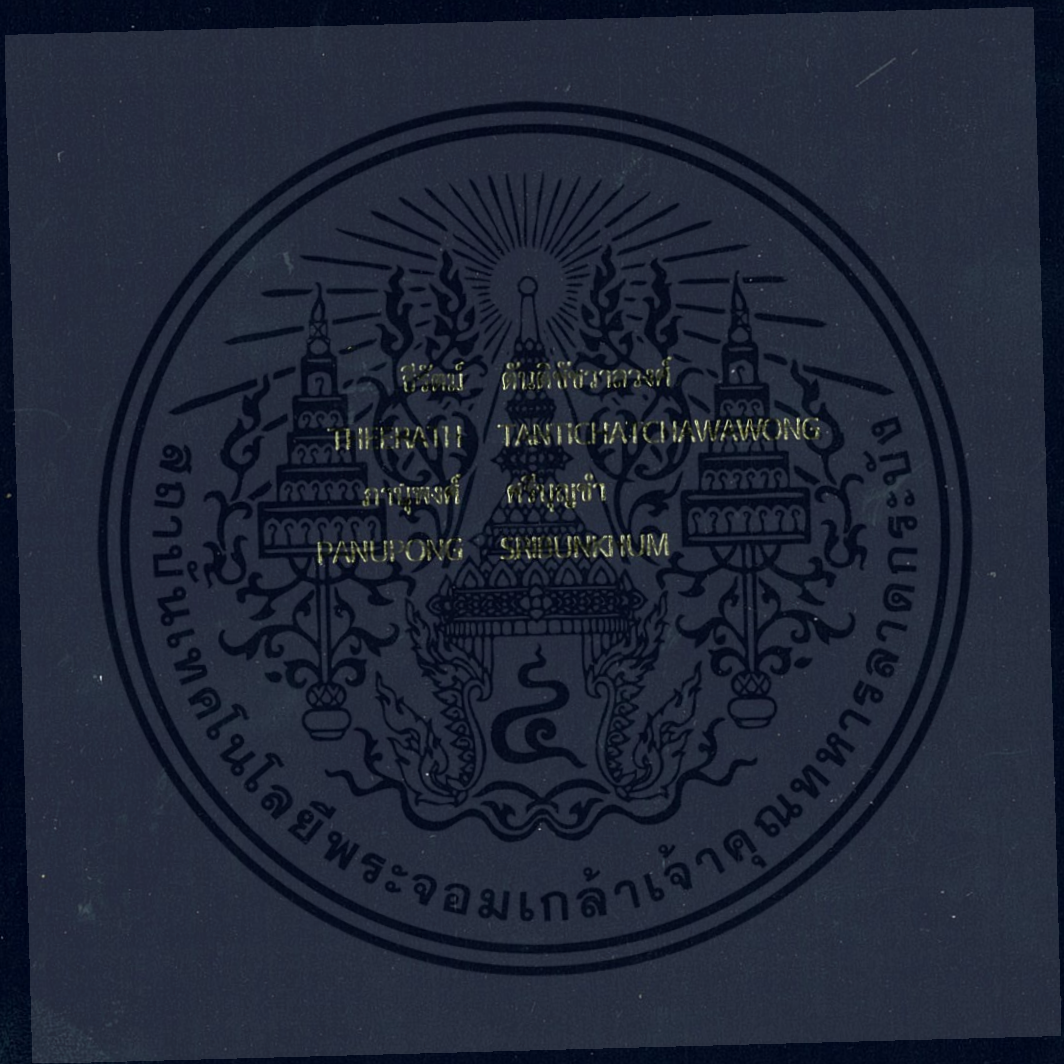
เครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ

CHOICE CHECKER USING IMAGE BASE PROCESSING



ธีรัตน์ ตันติชัชวาลวงศ์

TEERATH TANTICHATCHAWAWONG

ภานุพงศ์ ศรีบุญเกิ่ม

PANUPONG SRIBUNGKUM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการสื่อสาร ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ

CHOICE CHECKER USING IMAGE BASE PROCESSING

ธีรัตม์ ตันติชัชวาลวงศ์
THEERATH TANTICHATCHAWAWONG
ภานุพงศ์ ศรีบุญขำ
PANUPONG SRIBUNKHUM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHOICE CHECKER USING IMAGE BASE PROCESSING

THEERATH TANTICHATCHAWAWONG

PANUPONG SRIBUNKHUM

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวณผลภาพ
Thesis Title	Choice checker using image base processing
ชื่อนักศึกษา	นายธีรัตม์ ตันติชัชวาลวงศ์
	นายภานุพงศ์ ศรีบุญขำ
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2560

(.....)

รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวณผลภาพ
Thesis Title	Choice checker using image base processing
ชื่อนักศึกษา	นายธีรัตม์ ตันติชัชวาลวงศ์ รหัสนักศึกษา 57010642
	นายภานุพงศ์ ศรีบุญขำ รหัสนักศึกษา 57010979
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาการสร้างอุปกรณ์ระบบขนาดเล็กที่ทำการวิเคราะห์ภาพด้วยกระบวนการประมวลผลภาพ ซึ่งจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแบบปรนัย โดยการใช้ระบบฝังตัวขนาดเล็กบอร์ดราชเบอรี่พาย , บอร์ดอาดูโน่และโมดูลกล้องทำงานร่วมกัน จากกล้องส่งข้อมูลมาสู่บอร์ดเพื่อเก็บข้อมูลอย่างเป็นลำดับ เราสามารถรับการประมวลผลภาพต้นทุนต่ำสำหรับระบบการตรวจสอบแบบวงกลมซึ่งสามารถติดตั้งได้ง่ายใช้งานง่ายและต้นทุนต่ำโดยระบบทั้งหมดนี้เป็นโอเพนซอร์สและสามารถพัฒนาระบบแจ้งเตือนอัจฉริยะได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Choice checker using image base processing
Student	Mr. Theerath Tantichatchawanwong Student ID. 57010979
	Mr. Panupong Sribunkhum Student ID. 57010979
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Information Engineering
Department	Computer Engineering
Academic Year	2017
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Dr.Attasit Lasakul

Abstract

The proposed of the project, is to construct the small system devices for checking the circle choice. By using small embedded system (Raspberry pi, Arduino and camera module) work together. We can obtain the Low-cost image base processing for circle choice checking system which is quick to install, easy to using and especially low cost. A whole system is open source, and this can freely be developed to get more intelligent alarm system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง เครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพนี้จะสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาโดยตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานจากรองศาสตราจารย์ ดร. อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตร์จารย์ไพศาล สิทธิโยภาสกุล ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ร่วม ที่คอยให้คำปรึกษาและได้ให้การสนับสนุนในหลายๆเรื่องเป็นอย่างดี โดยทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่งและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศที่ได้มอบความรู้ในหลายๆเรื่องซึ่งได้นำมาประยุกต์ใช้กับการใช้งานจริงในปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้คำแนะนำในการเริ่มต้นในการคิดหัวข้อและรวมถึงการการช่วยเหลือในด้านวิธีทำงานให้ผลลัพธ์ออกมาดีที่สุด จนสามารถข้ามผ่านอุปสรรคต่างๆมาได้อย่างดี

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวที่มอบการอบรมเลี้ยงดู สั่งสอนการใช้ชีวิต การมีความรับผิดชอบการรู้จักเรียนรู้สิ่งต่างๆรอบตัวและคอยให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา และขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่มีส่วนร่วมกับความสำเร็จในครั้งนี้ด้วย

ธีรัตม์ ตันติชัชวาลวงศ์
ภานุพงศ์ ศรีบุญขำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง V

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา 1

1.2 จุดประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินโครงการ 3

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ 4

- RC Servo Motor 4

- Board Arduino 5

- Board Raspberry Pi 6

บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการ 7

2.1 บอร์ดราสเบอรี่ พาย 3 โมเดล บี (Raspberry Pi 3 Model B) 7

2.2 บอร์ดอาร์ดูโน่ อูโน่ อาร์ 3(Arduino Uno R3) 9

2.3 เซอร์โว มอเตอร์ 10

2.4 โปรโตคอล HTTP 15

2.5 C Language 19

2.6 Python Language 21

2.7 HTML 25

2.8 PHP 26

2.9 หลักการเบื้องต้นของการสื่อสาร 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาระบบ 34

3.1 ศึกษาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา 34

3.2 การศึกษาปัญหาของโครงงานและแนวทางแก้ไข 34

3.3 การพัฒนางานวิจัย 35

3.4 โฟลว์ชาร์ท 40

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 44

4.1 การทดลองใช้งาน 44

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 56

5.1 ผลที่ได้รับ 56

5.2 ปัญหาที่พบ 56

5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา 57

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ 57

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ข้อมูลคุณสมบัติอุปกรณ์

ภาคผนวก ข การลงโปรแกรม

ภาคผนวก ค ภาษาที่ใช้งาน

ภาคผนวก ง โปสเตอร์โครงงาน

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 แผนภาพการแสดงระยะเวลาการดำเนินงาน 3
ตารางที่ 2-1 คำสั่งของโปรโตคอล HTTP 17
ตารางที่ 2-2 สถานะการทำงานของ HTTP 18
ตารางที่ 2-3 รายละเอียดของรหัสแสดงสถานะ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 Servo Motor 4
ภาพที่ 1-2 Board Arduino 5
ภาพที่ 1-3 Board Raspberry Pi 6
ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบของ บอร์ดราสเบอรี่ พาย 3 โมเดล บี 8
ภาพที่ 2-2 เซอร์โว มอเตอร์ 10
ภาพที่ 2-3 ส่วนประกอบภายนอก RC Servo Motor 11
ภาพที่ 2-4 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor 12
ภาพที่ 2-5 สัญญาณ RC ในรูปแบบ PWM 13 13
ภาพที่ 2-6 ขนาดของ Servo 14
ภาพที่ 2-7 การติดต่สื่อสารของแอพลิเคชั่นเว็บ 16
ภาพที่ 2-8 Server-Side Script 26
ภาพที่ 2-9 Client-Side Script 27
ภาพที่ 2-10 ทิศทางการสื่อสารข้อมูล 30
ภาพที่ 2-11 Stop and Wait Flow Control 31
ภาพที่ 2-11 Stop and Wait Flow Control 31
ภาพที่ 2-12 Stop and Wait ARQ 33
ภาพที่ 3-1 ตัวเครื่องจากมุมมองด้านหน้า 36
ภาพที่ 3-2 ถาดนำกระดาษเข้า 36
ภาพที่ 3-3 ถาดนำกระดาษออก 37
ภาพที่ 3-4 ตัวเครื่องจากมุมมองเบิร์ดอายวิว 37
ภาพที่ 3-5 ระบบดูดกระดาษ 38
ภาพที่ 3-6 Flowchart ของการทำงานของ Software 40
ภาพที่ 3-7 Flowchart ของการทำงานของ Hardware 42
ภาพที่ 4-1 ตัวเครื่องจริง 44
ภาพที่ 4-2 ช่องใส่กระดาษ 45
ภาพที่ 4-3 บอร์ดราชเบอรี่พาย 46
ภาพที่ 4-4 ตัวเครื่องจริงด้านบน 47
ภาพที่ 4-5 กล้องโมดูล 48
ภาพที่ 4-6 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-1 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 4-7 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-2 49
ภาพที่ 4-8 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-3 50
ภาพที่ 4-9 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-4 50
ภาพที่ 4-10 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-5 51
ภาพที่ 4-11 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์ 52
ภาพที่ 4-12 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์ 53
ภาพที่ 4-13 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์ 54
ภาพที่ 4-14 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์ 55
ภาพที่ ค-1 ภาพโปสเตอร์โครงงาน 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. แนวคิดและที่มาของปัญหา

ในยุคปัจจุบันนี้สถาบันการศึกษาทั้งระดับมัธยมศึกษา และอุดมศึกษารวมถึงหน่วยงานทั้งหลายนั้นใช้วิธีการตรวจความถูกต้องคำตอบของข้อสอบที่เป็นปรนัย ด้วยการใช้เครื่องตรวจคาร์บอนทั้งสิ้นซึ่งการตรวจใช้การวัดการสะท้อนของแสงในกระดาษคำตอบวัดปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาจากกระดาษ

เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจด้วยการใช้มนุษย์การตรวจอัตโนมัติด้วยเครื่องตรวจคาร์บอนจึงได้มีความเร็วและความสะดวกสบายที่มากกว่า แต่การตรวจด้วยวิธีนี้ตัวเครื่องจะมีราคาที่สูงมากและจะต้อง ฝนให้เข้มมากพอถึงจะตรวจได้หากใช้ดินสอที่มีความเข้มไม่พอ การตรวจจะผิดพลาดทำให้ผลลัพธ์ที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง

นำเสนอสร้างเครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งมีกระบวนการที่ไม่ต้องใช้ดินสอที่มีความเฉพาะเพื่อทำการสะท้อนแสง แต่จะใช้การจับภาพที่สามารถทำการตรวจได้ทั้งสีดำ,สีน้ำเงินหรือสีอื่นๆ ได้แบบมีความถูกต้อง และความผิดพลาดที่ต่ำ ความสามารถเครื่องนี้จึงแก้ไขปัญหาเรื่องการฝนที่ต้องใช้ดินสอที่เข้ม 2B หรือมากกว่าเท่านั้น อีกทั้งตัวเครื่องนี้มีต้นทุนที่ต่ำมากกว่าหลายเท่าเมื่อเทียบกับเครื่องตรวจคาร์บอน แต่ให้ผลลัพธ์ที่ไม่ต่างกันทั้งในเรื่องความถูกต้องและความสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 จุดประสงค์

1.2.1. เพื่อใช้ในการตรวจทานข้อสอบในราคาที่ประหยัด

1.2.2. เป็นต้นแบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อยอดในอนาคต

1.2.3. เพื่อศึกษาการประมวลผลภาพดิจิทัลทำงานร่วมกับระบบฝังตัว (Embedded System)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1. สามารถตรวจกระดาษข้อสอบที่มีความเอียงได้ทุกองศา และปรับขนาดภาพให้หมาะสม

1.3.2. สามารถใช้งานได้ง่ายด้วยการทำงานแบบอัตโนมัติ และมีระบบสำรองข้อมูลโดยอัตโนมัติ

1.3.3. มีความผิดพลาดในการทำงานต่ำ หรือไม่มีเลย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินโครงการ

วิธีการดำเนินงานในการจัดทำโครงการเครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวณผลภาพ (Choice paper checking machine using image processing) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ตารางที่1-1 แผนภาพการแสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

กิจกรรม	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
คิดหัวข้อโครงการ									
เสนอหัวข้อโครงการ									
ออกแบบแผนงานและแบ่งหน้าที่กันทำ									
ศึกษาข้อมูล									
เขียนโปรแกรม									
เขียนรายงาน									
ทำตัวเครื่องต้นแบบ									
ทำสไลด์นำเสนอ									
ตัดไม้เตรียมประกอบ									
ประกอบไม้									
เขียนโปรแกรมประมวลผลภาพ									
เขียนฐานข้อมูลเก็บผลลัพธ์									
เชื่อมต่อ Rasberry Pi กับ Arduino									

ตารางที่ 1-1 แผนภาพการแสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. สามารถตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง ไม่เกิดความผิดพลาด

1.5.2. สามารถลดต้นทุนในการผลิตเครื่องตรวจข้อสอบได้

1.5.3. สามารถรับผลการตรวจสอบได้ง่าย

1.5.4. สามารถนำไปประบุกต์ใช้ได้หลายหลายนอกจากการตรวจข้อสอบ

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้

1.6.1. RC Servo Motor

RC Servo Motor เป็น Motor ที่สามารถสั่งงานหรือตั้งค่าให้ตัว Motor หมุนไปยังตำแหน่งองศาที่เราสั่งได้โดยสามารถปรับเปลี่ยนความเร็วได้ไม่ว่าจะหมุนองศาไปมากหรือน้อยก็ตาม เริ่มต้นจากการส่งสัญญาณพัลซ์เข้าไปยัง RC Servo Motor ตามที่กำหนดมา โดยส่วนของวงจรที่ควบคุมภายใน Servo จะอ่านและประมวลผลค่าความกว้างของสัญญาณพัลซ์ที่ส่งเข้ามาแล้วแปลงค่าเป็นตำแหน่งองศาที่ต้องการ ส่งคำสั่งไปทำการควบคุมให้ Motor หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการซึ่งสัญญาณ RC จะอยู่ในรูปแบบ PWM

ภาพที่ 1-1 Servo Motor

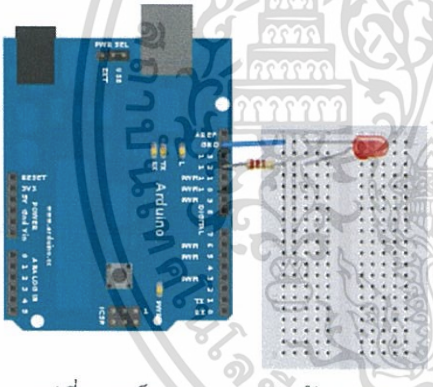
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Board Arduino

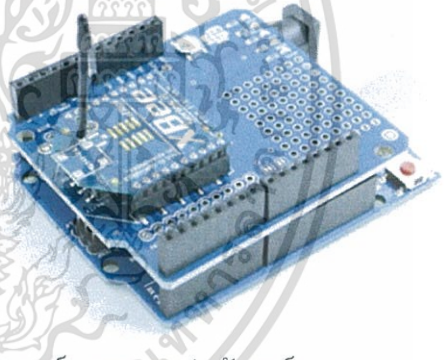
Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ใช้งานง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีก

สามารถต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ สามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด สะดวกขึ้นอีกเมื่อเลือกต่อกับบอร์ดเสริม(Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

ภาพที่ 1-2 Board Arduino



รูปที่1 บอร์ด Arduino ต่อกับ LED



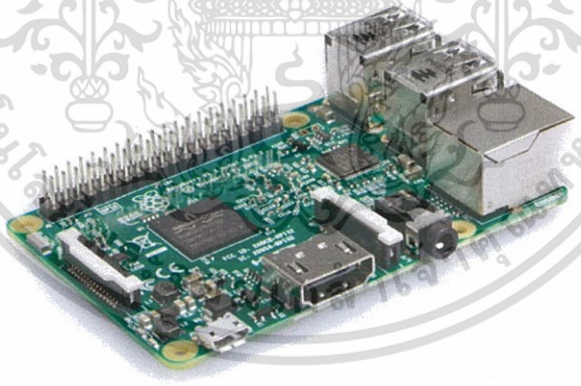
รูปที่2 บอร์ด Arduino ต่อกับบอร์ด XBee Shield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Board Raspberry Pi

Raspberry Pi เป็นบอร์ดไมโครคอมพิวเตอร์แบบแผ่นเดี่ยว สามารถต่อเข้ากับจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวีด้วยหัวสาย HDMI หรือ VGA ได้รวมถึงยังรองรับเมาส์และคีย์บอร์ดผ่าน USB port แบบปกติ ระบบจ่ายไฟเป็นแบบ Mini USB หรือเข้ากับหัวชาร์จไฟมือถือได้เช่นกัน โดยจะมีการรองรับระบบปฏิบัติแบบการลินุกซ์ (Linux Operating System) ได้หลายระบบ เช่น Raspbian (Debian) Pidora (Fedora) และ Arch Linux เป็นต้น โดยติดตั้งบน SD Card

สามารถทำงานส่วนใหญ่ได้เหมือนคอมพิวเตอร์ขนาดปกติ แถมมีความยืดหยุ่นมากกว่าเมื่อใช้ในระบบสมองกลฝังตัว สามารถนำมาประยุกต์การใช้งานกับการทำโครงงานทั้งทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ การเขียนโปรแกรม หรือเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะขนาดเล็ก ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน Spreadsheet Word Processing ท่องอินเทอร์เน็ต ส่งอีเมล หรือเล่นเกมส์ อีกทั้งยังสามารถเล่นไฟล์วีดี โอความละเอียดสูง (High-Definition) ได้อีกด้วย มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกันที่มีจุด เชื่อมต่อ GPIO สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ง่าย



ภาพที่ 1-3 Board Raspberry Pi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่ใช้ในโครงการ

การทำงานของระบบตรวจกระดาษคำตอบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ภาพนี้มีการทำงานมาจากบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กชนิดหนึ่งซึ่งเป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานทั้งหมดในโครงการนี้

บทนี้จะกล่าวถึงคำนิยามต่างๆที่มีความสำคัญ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบการประมวลผลภาพและระบบฝังตัวเพื่อที่จะนำมาใช้งานในโครงการนี้

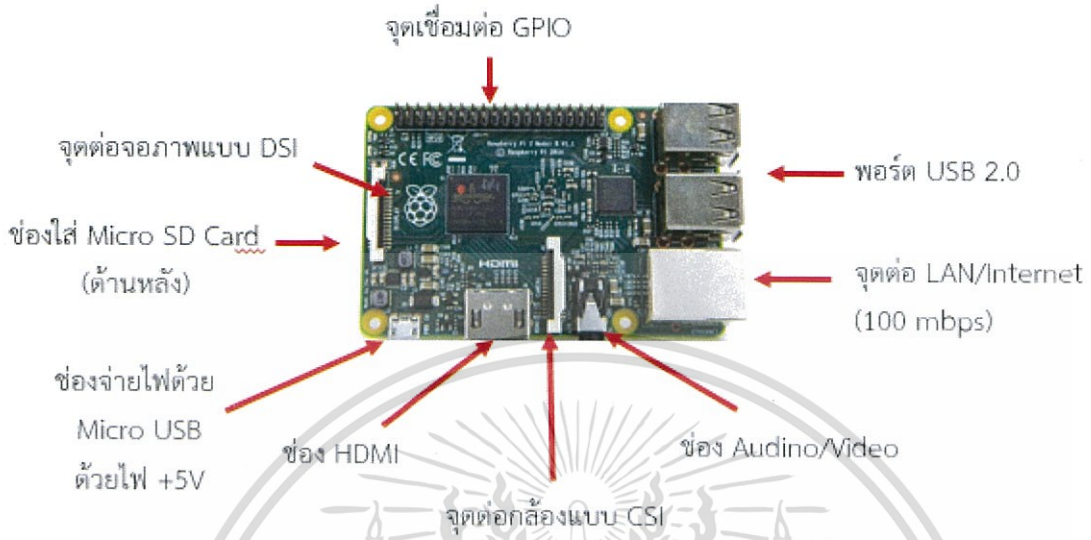
2.1 บอร์ดราสเบอรี่ พาย 3 โมเดล บี (Raspberry Pi 3 Model B)

ระบบเครื่องตรวจข้อสอบด้วยภาพจะมีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำมาใช้งานในการควบคุมการทำงานของฟังก์ชันทั้งหมดภายในระบบ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้ในการพัฒนาในโครงงานนี้คือโมดูล Raspberry Pi 3 Model B

[1] บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B 1GB เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก(Single Board Computer: SBC) สามารถเชื่อมต่อกับหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ผ่านพอร์ต HDMI เชื่อมต่อกับ USB Mouse/Keyboard เพื่อใช้งานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ใช้ทำงานเอกสาร Word Processing, Spreadsheet ใช้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตด้วย Web Browser สามารถเล่นไฟล์มัลติมีเดียต่างๆ ทั้ง Audio และ Video รองรับระบบปฏิบัติการ Linux ต่างๆ เช่น Raspbian(พื้นฐานมาจาก Debian), Snappy, Unumtu, Core, OpenELEC, RaspBMC, Pidora (พื้นฐานมาจาก Fedora), RISC, OS เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ส่วนประกอบของ บอร์ดราสเบอรี่ พาย 3 โมเดล บี



ภาพที่ 2-1 ส่วนประกอบของ บอร์ดราสเบอรี่ พาย 3 โมเดล บี

2.1.1.1 ซีพียู 900MHz quad-core ARM Cortex-A7 (เร็วกว่า B+ 6 เท่า)

2.1.1.2 แรม 1 GB LPDDR2 SDRAM (มากกว่าเดิม 2 เท่า)

2.1.1.3 ประมวลผลภาพ Video Core IV 3D

2.1.1.4 USB 2.0 4 พอร์ต

2.1.1.5 GPIO (General Purpose Input/Output) 40 จุด

2.1.1.6 พอร์ต HDMI

2.1.1.7 พอร์ต Ethernet 10/100

2.1.1.8 ช่องสัญญาณเสียง และ ภาพ ขนาด 3.5 มม.

2.1.1.9 ช่องต่อสัญญาณกล้องแบบ CSI

2.1.1.10 ช่องต่อสัญญาณกล้องแบบ DSI

2.1.1.11 ช่องใส่ Micro SD Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 Camera Module

[2] อุปกรณ์ที่ช่วยประมวลผลภาพวิดีโอความเร็วสูงและมีความไวสูง สามารถเชื่อมต่อกับบอร์ด Raspberry Pi ได้ทุกรุ่น และยังเหมาะสำหรับงานวิดีโอความละเอียดสูงและการถ่ายภาพนิ่ง นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายภาพแบบ time-lapse และ slow-motion

2.1.3 GPIO

[3] Raspberry Pi ก็สามารถติดต่อกับอุปกรณ์อิเล็กโทรนิคส์ภายนอกต่างๆได้ผ่านทางพอร์ต GPIO(General Purpose Input/Output) หรือพอร์ตต่ออเนกประสงค์ ซึ่งประกอบด้วย UART, SPI, PWM I2C แบะอื่นๆ โดยที่พอร์ต GPIO เปรียบเสมือนอินเตอร์เฟสระหว่างตัว Raspberry Pi CPU กับอุปกรณ์ภายนอก สามารถนำพอร์ต GPIO ไปใช้งานได้ถึง 26 พอร์ต ใช้ต่ออุปกรณ์ อินพุต เอ้าท์พุต ต่างๆ เช่น หลอดไฟ แอลอีดี, จอภาพแอลซีดี หรือเซนเซอร์ต่างๆ ได้เพียงแต่จะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับอุปกรณ์เหล่านั้นกับ Raspberry Pi

2.2 บอร์ดอาร์ดูโน่ อูโน่ อาร์ 3(Arduino Uno R3)

[4] บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา 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 แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.2.1 Relay Module

[5] ชุดอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นเหมือนสะพานไฟที่ทำหน้าที่เป็น Switch เปิดปิดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Vacuum Pump

[6] ปั๊ม (pump) ที่ใช้เพื่อดูดอากาศออกจากห้องปิด (enclosed space) เพื่อทำให้เกิดสุญญากาศ (vacuum)

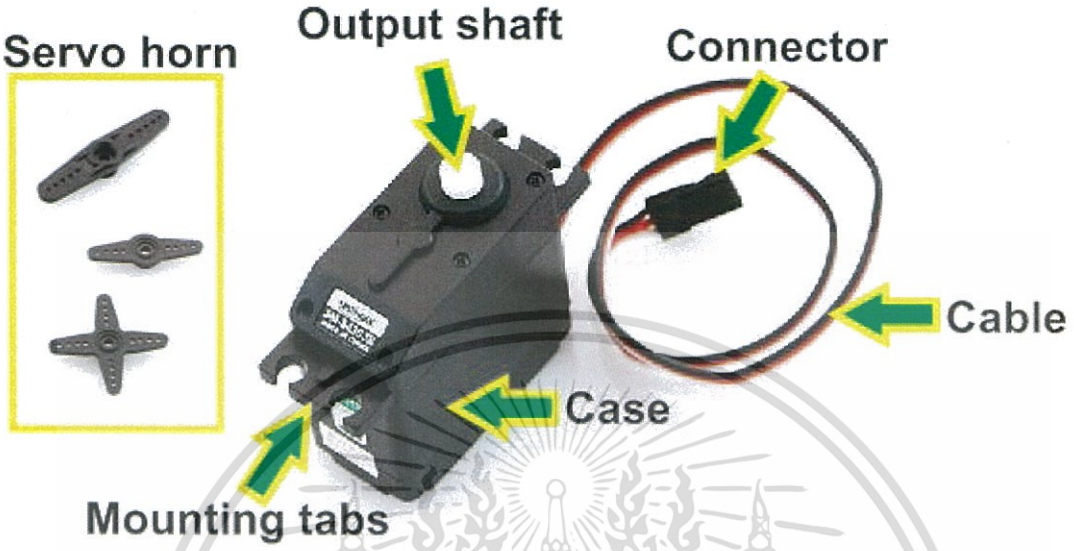
2.3 เซอร์โว มอเตอร์

[7] Servo มีชื่อมาจากภาษาละตินคือ คำว่า Servo หมายถึง “ทาส” (Slave) ในเชิงความหมายของ Servo Motor คือ Motor ที่เราสามารถสั่งงานหรือตั้งค่าให้ตัว Motor หมุนไปยังตำแหน่งองศาที่เราสั่งได้ โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) จะทำการควบคุมที่มีการวัดค่าเอาต์พุตของระบบนำมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมและปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตของระบบมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกับค่าอินพุต

ภาพที่ 2-2 เซอร์โว มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ส่วนประกอบภายนอก RC Servo Motor



ภาพที่ 2-3 ส่วนประกอบภายนอก RC Servo Motor

2.3.1.1 Case ตัวถัง หรือ กรอบของตัว Servo Motor

2.3.1.2 Mounting Tab ส่วนจับยึดตัว Servo กับชิ้นงาน

2.3.1.3 Output Shaft เพลาส่งกำลัง

2.3.1.4 Servo Horns ส่วนเชื่อมต่อกับ Output shaft เพื่อสร้างกลไกล

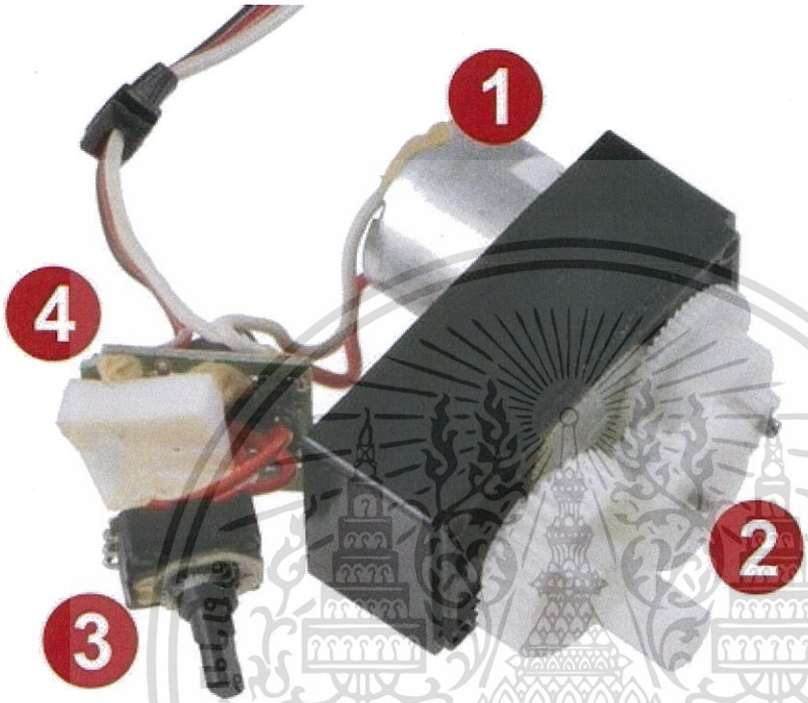
2.3.1.5 Cable สายเชื่อมต่อเพื่อ จ่ายไฟฟ้า และควบคุม Servo Motor จะประกอบด้วยสายไฟ 3 เส้นและใน RC Servo Motor จะมีสีของสายแตกต่างกันไปดังนี้

- สายสีแดง คือ ไฟเลี้ยง (4.8-6V)
- สายสีดำ หรือ น้ำตาล คือ กราวด์
- สายสีเหลือง (ส้ม ขาว หรือฟ้า) คือ สายส่งสัญญาณพัลซ์ควบคุม (3-5V)

2.3.1.6 Connector จุดเชื่อมต่อสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor



ภาพที่ 2-4 ส่วนประกอบภายใน RC Servo Motor

2.3.2.1 Motor เป็นส่วนของตัวมอเตอร์

2.3.2.2 Gear Train หรือ Gearbox เป็นชุดเกียร์ทดแรง

2.3.2.3 Position Sensor เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับตำแหน่งเพื่อหาค่าองศาในการหมุน

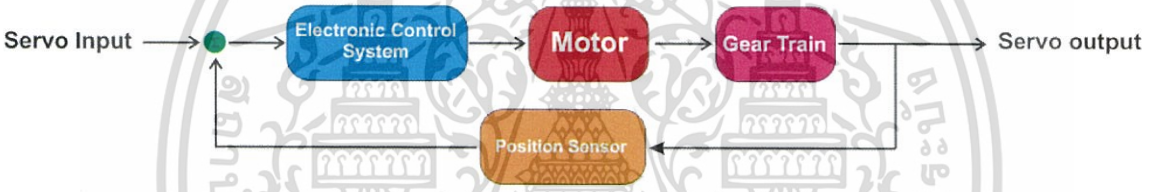
2.3.2.4 Electronic Control System เป็นส่วนที่ควบคุมและประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 หลักการทำงานของ RC Servo Motor

เมื่อจ่ายสัญญาณพัลซ์เข้าไปให้แก่ RC Servo Motor ส่วนวงจรควบคุม (Electronic Control System) ภายใน Servo จะทำการอ่านและประมวลผลค่าความกว้างของสัญญาณพัลซ์ ที่ส่งเข้ามาเพื่อแปลค่าเป็นตำแหน่งองศาที่ต้องการจะให้ Motor หมุนเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น แล้วส่งคำสั่งไปทำการควบคุมให้ Motor หมุนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โดยมี Position Sensor เป็นตัวเซ็นเซอร์คอยวัดค่ามุม ที่ Motor กำลังหมุน เป็น Feedback กลับมาให้วงจรควบคุมเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมให้ได้ตำแหน่งที่ต้องการอย่างถูกต้องแม่นยำ

2.3.3.1 สัญญาณ RC ในรูปแบบ PWM

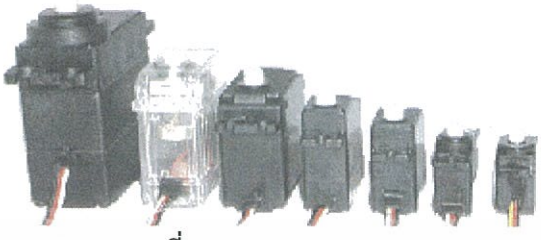


ภาพที่ 2-5 สัญญาณ RC ในรูปแบบ PWM

ตัว RC Servo Motor ออกแบบมาใช้สำหรับรับคำสั่งจาก Remote Control ที่ใช้ควบคุมของเล่นด้วยสัญญาณวิทยุต่างๆ เช่น เครื่องบินบังคับ รถบังบังคับ เรือบังคับ เป็นต้นซึ่ง Remote จำพวกนี้ ที่ภาครับจะแปลงความถี่วิทยุออกมาในรูปแบบสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 ขนาดของ Servo



ภาพที่ 2-6 ขนาดของ Servo

โดยปรกติขนาดของเซอร์โวจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ขนาด คือ micro, standard และ giant หรือ 1/4 scale เพื่อที่จะให้ครอบคลุมการใช้งานของเครื่องบินบังคับวิทยุ ซึ่งมีการใช้งานที่แตกต่างกันไปแต่ในปัจจุบันก็ได้มีเซอร์โวที่มีขนาดที่หลากหลายเพื่อครอบคุมการใช้งานมากขึ้น

2.3.3.3 Speed และ Torque Ratings

นอกเหนือจากขนาดภายนอกของ Servo ที่เราต้องพิจารณาในการใช้งานแล้วยังมีคุณลักษณะที่เราต้องพิจารณาอีกก็คือ speed(ความเร็ว) และ Torque (แรงบิด)

Speed การวัดความเร็วของ Servo ก็คือเวลาที่ Servo ใช้ต่อองศาในการหมุนค่าหนึ่งซึ่งจะมีมุมมาตรฐานที่ใช้วัดกันทั่วไปคือ 60 องศา จึงกล่าวได้ว่าความเร็วของ Servo ก็คือเวลาที่ใช้ในการหมุนแขนของ Servo ไปจากตำแหน่งเดิมเป็นมุม 60 องศา ดังนั้น ตัวเลขเวลาที่มีค่าน้อยเท่าไหร่ หมายถึงServo ยิ่งมีความเร็วมากขึ้นเท่านั้น

Torque แรงบิด หมายถึง แรงที่แขนของ Servo สามารถกระทำได้ ซึ่งแรงนี้วัดกันในหน่วยของออนซ์ต่อนิ้ว (oz-in) หรือ กิโลกรัมต่อเซนติเมตร (kg-cm) ซึ่งตัวเลขที่มากหมายถึงแรงที่ Servoสามารถฉุดหรือผลักได้ โดยที่ standard servo แรงบิดจะอยู่ที่ประมาณ 40 oz-in สำหรับ Servo ประเภทแรงบิดสูง (high torque) อาจมีแรงบิดสูงถึง 200 oz-in แล้ว 40 ounce-หากแขนของ Servo มีความยาวครึ่งนิ้ว ก็จะสามารถดึงหรือฉุดได้ 80 ounces และหากแขนของ Servo ยาว 2 นิ้ว ก็จะสามารถฉุดหรือดึงได้ 20 ounces ตามหลักการคำนวนโมเมนต์

ความเร็วและแรงบิดของ Servo จะมีค่าต่างกันเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันโดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ค่าคือ 4.8 โวลท์ และ 6.0 โวลท์ ซึ่งจะได้มาจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าของ BEC's หรือ อุปกรณ์ปรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟฟ้า (voltage regulator) และแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าย่อมให้ ความเร็วและแรงบิดที่สูงกว่า จึงได้มี Servo ที่รองรับแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 8.6 volts ซึ่งให้ ความเร็วและแรงบิดที่สูงมาก

2.3.3.4 วิธีควบคุม RC Servo Motor ด้วย Arduino

Servo Library ของ Arduino สามารถสั่งงาน RC Servo Motor ได้ทั้งแบบหมุนไป-กลับได้ 0-180 องศา และแบบต่อเนื่องที่หมุนครบรอบได้เรียกว่าเป็น Continuous Rotation Servo โดยสามารถรองรับการเชื่อมต่อ RC Servo Motor ได้ถึง 12 ตัวกับบอร์ด Arduino UNO และรองรับสูงสุดถึง 48 ตัวหากใช้บอร์ด Arduino Mega

2.4 โปรโตคอล HTTP

[8] โปรโตคอล คือ ข้อกำหนดหรือข้อตกลงในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ หรือภาษาสื่อสารที่ใช้เป็น ภาษากลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน การที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกเชื่อมโยงกันไว้ในระบบจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้นั้น จำเป็นจะต้องมีการสื่อสารที่เรียกว่า โปรโตคอล (Protocol) เช่นเดียวกับคนเราที่ต้องมีภาษาพูดเพื่อให้สื่อสารเข้าใจกันได้ โปรโตคอลช่วยให้ระบบคอมพิวเตอร์สองระบบที่แตกต่างกันสามารถสื่อสารกันอย่างเข้าใจได้ คือข้อตกลงที่กำหนดเกี่ยว กับการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างๆ ทั้งวิธีการส่งและรับข้อมูล วิธีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของการส่งและรับข้อมูล การแสดงผลข้อมูลเมื่อส่งและรับกันระหว่างเครื่องสองเครื่อง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโปรโตคอลมีความสำคัญมากในการสื่อสารบนเครือข่าย หากไม่มีโปรโตคอลแล้ว การสื่อสารบนเครือข่ายจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้

HTTP ย่อมาจาก Hypertext Transfer Protocol เป็นโปรโตคอล(Protocol)สื่อสารที่ทำงานอยู่ในระดับ Application Layer บนโปรโตคอล TCP/IP

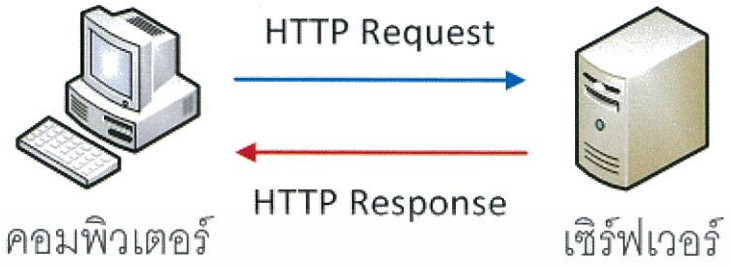
ในการทำงานของฟังก์ชั่น CC จะมีการใช้โปรโตคอล HTTP (Hypertext Transfer Protocol) เพื่อร้องขอผลลัพธ์ต่างๆที่ต้องการจาก API Server

HTTP เป็นโปรโตคอลชั้นแอพลิเคชั่นสำหรับการทำงานของเว็บแอพลิเคชั่น ส่วนมากแล้วจะถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมทั้งทางด้านของเซิร์ฟเวอร์และทางด้านของเว็บบราวเซอร์

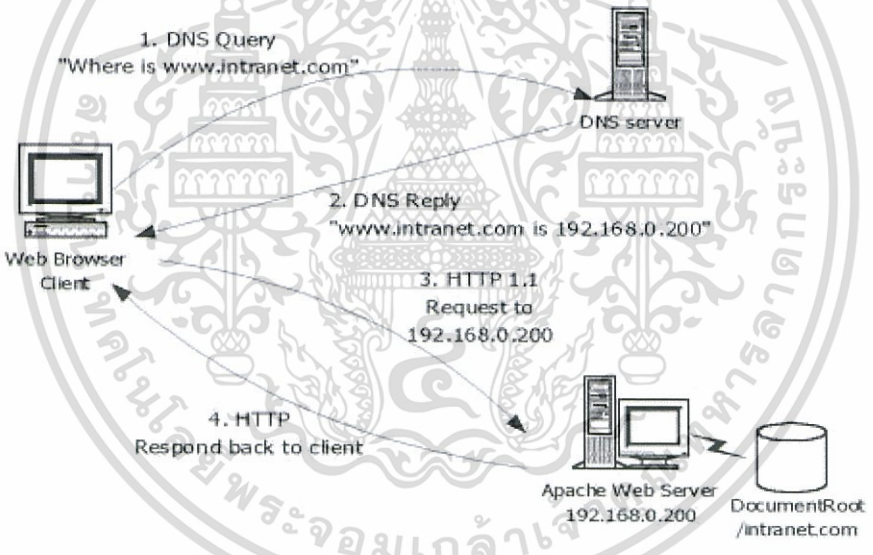
โมเดลการทำงานของ HTTP จะเป็นแบบ Client-Server ซึ่งจะมีโปรแกรมบราวเซอร์ ทำหน้าที่เป็นส่วนไคลเอนต์และโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ การทำงานเริ่มต้นที่โปรแกรมด้านไคลเอนต์ทำการร้องขอโดยผ่าน HTTP request ไปยังเซิร์ฟเวอร์ เมื่อไคลเอนต์ได้รับข้อมูลจาก HTTP Response แล้ว ก็จะทำการแปล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายของข้อมูลเพื่อแสดงผลที่จอภาพ เพื่อส่งออปเจค (ไฟล์ต่างๆ) ที่ด้านไคลเอนต์ต้องการกลับไปโดยผ่าน HTTP Response ดังรูป



ภาพที่ 2-7 การติดต่อสื่อสารของแอพลิเคชั่นเว็บ



ภาพที่ 2-8 การทำงานของ Client/Server Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 คำสั่งของโปรโตคอล HTTP

[9] HTTP มีคำสั่งต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ซึ่งมีรายละเอียดของคำสั่งต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2-1 คำสั่งของโปรโตคอล HTTP

คำสั่ง	รายละเอียด
GET	ร้องขอการนำเสนอจากทรัพยากรที่ระบุ การส่งพารามิเตอร์ต่างๆ จะส่งผ่าน URL
POST	ส่งข้อมูลทรัพยากรที่ระบุ เพื่อให้นำไปประมวลผลโดยเฉพาะข้อมูลที่ส่งมาจาก ฟอร์ม HTML ข้อมูลที่ส่งจถูกบรรจุอยู่ในเนื้อหาของการร้องขอ
HEAD	ร้องขอการตอบรับจากทรัพยากรที่ระบุ คล้ายกับ GET แต่จะไม่มีส่วนเนื้อหาที่ร้องขอกลับมา คำสั่งนี้ใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลส่วนหัวของการตอบรับ โดยไม่จำเป็นต้องส่งเนื้อหาเต็มมาทั้งหมด
PUT	อัปโหลดทรัพยากรที่ระบุ
DELETE	ลบทรัพยากรที่ระบุ
TRACE	ส่งข้อมูลร้องขอกลับมา เครื่องลูกข่ายจะเห็นว่ามีข้อมูลอะไรบ้างที่สื่อกลางเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อความร้องขอก่อนไปถึงทรัพยากรปลายทาง
OPTIONS	คืนค่าเป็นรายชื่อคำสั่ง HTTP ที่เครื่องแม่ข่ายนั้นรองรับสำหรับทรพยากรที่ระบุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สถานการณ์ทำงานของ HTTP

[10] โปรโตคอล HTTP ได้กำหนดรหัสแสดงสถานะการทำงานของโปรโตคอล โดยแบ่งกลุ่มของรหัสสถานะออกไว้ 5 กลุ่ม

ตารางที่ 2-2 สถานะการทำงานของ HTTP

รหัสสถานะ	**ประเภท**	**รายละเอียด**
100 – 199	Informational	เป็นรหัสสถานะกลุ่มที่เปิดให้โปรแกรมประยุกต์
200 – 299	Successful	กลุ่มรหัสที่แสดงว่าการทำงานเสร็จแล้ว
300 – 399	Redirection	กลุ่มรหัสนี้ใช้ภายในโปรโตคอล HTTP เอง
400 – 499	Client Error	ใช้แสดงปัญหาที่เกิดกับไคลแอนต์
500 – 599	Server Error	ใช้แสดงปัญหาที่เกิดกับเซิฟเวอร์

รหัสแสดงสถานะในแต่ละตัว จะนำหน้าด้วยเลข 3 และตามด้วยตัวอักษร ซึ่งรหัสในกลุ่ม 100-199 จะเปิดกว้างให้ผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์สามารถกำหนดค่าขึ้นมาใช้งานเอง ส่วนรายละเอียดของรหัสในกลุ่มอื่นๆมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-3 รายละเอียดของรหัสแสดงสถานะ

รหัสสถานะ	ประเภท
200 OK	การทำงานเสร็จเรียบร้อย
201 Created	คำสั่ง POST ทำงานเสร็จสมบูรณ์
02 Accepted	ได้รับคำสั่งทำงานเรียบร้อย แต่ไม่ต้องมีการตอบกลับ
301 Moved Permanently	URL ที่ร้องขอได้ถูกย้ายไปที่อื่นแล้ว ดังนั้นการร้องขอให้งาน URL จะต้องเปลี่ยนเป็นแอดเดรสใหม่
302 Moved Temporarily	URL ที่ร้องขอได้ถูกย้ายไปที่อื่นชั่วคราว
304 Not Modify	ใช้แสดงสถานะ เมื่อใช้คำสั่ง GET กำหนดเงื่อนไขเฉพาะ
400 Bad Request	คำสั่งจากไคลเอนต์ไม่ถูกต้อง
401 Unauthorized	ปฏิเสธการทำงานจากไคลเอนต์ที่ไม่ได้รับอนุญาต
403 Forbidden	เซิร์ฟเวอร์ไม่อนุญาตให้ใช้งาน หรือไคลเอนต์มีสิทธิในการใช้งานไม่เพียงพอ
404 Not Found	ไม่พบเซิร์ฟเวอร์ตาม URL ที่กำหนด
500 Internal Server Error	เซิร์ฟเวอร์มีปัญหา
501 Not Implemented	เซิร์ฟเวอร์ไม่รองรับคำสั่งที่ส่งไป
502 Bad Gateway	Proxy Server รับคำสั่งไม่ถูกต้องจากเซิร์ฟเวอร์
503 Service Unavailable	เซิร์ฟเวอร์กำลังทำงานอื่นอยู่ ไม่สามารถให้บริการได้ในขณะนี้

2.5 C Language

[11] ภาษาซี เป็นภาษาโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป เริ่มพัฒนาขึ้นรหว่างปี พ.ศ. 2512-2516 (ค.ศ. 1969-1973)โดยเดนนิส ริชชี่(Denis Retchie)ที่เอทีแอนด์ทีเบลล์แลป(AT&T Bell Labs) ภาษาซีเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นในการเขียนโปรแกรมและมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้างและอนุญาตให้มีขอบข่ายตัวแปร (scope) และการเรียกซ้ำ(recursion) ในขณะที่ระบบชนิดตัวแปรอพลวัตก็ช่วยป้องกันการดำเนินการที่ไม่ตั้งใจหลายอย่าง เหมือนกับภาษาโปรแกรมเชิงคำสั่งส่วนใหญ่ในแบบแผนของภาษาอัลกอลการออกแบบของภาษาซีมีคอนสตรักต์ (construct) ที่โยงกับชุดคำสั่งเครื่องทั่วไปได้อย่างพอเพียง จึงทำให้ยังมีการใช้ในโปรแกรมประยุกต์ซึ่งแต่ก่อนลงรหัสเป็นภาษาแอสเซมบลีคือซอฟต์แวร์ระบบอันโดดเด่นอย่างระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ยูนิกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาซีเป็นภาษาโปรแกรมหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดตลอดกาลและตัวแปลโปรแกรมของภาษาซีมีให้ใช้งานได้สำหรับสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการต่าง ๆ เป็นส่วนมาก

2.5.1 Library

ภาษาซีใช้ไลบรารีเป็นวิธีการหลักสำหรับส่วนขยาย ไลบรารีคือกลุ่มของฟังก์ชันที่บรรจุอยู่ในไฟล์เดียวกันโดย "ถาวร" ไลบรารีแต่ละชนิดจะมีไฟล์ส่วนหัว ซึ่งรวบรวมต้นแบบ (prototype) ตามฟังก์ชันที่มีอยู่ในไลบรารีซึ่งอาจถูกเรียกใช้โดยโปรแกรม และมีการประกาศชนิดข้อมูลพิเศษและสัญลักษณ์แมโครที่ใช้ในฟังก์ชันเหล่านั้น โปรแกรมจะต้องรวมไฟล์ส่วนหัวนี้เข้าไปเพื่อใช้งานไลบรารี และไลบรารีจะต้องเชื่อมโยงกับโปรแกรม ซึ่งในหลายกรณีอาจต้องใช้ตัวบ่งชี้คอมไพเลอร์ (compiler flag) (เช่น -lm สำหรับไลบรารีคณิตศาสตร์เป็นต้น)

ไลบรารีสามัญที่สุดคือไลบรารีมาตรฐานของภาษาซี ซึ่งระบุไว้โดยมาตรฐานไอโซและแอนซีซีและติดมากับทุกโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษาซี (ส่วนการพัฒนาบนสภาพแวดล้อมแบบฝังตัวอาจมีไลบรารีมาตรฐานเพียงส่วนย่อยส่วนหนึ่ง) ไลบรารีนี้รองรับกระแสข้อมูลรับเข้าและส่งออก การจัดสรรหน่วยความจำ คณิตศาสตร์ สายอักขระ และค่าของเวลา

ไลบรารีสามัญอีกกลุ่มหนึ่งเป็นฟังก์ชันที่เจาะจงใช้กับโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์หรือคล้ายยูนิกซ์ โดยเฉพาะฟังก์ชันที่มีส่วนต่อประสานเข้ากับเคอร์เนล ฟังก์ชันเหล่านี้ได้ให้รายละเอียดไว้ในมาตรฐานหลากหลายเช่นโพสซิกซ์หรือข้อกำหนดคุณลักษณะยูนิกซ์เชิงเดี่ยว(Single UNIX Specification)

เนื่องด้วยโปรแกรมหลายโปรแกรมถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาซี ไลบรารีอื่น ๆ ที่หลากหลายในวงกว้างก็มีเช่นกัน บ่อยครั้งที่ไลบรารีเหล่านั้นเขียนด้วยภาษาซี เพราะตัวแปลภาษาซีจะจัดสร้างรหัสวัตถุ (object code) ที่มีประสิทธิภาพ จากนั้นโปรแกรมเมอร์จะสร้างส่วนต่อประสานไปยังไลบรารี จึงทำให้ภาษาระดับที่สูงกว่าอย่างภาษาจาวา ภาษาเพิร์ล และภาษาไพทอน สามารถใช้งานรูทีนในรหัสวัตถุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Python Language

[12] ไพธอน คือ ภาษาระดับสูงที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมอีกภาษาหนึ่งที่มีความสามารถสูงไม่แพ้ภาษาอื่นๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ถูกสร้างขึ้นโดยนักพัฒนาโปรแกรมที่ชื่อ Guido van Rossum เป็นชาวดัทช์ (Dutch) ประเทศเนเธอร์แลนด์ เกิดเมื่อวันที่ 31 มกราคม พ.ศ.2499 ภาษาไพธอนได้รับอิทธิพลมาจากภาษา ABC ซึ่งมีความสามารถในการจัดการเกี่ยวกับข้อผิดพลาดของโปรแกรม(Exception handling) ได้ดี และดึงเอาความสามารถเด่นๆ ของภาษาระดับสูงอื่นๆ มาประยุกต์ดัดแปลงใช้กับไพธอนด้วย ส่งผลให้ภาษาไพธอนเป็นที่นิยม และใช้งานกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นภาษาที่สามารถเรียนรู้ได้ง่าย รวดเร็ว รูปแบบการเขียนโปรแกรมมีความกะทัดรัด และมีประสิทธิภาพสูง จาก การนำเอาคุณลักษณะเด่นๆ ของภาษาอื่นๆ มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อยอดนี้เอง

ไพธอนจึงถูก เรียกว่าเป็นภาษาที่มีหลายกระบวนทัศน์ หรือหลายมุมมอง (Multi-paradigm languages) ซึ่งเป็นการ ผสมผสานรวมเอาแนวความคิดในการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันให้อยู่ในตัวของไพธอน คือ

Object-oriented programming, Structured programming, Functional programming และ Aspect-oriented programming

คุณสมบัติเด่นของภาษาไพธอน

- โปรแกรมต้นฉบับที่ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาไพธอน สามารถนำไปประมวลผลได้กับหลายระบบปฏิบัติการ (Portable/Cross platform/Platform independent) เช่น Unix, Linux, Microsoft-windows (NT, 2000, 2003, 2008, 2012, 95, 98, ME, XP, 7, 8, 8.1), Amiga, Macintosh, BeOS, AIX, AROS, AS/400, OS/2, xBSD, VMS, QNX, MS-DOS, OS/390, z/OS, Palm OS, PlayStation, Psion, Solaris, RISC OS, HP-UX, Pocket PC และ VMS เป็นต้น

- ตัวภาษาไพธอนถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี ทำให้ได้รับอิทธิพลไวยกรณ์ทางภาษาติดมาจาก ภาษาซีด้วย ดังนั้นผู้ที่คุ้นเคยกับการเขียนโปรแกรมภาษาซีสามารถปรับตัวในเขียนภาษาไพธอนได้ไม่ยาก

- ภาษาไพธอนเป็นภาษาที่สวยงาม ง่ายต่อการเรียนรู้ (Readability) เขียนโปรแกรมได้ กระชับ (Writability) เนื่องจากมีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย เป็นภาษาที่มี ความยืดหยุ่นสูงมาก (Flexibility) และมีความเสถียรภาพ (Reliability)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไพธอนมีความสามารถในการจัดการหน่วยความจำอัตโนมัติ (Garbage collection) สามารถบริหารจัดการพื้นที่หน่วยความจำที่ใช้งานแบบไม่ต่อเนื่องให้สามารถทำงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการคืนหน่วยความจำคืนให้กับระบบเหมือนภาษาซี

- การแปลภาษาของภาษาไพธอนเป็นแบบอินเทอร์พรีเตอร์ เป็นภาษาสคริปต์คือจะประมวลผลไปทีละบรรทัด ทำให้ใช้เวลาในการเขียนโปรแกรม และการคอมไพล์ไม่มาก เหมาะกับงานด้านการดูแลระบบ (System administration) เป็นอย่างยิ่ง

- ไวยากรณ์อ่านง่าย เนื่องจากภาษาไพธอนได้กำจัดการใช้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการกำหนด ขอบเขต {...} ของโปรแกรมออกไป (สำหรับผู้ที่เขียนภาษา C หรือ Java มาก่อน ในตอน แรกๆ จะไม่ค่อยชอบนัก แต่เมื่อเขียนไปเรื่อยๆ จะรู้สึกว่าคล่องตัวกว่า) โดยใช้การย่อหน้า แทน ทำให้สามารถอ่านโปรแกรมที่เขียนได้ง่าย นอกจากนั้นยังมีการสนับสนุนการเขียน docstring ซึ่งเป็นข้อความสั้นๆ ที่ใช้อธิบายการทำงานของฟังก์ชัน คลาส และโมดูล ได้ด้วย

- ไพธอนเป็นภาษากาว (Glue language) คือสามารถเรียกใช้ภาษาอื่นๆ ได้หลายภาษา ทำให้เหมาะที่จะใช้เขียนเพื่อประสานงานกับโปรแกรมที่เขียนในภาษาอื่นๆ ได้ดี

- ภาษาไพธอนถูกสร้างขึ้นโดยรวบรวมคุณสมบัติเด่นๆ ของภาษาต่างๆ เข้ามาไว้ด้วยกัน อาทิเช่น ภาษา C, C++, Java, Perl, ABC, Modula-3, Icon, Matlab, ANSI C, Lisp, Smalltalk และ Tcl เป็นต้น

- ไพธอนสามารถเรียกใช้ภาษา C/C++ ได้ ในทางกลับกันภาษา C/C++ ก็อนุญาตให้ฝัง ชุดค าสั่งของไพธอนเอาไว้ภายในภาษา C/C++ ได้เช่นเดียวกัน

- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น เพราะตัวแปรภาษาไพธอนอยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ GNU

- ภาษาไพธอน และชุดของไลบารี สนับสนุนการประมวลผลทางด้านวิยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- มีความยืดหยุ่นสูง ทำให้การจัดการกับงานด้านข้อความ และ Text File ได้เป็นอย่างดี

- ไพธอนมีฟังก์ชันที่สนับสนุนการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลได้หลากหลายชนิด เช่น MySQL, Sybase, Oracle, Informix, ODBC และอื่นๆ

- ไพธอนสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming)

- ไพธอนนำเสนอโครงสร้างตัวแปรใหม่ (Built-in Object Types) เพื่อให้ผู้เขียนโปรแกรม สะดวกในการพัฒนางานมากขึ้น เช่น ลิสต์(List) ดิกชันนารี(Dictionary) ทัพเบิล (Tuple) และเซ็ต (Set) เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างตัวแปรใหม่เหล่านี้ ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน และมี ประสิทธิภาพสูง

- ไพธอนเตรียมเครื่องมือต่างๆ เพื่อใช้ในการประมวลผลข้อมูลประเภทเท็กซ์ไฟล์ การจัดเรียง ข้อมูล การเชื่อมต่อสตริง การตรวจสอบเงื่อนไขของข้อความ การแทนคำไว้อย่างครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาษาไพธอนเป็นภาษาประเภท Server side script คือ การทำงานของภาษาไพธอนจะ ทำงานด้านฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) แล้วส่งผลลัพธ์กลับมายังไคล์เอนท์(Client) ทำให้มีความปลอดภัยสูง

- ไพธอนมีโมดูลสนับสนุนการเขียนโปรแกรมกับระบบ (System) เช่น โปรเซส เธรด รวมถึง ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้เป็นอย่างดี

- ไพธอนเตรียมเครื่องมือสำหรับสร้าง Internet script หรือ CGI script สำหรับเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านซ็อกเก็ต (Sockets API) จึงทำให้สามารถเชื่อมต่อ และใช้งาน แอพพิเคชันต่างๆ แบบระยะไกลได้ เช่น FTP, Glopher, SSH เป็นต้น

- สนับสนุนเทคโนโลยี Component Object Model Technologies (COM) ของวินโดวส์ CORBA, ORBs, XML เป็นต้น

- ไพธอนจัดเตรียมเครื่องมือสำหรับจัดการงานด้าน Regular Expression (กลุ่มของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการค้นหา แทนที่ หรือเปรียบเทียบคำ/ข้อความกับข้อมูลชนิดสตริง) ไว้ อย่างเพียงพอ

- ภาษาไพธอนใช้พัฒนาเว็บเซอร์วิส (Web service) รวมทั้งใช้บริหารการสร้างเว็บไซต์ สำเร็จรูปที่เรียกว่า Content Management Framework (CMF)

- ไพธอนอนุญาตให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถสร้าง Dynamic Link Library (DLL) จากภาษา อื่นๆ เพื่อใช้งานร่วมกับไพธอนได้เช่น .dll ของวินโดวส์ เป็นต้น

- ไพธอนใช้มาตรฐานสำหรับสร้างอินเตอร์เฟสคือ Tkinter API ที่ได้รับอิทธิพลมาจาก Tcl/Tk ที่ทำงานบนยูนิกส์มาก่อน ซึ่งสนับสนุนกราฟฟิกของ X windows, วินโดวส์และ Macintosh จุดเด่นที่สำคัญของการใช้ Tkinter API คือช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมไม่จำเป็นต้องแก้ไขรหัส ต้นฉบับเมื่อนำไปทำงานบนระบบปฏิบัติการอื่นๆ

- ไพธอนมีไลบรารีที่สนับสนุนงานด้านการสร้างภาพกราฟฟิก และการประมวลผลภาพ (Image processing) มากมาย เช่น การปรับความคมชัดของภาพ การอ่านไฟล์ภาพขนาด ใหญ่ การบันทึกไฟล์ให้ในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างสะดวก และมีประสิทธิภาพ

- ไพธอนเตรียมไลบรารีสำหรับสนับสนุนการเขียนโปรแกรมทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligent) เช่น Naive Bayes และ K-Nearest Neighbors ไว้ด้วย

- ไพธอนสนับสนุนการทำงานแบบ Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดของข้อมูลได้ง่าย และสะดวก

- สนับสนุนให้สามารถเขียนโปรแกรมจาวาร่วมกับไพธอนได้ โดยใช้ Python โดยทำงานอยู่ บน Java Virtual Machine (JVM) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สนับสนุนการเขียนโปรแกรมร่วมกับ .NET Framework ของไมโครซอฟต์ โดยการใช้ IronPython

- ไพธอนสนับสนุนการสร้างเอกสาร PDF โดยไม่ต้องติดตั้ง Acrobat Writer

- ไพธอนสนับสนุนการสร้าง Shockwaves Flash (SWF) โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Macromedia Flash คุณสมบัติด้อยของภาษาไพธอน

- ความเร็ว: ไพธอนเป็นภาษาสคริปต์(Scripting language) ซึ่งทำงานโดยมีตัวแปลภาษา (Interpreter) แปลงคำสั่งในแต่ละบรรทัดของโปรแกรมต้นฉบับ (Source code) ให้เป็น ภาษาเครื่อง (Machine code) ในขณะที่โปรแกรมกำลังทำงาน ซึ่งแตกต่างจากภาษาซี C++ โคบอล หรือปาสคาล เพราะภาษาเหล่านี้จะทำการแปลรหัสต้นฉบับให้กลายเป็น ภาษาเครื่องทั้งหมดก่อนเริ่มต้นท างาน ส่งผลให้โปรแกรมขนาดใหญ่ที่เขียนขึ้นด้วยภาษาไพธอนจะทำงานได้ช้ากว่าโปรแกรมที่ใช้เทคนิคการคอมไพล์แฟ้มต้นฉบับทั้งหมดก่อน

- โอกาสเกิดข้อผิดพลาดชนิด Runtime Error สูงขึ้น: จุดด้อยในข้อนี้มีผลกระทบมาจาก การแปลภาษาแบบ Interpreter และการไม่ได้แปลรหัสต้นฉบับทั้งหมดก่อนทำงานนั่นเอง ในการประกาศตัวแปรของภาษาสคริปต์ จะไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของการเรียกใช้ ตัวแปร และชนิดของตัวแปรทั้งหมดก่อนเริ่มทำงาน ดังนั้น ถ้าผู้พัฒนาโปรแกรมขาดความระมัดระวัง (Logic error) ในระหว่างพัฒนาโปรแกรม จะทำให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาด จากการเรียกใช้ตัวแปรที่ไม่ได้ประกาศไว้หรือใช้งานตัวแปรผิดประเภทได้ง่าย

- การระบุขอบเขตของคำสั่งและตัวแปร: ไพธอนไม่ใช้ {...} เป็นสัญลักษณ์สำหรับก าหนด ขอบเขตของคำสั่ง หรือตัวแปรในการเขียนโปรแกรม เหมือนกับภาษาระดับสูง เช่น C/C++ และ Java แต่ใช้การย่อหน้าเพื่อบอกขอบเขตของคำสั่ง และตัวแปรแทน ส่งผลให้ยากต่อ การพัฒนาโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ และโปรแกรมต้นฉบับมีความซับซ้อนมากๆ เช่น nested loop เพราะต้องสังเกตุการย่อหน้าให้ถูกต้อง

2.6.1 โครงสร้างของ Python

1. Module

Module จะประกอบไปด้วยคลาส ฟังก์ชัน และตัวแปรต่างๆ และนอกจากนี้เรายังสามารถ import โมดูลอื่นเข้ามาในโปรแกรมได้ ซึ่งโมดูลอาจจะอยู่ภายใน package ซึ่งเป็นเหมือน directory ของ Module

2. Statement

Statement คือคำสั่งการทำงานของโปรแกรม แต่ละคำสั่งในภาษา Python นั้นจะแบ่งแยกด้วยการขึ้นบรรทัดใหม่ ซึ่งจะแตกต่างจากภาษา C และ Java ซึ่งใช้เครื่องหมายเซมิโคลอนสำหรับการจบคำสั่งการทำงาน แต่อย่างไรก็ตาม ในภาษา Python นั้นคุณสามารถมีหลายคำสั่งในบรรทัดเดียวกันได้โดยการใช้เครื่องหมายเซมิโคลอน ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Indentation and while space

ในภาษา Python นั้นใช้ Whilespace และ Tab สำหรับกำหนดบล็อคของโปรแกรม เช่น คำสั่ง If Else For หรือการประกาศฟังก์ชัน ซึ่งคำสั่งเหล่านี้นั้นเป็นคำสั่งแบบบล็อค โดยจำนวนช่องว่างที่ใช้นั้นต้องเท่ากัน

4. Literals

ในการเขียนโปรแกรม Literal คือเครื่องหมายที่ใช้แสดงค่าของค่าคงที่ในโปรแกรม ในภาษา Python นั้นมี Literal ของข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น Integer Floating-point number และ String เป็นต้น

5. Expressions

Expression คือการทำงานร่วมกันระหว่างค่าตั้งแต่หนึ่งไปจนถึงหลายค่า โดยค่าเหล่านี้จะมีตัวดำเนินการสำหรับควบคุมการทำงาน ในภาษา Python นั้น Expression จะมีสองแบบคือ Boolean expression เป็นการกระทำกันของตัวแปรและตัวดำเนินการและจะได้ผลลัพธ์เป็นค่า Boolean โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นตัวดำเนินการเปรียบเทียบค่าและตัวดำเนินการตรรกศาสตร์ และ Expression ทางคณิตศาสตร์คือการกระทำกันกับตัวดำเนินการและได้ค่าใหม่ที่ไม่ใช้ Boolean

6. Keywords

Keyword เป็นคำที่ถูกสงวนไว้ในการเขียนโปรแกรมภาษา Python เราไม่สามารถใช้คำสั่งเหล่านี้ในการตั้งชื่อตัวแปร ชื่อฟังก์ชัน คลาส หรือ identifier ใดๆ ที่กำหนดขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์

2.7 HTML

[13] ในระบบตรวจข้อสอบด้วยการประมวลผลด้วยภาพจะมีการแสดงผลของข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บบราวเซอร์ด้วยการแสดงผลระหว่างภาษา HTML และภาษา PHP เพื่อให้เกิดความสวยงาม

2.7.1 โครงสร้างของ HTML

HTML นั้นมีรูปแบบลักษณะภาษาและกฎเกณฑ์ต่างๆ ในการเขียน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โครงสร้างหลักของ HTML ก็จะเริ่มด้วย <html> และจบด้วย </html> เสมอ
2. คำสั่งในส่วนของ (Head Section) เป็น คำสั่งที่อยู่ในส่วนนี้จะใช้บรรยายรายละเอียดเกี่ยวกับ web page ซึ่งจะไม่แสดงผลที่ web page โดยตรง

   2.1 TITLE

   ข้อความที่ใช้เป็น TITLE ไม่ควรพิมพ์เกิน 64 ตัวอักษร, ไม่ต้องใส่ลักษณะพิเศษ เช่น ตัวหนา, เอียง หรือสี โดยข้อความในส่วนนี้จะแสดงผลใน title bar ของ web browser

   2.2 META

   Tag META จะไม่ปรากฏผลบนเบราเซอร์ แต่จะเป็นส่วนสำคัญ ในการจัดอันดับบัญชีเว็บ สำหรับผู้ให้บริการสืบค้นเว็บ (Search Engine เช่น google , yahoo)
3. คำสั่งในส่วนของ (Body Section) เป็น คำสั่งที่อยู่ในส่วนนี้จะใช้ในการจัดรูปแบบตัวอักษร จัดหน้า ใส่รูปภาพ ซึ่งตัวอักษรในส่วนนี้จะแสดงที่ web browser โดยตรง

2.8 PHP

[14] ในระบบตรวจข้อสอบด้วยการประมวลผลด้วยภาพจะมีการแสดงผลของข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บบราวเซอร์ด้วยการแสดงผลระหว่างภาษา HTML และภาษา PHP เพื่อให้เกิดความสวยงามและนำไปประยุกต์ใช้ เช่นการกลับไปแก้ไขข้อมูล เป็นต้น

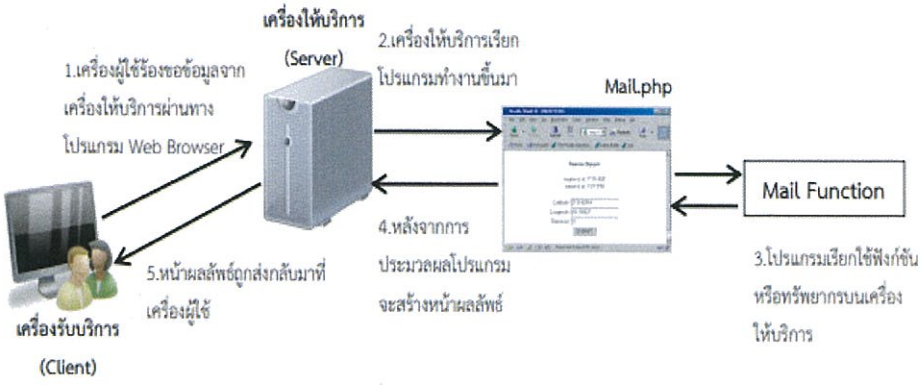
PHP (PHP Hypertext Preprocessor) คือ รูปแบบของการส่งข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล ที่มีการทำงานที่ฝั่งของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งรูปแบบในการเขียนคำสั่งการทำงานนั้นจะมีลักษณะคล้ายกับภาษา Perl หรือ ภาษา C และสามารถที่จะนำไปใช้ร่วมกับภาษา HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้รูปแบบของเว็บเพจมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านของการเขียนโปรแกรม

2.8.1 รูปแบบของ PHP

PHP จะมีลักษณะของสคริปท์ที่ใช้สร้างเว็บอยู่ 2 แบบ คือ

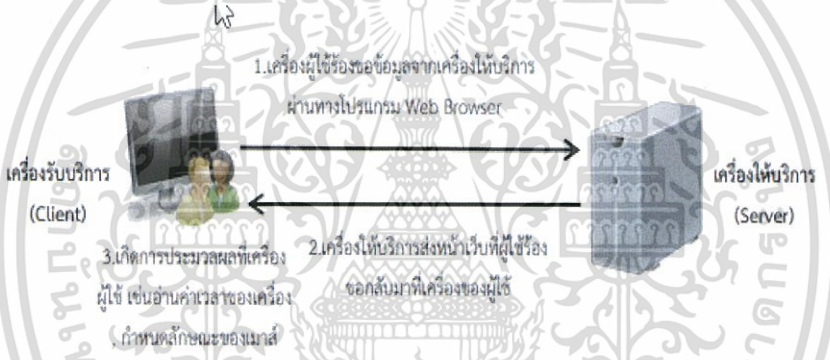
- Server-Side Script เป็นลักษณะของภาษาที่ทำงานบนเครื่องของเซิร์ฟเวอร์ เช่น CGI,ASP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-8 Server-Side Script

- Client-Side Script เป็นลักษณะของภาษาที่ทำงานบนเครื่องผู้ใช้ เช่น JavaScript VBScript



รูปที่ 2-9 Client-Side Script

2.8.2 โครงสร้างของ PHP

PHP นั้นมีรูปแบบลักษณะภาษาและกฎเกณฑ์ต่างๆ ในการเขียน ดังนี้

1. Simple Program

   ในการเขียนโปรแกรมภาษา PHP โค้ดของโปรแกรมจะต้องอยู่ภายในบล็อคคำสั่ง <?php ?>

2. Comment

   Comment คือ ส่วนของซอร์สโค้ดที่ไม่มีผลต่อการทำงานของโปรแกรม มันใช้สำหรับการอธิบายโปรแกรมเพื่อให้ผู้เขียนเข้าใจหรือสามารถอ่านโค้ดในภายหลังได้ง่ายขึ้น การคอมเม้นท์โค้ดจะมีประโยชน์มากในการทำงานเป็นทีม เพื่อให้คนอื่นสามารถเข้าใจโค้ดของเรา โดยเราจะสามารถใช้คอมเม้นต์ได้หลายรูปแบบได้ เช่น # , // , /* */

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Semicolon

   เครื่องหมาย semicolon (;) ในการจบคำสั่งของแต่ละคำสั่ง

4. While Space

   While space คือช่องว่างระหว่างคำสั่งที่แทรกระหว่างส่วนของโค้ดออกจากกัน เพื่อทำให้โปรแกรมของเราอ่านและเข้าใจง่ายขึ้น จำนวนของ White space ที่ต่อเนื่องกันเป็นจำนวนมากนั้นไม่มีผลในภาษา PHP

5. Literals

   Literals คือค่าคงที่ใดๆ ภายในโค้ดของโปรแกรม ซึ่งค่าเหล่านี้จะใช้สำหรับกำหนดให้กับตัวแปรหรือค่าคงที่ ในภาษา PHP นั้นมี Literals ประเภทต่างๆ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร ข้อความ และ Boolean เป็นต้น

6. Expression

   Expressions คือนิพจน์ของตัวดำเนินการ (operator) และตัวถูกดำเนินการ (operand) ที่กระทำกันต่อในรูปแบบของสมการและทำให้เกิดค่าใหม่ขึ้นมา ในการเขียนโปรแกรมตัวถูกดำเนินการก็คือตัวแปรที่เมื่อทำงานกับตัวดำเนินการประเภทต่างๆ แล้วจะได้ผลลัพธ์ใหม่เกิดขึ้น

7. Output

   การแสดงผลในภาษา PHP นั้นมักจะใช้คำสั่ง echo และ print สำหรับจัดการและเชื่อมต่อกับ Output stream ซึ่งโดยปกติแล้วมักจะเป็นจอภาพหรือ Console

8. Keyword

   Keywords คือกลุ่มของคำหรือคำสั่งที่สงวนไว้ในภาษา PHP สำหรับการทำงานของ Interpreter ซึ่งคุณจะไม่สามารถนำคำสั่งเหล่านี้ใช้งานในบางอย่างของโปรแกรมได้ เช่น การตั้งชื่อตัวแปร ฟังก์ชัน คลาส เมธอด และอื่นๆ ที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น

9. PHP embedded in HTML

   PHP นั้นเป็นภาษาสคริป ดังนั้นมันจึงสามารถเขียนแทรกับเอกสารรูปแบบอื่นๆ ได้ซึ่งโดยส่วนมากแล้วมักจะนิยมเขียนกับ HTML เพื่อสร้างหน้าเว็บเพจแบบไดนามิกส์ ในตัวอย่างเป็นไฟล์ในรูปแบบ HTML ซึ่งเราได้ทำการแทรกสคริปของภาษา PHP ในระหว่าง <?php และ ?> อย่างไรก็ตามนามสกุลของไฟล์นั้นต้องเป็น .php เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 หลักการเบื้องต้นของการสื่อสาร

[15] ในระบบตรวจข้อสอบด้วยการประมวลผลด้วยภาพ จะมีการรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด Raspberry Pi 3 Model B กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบอนุกรม ทั้งนี้จะต้องมีการควบคุมการรับส่งข้อมูล ควบคุมจ้อผิดพลาด เช่น ข้อมูลผิดเพี้ยน หรือเกิดข้อมูลซ้ำ เพื่อให้ปลายทางได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและเที่ยงตรงตามหลักการสื่อสาร

การสื่อสารข้อมูล (Data Communication) คือ การส่งข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งซึ่งเรียกว่า จุดเริ่มต้น ผ่านพาหนะนำส่งข้อมูล ซึ่งเรียกว่าตัวกลาง เพื่อจะให้ข้อมูลนั้นสามารถไปยังจุดหมายปลายทางได้ ซึ่งเรียกว่า ผู้รับ

2.9.1 องค์ประกอบพื้นฐานในการสื่อสารข้อมูล

1. ผู้ส่งข้อมูล/แหล่งกำเนิดข้อมูลข่าวสาร (Sender/Source) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ เวิร์คสเตชั่น โทรศัพท์ กล้องวิดีโอ เป็นต้น

2. ผู้รับ/จุดหมายปลายทาง (Receiver/Destination) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ เวิร์คสเตชั่น โทรศัพท์ โทรทัศน์ เป็นต้น

3. ข้อมูล/ข่าวสาร (Message) คือ ข้อมูลหรือสารสนเทศต่างๆ ที่อาจประกอบด้วยข้อความ ตัวเลข รูปภาพ เสียง หรือ วิดีโอ หรืออาจจะเป็นสิ่งที่กล่าวมานั้นมารวมกัน เช่น ภาพพร้อมเสียง ซึ่งเรียกว่า สื่อประสม (Multimedia) ข้อมูลข่าวสารที่ส่งไปจะถูกทำการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อส่งผ่านตัวกลางส่งข้อมูล และเมื่อถึงปลายทางได้รับข้อมูล ที่ส่งมาก็จะทำการถอดรหัส (Decoding) เพื่อให้กลับมาเป็นข้อมูลเหมือนเดิม อย่างไรก็ตาม ระหว่างข้อมูลข่าวสารกำลังเดินทางมาถึงปลายทางก็อาจจะมีสัญญาณรบกวนได้

4. ตัวการในการส่งข้อมูล (Transmission Medium) คือ เส้นทางเชิงกายภาพที่ใช้สำหรับการลำเลียงข้อมูลข่าวสารจากผู้ส่งไปยังจุดหมายปลายทาง โดยตัวกลางในการส่งข้อมูลก็จะมีทั้งแบบมีสาย เช่น สายเคเบิ้ล สายคู่บิดเกลียว สายไฟเบอร์ออปติค และตัวกลางในการส่งข้อมูลแบบไร้สาย เช่น คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ ดาวเทียม เป็นต้น

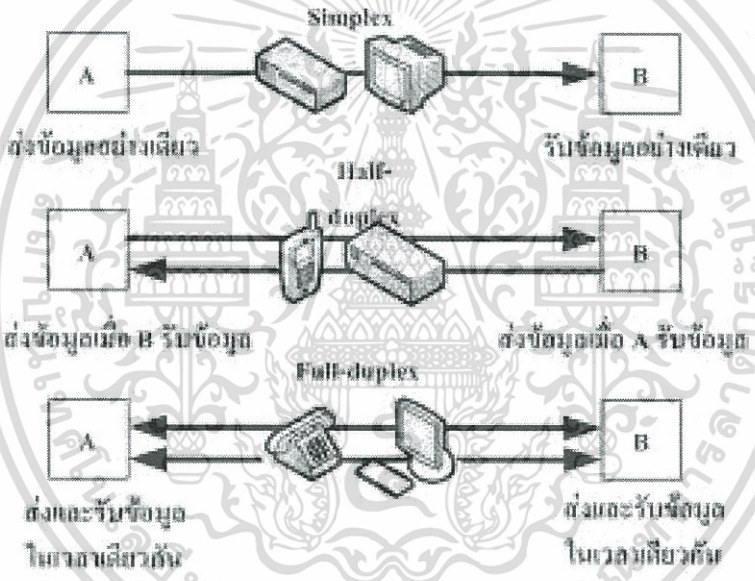
5. โปรโตคอล (Protocol) คือ กฎเกณฑ์ ระเบียบ หรือข้อปฏิบัติต่างๆ ที่กำหนดขึ้นมาใช้เป็นข้อตกลงระหว่างผู้รับและผู้ส่ง เพื่อใช้สำหรับเป็นมาตรฐานในการกำหนดบทบาทหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลให้ถูกต้องตรงกัน ถึงแม้อุปกรณ์ ทั้งสองฝั่งจะเชื่อมต่อกันได้ หากไม่มีโปรโตคอล ก็จะไม่สามารถสื่อสารกันได้ และอาจส่งผลให้การสื่อสารล้มเหลวในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 ทิศทางการสื่อสารข้อมูล

สามารถแบ่งทิศทางการสื่อสารข้อมูลได้เป็น 3 แบบ คือ

1. การสื่อสารข้อมูลแบบทางเดียว(Simplex) ข้อมูลจะถูกส่งออกจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทางหนึ่ง โดยไม่สามารถส่งย้อนกลับมาได้ เช่น ระบบวิทยุ หรือโทรทัศน์
2. การสื่อสารข้อมูลแบบกึ่งสองทิศทาง(Half Duplex) ข้อมูลจะถูกส่งออกจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทางหนึ่ง ข้อมูลสามารถส่งสลับกันไปมาได้ทั้งสองทิศทาง โดยวิธีการต้องผลัดกันส่งครั้งละทิศทางเท่านั้น เช่น วิทยุสื่อสารแบบผลัดกันพูด
3. การสื่อสารข้อมูลแบบสองทิศทาง(Full Duplex) ข้อมูลจะถูกส่งออกจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทางหนึ่ง ข้อมูลสามารถส่งพร้อมกันได้ทั้งสองทิศทางอย่างอิสระ สามารถโต้ตอบกันได้ เช่น ระบบโทรศัพท์



ภาพที่ 2-10 ทิศทางการสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารบนเครือข่าย อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ เช่น สัญญาณรบกวน ทำให้เกิดความไม่สมบูรณ์ระหว่างการสื่อสาร จึงต้องมีการควบคุมการไหลของข้อมูล และควบคุมข้อผิดพลาด

2.9.3 การควบคุมการไหลของข้อมูล(Flow Control)

การควบคุมทิศทางการไหลของข้อมูล เป็นวิธีการควบคุมการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ เพื่อไม่ให้ข้อมูลถูกส่งออกไปมากเกินกว่าที่ผู้รับจะสามารถรับได้ เนื่องจากผู้ส่งและผู้รับมีอัตราเร็วในการรับข้อมูลไม่เท่ากัน อาจทำให้ข้อมูลสูญหายได้

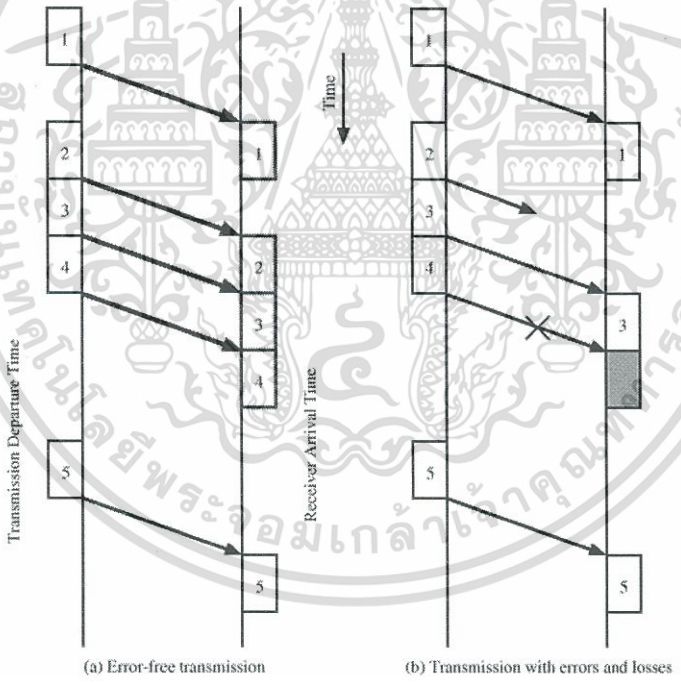
การควบคุมการไหลของข้อมูล แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมการไหลของข้อมูลด้วยวิธีหยุดและรอ (Stop-and-Wait Flow Control)
- การควบคุมการไหลของข้อมูลด้วยวิธีเลื่อนหน้าต่าง (Sliding-Window Flow Control)

สำหรับการใช้งาน Flow Control จะใช้วิธีการ Stop-and-Wait Flow Control โดยมีวิธีการทำงาน ดังนี้

1. วิธีนี้ฝั่งส่ง จะส่งเฟรมข้อมูลมาให้ 1 เฟรมก่อน และรอการตอบ Acknowledge(ACK) จากฝั่งรับ
2. เมื่อฝั่งส่งได้รับ ACK จากฝั่งรับ ก็จะดำเนินการส่งเฟรมในลำดับถัดไป
3. ดังนั้น แต่ละเฟรมที่ฝั่งสั่งได้ส่งไปนั้น จะต้องได้รับการ ACK จากฝั่งรับเสมอ
4. ในกรณีที่ฝั่งรับต้องการหยุดรับข้อมูลชั่วคราว ก็จะไม่ส่ง ACK กลับไป



ภาพที่ 2-11 Stop and Wait Flow Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 การควบคุมข้อผิดพลาด(Error Control)

การควบคุมข้อผิดพลาดจะเกี่ยวข้องกับวิธีการตรวจสอบข้อผิดพลาดของเฟรม และหากเกิดข้อผิดพลาดขึ้น จะต้องดำเนินการอย่างไร เพื่อให้มั่นใจได้ว่า เฟรมข้อมูลทั้งหมดที่ส่งไปยังปลายทางไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ การดำเนินการกับข้อผิดพลาด เมื่อฝั่งรับตรวจพบข้อผิดพลาดจากข้อมูลที่ส่งมา ฝั่งรับสามารถดำเนินการกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ 3 กรณี คือ

1. ไม่ต้องดำเนินการใดๆ (Do nothing) จะปล่อยเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดไป แล้วให้ชั้นสื่อสารที่อยู่เหนือกว่าไปจัดการแทน
2. แจ้งกลับให้ฝั่งส่งทราบ (Return a message) เพื่อให้ฝั่งส่งทำการส่งข้อมูล ส่วนที่เสียหายมาให้อีกครั้ง
3. ตรวจแก้ข้อผิดพลาด (Correct the Error) จะดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดที่ฝั่งรับเอง โดยไม่ต้องให้ฝั่งส่งส่งข้อมูลกลับมาใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการที่ซับซ้อนกว่าวิธีทั้งหมด

ชนิดข้อผิดพลาด

สำหรับข้อผิดพลาดของข้อมูลที่ตรวจพบนั้น สามารถแบ่งเป็นชนิดของข้อผิดพลาด 2 ชนิด

1. เฟรมข้อมูลสูญหาย (Lost Frame) คือ เพรมข้อมูลที่ส่งไปไม่ถึงปลายทาง ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุของสัญญาณรบกวนที่ทำให้เฟรมข้อมูลเสียหาย จนทำให้ฝั่งรับไม่สามารถตีความหรือไม่ทราบว่าเฟรมนั้นมาถึง
2. เฟรมชำรุด (Damaged Frame) คือ เฟรมสามารถส่งไปถึงปลายทาง แต่บิตของข้อมูลบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างการส่ง

เทคนิคการควบคุมข้อผิดพลาด จะอยู่บนพื้นฐานของส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- การตรวจจับข้อผิดพลาด ปลายทางจะมีการนำเฟรมที่ได้รับมาทำกสนตรวจจับข้อผิดพลาด ด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ
- การตอบรับ ACK ปลายทางจะตอบรับ ACK เมื่อได้รับข้อมูลอย่างสมบูรณ์ โดยไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ
- การส่งข้อมูลรอบใหม่หลังจากรอจนหมดเวลา (Time out) ฝั่งส่งจะทำการส่งเฟรมข้อมูลรอบใหม่ทันที ในกรณีที่ปลายทางไม่ตอบรับกลับมาภายในเวลาที่กำหนด ก็คือการเกิด Time out
- การตอบรับ NAK และการส่งข้อมูลรอบใหม่ ปลายทางจะมีการตอบรับ NAK (Negative Acknowledgement) กลับมาที่ฝั่งส่ง ในกรณีที่เฟรมที่ได้รับนั้นเกิดข้อผิดพลาด เมื่อฝั่งส่งได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอบรับ NAK ก็จะทราบว่า ข้อมูลที่ส่งไปนั้นมีข้อผิดพลาด จะดำเนินการส่งเฟรมข้อมูลไปอีกครั้ง

การแก้ไขข้อผิดพลาดโดยการส่งข้อมูลซ้ำ

เมื่อมีการตรวจพบข้อผิดพลาด จะต้องทำการดำเนินการแก้ไข โดยวิธีการที่ง่ายที่สุด คือ การส่งข้อมูลซ้ำ โดยจะเกิดขึ้นเมื่อฝั่งรับตรวจพบข้อผิดพลาด แล้วตอบกลับรหัสฝั่งส่ง ด้วยรหัส NAK เพื่อให้ฝั่งส่งส่งเฟรมข้อมูลมาให้ใหม่ เรียกกระบวนการนี้ว่า การร้องขอเพื่อส่งข้อมูลซ้ำอัตโนมัติ (Automativ Repeat Request : ARQ) ซึ่งช่วยสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลในชั้นสื่อสารดาต้าลิ้งค์

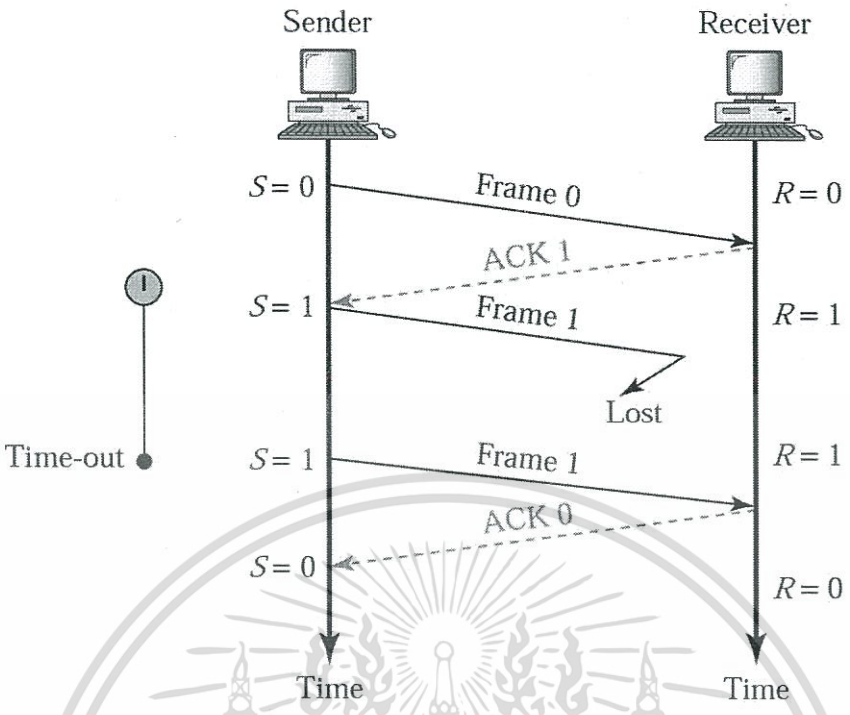
สำหรับรูปแบบของ ARQ มี 2 วิธีหลัก คือ

- Stop-and-Wait ARQ
- Continuous ARQ

สำหรับการใช้งาน Error Control จะใช้วิธีการ Stop-and-Wait ARQ โดยเป็นเทคนิคควบคุมข้อผิดพลาดที่มีกระบวนการทำงานแบบง่ายๆ จัดอยู่ในโปรโตคอลประเภท Stop and Wait โดยมีการทำงานดังนี้

1. ฝั่งส่งส่งเฟรมขอมูลไปยังฝั่งรับ รอการตอบกลับจากฝั่งรับ
2. หากเฟรมข้อมูลที่ส่งไปไม่มีข้อผิดพลาด ฝั่งรับจะส่งสัญญาณมายังฝั่งส่งด้วยรหัส ACK
3. แต่ถ้าเฟรมข้อมูลเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ฝั่งรับจะส่งสัญญาณกลับมาด้วยรหัส NAK หรือ REJ (Reject)
4. เมื่อฝั่งส่งได้รับสัญญาณเป็นรหัส ACK ก้จะส่งเฟรมข้อมูลในลำดับถัดไป
5. แต่ถ้าหากได้รับสัญญาณเป็นรหัส NAK หรือ REJ ก้จะส่งเฟรมข้อมูลที่ส่งไปในขณะนั้นให้อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-12 Stop and Wait ARQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการพัฒนาระบบ

จากบทที่ 2 เป็นการอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการซึกษาของเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา ขั้นตอนการพัฒนา ภาพรวมของระบบ และแอพลิเคชั่น

3.1 ศึกษาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา

ในการพัฒนาระบบจำเป็นจะต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการพัฒนา โดยในระบบ จะใช้ภาษา C, HTML และ PHP รวมไปถึงความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ดังนี้

3.1.1 ระบบปฏิบัติการ Raspbian (Raspbian Operating System)

เพื่อใช้ในการพัฒนาโครงงานผ่านบอร์ด Raspberry PI

3.1.2 โปรแกรม Arduino Software(IDE)

เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโครงงานบนภาษา C

3.1.3 โปรแกรม Notepad++

เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโครงงานบนภาษา HTML และ PHP

3.2 การศึกษาปัญหาของโครงงานและแนวทางแก้ไข

3.2.1 ตัวขาดูดกระดาษเคลื่อนที่เร็วเกินไปทำให้ตัวหัวดูดแกว่งไปมาได้

การที่ตัวขาดูดกระดาษเคลื่อนที่เร็วเกินไป สามารถทำการปรับระยะเวลาที่ทำการเปลี่ยนองศาของ Servo Motor ได้ทำให้ขาหมุนช้าลง เพื่อไม่ให้เกิการแกว่ง

3.2.2 องศาตำแหน่งที่วางของขาดูดกระดาษคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้

องศาตำแหน่งที่วางของขาดูดกระดาษคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้ แก้ด้วยการปรับตำแหน่งเริ่มต้นให้เปลี่ยนไปจากเดิม รวมถึงปรับองศาของจุดที่จะเคลื่อนที่ขาดูดกระดาษตามไปด้วย

3.2.3 แรงดูดของขาดูดกระดาษมากเกินไป

เปลี่ยนหัวดูดกระดาษให้มีขนาดเล็กลงกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ตำแหน่งกล้องต่ำเกินไป ภาพกระดาษคำตอบที่ได้จึงขาดไปบางส่วน

ตำแหน่งกล้องที่ต่ำเกินไป ภาพกระดาษคำตอบที่ได้จึงขาดไปบางส่วน แก้ด้วยการเสริมความของกล้องดมดูลที่ทำการถ่ายภาพ

3.2.5 ภาพที่ถ่ายออกมามีความชัดน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้

ภาพที่ถ่ายออกมามีความชัดน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ แก้ไขได้ด้วยการปรับโฟกัสกล้องโมดูล

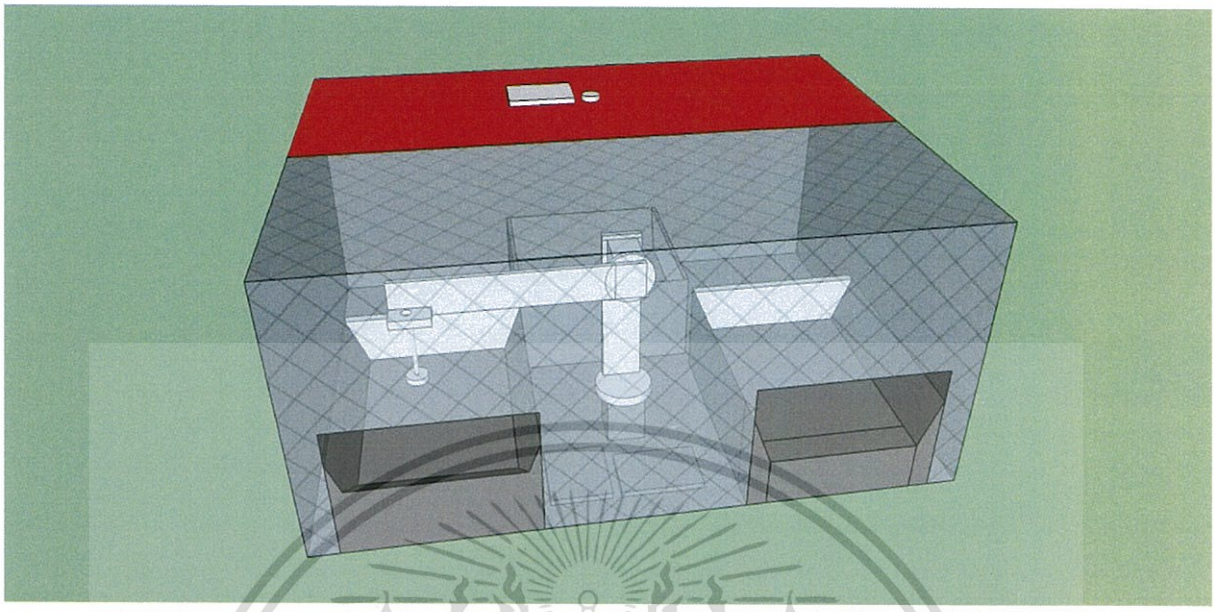
3.3 การพัฒนางานวิจัย

3.3.1.1 การออกแบบส่วนตัวเครื่องและระบบขับเคลื่อน

ในการสร้างเครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการพัฒนาทั้งส่วนของ Board Arduino ที่จะทำการทำการเคลื่อนที่ขาดูดกระดาษและ Board Raspberry Pi ทำการควบคุมออกคำสั่งควบคุมทุกอย่างทั้งกล้องที่ทำการประมวลผลภาพ และการเคลื่อนที่ของขาดูดกระดาษร่วมกับ Board Arduino

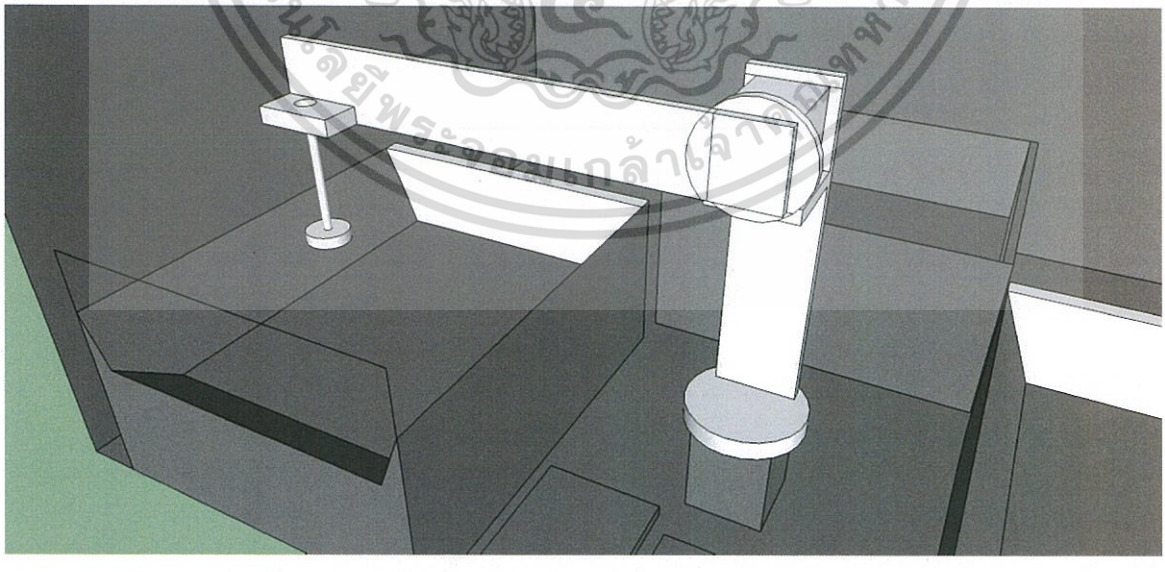
เครื่องตรวจข้อสอบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพออกแบบเครื่องให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในประกอบไปด้วย ขาดูดกระดาษที่ตำแหน่งอยู่ตรงกลางเครื่องทำการยกกระดาษไปยังตำแหน่งอื่น มีช่องสำหรับใส่กระดาษทีละหลายๆแผ่นและมีช่องรับกระดาษตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3-1 ตัวเครื่องจากมุมมองด้านหน้า

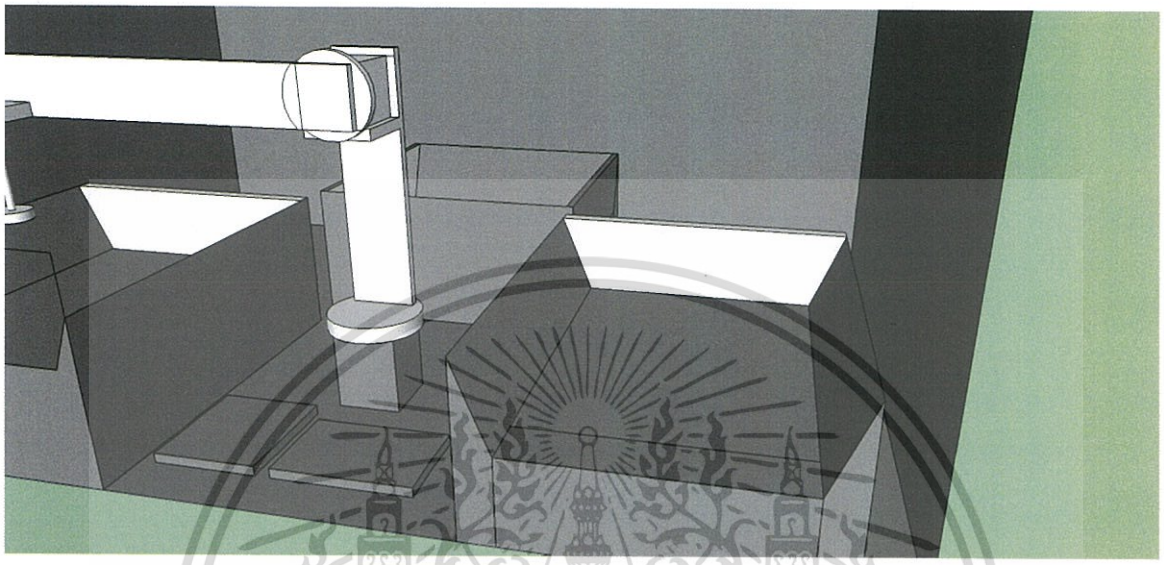
โดยตัวเครื่องมีส่วนที่ทำขึ้นมาให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นเข้าไปยังข้างในได้ เห็นกระบวนการทำงานทีละขั้นตอนจากเริ่มใส่กระดาษเข้าไปยังช่องด้านซ้ายอย่างที่เห็นในภาพ ในตำแหน่งนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของขาดูดกระดาษวางแนวตั้งฉากกับฐานวางกระดาษที่มีที่กั้นไม่ให้กะดาษไหลออกนอกทางไว้ ตามรูป



ภาพที่ 3-2 ถาดนำกระดาษเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

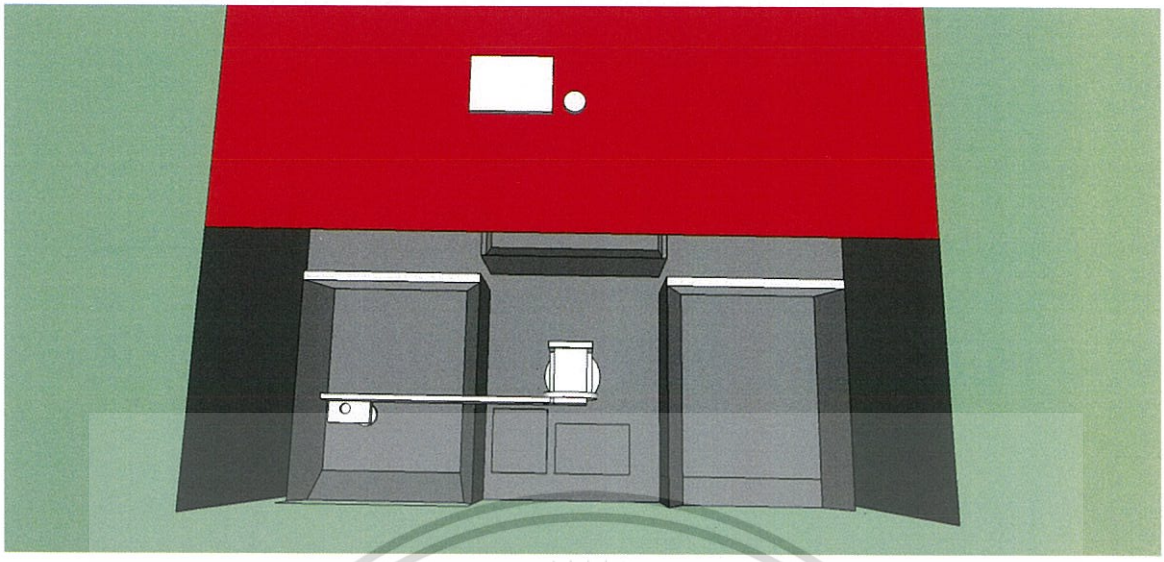
เมื่อการทำงานเสร็จสิ้นจนหยุดแล้วสามารถหยิบกระดาษออกมาได้ผ่านทางช่องขวามือ ตามรูป



ภาพที่ 3-3 ถาดนำกระดาษออก

ส่วนพื้นที่ตรงกลางจะเป็นตำแหน่งของกล้องโมดูลที่ต่อกับ Board Raspberry Pi ทำการประมวลผลภาพ กระดาษที่เข้ามาทีละแผ่นๆ ตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



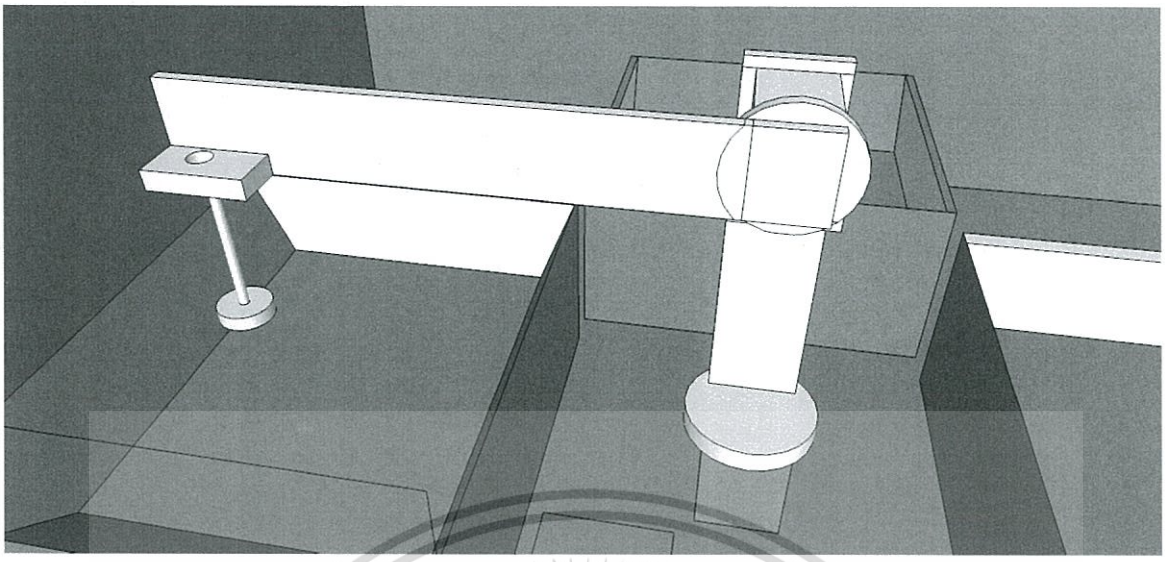
ภาพที่ 3-4 ตัวเครื่องจากมุมมองเบิร์ดอายวิว

3.3.1.2 ระบบการดูดกระดาษและการขับเคลื่อนขาดูดกระดาษ

ระบบการดูดกระดาษได้รับกระแสไฟมาจาก Power จากภายในเครื่อง ทำการดูด กระดาษผ่านแรงดันที่เกิดจาก Vacuum pump เมื่อดูดเสร็จแล้วจะยกกระดาษด้วยการหมุนของ Servo Motor โดยประกอบไปด้วย 2 ตัว ในแนวนอนและแนวตั้งทำงานร่วมกับด้วยการกำหนดเงื่อนไขเวลาจาก Board Arduino ให้เปลี่ยนองศาของขาดูกระดาษ ทั้งยกขนในแกนแนวตั้งและเคลื่อนย้ายกระดาษในแกนนอนสลับกันไป

โดยระบบการดูดกระดาษถูกทำหนดไว้จาก Board Arduino เช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ขาดูดกระดาษไว้แล้ว เปรียบเสมือนทำการกำหนดระยะเวลาที่จะทำในแต่ละขั้นตอนไว้ แล้วถึงมาออกคำสั่งว่าขั้นตอนแต่ละขั้นตอนจะทำงานตอนไหนถึงจะเป็นไปอย่างเป็นขั้นเป็นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3-5 ระบบดูดกระดาษ

3.3.1.3 การรับคำสั่งจาก Board Raspberry Pi

การทำงานทั้งการยกขาดูดกระดาษและการดูดกระดาษ ถูกควบคุมโดยการออกคำสั่งการทำงานมาจาก Board Raspberry Pi ที่ส่งมาควบคุมการทำงาน การป้อนกระดาษจะใช้สองเส้นสัญญาณ หรือก็คือ 2 บิท การทำงานของแต่ละคำสั่งจะเป็นดังนี้

เส้นที่หนึ่ง “1” หมายถึง เคลื่อนที่หัวดูดหยิบกระดาษไปวางบน พื้นที่ถ่ายภาพตรวจข้อสอบแล้วเคลื่อนหัวดูดกลับมาตำแหน่งเดิม

เส้นที่หนึ่ง “0” หมายถึง ไม่มีคำสั่ง

เส้นที่สอง “1” หมายถึง เคลื่อนที่หัวดูดหยิบกระดาษไปจากพื้นที่ถ่ายภาพไปตำแหน่งที่จะรับกระดาษคำตอบที่ผ่านการประมวลผลภาพแล้ว

เส้นที่สอง “0” หมายถึง ไม่มีคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 การส่งผลการทำงานคำสั่งของ Board Raspberry Pi

ใช้หนึ่งเส้นสัญญาณ ส่งไปยัง Board Raspberry Pi โดยเป็นเส้นแสดงถึงผลการทำงานเมื่อเสร็จกระบวนการครบทุกอย่างแล้ว เพื่อรับรู้ว่าการทำงานเสร็จสิ้น

โลจิก “0” หมายถึง ยังไม่เสร็จการทำงาน

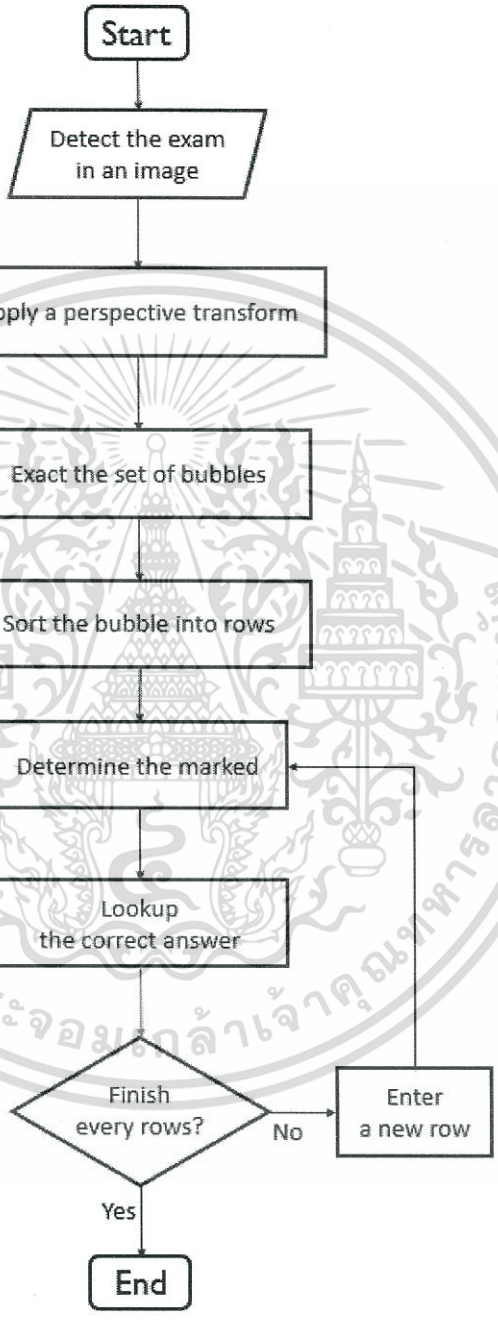
โลจิก “1” หมายถึง เสร้จสิ้นการทำงานนั้นๆแล้ว

ฉะนั้นขานี้จะเป็นการส่งโดย Board Arduino และตัว Board Raspberry Pi จะคอยตรวจสอบทันทีเมื่อมีการสั่งให้ Board Arduino ทำงานในแต่ละคำสั่ง เพื่อจะได้ทราบผลการทำงานจะได้ทำงานอื่นๆต่อเนื่องต่อไปอย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 เส้นทางการทำงาน

3.4.1 เส้นทางการทำงาน Software



รูปที่ 3-6 Flowchart ของการทำงานของ Software

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของซอฟต์แวร์ในส่วนนี้จะเกิดขึ้นได้ เมื่อได้รับสัญญาณที่มีค่าเป็น 1 จากฝั่งฮาร์ดแวร์ หรือตัวเครื่องอาร์ดูโน่ เป็นการตอบรับว่ามีกระดาษอยู่ตรงที่ตรวจข้อสอบแล้ว จากนั้นจะเครื่องราสเบอรี่พายจะเริ่มกระบวนการดังต่อไปนี้

1. Detect the exam ผ่านทางกล้อง Camera Module และถ่ายภาพมาเป็นไฟล์นามสกุล JPEG

2. Apply a perspective transform จะทำการปรับมุมมองของขอบกระดาษให้มีมุมตรง

3. Exact the set of bubbles ทำการค้นหาวงกลมเพื่อทำการเช็คคำตอบ

4. Sort the bubble rows ทำการเรียงวงกลมที่ตรวจพบ เพื่อแยกออกมาว่าเป็นคำตอบของข้อไหน

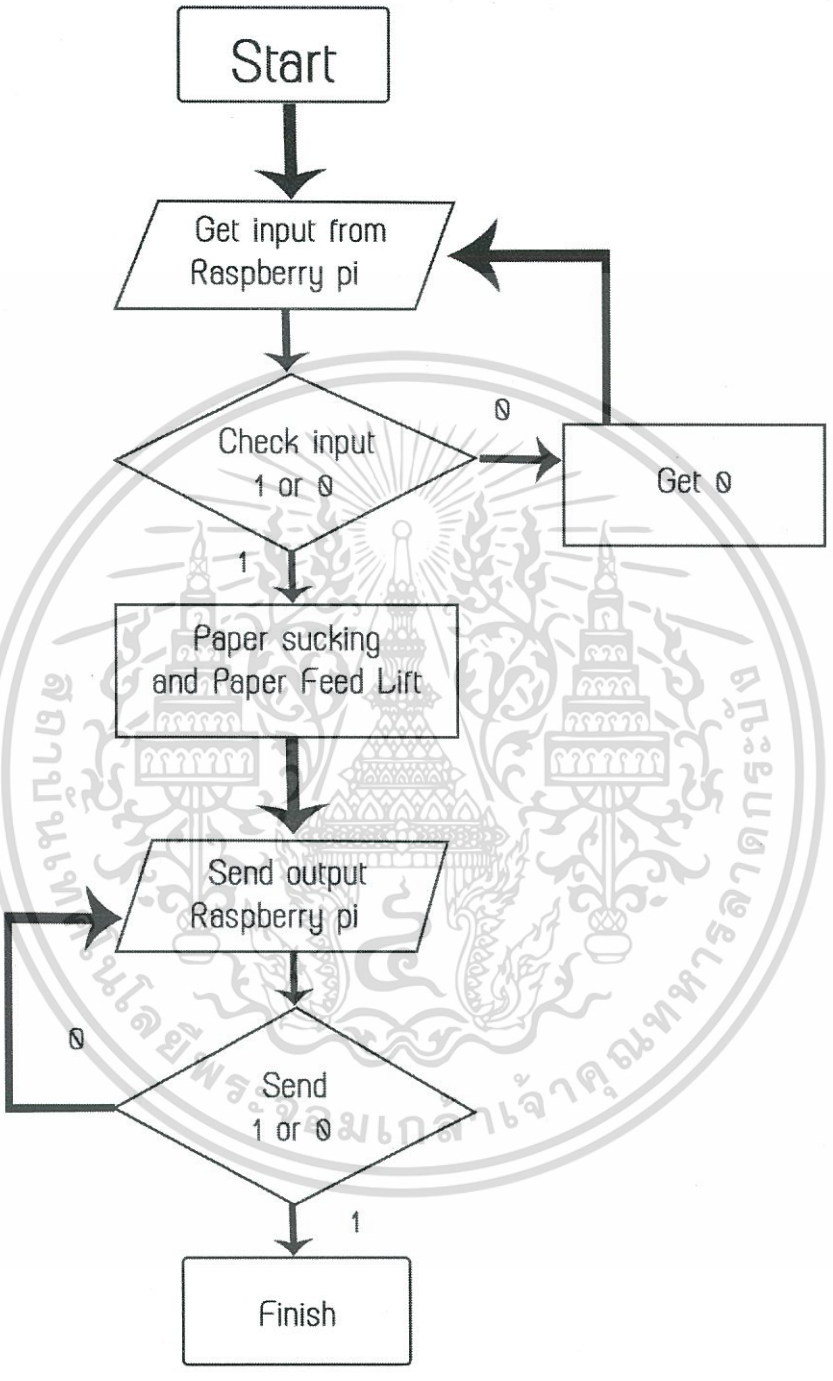
5. Determine the marked ทำการตรวจสอบว่ามีการกาข้อใด โดยจะทำการเช็คจากการตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของ pixel ภายในวงกลามมากที่สุดในแต่ละแถว

6. Lookup the answer ทำการตรวจเช็คข้อสอบที่ตรวจได้กับเฉลยที่เขียนภายในตรวจเครื่อง

7. Repeat ในขั้นตอนนี้จะทำการตรวจสอบว่า ตรวจข้อสอบไปครบทุกข้อแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ครบจะเริ่มต้นกระบวนในขั้นตอนที่ 5 ใหม่ หลังจากทำการเลื่อนบรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 เส้นทางการทำงานฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3-7 Flowchart ของการทำงานของ Hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของฮาร์ดแวร์ในส่วนนี้จะเริ่มทำงานเมื่อได้รับ สัญญาณที่มีค่าเป็น 1 จากฝั่งซอฟแวร์ เป็นการรับคำสั่งเพื่อทำการดูดกระดาษและย้ายกระดาษ จากนั้นจะเครื่องราสเบอรี่พายจะทำการประมวลผลภาพ โดยมีขั้นตอนคือ

1. รับค่าอินพุตจากราชเบอรี่พาย ถ้าเป็น 1 จะทำการดูดกระดาษและเคลื่อนย้ายกระดาษ

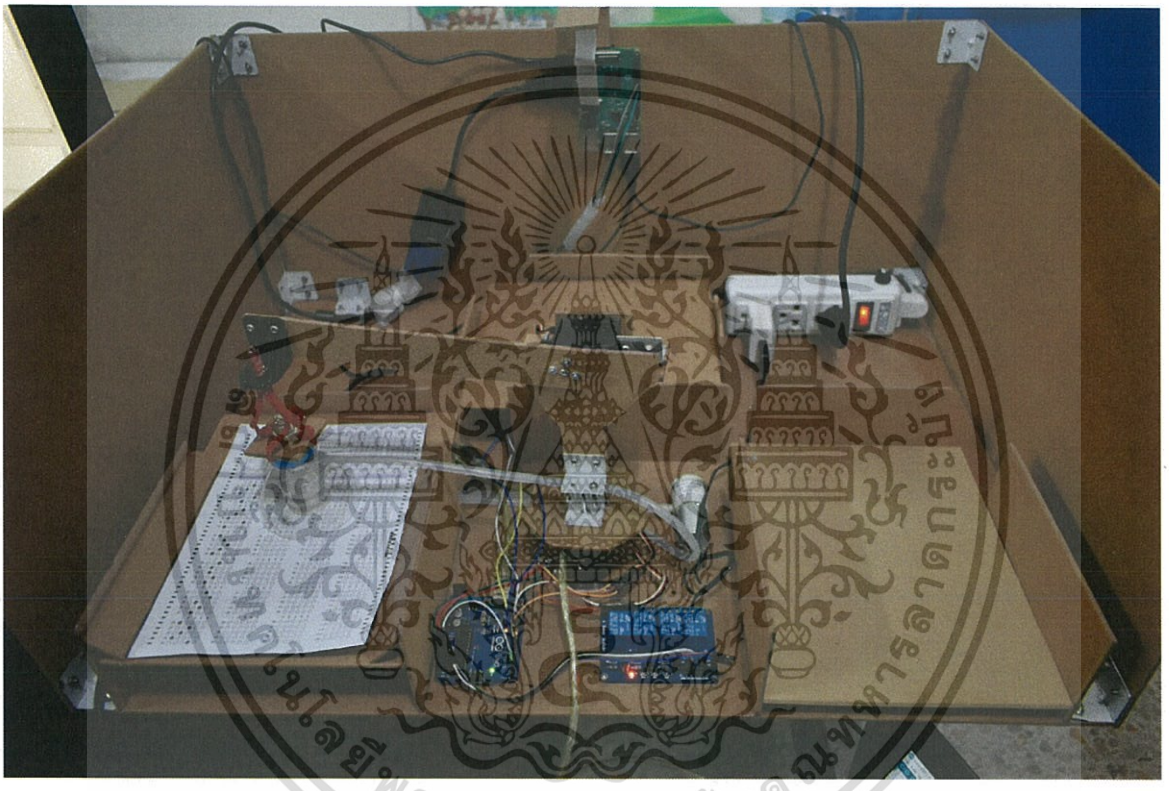
2. ส่งค่า 1 เมื่อทำงานเสร็จสิ้นแล้ว ให้ราชเบอรี่พายรู้ว่าจบกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดลองใช้งาน

การทดลองใช้งานทำโดยการใส่กระดาษคำตอบเข้าไปในช่องที่กำหนดไว้ แล้วเปิดเครื่องให้เครื่องเริ่มกระบวนการดูดกระดาษขึ้นมาทำการเคลื่อนย้ายและทำการประมาณผลภาพ



ภาพที่ 4-1 ตัวเครื่องจริง

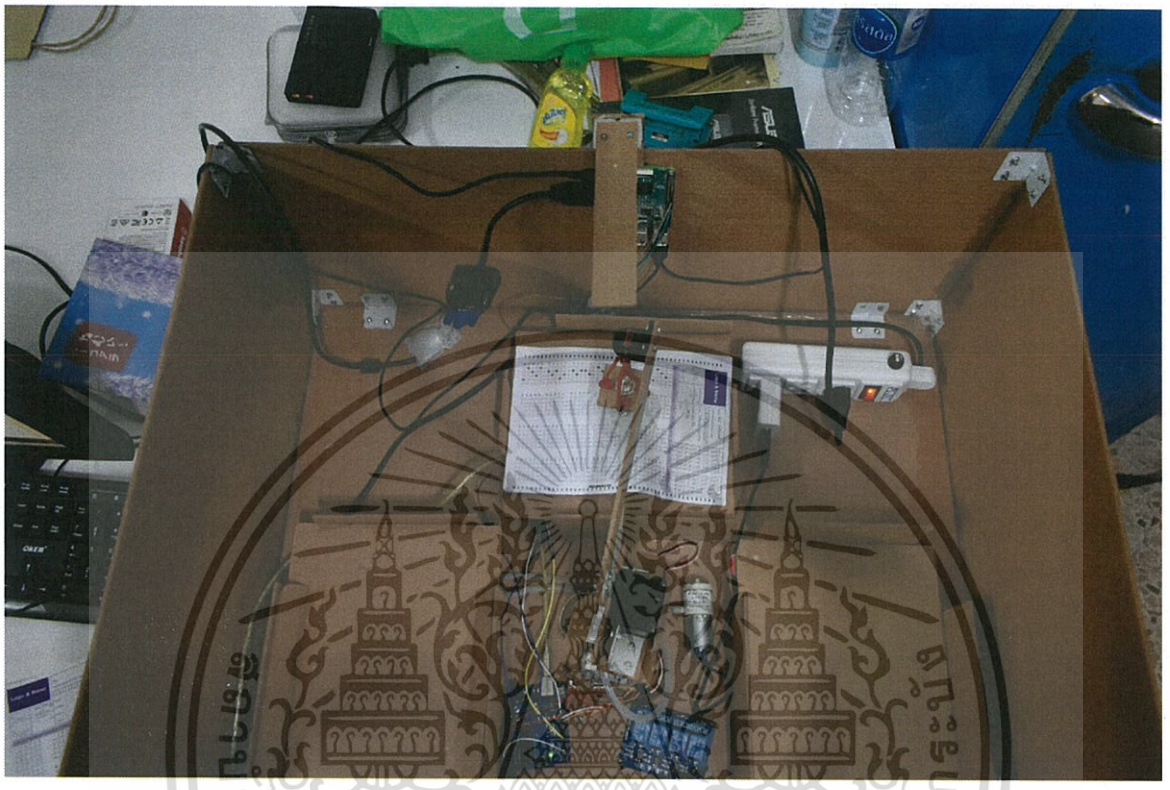
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มจากวางกระดาษคำตอบตรงช่องใส่กระดาษ เพื่อเริ่มต้นการเคลื่อนย้ายกระดาษคำตอบ

รูปที่ 4-2 ช่องใส่กระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

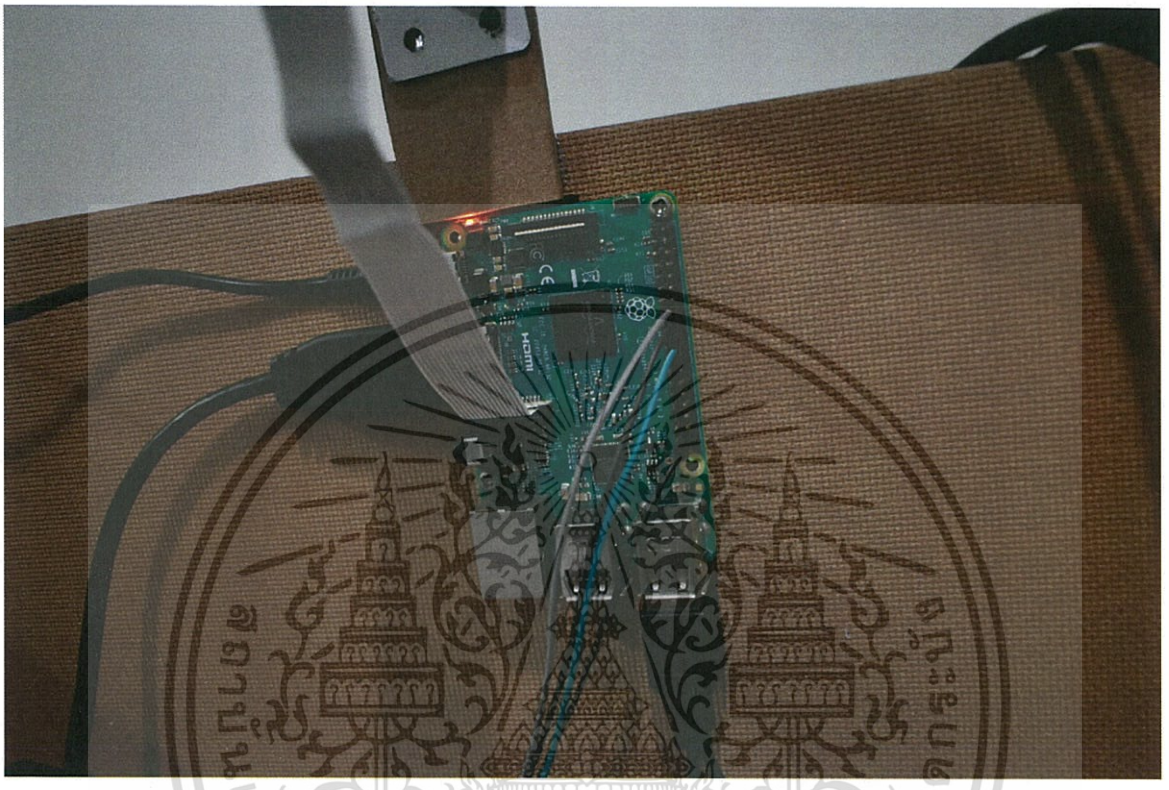
ทำการย้ายกระดาษคำตอบมาวางไว้ตรงช่องกลางที่มีกล้องโมดูลรอทำการประมวลผลภาพ



ภาพที่ 4-3 ตัวเครื่องจริงด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

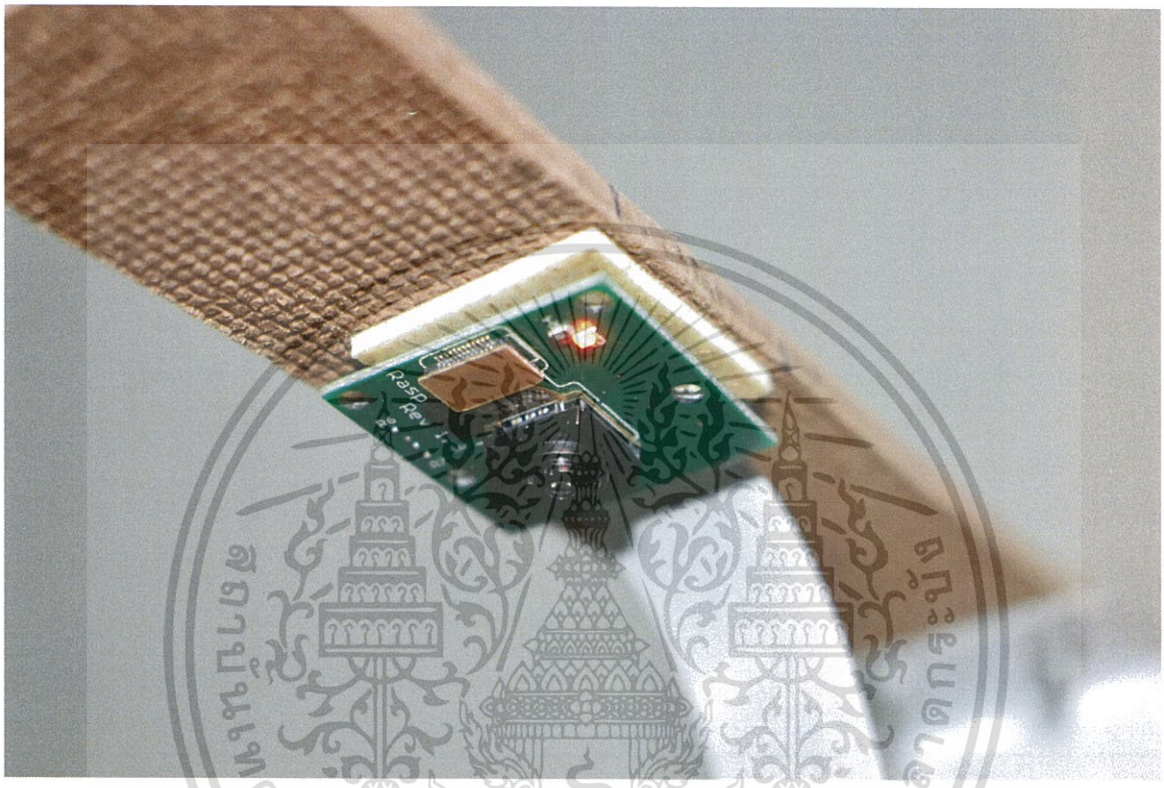
Board Raspberry ทำการสั่งให้กล้องโมดูเริ่มการประมวลผลภาพรวมถึงควบคุมการส่งคำสั่งให้เคลื่อนที่ขาดูดกระดาษตามลำดับ



ภาพที่ 4-4 บอร์ดราสเบอรี่พาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

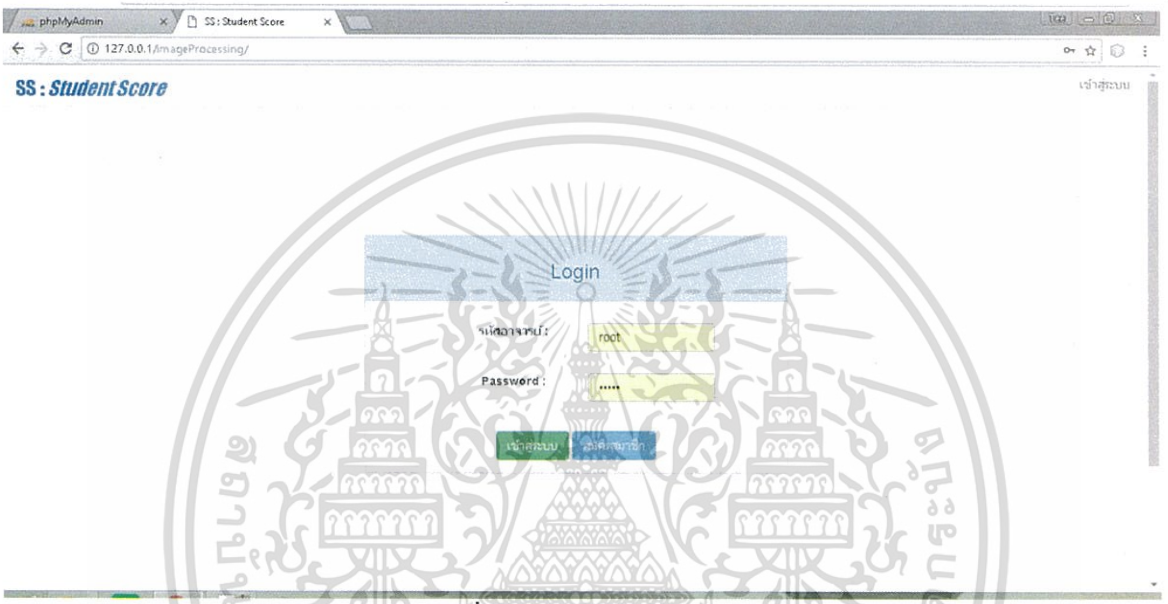
กล้องโมดูลทำการถ่ายภาพแล้วส่งไปประมวลผลภาพไปยัง Board Raspberry



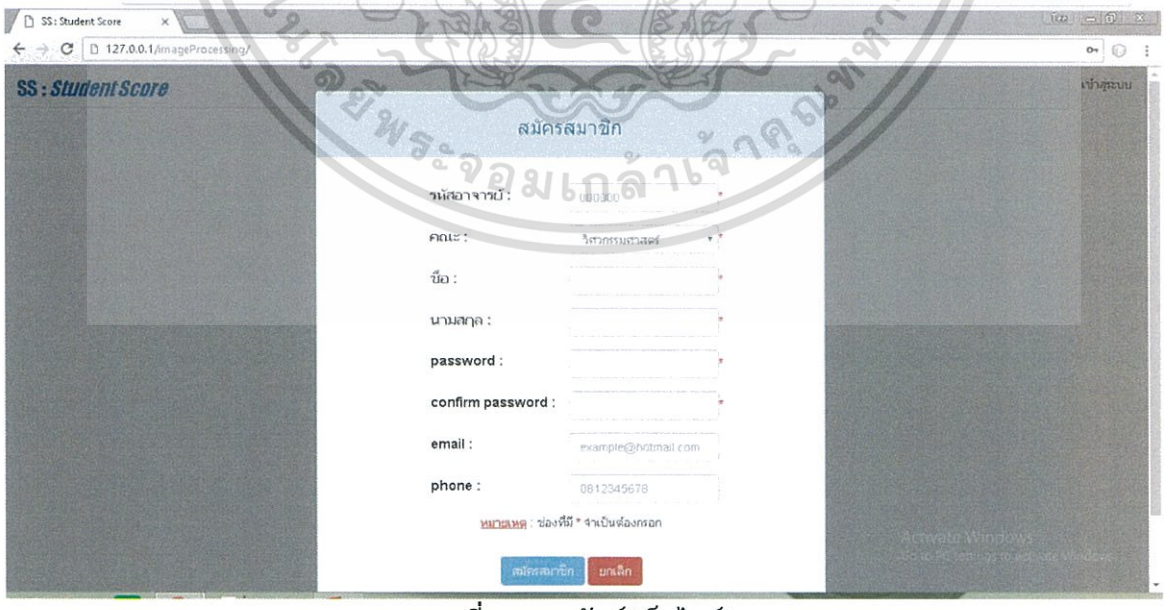
ภาพที่ 4-5 กล้องโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลคะแนนที่ได้จากการตรวจจะขึ้นไปยังเว็ปสำหรับเข้ามาดูได้โดยให้ทำการสมัครและเข้าสู่ระบบเพื่อดูคะแนนของนักศึกษาแต่ละคน



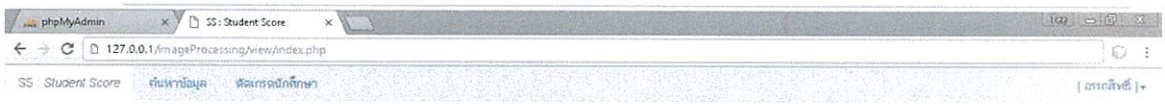
ภาพที่ 4-6 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-1



ภาพที่ 4-7 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการป้อนชื่อวิชาที่ต้องการดู และรหัสนักศึกษาคนที่ต้องการ

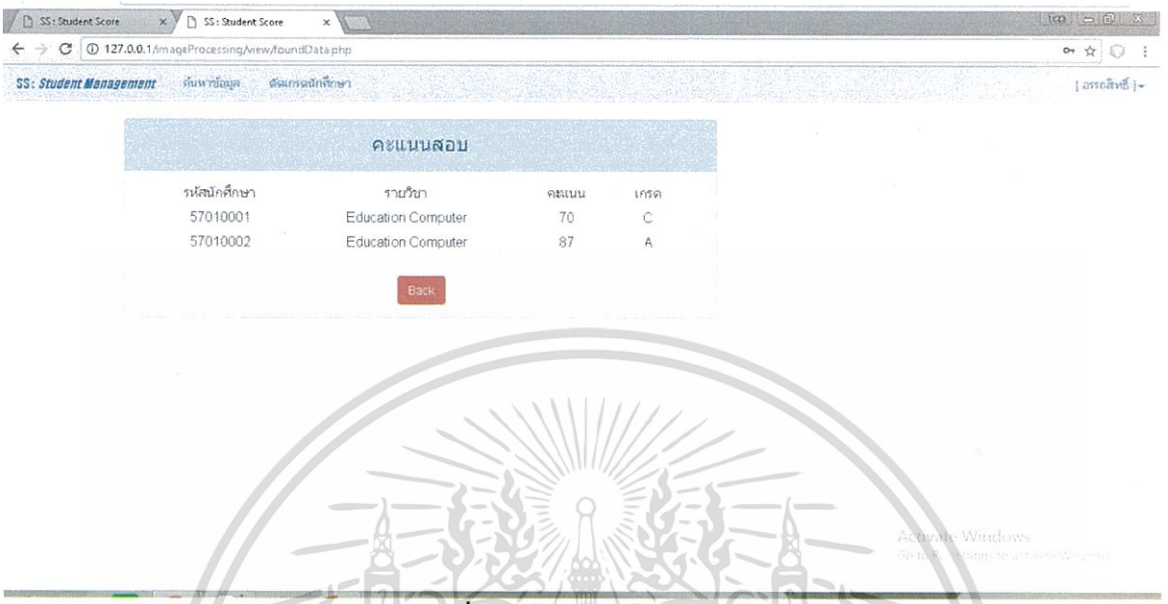


ภาพที่ 4-8 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-3

ภาพที่ 4-9 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผลลัพธ์ของการตรวจข้อสอบจากการประมวณผลภาพ



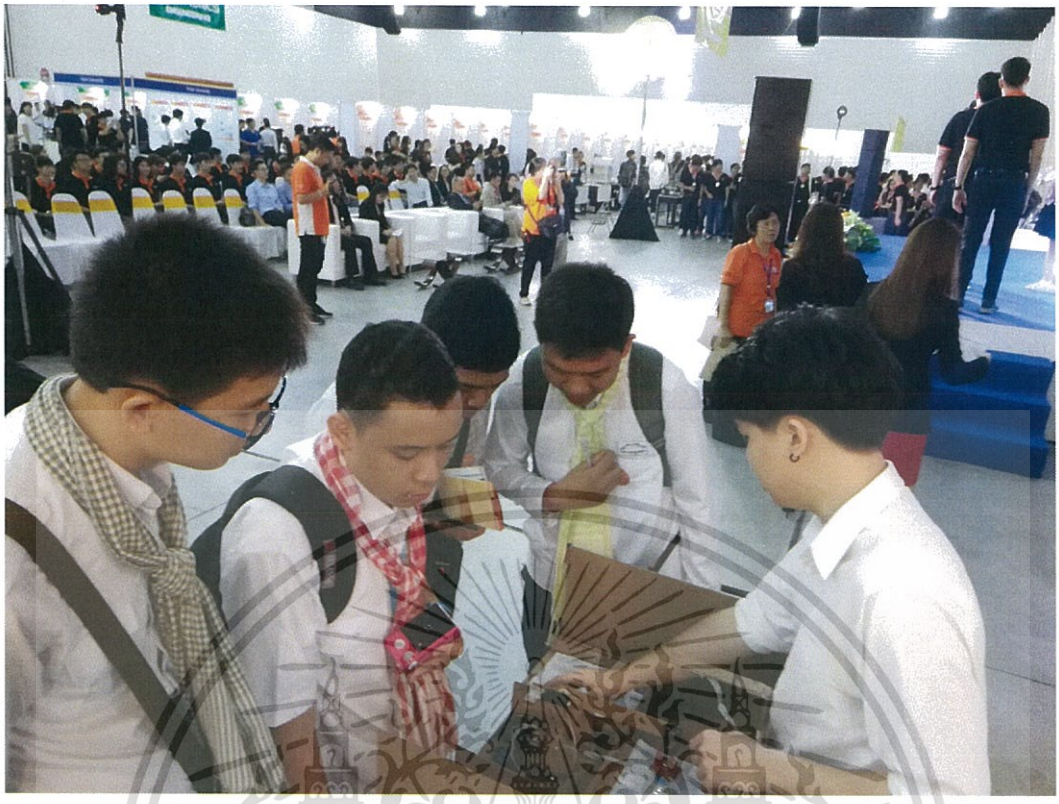
ภาพที่ 4-10 ผลลัพธ์(เว็บไซต์)-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงชิ้นงานในงาน Project day 2018

ภาพที่ 4-11 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4-12 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4-13 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4-14 ภาพแสดงงานโปรเจคเดย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 ผลที่ได้รับ

เมื่อเครื่องเริ่มทำงานจะเริ่มทำการเคลื่อนกระดาษโดยอัตโนมัติ รวมถึงการประมวลผลภาพตามขั้นตอนที่กำหนด โดยมีผลที่ได้รับคือ

1. ภาพที่ผ่านการถ่ายจากกล้องโมดูล ส่งผ่านมายัง Board Raspberry Pi

2. การเคลื่อนขาดูดกระดาษตามที่กำหนดไว้จาก Board Arduino โดยได้รับการส่งค่าบิต 1 มาจาก Board Raspberry Pi ในแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นลำดับ

5.2 ปัญหาที่พบ

1. ตัวขาดูดกระดาษเคลื่อนที่เร็วเกินไปทำให้ตัวหัวดูดแกว่งไปมาได้

2. องศาตำแหน่งที่วางของขาดูดกระดาษคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้

3. แรงดูดของขาดูดกระดาษมากเกินไป

4. ตำแหน่งกล้องต่ำเกินไป ภาพกระดาษคำตอบที่ได้จึงขาดไปบางส่วน

5. ภาพที่ถ่ายออกมามีความชัดน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา

1. การที่ตัวขาดูดกระดาษเคลื่อนที่เร็วเกินไป สามารถทำการปรับระยะเวลาที่ทำการเปลี่ยนองศาของ Servo Motor ได้ทำให้ขาหมุนช้าลง เพื่อไม่ให้เกิการแกว่ง

2. องศาตำแหน่งที่วางของขาดูดกระดาษคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้ แก้ด้วยการปรับตำแหน่งเริ่มต้นให้เปลี่ยนไปจากเดิม รวมถึงปรับองศาของจุดที่จะเคลื่อนที่ขาดูดกระดาษตามไปด้วย

3. เปลี่ยนหัวดูดกระดาษให้มีขนาดเล็กลงกว่าเดิม

4. ตำแหน่งกล้องที่ต่ำเกินไป ภาพกระดาษคำตอบที่ได้จึงขาดไปบางส่วน แก้ด้วยการเสริมความของกล้องดมดูลที่ทำการถ่ายภาพ

5. ภาพที่ถ่ายออกมามีความชัดน้อยกว่าที่คาดการณ์ไว้ แก้ไขได้ด้วยการปรับโฟกัสกล้องโมดูล

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลื่อนกระดาษได้ให้มีความรวดเร็วมากขึ้น

2. ลดขนาดเครื่องให้มีขนาดเล็กลงจากเครื่องต้นแบบ

3. ใช้กล้องโมดูลที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

4. เพิ่มฟังก์ชันการตรวจสอบความถูกต้องของรหัส ด้วยการอ่านลายมือรหัสนักศึกษา

5. เพิ่มเซนเซอร์ตรวจจับกระดาษว่าขาดูกระดาษสามารถดูดกระดาษขึ้นมาได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ข้อมูลคุณสมบัติอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. TowerPro MG996R Servo

Specifications

Modulation:	Digital
Torque:	4.8V: 130.54 oz-in (9.40 kg-cm) 6.0V: 152.76 oz-in (11.00 kg-cm)
Speed:	4.8V: 0.19 sec/60° 6.0V: 0.15 sec/60°
Weight:	1.94 oz (55.0 g)
Dimensions:	Length:1.60 in (40.7 mm) Width:0.78 in (19.7 mm) Height:1.69 in (42.9 mm)
Motor Type:	none
Gear Type:	Metal
Rotation/Support:	Dual Bearings
Rotational Range:	none
Pulse Cycle:	1 ms
Pulse Width:	none
Connector Type:	JR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Arduino Uno SMD R3

Specifications

Microcontroller: ATmega328P
Operating Voltage: 5v
Input Voltage: 7-20v
Digital I/O Pins: 14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins: 6
DC Current per I/O Pin: 20 mA
DC Current for 3.3V Pin: 50 mA
Flash Memory: 32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM: 2 KB
EEPROM: 1 KB
Clock Speed: 16 MHz
Length: 68.6 mm
Width: 53.4 mm
Weight: 25 g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. raspberry pi 3 model b

Specifications

SOC: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC
CPU: 1.4GHz 64-bit quad-core ARM Cortex-A53 CPU
RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM
WIFI: Dual-band 802.11ac wireless LAN (2.4GHz and 5GHz) and Bluetooth 4.2
Ethernet: Gigabit Ethernet over USB 2.0 (max 300 Mbps). Power-over-Ethernet support (with separate PoE HAT). Improved PXE network and USB mass-storage booting.
Thermal management: Yes
Video: Yes – VideoCore IV 3D. Full-size HDMI
Audio: Yes
USB 2.0: 4 ports
GPIO: 40-pin
Power: 5V/2.5A DC power input
Operating system support: Linux and Unix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. 6V Mini Vacuum Pump

Specification

RRated Voltage: DC6V
Rated Current: 0.3A
Inflation time: < 10 Second (From 0 to 300mmHg in a 500CC tank.)
Max. Pressure: > 450 mmHg (>60KPA >0.6KG)
Leakage Max: < 3 mmHg/minute
Air Flow Rate: > 2.0 LPM
Apply For Air
Dimeter: Φ 4.2 mm
Size: Φ27*58 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งระบบปฏิบัติการบน Raspberry Pi

สิ่งที่ต้องมี

1. Raspberry Pi จะเป็น Model A, Model B, Pi 2 หรือ Pi 3 ฯลฯ
2. USB micro power supply สำหรับ Raspberry Pi
3. จอ Monitor
4. HDMI cable สำหรับต่อ Raspberry Pi กับ Monitor
5. USB Keyboard
6. USB Mouse
7. SD Card/ Micro SD card ความจุอย่างน้อย 8 GB ขึ้นอยู่กับเราใช้ Raspberry Pi รุ่นอะไร ถ้าเป็น Model A กับ Model B ใช้ SD Card ถ้าเป็น Model A+, Model B+, Pi 2 Model B, Pi Zero, Pi 3 Model B จะใช้ Micro SD Card
8. คอมพิวเตอร์ PC / Laptop
9. Ethernet สำหรับ Raspberry Pi

การติดตั้ง

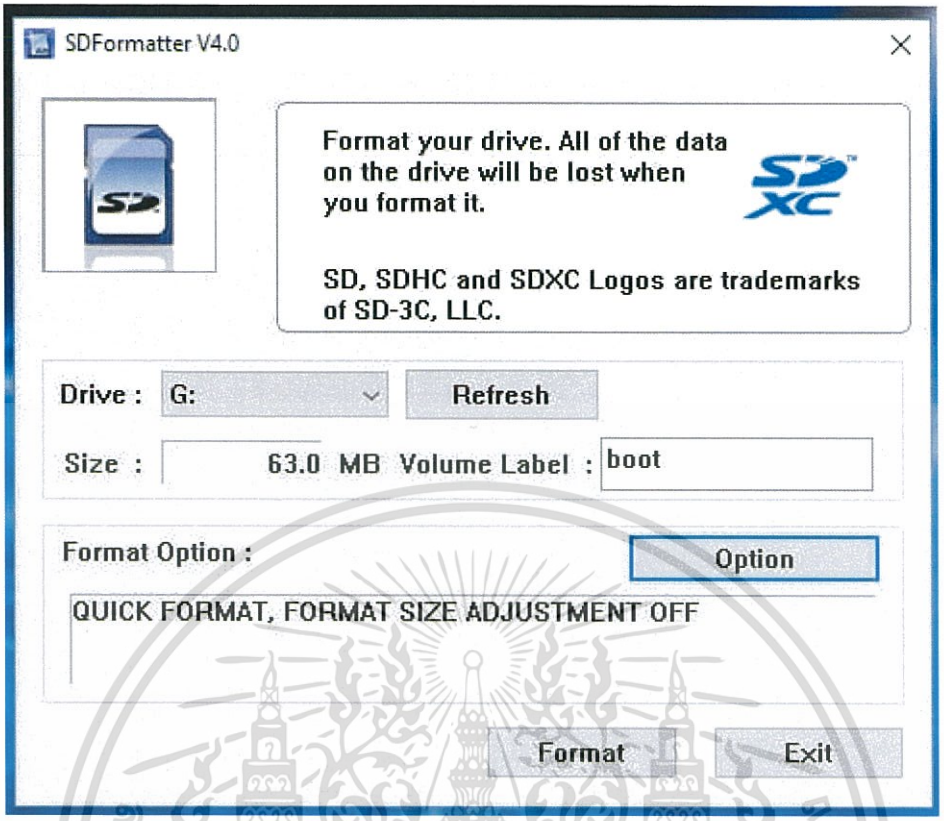
ดาวน์โหลด image

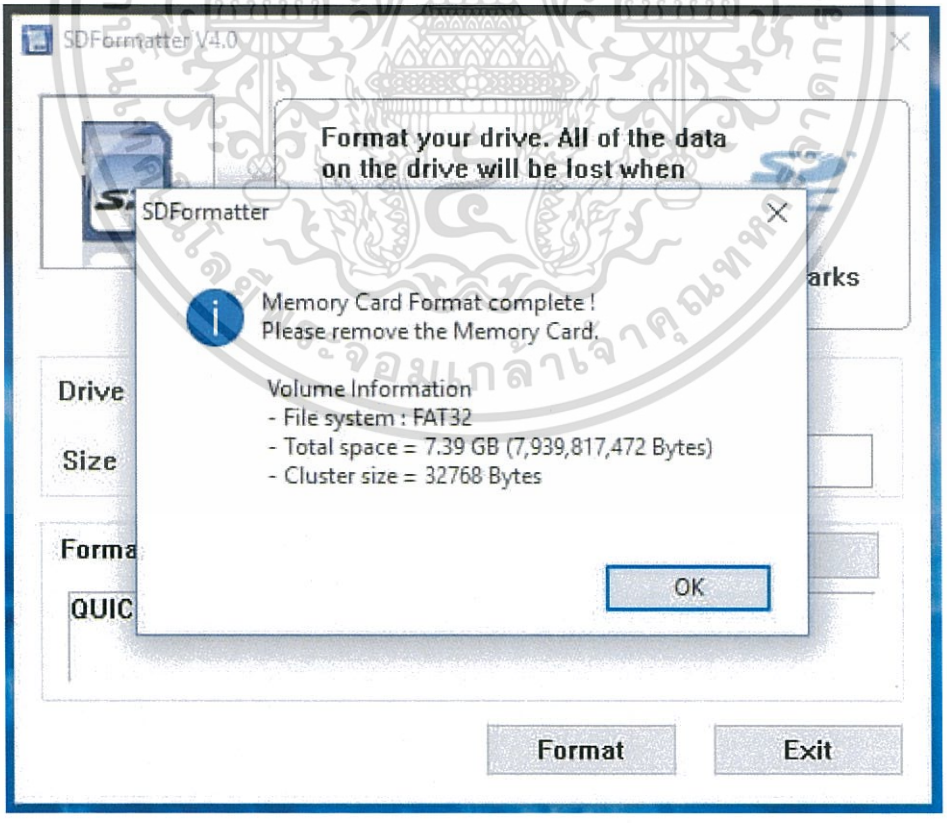
เลือกดาวน์โหลดไฟล์ image ที่เราสนใจ อย่างเช่น Raspbian ซึ่งเป็น Official OS ของ Raspberry pi หรือ OS อื่นๆอย่าง Ubuntu Mate ไปดาวน์โหลดได้ตามลิงก์
นี้ https://www.raspberrypi.org/downloads/
ซึ่งเมื่อดาวน์โหลดแล้วจะได้ไฟล์ zip แตกไฟล์ออกมาจะได้ไฟล์ .img

เตรียม SD Card

ดาวน์โหลดโปรแกรม SD Formatter มาติดตั้งในคอมพิวเตอร์เรา แล้วทำการ Format SD Card โดยใช้ SD Formatter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



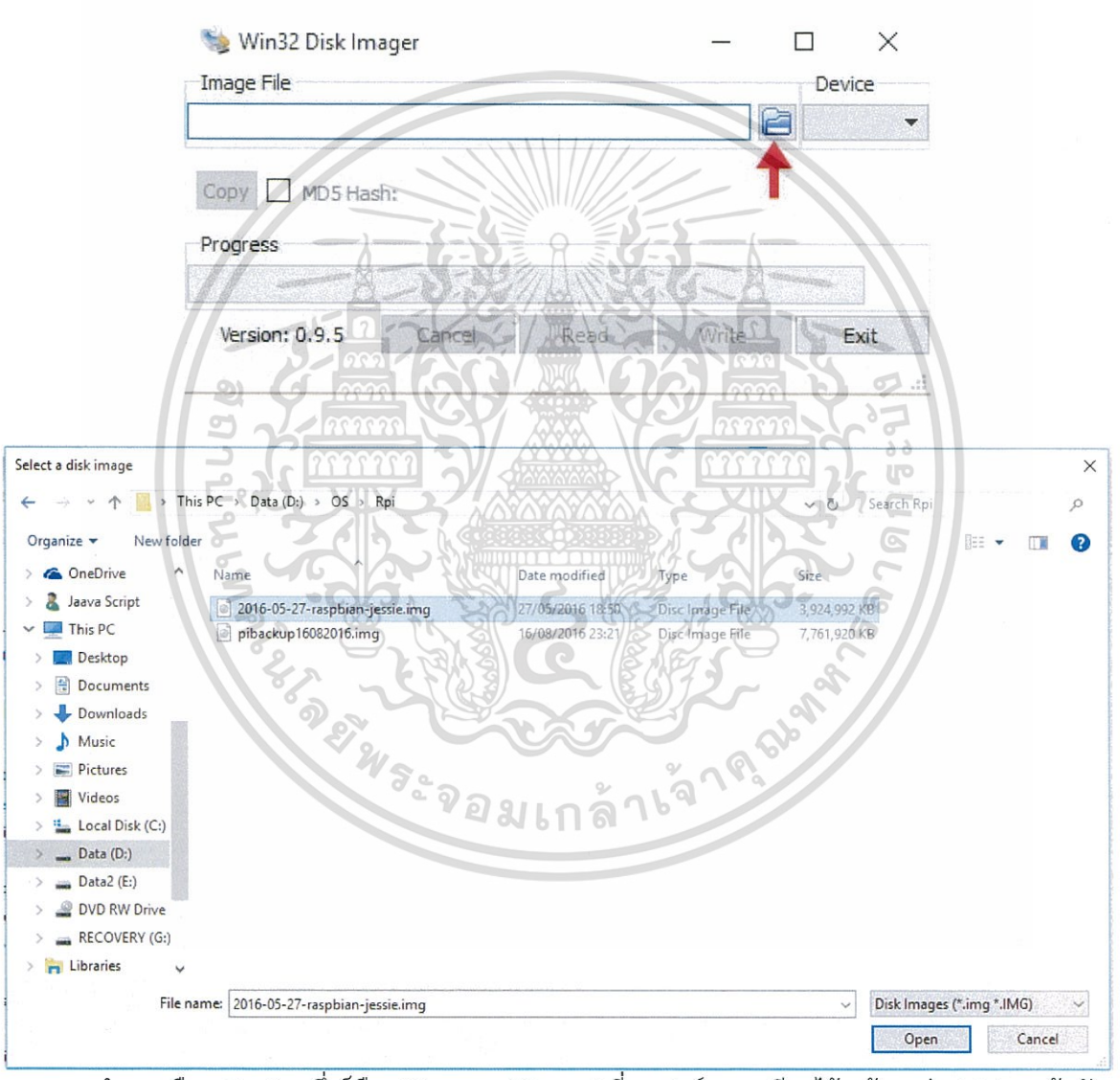


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้ง Win32DiskImager

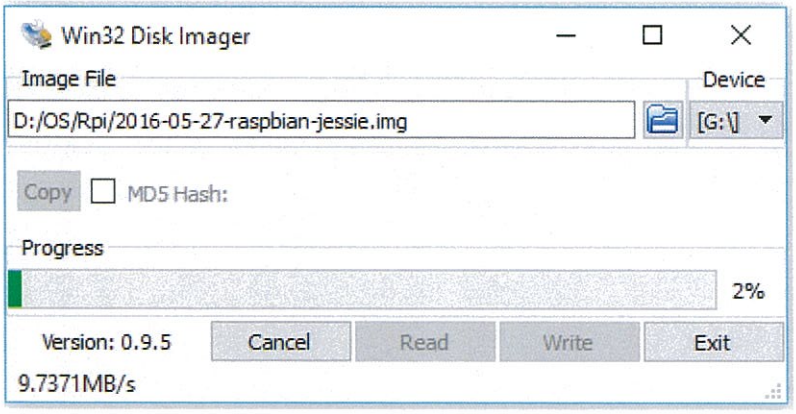
ดาวน์โหลดโปรแกรม Win32DiskImager มาติดตั้ง เพื่อใช้ในการเขียนไฟล์ image ลง SD Card

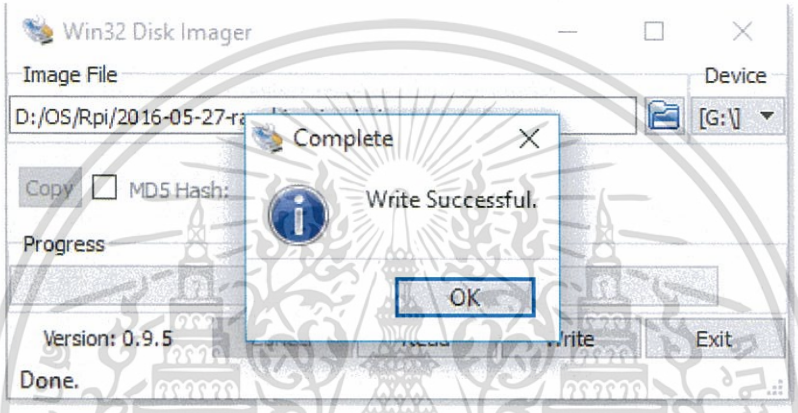
เปิดโปรแกรม Win32DiskImager ขึ้นมา กดปุ่มรูปโฟลเดอร์ จะขึ้นหน้าต่างให้เราไปเลือกไฟล์ .img ทำการเลือกแล้วกด Open



ทำการเลือก Device ซึ่งก็คือ drive ของ SD card ที่เราฟอร์แมตเตรียมไว้ แล้วกดปุ่ม Write แล้วมันจะมีหน้าต่างขึ้นมาให้เรายืนยันว่าจะเขียนลงไดร์ฟไหมก็กด Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

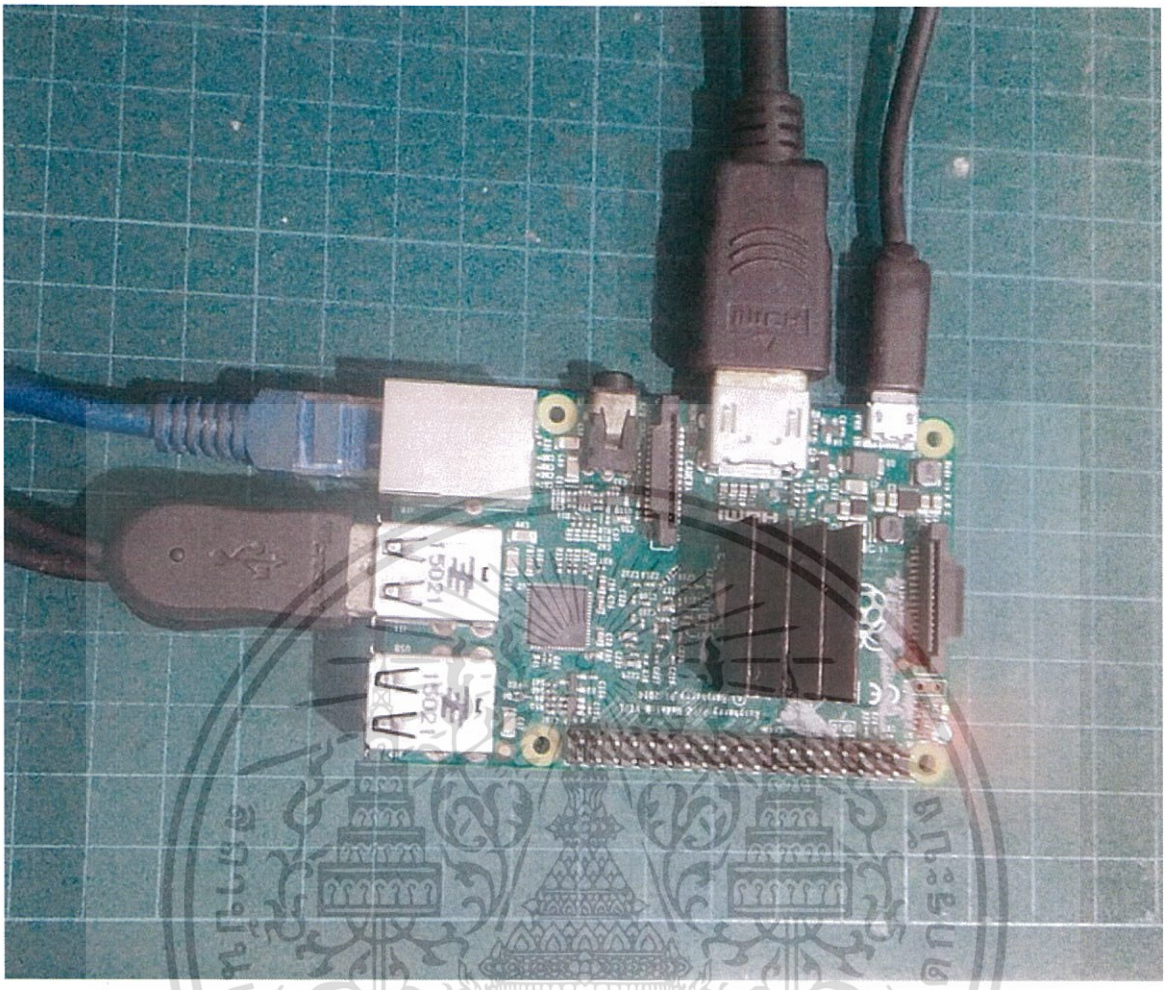




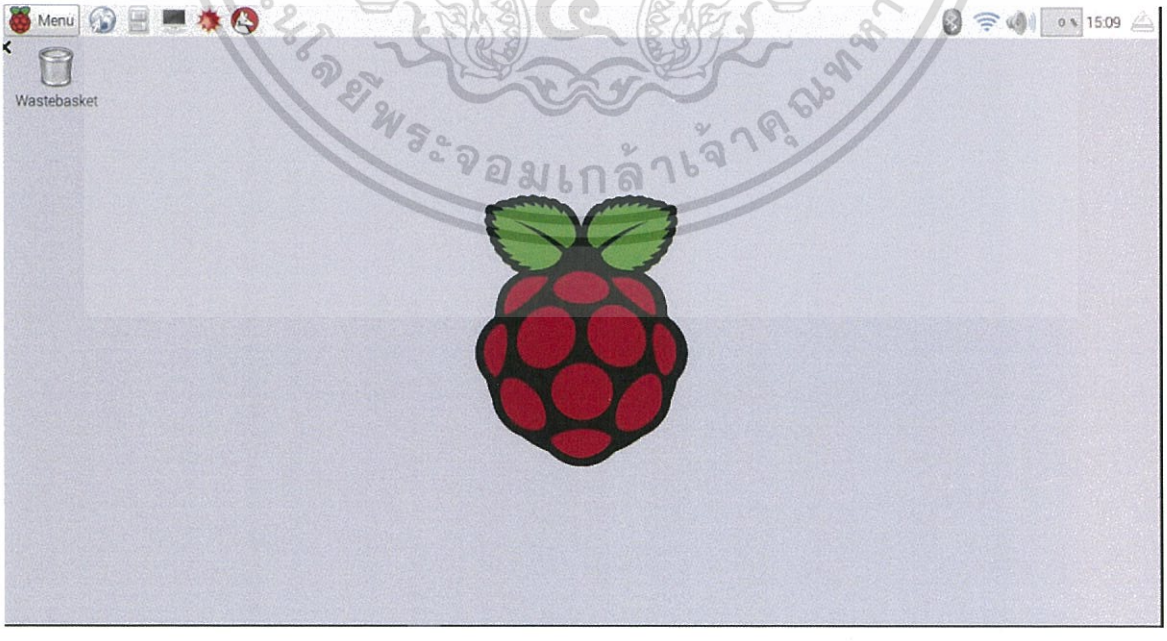
การใช้งานกับ Raspberry Pi

นำ SD card ที่เขียน image แล้วไปใส่ช่อง SD Card ของ Raspberry Pi ต่อพอร์ตต่างๆ คือ Ethernet , Mouse ,Keyboard, HDMI ต่อกับจอ monitor จากนั้นจึงต่อกับ Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เข้าสู่หน้าการทำงานของเครื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ภาษาที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาที่ใช้การกับเครื่องตวจข้อสอบอัตโนมัติ

ภาษาที่ใช้ จะมีทั้งหมด 3 ส่วน คือ

1.ภาษาไพธอน ใช้สำหรับการตรวจหาคำตอบดังนี้

```
# import the necessary packages
from imutils.perspective import four_point_transform
from imutils import contours
import numpy as np
import argparse
import imutils
import cv2

# construct the argument parse and parse the arguments
ap = argparse.ArgumentParser()
ap.add_argument("-i", "--image", required=True,
	help="path to the input image")
args = vars(ap.parse_args())

# define the answer key which maps the question number
# to the correct answer
ANSWER_KEY = {0: 1, 1: 4, 2: 0, 3: 3, 4: 1}

# load the image, convert it to grayscale, blur it
# slightly, then find edges
image = cv2.imread(args["image"])
gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
blurred = cv2.GaussianBlur(gray, (5, 5), 0)
edged = cv2.Canny(blurred, 75, 200)

# find contours in the edge map, then initialize
# the contour that corresponds to the document
cnts = cv2.findContours(edged.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL,
	cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cnts = cnts[0] if imutils.is_cv2() else cnts[1]
docCnt = None

# ensure that at least one contour was found
if len(cnts) > 0:
        # sort the contours according to their size in
        # descending order
        cnts = sorted(cnts, key=cv2.contourArea, reverse=True)

        # loop over the sorted contours
        for c in cnts:
                # approximate the contour
                peri = cv2.arcLength(c, True)
                approx = cv2.approxPolyDP(c, 0.02 * peri, True)

                # if our approximated contour has four points,
                # then we can assume we have found the paper
                if len(approx) == 4:
                        docCnt = approx
                        break

# apply a four point perspective transform to both the
# original image and grayscale image to obtain a top-down
# birds eye view of the paper
paper = four_point_transform(image, docCnt.reshape(4, 2))
warped = four_point_transform(gray, docCnt.reshape(4, 2))

# apply Otsu's thresholding method to binarize the warped
# piece of paper
thresh = cv2.threshold(warped, 0, 255,
        cv2.THRESH_BINARY_INV | cv2.THRESH_OTSU)[1]

# find contours in the thresholded image, then initialize
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# the list of contours that correspond to questions
cnts = cv2.findContours(thresh.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL,
	cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
cnts = cnts[0] if imutils.is_cv2() else cnts[1]
questionCnts = []

# loop over the contours
for c in cnts:
	# compute the bounding box of the contour, then use the
	# bounding box to derive the aspect ratio
	(x, y, w, h) = cv2.boundingRect(c)
	ar = w / float(h)

	# in order to label the contour as a question, region
	# should be sufficiently wide, sufficiently tall, and
	# have an aspect ratio approximately equal to 1
	if w >= 20 and h >= 20 and ar >= 0.9 and ar <= 1.1:
		questionCnts.append(c)

# sort the question contours top-to-bottom, then initialize
# the total number of correct answers
questionCnts = contours.sort_contours(questionCnts,
	method="top-to-bottom")[0]
correct = 0

# each question has 5 possible answers, to loop over the
# question in batches of 5
for (q, i) in enumerate(np.arange(0, len(questionCnts), 5)):
	# sort the contours for the current question from
	# left to right, then initialize the index of the
	# bubbled answer
	cnts = contours.sort_contours(questionCnts[i:i + 5])[0]
	bubbled = None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
# loop over the sorted contours
for (j, c) in enumerate(cnts):
        # construct a mask that reveals only the current
        # "bubble" for the question
        mask = np.zeros(thresh.shape, dtype="uint8")
        cv2.drawContours(mask, [c], -1, 255, -1)

        # apply the mask to the thresholded image, then
        # count the number of non-zero pixels in the
        # bubble area
        mask = cv2.bitwise_and(thresh, thresh, mask=mask)
        total = cv2.countNonZero(mask)

        # if the current total has a larger number of total
        # non-zero pixels, then we are examining the currently
        # bubbled-in answer
        if bubbled is None or total > bubbled[0]:
                bubbled = (total, j)

# initialize the contour color and the index of the
# *correct* answer
color = (0, 0, 255)
k = ANSWER_KEY[q]

# check to see if the bubbled answer is correct
if k == bubbled[1]:
        color = (0, 255, 0)
        correct += 1

# draw the outline of the correct answer on the test
cv2.drawContours(paper, [cnts[k]], -1, color, 3)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        # grab the test taker
score = (correct / 5.0) * 100
print("[INFO] score: {:.2f}%".format(score))
cv2.putText(paper, "{:.2f}%".format(score), (10, 30),
        cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.9, (0, 0, 255), 2)
cv2.imshow("Original", image)
cv2.imshow("Exam", paper)
cv2.waitKey(0)
```

2.ภาษาซี สำหรับการขยับกระดาษจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

```
#include <Servo.h>
Servo x;
Servo y;

int i = 0 ;
int j = 0 ;

const int PRESSURE = 3; //สวิต
const int TAKE_IN_PAPER = 4;
const int TAKE_OUT_PAPER = 5;
const int ACKNOW = 6;
void Take_in_paper();
void Take_out_paper();


 void setup()
 {
   Serial.begin(115200);
   Serial.println("Start");
   pinMode(PRESSURE, OUTPUT);   // ดูดกระดาษ
   pinMode(4, INPUT);  // สวิทช์จำลอง จับกระดาษ
   pinMode(5, INPUT);  //สวิทช์จำลอง ปล่อยกระดาษ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode(6, OUTPUT); //ทำเสร็จสิ้น
  digitalWrite(ACKNOW,LOW); //พร้อมทำงาน
  digitalWrite(PRESSURE, LOW);  // ไม่ดูดกระดาษ
  x.attach(13);
  y.attach(12);
  i = 170 ;
  j = 80 ;
  x.write(i);
  y.write(j);
  delay(500);
}
void loop()
{
  Serial.println("Start loop..");
  delay(100);
  //1] Wait for TAKE IN PAPER
    if(digitalRead(TAKE_IN_PAPER)==HIGH){
      Serial.println("TAKE_IN_PAPER");
      Take_in_paper();

    }
    if(digitalRead(TAKE_OUT_PAPER)==HIGH){
      Serial.println("TAKE_OUT_PAPER");
      Take_out_paper();

    }

}

 void Take_in_paper(){
  digitalWrite(ACKNOW,LOW);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//เริ่มต้นตำแหน่ง

for (j = 50 ; j<100; j++) //ยกขาลง
{

  y.write(j);
  delay(20);


}
digitalWrite(PRESSURE,HIGH);


for (j = 100 ; j>50; j--) //ยกขาขึ้น
{
  y.write(j);
  delay(30);
}

for (i = 180 ; i>82; i--) //หมุนไป 72
{
  x.write(i);
  delay(15);

}

 for (j = 50 ; j<100; j++) //ยกขาลง
 {
   y.write(j);
   delay(20);

 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(PRESSURE,LOW);


for (j = 100 ; j>50  ; j--) //ยกขาขึ้น
{
  y.write(j);
  delay(30);

}
for (j = 50 ; j<100; j++) //ยกขาลง
{
  y.write(j);
  delay(20);

}


for (j = 100 ; j>50  ; j--) //ยกขาขึ้น
{
  y.write(j);
  delay(30);

}

for(i = 82; i<18
0; i++) //หมุนกลับมา170
{
  x.write(i);
  delay(10);

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Serial.println("end1....");
  delay(500);
  digitalWrite(ACKNOW,HIGH);
  Serial.println("3");

}

void Take_out_paper(){

  digitalWrite(ACKNOW,LOW);


  for (i = 170 ; i>90; i--) //หมุนไป 72
  {
    x.write(i);
    delay(15);

  }

  for (j = 50 ; j<100; j++) //ยกขาลง
  {
    y.write(j);
    delay(20);

  }
  digitalWrite(PRESSURE,HIGH);

  for (j = 100 ; j>50; j--) //ยกขาขึ้น
  {
    y.write(j);
    delay(30);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

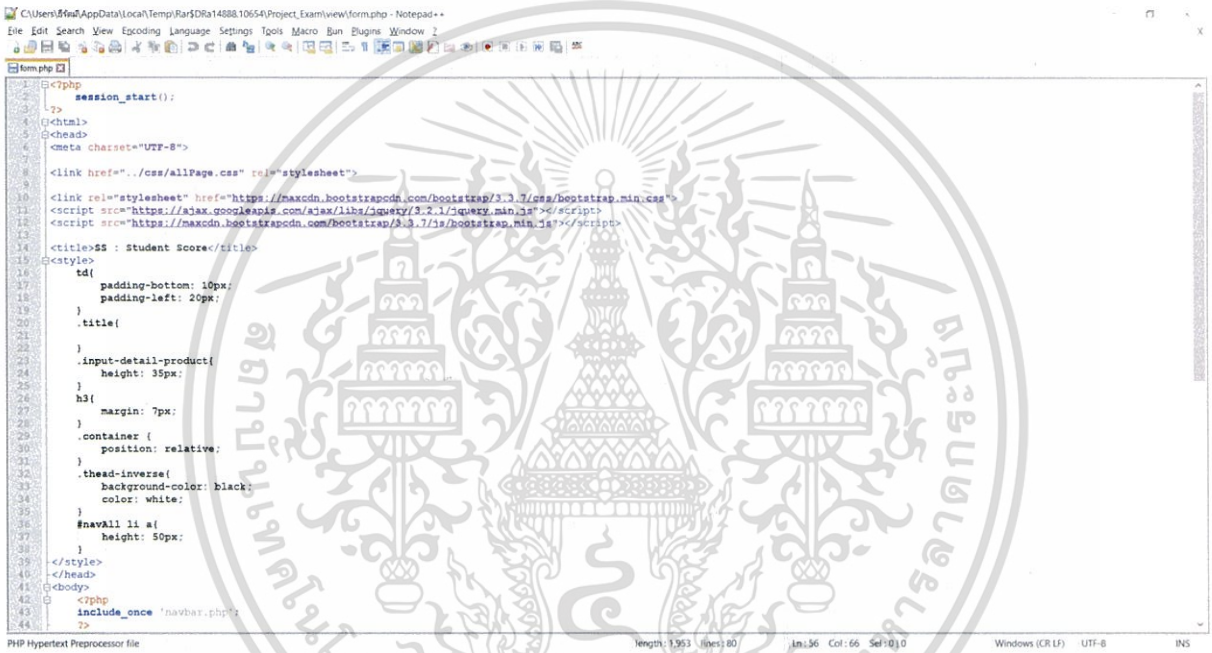
```
}
for (i = 90 ; i>0; i--) //หมุนไป 0
{
  x.write(i);
  delay(15);

}

for (j = 50 ; j<100; j++) //ยกขาลง
{
  y.write(j);
  delay(20);

}
digitalWrite(PRESSURE,LOW);


for (j = 100 ; j>50; j--) //ยกขาขึ้น
{
  y.write(j);
  delay(30);
}
for(i = 0; i<170; i++) //หมุนกลับมา170
{
  x.write(i);
  delay(10);

}


 Serial.println("end2....");
 delay(500);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

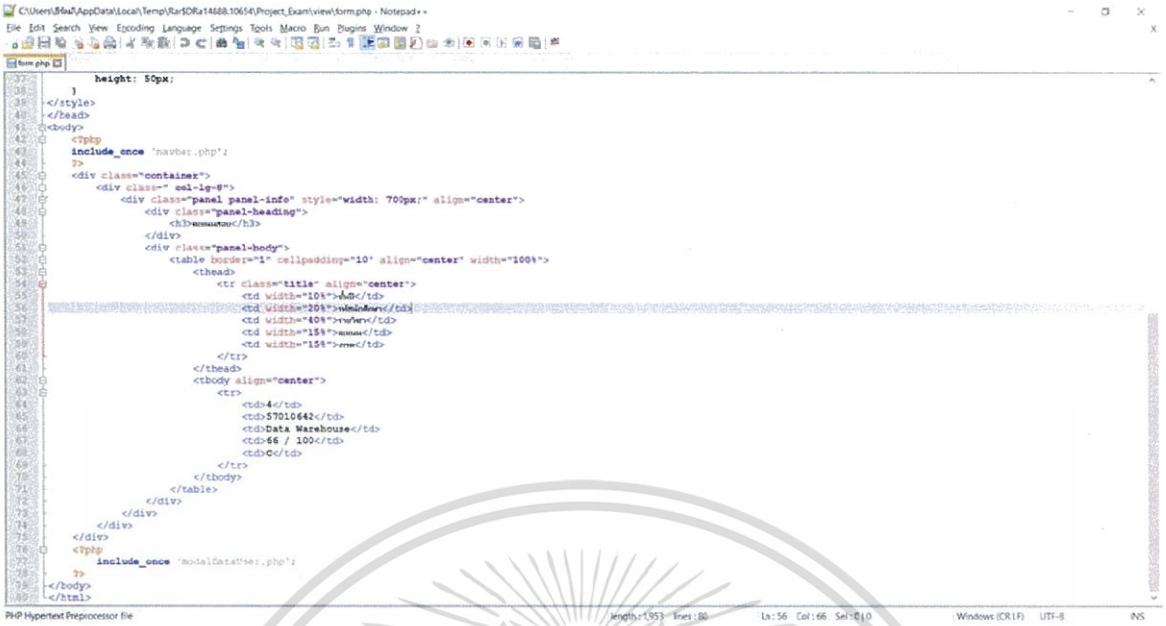
```
  digitalWrite(ACKNOW,HIGH);
  Serial.println("3");

}
```

3.ภาษาที่ใช้ในการเขียนเว็ปไซต์เพื่อแสดงผล

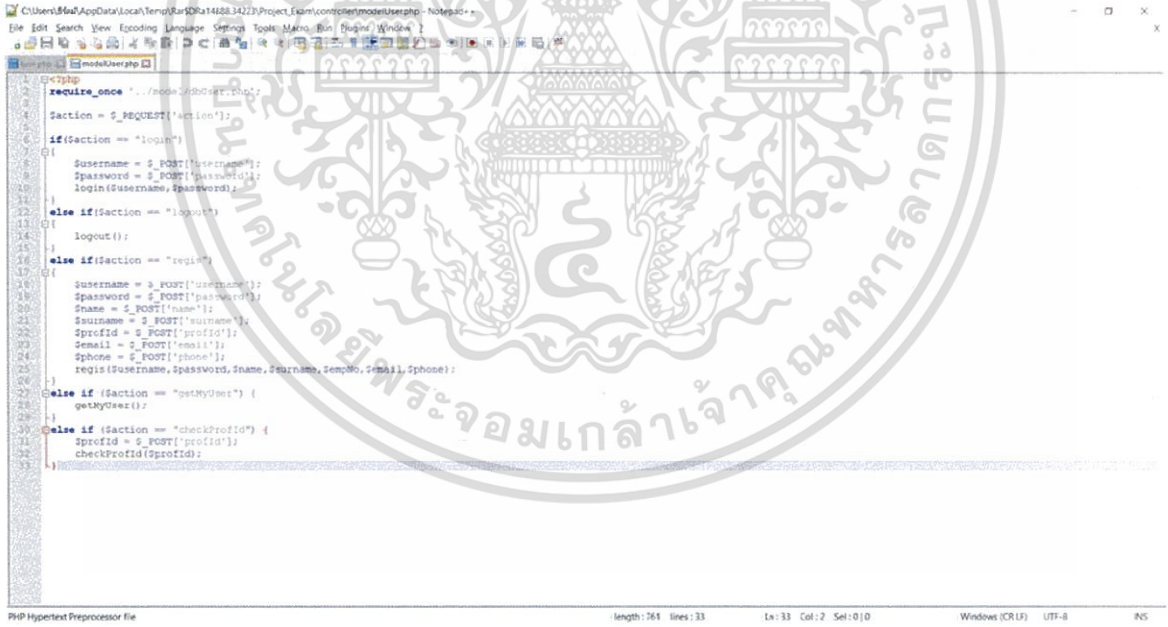
3.1 หน้าที่ใช้แสดงผล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

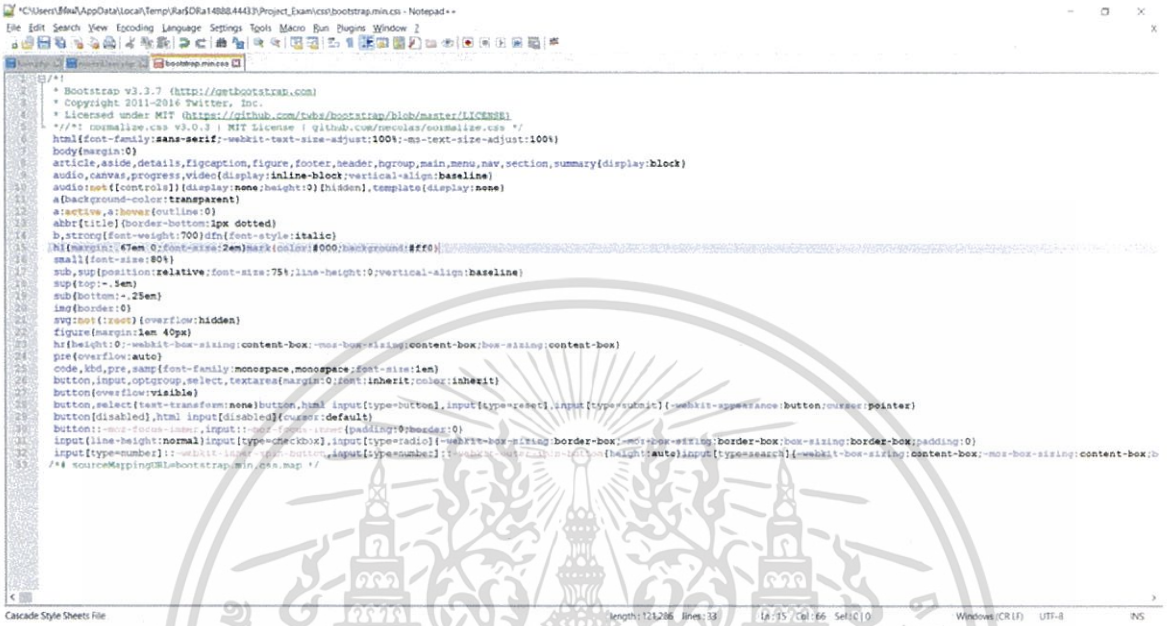


3.2 คำสั่งเบื้องต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คำสั่งตกแต่งเบื้องต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
โปสเตอร์โครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ค-1 ภาพโปสเตอร์โครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] “Raspberry Pi คืออะไร ?,”[Online]. Available: https://poundxi.com/raspberry-pi-คืออะไร [Accessed 12 January 2018].

[2] “Raspberry Pi Camera V2 Camera Module,”[Online]. Available: https://inex.co.th/shop/raspberry-pi-camera-v2-camera-module.html [Accessed 12 January 2018].

[3] “RaspberryPi & GPIO,”[Online]. Available: https://raspberrypith.blogspot.com/2014/02/gpio-raspberry-pi.html [Accessed 18 January 2018].

[4] “บทความ Arduino คืออะไร? ตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino,”[Online]. Available: https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ตัวอย่างการใช้งาน-arduino-relay-module-ควบคุมการปิดเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า.htmlo.html [Accessed 6 February 2018].

[5] “ตัวอย่างการใช้งาน Arduino + Relay Module,”[Online]. Available: https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html [Accessed 9 February 2018].

[6] “KNF DIAPHRAGM GAS MICRO PUMPS & MINI PUMPS,” [Online]. Available: https://www.knfusa.com/micro-air [Accessed 23 February 2018].

[7] “ตัวอย่างการควบคุม RC Servo Motor ด้วย Arduino,”[Online]. Available: http://thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/บทความตัวอย่างการควบคุม-rc-servo-motor-ด้วย-arduino.html [Accessed 2 March 2018].

[8] “การสื่อสารข้อมูลบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์,”[Online]. Available: https://sites.google.com/site/sorayaoum/bth-thi8 [Accessed 6 March 2018].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[9] "คำสั่งของโปรโตคอล HTTP,"[Online]. Available:
https://httpprotocol.wordpress.com/2016/03/24/คำสั่งของโปรโตคอล-http/
[Accessed 6 March 2018].

[10] "สถานการณ์ทำงานของ HTTP,"[Online]. Available:
http://staff.cs.psu.ac.th/noi/cs344-481/group11_Http/HTTP.htm
[Accessed 28 March 2018].

[11] "พื้นฐานโปรแกรมภาษา C," [Online]. Available: http://www.vcharkarn.com/varticle/18065
[Accessed 15 April 2018].

[12] "ภาษา Python," [Online]. Available: http://marcuscode.com/lang/python
[Accessed 17 April 2018].

[13] "ความรู้เบื้องต้นภาษา HTML," [Online]. Available:
https://pirun.ku.ac.th/~agrtnk/web/units/unit1/unit1-2.htm
[Accessed 8 May 2018].

[14] "PHP คืออะไร," [Online]. Available: http://sunzandesign.blogspot.com/2013/01/php.html
[Accessed 12 May 2018].

[15] "หลักการสื่อสารข้อมูล," [Online]. Available:
https://varitthaatlove.wordpress.com/บทที่-3-การสื่อสารข้อมูล/ [Accessed 17 May 2018].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้