้ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมี Application เพื่อให้ได้ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อสื่อสารในการใช้ชีวิตของมนุษย์ยุคปัจจุบัน ได้อย่างสะดวกสบาย ง่าย และรวดเร็ว โดยผ่าน Application Line โดยเฉพาะระบบเครือข่ายไร้สายซึ่งกำลังขยายตัวและใช้งานกันอย่างแพร่หลายจนเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันมนุษย์ในสมัยนี้ การคัดแยกขยะก็เช่นเดียวกัน ต้องแยกขยะได้อย่างรวดเร็ว ปลอดภัยและประหยัดพลังงานและใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการ และเป็นส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติได้เกิดขึ้นมาบนพื้นฐานของการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ควบคุมการทำงานโดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัย โดยพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดที่ได้จากแผงเซลล์สุริยะ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน
2. เพื่อสร้างเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติภายในโรงเรียน
3. เพื่อสร้างความสะดวก รวดเร็วและความปลอดภัยในการคัดแยกขยะ
4. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนทิ้งขยะเป็นที่เป็นทาง
5. เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม และช่วยลดความร้อน

ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

ขอบเขตด้านเนื้อหา	:	การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C , C++ การออกแบบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรมคอนโทรล Arduino ให้ทำงานตามต้องการ
ขอบเขตกลุ่มเป้าหมาย	:	นักเรียนในโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัว และผู้สนใจ
ขอบเขตด้านสถานที่ศึกษา	:	โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์จิตต์อารีฯ ลำปาง
ขอบเขตระยะเวลาที่ศึกษา	:	เดือน พฤษภาคม 2562 – มิถุนายน 2562

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดเวลาในการคัดแยกขยะ
2. อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน
3. สร้างจิตนึกแก่ผู้ใช้งาน
4. ผู้ใช้งานสามารถวางใจในการทำงานของเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติได้

ทฤษฎีหลักการและเทคโนโลยีที่ใช้

Arduino



Arduino คืออะไร

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน้ หรือ อาดูยโน้) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรม ต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอก แล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูตัวอย่างรูปที่ 1) หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 2) เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้

จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยมง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นมี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแกร่ง Open Hardware ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้านรูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

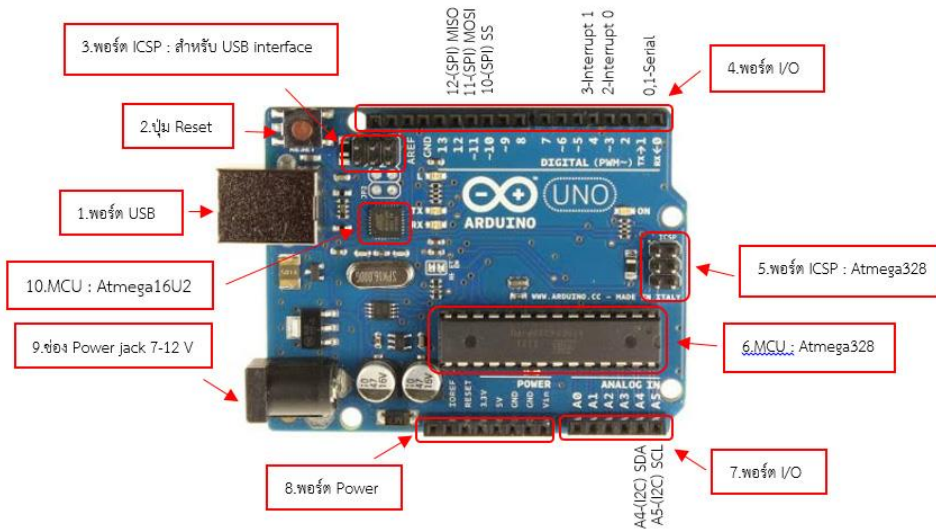
1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้

จาก Arduino.cc/en/main/software

2. หลังจากที่ได้เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

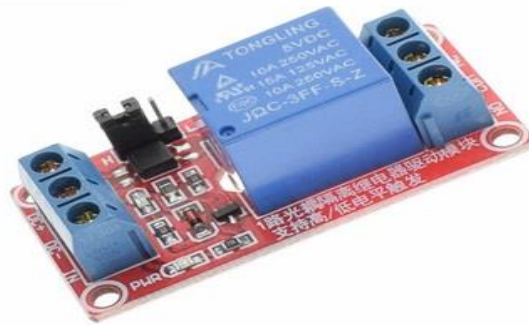
3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที

Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)



1. USBPort: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด
2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่
3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2
4. I/OPort:Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM
5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader
6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino
7. I/OPort: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5
8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin
9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V
10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

รีเลย์ 1 ช่อง



- รีเลย์(relay) เป็น เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า Relay มีหลายประเภท ตั้งแต่ Relay ขนาดเล็กที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป จนถึง Relay ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานไฟฟ้าแรงสูง สำหรับการนำ Relay ไปใช้งาน จะใช้ในการตัดต่อวงจร
- ช่วงแรงดันไฟฟ้าเข้า AC: 85-264VAC 47-63Hz
- อินพุตปัจจุบัน: 110V/1.5A, 230V/0.75A
- เอาต์พุต: 5V/0-10A
- กระแสไฟเข้าสู่กระแสลับ AC: กระแสไฟเริ่มต้น 20A/115V 40A/230V
- กระแสรั่วไหล: <1mA/240VAC
- ช่วงปรับ Dc: +/- แรงดันขาออกที่กำหนดไว้ 10%
- การป้องกันการโอเวอร์โวลต: โหมดแฮ็คคัพ 105%-135% การกักเก็บอัตโนมัติ
- การป้องกันด้วยแรงดันไฟฟ้าเกิน 115%-135% ตัดการส่งออกการกักเก็บอัตโนมัติ
- ตั้งค่าเพิ่มขึ้นรเวลา: 200ms, 50ms, 20ms
- การควบคุมการไหล: +/- 1%
- อุณหภูมิในการทำงาน: -10°C~+60°C, 20%~90RH

น้ำหนัก/ขนาด: 0.50 กก., 98x158x42 มม. (กว้างxยาวxสูง)แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตช์ซึ่ง หรือ switching power supply เนื่อง จากแหล่งจ่ายไฟแบบเชิงเส้นมีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในตัวมันสูงมาก (มากเท่าใดก็ขึ้นอยู่กับความต่างระหว่างแรงดันขาเข้ากับขาออก) ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟแบบสวิตช์จึงถือกำเนิดมาเพื่อแก้ปัญหานี้ เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบทำงานอย่างสูงสุด หลักการก็คือการใช้หม้อแปลงเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าจากขาเข้าค่าหนึ่งให้เป็นขา ออกอีกค่าหนึ่ง เพราะหม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ส่งผ่านกำลังไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงมาก (มากกว่า90 เปอร์เซ็นต์) แต่หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น ถ้าป้อนไฟตรงเข้าไปจะเกิดความเสียหายทันที ดังนั้น เราจะต้องเอาแรงดันไฟตรงที่เข้ามานั้นทำเป็นไฟสลับ โดยการใช่วงจรสับกระแส (chopper) หรือเปิด-ปิด-เปิด-ปิด.... แรงดันไฟตรงขาเข้าด้วยความถี่หนึ่ง (หลักสิบกิโลเฮิร์ต หรือเป็นหมื่นรอบต่อวินาที เพื่อให้หม้อแปลงมีขนาดเล็กและประสิทธิภาพสูงขึ้น) เมื่อเป็นไฟสลับแล้วก็จะนำแรงดันผ่านหม้อแปลงปรับเปลี่ยนค่าแรงดันใหม่ตามขา ออกที่เราต้องการ จากนั้นเราก็เปลี่ยนแรงดันไฟสลับนี้ให้กลับมาเป็นไฟตรงเพื่อใช้งานอีกครั้งหนึ่ง

เครื่องมือที่ใช้พัฒนา ใช้ภาษา Python ในการสั่งการขา GPIO ของ Raspberry Pi ให้เป็นไปตามที่เรา กำหนดโดย ใช้ PHP เรียกใช้งาน Python Raspberry Pi มีระบบปฏิบัติการ คือ Raspbian (พัฒนาจาก Debian) มีระบบ GUI ชื่อ ว่า PIXEL

PIXEL คือการนำระบบเดสก์ทอปโอเพนซอร์ส LXDE มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับ Raspberry Pi มากขึ้น มีหน้าจอแบบกราฟิกพร้อมโลโก้ Raspberry Pi และเลขเวอร์ชัน, มีภาพพื้นหลังที่, ปรับปรุงไอคอนใหม่ให้น่าใช้กว่าเดิม, ปรับปรุงการแสดงผลฟอนต์, เพิ่มตัวเลือกการปิด Wi-Fi และ Bluetooth, เปลี่ยนเบราว์เซอร์จาก Epiphany มาเป็น Chromium และเพิ่มแอปใหม่ Real VNC เข้ามา

PIXEL ย่อมาจาก "Pi Improved Xwindows Environment, Lightweight"

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal Home Page Tools

PHP คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML

โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language

Bootstrap คือ Frontend Framework ที่รวม HTML, CSS และ JS เข้าด้วยกันสำหรับพัฒนา Web ที่รองรับทุก Smart Device หรือ เรียกว่า Responsive Web หรือ Mobile First

Ajax ย่อมาจาก Asynchronous JavaScript and XML ซึ่ง ajax นั้นจะทำให้ web application มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะ ajax นั้นจะส่ง request ไปยัง server เพื่อให้ server ตอบกลับข้อมูลที่เราต้องการซึ่งจะทำให้เราแก้ปัญหาการโหลดข้อมูลช้าเพราะ Server Side Script ที่เราต้องการข้อมูลจาก server นั้นจะต้องโหลดใหม่หมดเช่น php , asp เป็นต้นแต่ ajax จะทำให้โหลดหน้าเพจเฉพาะส่วนที่ต้องการข้อมูลใหม่เท่านั้นทำให้ web หรือ web application มี

ประสิทธิภาพมากขึ้นและ ajax ยังสามารถที่จะดึงข้อมูลที่เป็น xml ได้อีกด้วยซึ่งในการเขียน ajax นั้นจะเขียนโดยใช้ javascript ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด

jQuery คือ JavaScript Library ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียน JavaScript นั้นง่ายขึ้น เนื่องจากการใช้ JavaScript เพื่อประยุกต์กับงานเว็บ (Client-side JavaScript) นั้นลึกลับยุ่งยาก อาทิเช่น ความไม่เข้ากันของเว็บเบราว์เซอร์ แต่ละค่าย, DOM ,API เป็นต้น jQuery จึงถือกำเนิดมาโดยเตรียมฟังก์ชันและออบเจกต์ต่างๆที่จำเป็นไว้ให้ในรูปแบบของ Library ดังนั้นโค้ดที่เราเคยต้องเขียนด้วย JavaScript หลายๆบรรทัดก็อาจเขียนได้สั้นลงเหลือเพียงแค่บรรทัดเดียวเท่านั้น

Python คือชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux , Windows NT, Windows 2000, Windows XP

API ย่อมาจาก Application Programming Interface คือ ช่องทางการเชื่อมต่อ ,ช่องทางหนึ่งที่จะเชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผู้ให้บริการ API จากที่อื่น เป็นตัวกลางที่ทำให้โปรแกรมประยุกต์เชื่อมต่อกับโปรแกรมประยุกต์อื่น หรือเชื่อมการทำงานเข้ากับระบบปฏิบัติการ

NB-IOT



NB-IoT ย่อมาจาก Narrowband IoT (NB-IoT) เป็นมาตรฐานระบบโครงข่ายที่ใช้พลังงานต่ำ (Low Power Wide Area Network (LPWAN) ที่ถูกพัฒนาเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้โดยผ่านโครงข่ายของสัญญาณโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งนั่นคือ คลื่นมือถือที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เชื่อมต่อเข้าหากันได้โดยใช้พลังงานที่ต่ำและข้อมูลที่ส่งหากันก็ไม่ต้องเยอะ แม้จะอยู่ในจุดที่ไกลกันก็ยังคุยกันได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อผ่านสายให้ยุ่งยาก เพียงแค่มีซิม (SIM) ติดตั้งในอุปกรณ์นั้นๆ ก็ทำให้เชื่อมต่อและคุยกันได้แล้ว

ข้อดีของ NB-IoT คือ

ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ส่งข้อมูล uplink ในขนาดที่เหมาะสม จึงช่วยทำให้อายุการใช้งานแบตเตอรี่ของอุปกรณ์ IoT อยู่ได้นานถึง 10 ปี รองรับปริมาณอุปกรณ์ IoT ได้สูงสุดในระดับแสนตัวต่อสถานีฐาน รัศมีครอบคลุมของเครือข่ายต่อสถานีฐาน กระจายได้มากกว่า 10 ก.ม. รวมถึงในตัวอาคารก็ยังรับสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาเครือข่ายให้เปิดบริการ IoT ได้อย่างรวดเร็ว เพราะออกแบบอุปกรณ์ให้ใช้ร่วมกับ โครงข่าย 4G ในปัจจุบันได้ ผู้ให้บริการ NB-IoT ในไทยมีในระบบเครือข่ายของ True และ AIS

ความสำคัญของ NB-IoT และตัวอย่างการนำไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่ได้จากการใช้งานโครงข่าย NB-IoT เช่น ตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง จากภาพด้านบนเป็นลานจอดรถที่ดูผิวเผินก็ดูเหมือนลานจอดรถปกติทั่วไปไม่มีอะไรแปลกใหม่ แต่ว่าสถานที่จอดรถนี้สามารถทำให้เป็น Smart Parking ได้โดยนำเซนเซอร์ IoT มาฝังที่จุดจอดทุกจุดโดยไม่ต้องเดินสายไฟให้เสียเวลา ติดตั้งเซนเซอร์มากน้อยตามที่ต้องการ สมมติว่าลานจอดรถนี้รองรับรถยนต์ได้ 1,000 คัน ก็ติดตั้งเซนเซอร์ 1,000 ตัวลงที่ลานจอดรถนั้นได้เลยเพียงเจาะพื้นเป็นหลุมที่สามารถใส่เซนเซอร์เข้าไปได้ ซึ่งสามารถทำเสร็จได้ในเวลาไม่กี่วัน ในเซนเซอร์นั้นจะมีชิปติดตั้งเข้าไปเพื่อให้เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายที่จะทำให้คุยกับตัวอุปกรณ์ควบคุมศูนย์กลางได้ผ่านเครือข่าย NB-IoT เซนเซอร์ดังกล่าวจะบอกได้ว่าจุดไหนบ้างที่ว่าง ผู้ให้บริการที่จอดรถและคนที่เข้าใช้บริการจะทราบได้ว่ามีที่ว่างกี่ที่และจุดไหนบ้าง (บอกตำแหน่งได้เลย อยู่ที่การตั้งค่า) หากจะต่อยอดอีกก็สามารถแสดงป้ายอัจฉริยะที่จะนำทางผู้ขับไปจอดยังตำแหน่งที่ว่างดังกล่าวได้เลย ไม่ว่าจะลานจอดรถจะกว้างใหญ่แค่ไหนก็ไร้ปัญหาเพราะว่าตัวเซนเซอร์นั้นเชื่อมต่อไร้สายผ่านเครือข่ายมือถืออยู่แล้ว

สรุปแล้วมันคือระบบที่เพิ่มความสะดวกในการจัดการกับอุปกรณ์หลายๆ ตัวให้สามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้อย่างสะดวก ง่ายตายไม่ต้องเปิดสายให้ยุ่งยากอีกต่อไป แลมาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์ IoT เหล่านั้นก็อยู่ได้นานหากเซนเซอร์ตัวไหนเกิดปัญหาที่สามารถทราบได้เป็นรายตัวได้เลย สะดวกง่ายต่อการบำรุงรักษา ซึ่งนี่ก็คือตัวอย่างหนึ่งในการนำ NB-IoT มาใช้งาน อยากต้องการดูโซลูชันการนำ NB-IoT มาใช้งานจริงสามารถชมเพิ่มเติมได้ที่ TrueBusiness ซึ่งเมื่อต้นเดือนพฤษภาคม 2561 ที่ผ่านมานั้นที่งาน TrueBusiness Forum 2018 ก็ได้จัดบูธแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องนี้เอาไว้ค่อนข้างมาก GSMA รับรอง TrueMove H เป็นผู้ให้บริการโครงข่าย NB-IoT รายเดียวที่ครอบคลุมทั่วไทยและมีความพร้อมด้าน IoT Ecosystem ประเทศไทยของเรานั้นสามารถใช้งาน NB-IoT ได้จริงแล้ว เนื่องจากผู้ให้บริการในไทยนั้นได้เปิดให้บริการดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งหนึ่งในผู้ให้บริการ NB-IoT ที่มีชื่อเสียงในไทยคือ True ด้วยเหตุผลดังนี้

โครงข่าย IoT ที่ดีที่สุด ครอบคลุมมากที่สุด โดยมีโครงข่าย NB-IoT ที่พร้อมใช้งาน ครอบคลุมทั่วประเทศ สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังมีแผนติดตั้งโครงข่าย LTE-M(Cat-M1) ให้ครอบคลุมทั่วประเทศในไตรมาสที่ 3 ของปี 2561 แพลตฟอร์มไอโอที (IoT Platform) ครอบคลุมทั่วโลก ด้วยความร่วมมือกับพันธมิตรชั้นนำระดับโลก

พันธมิตรคู่ค้าและผู้ให้บริการโซลูชันที่ดีที่สุด โดยปัจจุบันมีคู่ค้ามากกว่า 120 ราย ครอบคลุมบริการหลากหลาย

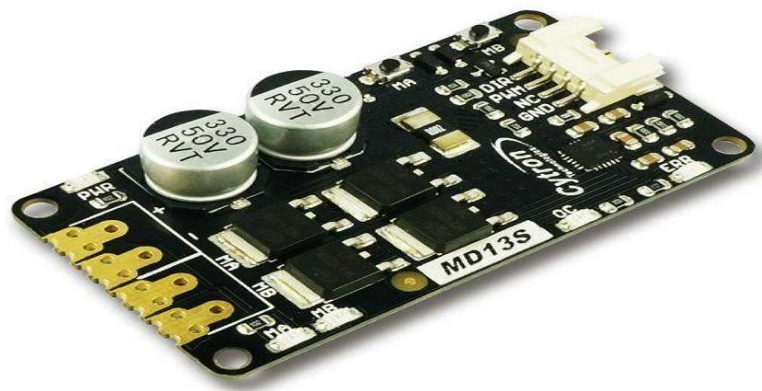
เครือข่ายชุมชนนักพัฒนา IoT (IoT Community) ที่มากที่สุดถึง 17 แห่ง ศูนย์ค้นคว้าวิจัยเพื่อสร้างเครือข่ายให้ต่อยอดองค์ความรู้ เพื่อสนับสนุนเมกเกอร์ นักพัฒนาผลิตภัณฑ์และ IoT โซลูชัน รวมถึงเหล่าสตาร์ทอัพ

ดิจิทัลแพลตฟอร์มหลากหลาย (Multi-Digital Platform) ตอบโจทย์นักพัฒนาและองค์กรธุรกิจ ให้ต่อยอดเทคโนโลยี IoT พัฒนาเป็นบริการได้แบบ End-to-End
ดังนั้นจึงทำให้

True เป็นผู้ให้บริการเป็นรายเดียวในไทยและอาเซียนที่ทาง GSMA ได้ให้การรับรองว่ามีความพร้อมในการให้บริการด้านโครงข่าย NB-IoT ที่สามารถใช้งานได้จริงแล้วในวันนี้

ดังนั้น ผู้ใช้งานหรือนักธุรกิจที่กำลังมองหาโซลูชันด้าน IoT ก็อุ่นใจได้ว่าระบบ IoT ที่เรากำลังจะลงทุนนั้นมีเครือข่ายที่รองรับและใช้งานได้จริงไม่ว่าจะอยู่ในพื้นที่ใดในประเทศไทย

มอเตอร์ไดรเวอร์



แปรงมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกเพราะใช้งานง่าย เพียงแค่จ่ายเทอร์มินัลแปรงมอเตอร์สองตัวที่มีแรงดัน DC มันจะเริ่มหมุน! แต่คุณต้องมีตัวขับมอเตอร์ที่ดีเพื่อควบคุมความเร็วและทิศทางจากไมโครคอนโทรลเลอร์ MD10C เป็นตัวขับมอเตอร์ที่ยอดเยี่ยมและตอนนี้มันมีอยู่แล้วใน Revision 3 อย่างไรก็ตามเราอยากแนะนำ MD13S ที่ S หมายถึง SMD (Surface Mount Device)

MD13S มีการปรับปรุงที่ดีในการป้องกันปัจจุบันซึ่ง MD10C ไม่มี ด้วยวงจรและการออกแบบใหม่ MD13S สามารถส่งออกกระแสได้สูงสุด 30A และกระแสต่อเนื่องอยู่ที่ 13A (ที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส)

อย่าลืมว่ามันสามารถใช้งานร่วมกับ GROVEได้ด้วยตัวคุณเอง ฉันทุติถึงเหอ MD13S เล็กกว่า MD10C :)

คุณสมบัติ:

การควบคุมแบบสองทิศทางสำหรับมอเตอร์กระแสตรง 1 แปร

รองรับแรงดันไฟฟ้าของมอเตอร์ตั้งแต่ 6V ถึง 30V

กระแสสูงสุดสูงสุด 13A ต่อเนื่องและ 30A สูงสุด (10 วินาที)

เข้ากันได้กับ GROVE

อินพุตระดับตรรกะ 3.3V และ 5V

ส่วนประกอบโซลิดสเตตให้เวลาตอบสนองเร็วขึ้นและกำจัดการสึกหรอของรีเลย์เชิงกล

NMOS H-Bridge อย่างเต็มที่เพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและไม่จำเป็นต้องใช้แผ่นระบายความร้อน

การควบคุมความเร็วความถี่ PWM สูงถึง 20KHz (ความถี่เอาต์พุตที่แท้จริงเหมือนกับความถี่อินพุต)

รองรับการทำงานทั้ง PWM แบบล็อก -antiphase และ Sign-Magnitude, ไม่ใช่ RC (Radio Control) PWM

เข้ากันได้กับ SMD

เป็นไปตามข้อกำหนด RoHS, FCC และ CE

ขนาด: 61 มม. x 33 มม

การพัฒนาชิ้นงานและผลการทดลอง

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะทำ

-เครื่องตัดแยกขยะอัตโนมัติ

ขั้นที่ 2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 มีข้อกำหนด เงื่อนไข ข้อจำกัด หรือไม่ ต้องใช้ตัวสมองฝังตัว หรือ IOT มาประยุกต์

2.2 ใครทำมาแล้ว ทำอย่างไร ดี-บกพร่องอย่างไร

โครงการ ระบบตัดแยกขยะอัตโนมัติ จากโรงเรียนบ้านนา นายกวิทย์กร

<https://www.youtube.com/watch?v=4eOOON4GCW8>

2.2.1 ถ้ามีการทำมาก่อน ให้ศึกษาว่า

1.การใช้ NB-IOT

2.ศึกษาการใช้ มอเตอร์ต่างๆ

2.3 ศึกษาความรู้ วิทยา/คณิตฯ/ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 ความรู้คณิตศาสตร์คือ การคำนวณ ความยาว (s) ความสูง (H) ขนาดของโครงสร้างความสูงของเสาที่ใช้ และระดับที่อาจก่อความเสียหายและอันตรายได้

2.3.2 ความรู้ทางเทคโนโลยี คือ การเขียนโปรแกรม (ภาษา C , C++ , HTML) เพื่อควบคุมการทำงาน และใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ในการประกอบชิ้นงาน

2.3.3 ความรู้วิทยาศาสตร์ คือ ใช้หลักทางการฟิสิกส์ วัดระยะวางตัวเครื่องของถังขยะและตัวเซ็นเซอร์ ให้อยู่ใน ระดับ และการหมุนของตัวรางที่จะทำให้ขวด หรือขยะลงล็อก

2.3.4 เกี่ยวข้องกับศาสตร์เรื่องอื่น ๆ มาร่วม คือ งานช่างเบื้องต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบ

ขั้น 3.1 กำหนดคุณสมบัติสิ่งของที่จะทำ

- 1.สามารถคัดแยกขยะ
- 2.สามารถคัดแยกโลหะ

ขั้น 3.2 ออกแบบและวาดภาพสิ่งที่ต้องทำในกระดาษ

หลักการออกแบบ แยกเป็นระบบย่อย คือ

- 1.เครื่องคัดแยกขยะ
- 2.แยกขยะพวกโลหะ
- 3.ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ประยุกต์ใช้กับโครงงาน

ขั้น 3.3 อธิบาย (ขั้นตอน) การทำงาน

- 1.หากเราอยากทราบว่าขยะในถังเต็มหรือไม่ ให้ใช้ Application line
2. Application Line จะรับข้อความมาเตือนว่า ถังขยะเต็มถังแล้วและมีขยะก็ขึ้น

ขั้น 3.4 วิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงาน และเขียนแผนผังเชิงเหตุผล

ระยะของเซ็นเซอร์และถังขยะ กับริาง ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้การทำโครงงาน และโซล่าเซลล์

ขั้น 4 วางแผนการสร้างจริง

1.เมื่อนำเครื่องคัดแยกขยะไปติดตั้งไว้ที่ บริเวณในโรงเรียนจำเป็นต้องปรับขนาดของถังขยะให้เหมาะสมต่อการ ใช้งานจริง

2.กล่องควบคุมอุปกรณ์จะมีอุปกรณ์ (บอร์ดเรกูเลตแบบ step down) (คัทเอาท์) (รีเลย์หนึ่งช่อง) (NB-IOT) (Arduino) (เซนเซอร์ตรวจจับสิ่งของ) (มอเตอร์) (โซล่าเซลล์)

ใช้เวลาในการหาอุปกรณ์และการทำตั้งแต่ เดือน พฤษภาคม 2562 – มิถุนายน 2562

ขั้น 5 ลงมือสร้างจริง ทดสอบ และปรับปรุง

-ให้ผู้เรียนลงมือทำงานจริง ตามแผนการทำงานที่สร้างไว้

-ประเมินผลงานว่า มีประสิทธิภาพและได้ตามเป้าหมาย และตามเงื่อนไขหรือไม่

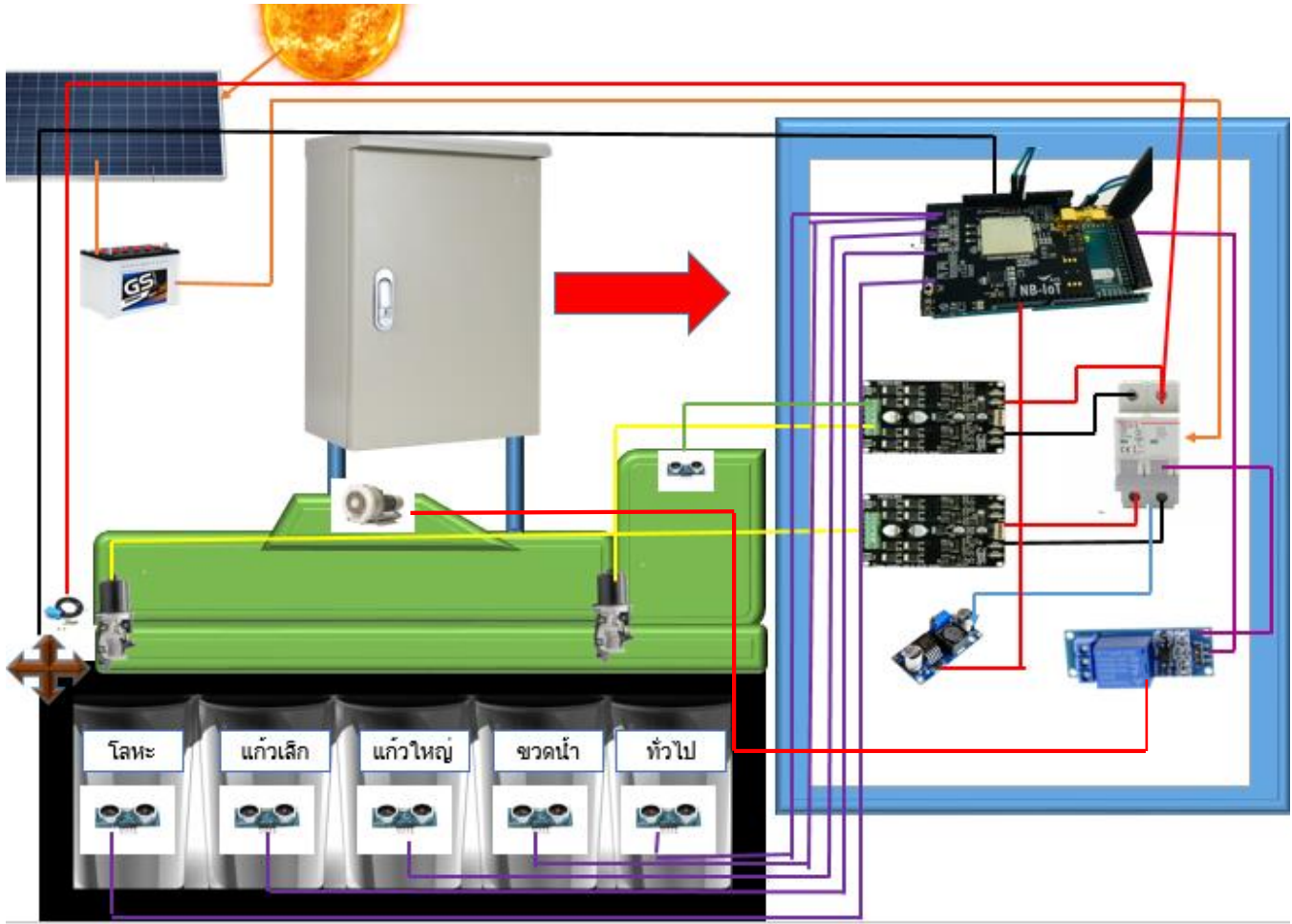
-วิเคราะห์หาข้อบกพร่อง แล้วนำไปปรับปรุงผลงาน วนรอบซ้ำ จนได้ผลงานสุดท้ายที่ดีที่สุด

ขั้น 6 นำเสนอผลงาน และแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ผู้สอนดำเนินการให้ผู้ทำโครงงานนำผลงานของตนเอง มานำเสนอแลกเปลี่ยนกันและกัน และสรุปเป็นความรู้และ แนวปฏิบัติที่ดี ทั้งนำเสนอภายในกลุ่มผู้ทำโครงงานด้วยกัน และนำเสนอภายนอก....ทั้งกรณีต่างห้องเรียน ต่างโรงเรียน เป็นต้น

รายละเอียดของผลงาน

เนื้อเรื่องย่อ (Story Board)



ขั้นตอนการทำงานของเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ

1. เมื่อเปิด คัทเอาท์ และมีคนนำขยะมาทิ้งระบบจะทำงาน NB-IOT จะรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตจากรอบข้างมา ทำให้สามารถดู Application Line ที่แสดงค่า ว่าถังขยะใบนั้นเต็มและมีขยะจำนวนเท่าใด
2. เมื่อขยะอยู่เต็มถึงจนถึงตัวเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกระบบจะส่งค่าให้ Application Line ส่งเป็นข้อความ เพื่อให้ทราบว่างถังขยะใบนั้นเต็ม
3. เมื่อขยะเต็มถึงแล้ว เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกจะส่งข้อความแจ้งผ่านทาง Application Line

แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป

1. ชักโครกอัตโนมัติ

ใช้เซ็นเซอร์ติดกับถังน้ำหลังชักโครก ในการตัดการเคลื่อนไหวน้ำ เมื่อทำธุระส่วนตัวเสร็จและเราจะลุกขึ้นผ่านเซนเซอร์ ทำให้น้ำไหลลงมาทำความสะอาดอัตโนมัติ โดยเซ็นเซอร์นี้จะสั่งงานผ่านบอร์ด Raspberry Pi เพื่ออำนวยความสะดวกในที่อยู่อาศัยของเรา

2. ฝักบัวอัตโนมัติ

หากต้องการจะอาบน้ำเราจะเข้าไปใกล้ฝักบัวที่ตั้งเซ็นเซอร์ และเซ็นเซอร์ก็จะสั่งการเปิดน้ำ พอเราถูสบู่ก็จะเดินออกมาห่างจากเซ็นเซอร์และเซ็นเซอร์ก็จะสั่งการปิดน้ำ หรืออาจใช้วิธีการสั่งการด้วยเสียงให้น้ำไหล หรือหยุดไหลได้ แบบโค้ดคำสั่งของสิริที่มีระบบตอบโต้กับผู้ใช้

3. ระบบเปิดปิดก๊อกน้ำอัตโนมัติ

เมื่อต้องการเปิดน้ำให้เราใช้มือตัดผ่านเซ็นเซอร์ได้ก๊อกน้ำ น้ำก็จะไหล เมื่อต้องการปิดก็ใช้มือออกห่างเซ็นเซอร์ได้ก๊อกน้ำก็จะหยุดไหล โดยเซ็นเซอร์นี้จะสั่งงานผ่านบอร์ด Raspberry Pi เพื่ออำนวยความสะดวกในที่อยู่อาศัยของเรา

4. เปิดปิดประตูด้วยเสียง

ใช้หลักการเหมือนกับเปิด - ปิดไฟฟ้าด้วยเสียง เป็นการสั่งงานประตูด้วยเสียงแทน จากนั้นก็จะให้ประตูเปิด - ปิดด้วยเสียงพูดแทน ซึ่งจะเขียนคำสั่งให้มีการจดจำเสียงของเจ้าของบ้านเพื่อป้องกันไม่ให้ บุคคลอื่นสามารถสั่งเปิด - ปิดประตูได้

สรุปผลการทำโครงการ

เครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติ หลังจากทำได้ทดลองทำโครงการได้พบปัญหาในเรื่องของขนาดของขยะและตัวราง เนื่องจากบางทีขยะอาจมีชิ้นใหญ่เกินไป หรือมีน้ำหนักมากเกินไป และตัวรางตัวแรกที่เราใช้เป็นท่อพีวีซีแต่เมื่อมีขยะลงไม่ตรงสื่อกทำให้ท่อพีวีซีรับแรงมากจนรับไม่ไหวเลยทำให้ท่อพีวีซีหัก อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบเป็นต้น อาจทำให้เกิดการคัดแยกที่ผิดพลาด ผู้จัดทำจึงได้ปรึกษากับครูที่ปรึกษาและทางวิทยากรที่มาให้ความรู้ ผลสรุปได้มาว่า ได้การทำงานของรางมาเป็นหลัก เพื่อที่จะได้ทนทานต่อการใช้งาน และรับน้ำหนักของขยะได้ ซึ่งจะทำให้กลไกการทำงานไม่ติดขัด และมีการแจ้งเตือน ผ่านทาง Application Line ให้กับผู้ใช้งานหรือผู้ควบคุมทราบ

ผลของการทำโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัว ทำให้ผู้ร่วมโครงการพัฒนาทักษะด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการใช้งานจริง การออกแบบ 3D Print ในการทำโครงการ สามารถพัฒนาต่อยอดได้ได้อย่างหลากหลาย สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นร่วมกับเพื่อนในกลุ่มขณะที่ดำเนินโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการพัฒนาโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัว สามารถเป็นแบบอย่างในการพัฒนาโครงการอื่น ๆ ต่อไปได้ในอนาคต
2. ผลการพัฒนาโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัว เพื่อปลูกฝังให้ผู้เข้าโครงการจุดประกายความคิดในการออกแบบโครงการที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและงานอาชีพในอนาคต
3. สามารถใช้สิ่งประดิษฐ์ในโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัว ไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษา สามารถต่อยอดพัฒนาไปได้อย่างหลากหลาย เป็นแบบอย่างในการทำโครงการอื่น ๆ ในอนาคต
4. นักเรียนในโครงการสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัว นำความรู้ไปใช้ เพื่อสร้างอาชีพให้กับตนเองได้ในอนาคต
5. เครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติสามารถใช้งานได้จริง
6. มีการพัฒนาต่อยอดเครื่องคัดแยกขยะอัตโนมัติให้ดีขึ้นกว่าเดิม

ภาคผนวก

