ถุงมือช่วยสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ

INTELLIGENT GLOVE FOR SIGN LANGUAGE COMMUNICATION

วชิรญาณ์ พรมมาซุย
WACHIRAYA PHROMMAZUI
วีรพงศ์ อุดขาว
WEERAPHONG AUDKHAO

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

ถุงมือช่วยสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ

INTELLIGENT GLOVE FOR SIGN LANGUAGE COMMUNICATION

วชิรญาณ์ พรมมาซุย

WACHIRAYA PHROMMAZUI

วีรพงศ์ อุดขาว

WEERAPHONG AUDKHAO

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถุงมือช่วยสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ

INTELLIGENT GLOVE FOR SIGN LANGUAGE COMMUNICATION

นางสาววชิรญาณ์ พรมมาชุย รหัสนักศึกษา 58011080

นายวีรพงศ์ อุดขาว รหัสนักศึกษา 58011178

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ถุงมือช่วยสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ

Intelligent Glove for Sign Language Communication

ผู้จัดทำ

นางสาววชิรญาณ์ พรมมาชุย รหัสนักศึกษา 58011080

นายวีรพงศ์ อุดขาว รหัสนักศึกษา 58011178

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ถุงมือช่วยสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ	
นักศึกษา	นางสาววชิรญาณ์ พรมมาชุย	รหัสนักศึกษา 58011080
	นายวีรพงศ์ อุดขาว	รหัสนักศึกษา 58011178
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์	
ปีการศึกษา	2561	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์	

บทคัดย่อ

การพูดคุยสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ แต่ปัจจุบันพบว่าในประเทศไทยมีคนจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถพูดคุยสื่อสารได้ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากความบกพร่องทางการได้ยินและการพูด กลุ่มคนเหล่านี้จึงจำเป็นต้องใช้ภาษามือในการสื่อสาร ซึ่งการสื่อสารด้วยภาษามือจะทำให้เกิดความไม่เข้าใจเนื่องจากภาษามือถูกจำกัดอยู่แต่ในกลุ่มคนเพียงกลุ่มหนึ่งเท่านั้น ไม่ได้รู้จักเป็นวงกว้าง ด้วยเหตุผลนี้ทางคณะผู้จัดทำจึงทำปริญญานิพนธ์นี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ (Thai Sign Language) และลดความเข้าใจที่ผิดพลาดซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในการสื่อสารระหว่างผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินและการพูดคุยกับคนทั่วไปมากขึ้น โดยมีการนำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ และอาศัยการทำงานของเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับความโค้งงอของนิ้วมือ (Flex Sensor) รวมถึงอาศัยเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือ (GY–521 Module) ซึ่งข้อมูลที่ได้จาก Flex Sensor จะอยู่ในรูปอนาล็อก จึงมีการใช้โปแกรม Arduino IDE ในการแปลงค่าจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล ส่วน GY–521 Module จะให้ข้อมูลในรูปดิจิตอล โดยข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ทั้งสองจะถูกแปลงเป็นตัวอักษรและข้อความภาษาไทยผ่านโปรแกรม Arduino IDE ก่อนจะถูกแสดงออกมาในรูปแบบของเสียงผ่านทาง Mini Speaker ที่ติดอยู่กับถุงมือ ซึ่งเมื่อทำการทดสอบใช้งานแล้วพบว่าความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารอยู่ที่ประมาณ 70% – 100% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ด้วย จากกระบวนการดังกล่าวนี้จึงได้ถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ (Thai Sign Language) ถือเป็นการเพิ่มความสามารถในการสื่อสารระหว่างผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินและการพูดกับบุคคลทั่วไปได้เป็นอย่างดี ทำให้การสื่อสารระหว่างกลุ่มคนที่ใช้ภาษามือกับบุคคลทั่วไปมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Intelligent Glove for Sign Language Communication		
Student	Miss Wachiraya	Phrommazui	ID 58011080
	Mr. Weeraphong	Audkhao	ID 58011178
Degree	Bachelor of Engineer		
Major	Biomedical Engineering		
Year	2018		
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Chuchart Pintavirooj		

ABSTRACT

Communication is very important in daily life while many people in Thailand cannot communicate by talking. They have the only way to communicate which is sign language. It is used in a group of people so others that do not need this sign language will not understand. Therefore, we decided to do a project about glove for sign language communication. This research aims to create hand glove for deaf and mute people and to provide a better communication between disable and normal people. We applied computer programming by using the flex sensor and GY-521 Module. Flex sensor is used for measuring the bent of fingers and generating an analog output. GY-521 Module is used to measure the orientation and movement of the hand. After gathering data from both sensors, it is sent to Arduino IDE whose option is to convert all the data to alphabet and text before converting to speech. Then we test accuracy of the glove, it has accuracy about 70 – 100% which depends on other factors. From this process, we get a hand glove for sign language communication and it will help deaf and mute people to communicate more efficiently.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนอุปกรณ์ ให้คำชี้แนะในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการการสอบหัวข้อและโครงร่างปริญญานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาแนะนำตลอดจนชี้แนะแนวทางทจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณ พี่ๆและเพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้

วชิรญาณ์ พรมมาชุย

วีรพงศ์ อุดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัทย่อภาษาอังเกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง X

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 แผนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 Flex Sensor 4

2.2 โมดูลเซนเซอร์วัดความเอียงและการเคลื่อนที่ GY-521 (MPU6050) 6

2.3 ภาษามือ (Thai Sign Language) 12

2.4 Arduino ATmega 2560 26

2.5 OLED Display 128x64 35

2.6 Transistor 37

2.7 Micro SD Card Adapter 39

2.8 SD Card (Secure Digital Card) 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานและการออกแบบ

3.1 ส่วนของซอฟต์แวร์ 43

3.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์ 53

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ส่วนของตารางแสดงค่า Flex Sensor และ GY-521 Module 55

4.2 ส่วนของตารางแสดงความถูกต้องแม่นยำ 60

4.3 ส่วนของการแสดงลักษณะกราฟ 64

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 72

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 72

5.3 ข้อเสนอแนะ 73

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 Flex Sensor 2.2" 4

รูปที่ 2.2 วงจรแบ่งแรงดันของ Flex Sensor 5

รูปที่ 2.3 การโค้งงอของ Flex Sensor 5

รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ GY-521 7

รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อของ GY–521 กับ Arduino ATmega 2560 8

รูปที่ 2.6 หลักการของตัวตรวจวัดความเร่ง 9

รูปที่ 2.7 แสดงทิศทางการหมุนในแนวแกนต่างๆ 12

รูปที่ 2.8 แบบสะกดตัวอักษรนิ้วมือไทย 14

รูปที่ 2.9 แสดงแบบสะกดสระ วรรณยุกต์ และสัญลักษณ์อื่นๆ 15

รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบสะกดตัวเลข 15

รูปที่ 2.11 แสดงท่าทางขอบคุณ 16

รูปที่ 2.12 แสดงท่าทางขอโทษ 16

รูปที่ 2.13 แสดงท่าทางไม่เป็นไร 17

รูปที่ 2.14 แสดงท่าทางสบายดี 17

รูปที่ 2.15 แสดงท่าทางโชคดี 18

รูปที่ 2.16 แสดงท่าทางคิดถึง 18

รูปที่ 2.17 แสดงท่าทางน่ารัก 19

รูปที่ 2.18 แสดงท่าทางสวย 19

รูปที่ 2.19 แสดงท่าทางชอบ 20

รูปที่ 2.20 แสดงท่าทางไม่ชอบ 20

รูปที่ 2.21 แสดงท่าทางรัก 21

รูปที่ 2.22 แสดงท่าทางเก่ง 21

รูปที่ 2.23 แสดงท่าทางฉลาด 22

รูปที่ 2.24 แสดงท่าทางเป็นห่วง 22

รูปที่ 2.25 แสดงท่าทางไม่สบาย 23

รูปที่ 2.26 แสดงท่าทางเศร้า 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.27 แสดงท่าทางเสียใจ 24

รูปที่ 2.28 แสดงท่าทางหิว 24

รูปที่ 2.29 แสดงท่าทางอิ่ม 25

รูปที่ 2.30 แสดงท่าทางเข้าใจ 25

รูปที่ 2.31 บอร์ด Arduino ATmega 2560 26

รูปที่ 2.32 โครงสร้างของภาษาซี 29

รูปที่ 2.33 แสดงการเก็บข้อมูล Array 32

รูปที่ 2.34 ตัวอย่าง 0.96" 128x64 OLED Display Module แบบ I2C (ด้านหน้า) 36

รูปที่ 2.35 รูปแสดงตัวอย่าง 0.96" 128x64 OLED Display Module แบบ I2C (ด้านหลัง) 37

รูปที่ 2.36 โครงสร้าง Transistor แบบ NPN 38

รูปที่ 2.37 โครงสร้าง Transistor แบบ PNP 38

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของงานวิจัย 42

รูปที่ 3.2 วงจรแบ่งแรงดันของ Flex Sensor 43

รูปที่ 3.3 แสดงการองศาการงอของ Flex Sensor 43

รูปที่ 3.4 แสดงการต่อ Flex Sensor ร่วมกับ Arduino ATmega 2560 45

รูปที่ 3.5 แสดงการต่อ GY - 521 ร่วมกับ Arduino ATmega 2560 47

รูปที่ 3.6 แสดงการต่อจอ OLED Display ร่วมกับ Arduino ATmega 2560 49

รูปที่ 3.7 แสดงการต่อ Mini Speaker และ MicroSD Card Module 52

รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการวาง Flex Sensor และ GY-521 กับถุงมือร่วมกับ Arduino ATmega 2560 53

รูปที่ 3.9 แสดงการวาง Flex Sensor และ GY-521 กับถุงมือ 53

รูปที่ 3.10 แสดงการใช้งานเซนเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อนำไปทำลายแผ่นปริ้น 54

รูปที่ 3.11 แสดงลายวงจร(ด้านหลัง) 54

รูปที่ 3.12 แสดงแผ่นวงจรเมื่อทำการกัดแผ่นปริ้น(ด้านหน้า) 54

รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะกราฟ “ก” 64

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะกราฟ “ข” 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะกราฟ “ค” 64

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะกราฟ “ง” 64

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะกราฟ “จ” 65

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะกราฟ “ด” 65

รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะกราฟ “ต” 65

รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะกราฟ “น” 65

รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะกราฟ “บ” 65

รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะกราฟ “พ” 65

รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะกราฟ “ฟ” 65

รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะกราฟ “ม” 65

รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะกราฟ “ย” 66

รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะกราฟ “ร” 66

รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะกราฟ “ล” 66

รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะกราฟ “ว” 66

รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะกราฟ “ส” 66

รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะกราฟ “ห” 66

รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะกราฟ “อ” 66

รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะกราฟ “ญ” (ย+ข) 67

รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะกราฟ “ฎ” (ด+ข) 67

รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะกราฟ “ฐ” (ต+ค) 67

รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะกราฟ “ณ” (น+ข) 67

รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะกราฟ “ถ” (ต+ข) 68

รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะกราฟ “ท” (ต+ห) 68

รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะกราฟ “ป” (พ+ข) 68

รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะกราฟ “ผ” (พ+ค) 68

รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะกราฟ “ฝ” (ฟ+ข) 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะกราฟ “ศ” (ส+ข)..... 69

รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะกราฟ “ษ” (ส+ค)..... 69

รูปที่ 4.31 แสดงลักษณะกราฟ “เข้าใจ”..... 70

รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะกราฟ “เสียใจ”..... 70

รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะกราฟ “ไม่สบาย”..... 70

รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะกราฟ “ขอโทษ”..... 70

รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะกราฟ “ขอบคุณ”..... 70

รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะกราฟ “คุณ”..... 70

รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะกราฟ “ฉัน”..... 70

รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะกราฟ “ชอบ”..... 70

รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะกราฟ “รัก”..... 71

รูปที่ 4.40 แสดงลักษณะกราฟ “สบายดี”..... 71

รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะกราฟ “สวัสดี”..... 71

รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะกราฟ “หิว”..... 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน 3

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดขาต่างๆ ของ GY-521 7

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อของ GY-521 กับ Arduino ATmega 2560 8

ตารางที่ 2.3 การประกาศตัวแปรชนิดต่างๆ 30

ตารางที่ 2.4 ตัวกำหนดชนิดของข้อมูล 31

ตารางที่ 2.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Pin ของ MicroSD Card Module กับ Arduino Atmega 2560 40

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราการส่งข้อมูลของ Memory Card ในแต่ละ Class 41

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความต้านทานของ Flex Sensor (R_1) 44

ตารางที่ 3.2 ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R_1 44

ตารางที่ 3.3 แสดงการต่อขา Pin ต่างๆของ OLED Display กับ Arduino Atmega 2560 49

ตารางที่ 3.4 แสดงการต่อขา Pin ต่างๆของ Mini Speaker และ MicroSD Card Module กับ Arduino Atmega 2560 51

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลค่าของ Flex Sensor ทั้ง 5 ตัว และ ค่า Pitch – Roll ในลักษณะของการทำภาษามือในหมวดของพยัญชนะไทย 30 ตัว 55

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลค่าของ Flex Sensor ทั้ง 5 ตัว และ ค่า Pitch – Roll ในลักษณะของการทำภาษามือในหมวดของคำพื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวันจำนวน 12 คำ 59

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของตัวอักษรจากการทดสอบจำนวน 10 ครั้งต่อ 1 ตัวอักษร 60

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของคำพื้นฐานทั้ง 12 คำ จากการทดสอบจำนวน 10 ครั้งต่อ 1 คำ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่จำเป็นต้องมีการพูดคุยสื่อสารเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจระหว่างกัน เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และความรู้สึกนึกคิด แต่ปัจจุบันเราพบว่าในประเทศไทยมีคนจำนวนไม่น้อยที่มีอาการบกพร่องทางการสื่อสาร อาจเนื่องมาจากความผิดปกติทางร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มคนที่มีอาการบกพร่องทางการสื่อสารมักจะมีปัญหาทางการได้ยินด้วย ทำให้กลุ่มคนเหล่านี้ต้องใช้ภาษามือช่วยในการสื่อสาร แต่การสื่อสารด้วยภาษามือก็ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิดและความต้องการต่างๆ ให้ผู้อื่นรับรู้ได้ทั้งหมด และบางครั้งอาจเกิดความไม่เข้าใจหรือเกิดความผิดพลาดในการสื่อสาร เพราะไม่ใช่ทุกคนที่จะรู้และเข้าใจภาษามือ

เนื่องจากการสื่อสารมีความสำคัญกับมนุษย์ทุกคน ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงปัญหาต่างๆ ของการสื่อสารระหว่างกลุ่มคนที่มีความบกพร่องทางการสื่อสารและการได้ยินกับคนทั่วไป เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องและแก้ไขความผิดพลาดในการสื่อสารระหว่างกลุ่มคนทั้งสอง คณะผู้จัดทำจึงได้สร้างถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับบุคคลที่ใช้ภาษามือ โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงการโค้งงอของนิ้วและการเคลื่อนไหวของมือไปเป็นตัวอักษรหรือข้อความ แล้วแสดงผลออกมาในรูปแบบของเสียงผ่านทาง Mini Speaker ที่ติดอยู่กับถุงมือ เพื่อให้การสื่อสารระหว่างผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินและการพูดกับบุคคลทั่วไปเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือในการสื่อสาร

1.2.2 เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการสื่อสารระหว่างกันของผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสารและการได้ยินบกพร่องกับบุคคลคนทั่วไป

1.2.3 เพื่อนำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ส่วนรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การวิจัยครั้งนี้มุ่งช่วยเหลือคนไทยที่มีความสามารถในการสื่อสารและการได้ยินบกพร่อง

1.3.2 ระบบฮาร์ดแวร์

1.3.2.1 ถุงมือช่วยสื่อสารนี้จะใช้กับมือขวาเพียงข้างเดียวเท่านั้น

1.3.2.2 ในการวัดการคลื่อนไหวของมือจะอาศัยค่าเฉพาะในแนวแกน X (Roll) และ Y (Pitch)

1.3.2.3 บอร์ด Arduino ATmega 2560

1.3.3 ระบบซอฟต์แวร์

1.3.3.1 เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE Version 1.6.5

1.3.3.1 ออกแบบวงจรบน Fritzing

1.3.4 ภาษามือสำหรับภาษาไทย (Thai Sign Language) ประกอบไปด้วยตัวอักษรจำนวน 30 ตัว และคำพื้นฐานในชีวิตประจำวันจำนวน 12 คำ

1.3.5 ระยะเวลาของการทำวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในระหว่างปีการศึกษา 2561

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ถุงมือช่วยสื่อสารที่เป็นภาษาไทยสำหรับคนไทยที่มีความสามารถในการสื่อสารและการได้ยินบกพร่อง ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในการสื่อสาร

1.4.2 สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เพื่อช่วยเหลือผู้ที่มีความสามารถในการสื่อสารและการได้ยินบกพร่อง ให้ดำเนินชีวิตในสังคมได้อย่างปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

ช่วงเวลา / การดำเนินงาน	ภาคเรียนที่ 1/2561				ภาคเรียนที่ 2/2561			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำภาษามือมาใช้ในการทำถุงมือช่วยสื่อสาร และออกแบบถุงมือ								
2. ติด Flex sensor และ Gyro sensor เข้ากับถุงมือ และทำการเขียนโปรแกรมให้มีการรับค่าจาก sensor ทั้งสองผ่านทาง Arduino IDE								
3. ทำการเทรน Arduino ให้รู้จักกับภาษามือ โดยเขียนโปรแกรมแปลงภาษามือเป็นตัวอักษร และแสดงผลบนหน้าจอ OLED								
4. ทำการเทรน Arduino ให้รู้จักกับภาษามือ โดยเขียนโปรแกรมแปลงภาษามือเป็นเสียง และแสดงผลผ่าน Mini Speaker								
5. ทำการเทรน Arduino ให้รู้จักกับภาษามือ โดยเขียนโปรแกรมแปลงภาษามือเป็นคำพูด และแสดงผลผ่าน Mini Speaker								
6. ทำการทดสอบเพื่อหา Accuracy และเก็บผลในรูปแบบของกราฟ								
7. ทดลองใช้งาน เพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงแก้ไข								
8. จัดทำรูปเล่มรายงาน								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างถุงมือช่วยสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือ ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งความรู้ต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

2.1 Flex Sensor

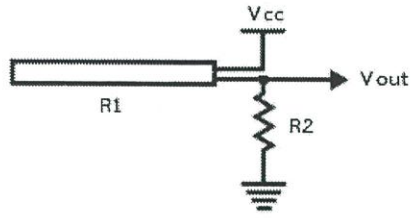
Flex Sensor เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงความต้านทานภายในไปเป็นค่าความต่างศักย์ และสามารถนำค่าความศักย์ไปใช้งานได้โดยแปลงให้อยู่ในรูปดิจิตอล โดยทั่วไปแล้วจะนำมาใช้ในการตรวจจับการขยับของนิ้วมือ เนื่องจากเซนเซอร์มีความอ่อนตัว สามารถโค้งตามนิ้วมือได้ และค่าความต้านทานที่ได้จะแปรผันตรงตามองศาการงอ

รูปที่ 2.1 Flex Sensor 2.2"

2.1.1 หลักการทำงานของ Flex sensor

โดยปกติแล้ว Flex Sensor จะเป็น Variable Resistor เมื่อเกิดการโค้งงอจะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มขึ้น และเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งาน จะต้องทำการเปลี่ยนค่าความต้านทานที่ได้ไปเป็นค่าความต่างศักย์ โดยอาศัยหลักการที่เรียกว่า Voltage Divider ซึ่งเป็นไปตามวงจรต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

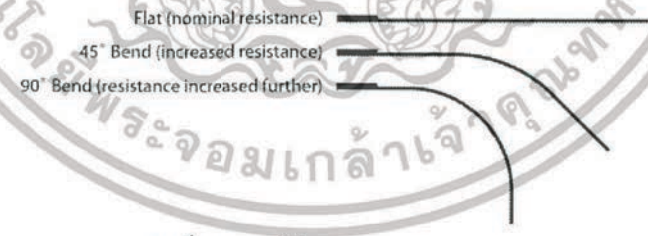


รูปที่ 2.2 วงจรแบ่งแรงดันของ Flex Sensor

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าวงจรประกอบด้วย Flex Sensor ซึ่งทำหน้าที่เป็น Variable Resistor (R1) และมี Resistor อีกหนึ่งตัวที่มีค่าคงที่ (R2) ต่อกันแบบอนุกรม และ Vout คือ ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม Variable Resistor ซึ่งได้จากการแบ่งแรงดัน ดังนั้นเมื่อค่าความต้านทานของ Variable Resistor เปลี่ยนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการโค้งงอของ Flex Sensor ก็จะทำให้ค่าความต่างศักย์ (Vout) เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันด้วย

$$V_{out} = V_{in}\left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) \qquad \text{(สมการที่ 2.1)}$$

สมการข้างต้นคือสมการ Voltage Divider ใช้ในการหาค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (R1) ซึ่งเป็น Variable Resistor โดยปกติแล้วหาก Flex Sensor เกิดการงอ จะทำให้ค่าความต้านทานของ Flex Sensor เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความต่างศักย์เพิ่มขึ้นด้วย เป็นไปตามกฎของโอห์ม (V = IR)



รูปที่ 2.3 การโค้งงอของ Flex Sensor

ขณะ Flex Sensor อยู่ในสภาพตรง จะมีค่าความต้านทานประมาณ 25 KΩ แต่ในขณะที่เซนเซอร์มีการโค้งงอ จะมีค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 45 – 125 KΩ และมีค่า Power rating ปกติอยู่ที่ 0.5 watt ส่วนค่าสูงสุดอยู่ที่ 1 watt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โมดูลเซนเซอร์วัดความเอียงและการเคลื่อนที่ GY-521 (MPU6050)

ข้อมูลเบื้องต้น

GY-521 เป็นโมดูล Accelerometers & Gyroscope ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้ง สองอย่างในเวลาเดียวกัน มักใช้ในการตรวจสอบทิศการเคลื่อนที่ และสามารถใช้ในการตรวจสอบความเร็วในการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแกน XYZ ได้ ยกตัวอย่าง ถ้าวัตถุเกิดการเคลื่อนที่หรือเอียง Output ของ Accelerometer จะบอกค่าของการเอียงว่าสถานะปัจุบันค่าของ XYZ อยู่ที่เท่าไร แต่ Gyroscope จะวัดค่าได้ตอนที่กำลังเอียงหรือตอนกำลังเคลื่อนไหวเท่านั้น เมื่อวัตถุหยุดนิ่ง ค่าของ Gyroscope จะวัดไม่ได้ เพราะไม่มีการเคลื่อนไหว

Accelerometer ประกอบด้วย Ax Ay และ Az ใช้ในการบอกความเอียงเป็นองศา ณ ตำแหน่งนั้นๆ ซึ่ง Accelerometer วัดได้เฉพาะความเร่งเชิงเส้น ไม่สามารถวัดความเร็วเชิงมุมได้ แต่สามารถอ่านค่าความเอียงได้ เนื่องจากเมื่อมีการหมุนหรือเอียงจะทำให้ตำแหน่งของชิพเปลี่ยน ส่งผลให้จุดต่างๆ บนตัวเซนเซอร์มีความเร่งเชิงเส้นไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองศาความเอียง ซึ่งความเร่งเชิงเส้นเป็นค่าที่เอาไว้เทียบกับค่า g ของโลก ดังนั้น จึงสามารถบอกได้ว่าตัวเซนเซอร์เอียงกี่องศา โดยเทียบกับค่า g

Gyroscope ประกอบด้วย Gx Gy และ Gz เป็นค่าที่จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการหมุนเซนเซอร์ในแกนต่างๆ และค่าจะกลับมาที่ประมาณ 90 องศาเหมือนเดิมเมื่อหยุดหมุน ซึ่งจะไม่ได้ค้างค่าตำแหน่งไว้เหมือนกับ Accelerometer เนื่องจาก Gyroscope ทำงานโดยการวัดความเร็วเชิงมุมที่หมุนรอบแกนต่างๆ ซึ่งไม่มีความเกี่ยวข้องกับค่า g ส่งผลให้ Gyroscope ทำงานเฉพาะตอนที่มีการหมุน (ความเร็วเชิงมุมไม่เป็น 0) และไม่สามารถค้างค่าไว้ได้เมื่อหยุดหมุน

2.2.1 คุณสมบัติ

- ใช้ไฟเลี้ยง +3.3 ถึง +5 V
- ชิป MPU6050
- เชื่อมต่อผ่านบัส I2C

2.2.2 การนำไปประยุกต์ใช้งาน

ตรวจสอบทิศทางการเคลื่อนที่และการเคลื่อนไหวต่างๆ ของวัตถุ

2.2.3 ข้อควรระวังในการใช้งาน

- ควรหลีกเหลี่ยงการต่อวงจรที่จะทำให้เกิดการลัดวงจร
- ควรอ่านเอกสาร (Data Sheet) ก่อนการต่อวงจรจริง
- ไม่ควรใช้ไฟเกินตามที่เอกสารกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะ

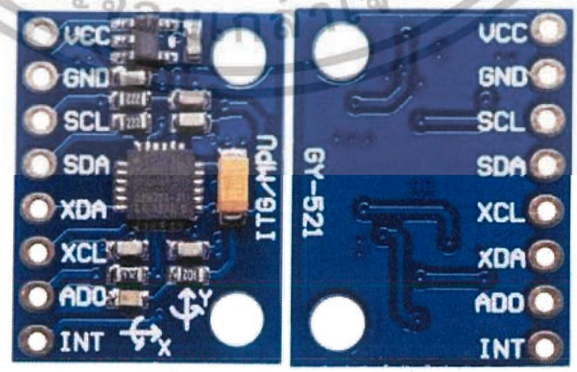
- อุณหภูมิที่รองรับ -40 to +85 °C
- รองรับแรงดัน 3.3 – 5 V
- ทดสอบการตกกระแทกที่ 1.8 เมตร
- ขนาด 16 mm * 20 mm

2.2.4 โครงสร้าง

รายละเอียดขาต่างๆ ของ GY-521 แสดงตามตารางที่ 2.1 และแสดงภาพโครงสร้างภายนอกแสดงในรูปที่ 2.5

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดขาของ GY-521

ขาที่	ชื่อ	คำอธิบาย
1	VCC	Vin -> +3.3 – 5 V
2	GND	Ground
3	SCL	ขาสัญญาณนาฬิกาบนบัส I2C
4	SDA	ขาสัญญาณข้อมูลบนบัส I2C
5	XDA(AUX_SDA)	ขาสัญญาณข้อมูลบนบัส I2C (I2C Master Mode is enabled)
6	XCL(AUX_SCL)	ขาสัญญาณนาฬิกาบนบัส I2C (I2C Master Mode is enabled)
7	INT	Interrupt



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ GY-521

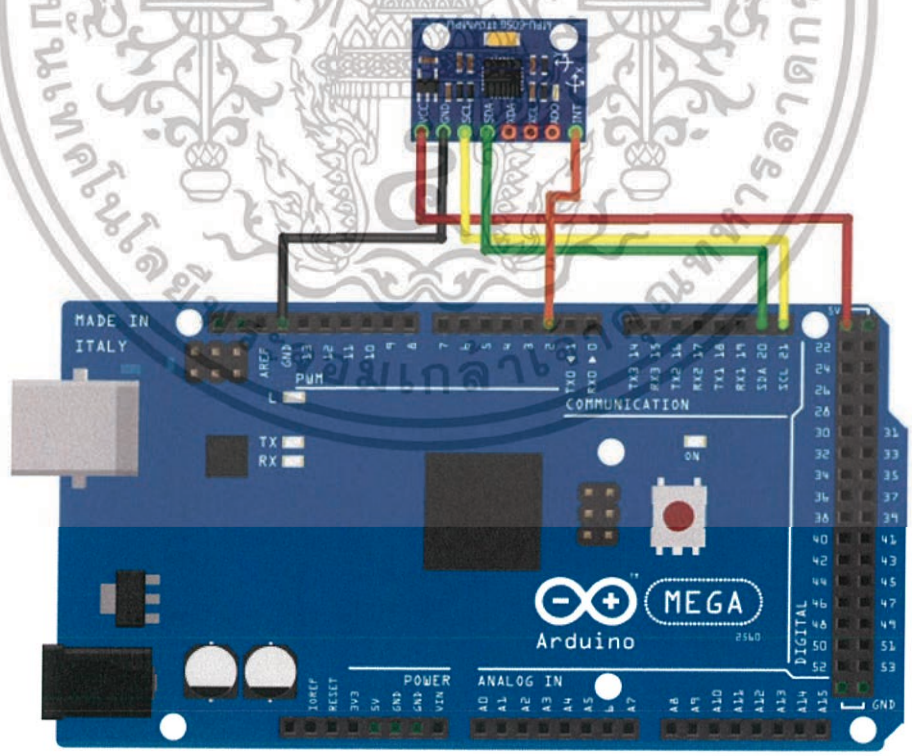
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การเชื่อมต่อ

รายละเอียดของการเชื่อมต่อขาของ GY-521 กับ Arduino ATmega 2560 ตามตารางที่ 2.2 แสดงในรูปที่ 2.5

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อของ GY-521 กับ Arduino ATmega 2560

ขาที่	GY - 521	Arduino ATmega 2560
1	VCC	5 V
2	GND	Ground
3	SCL	Pin Digital 21
4	SDA	Pin Digital 22
5	XDA(AUX_SDA)	-
6	XCL(AUX_SCL)	-
7	INT	Ground



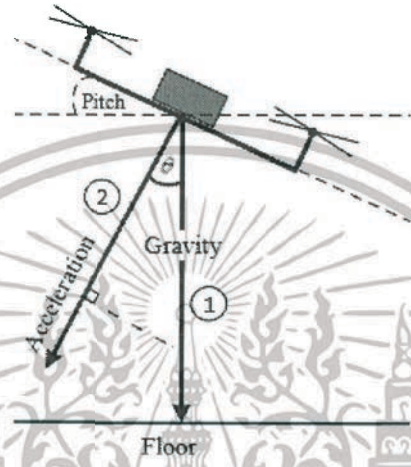
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อของ GY–521 กับ Arduino ATmega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ทฤษฎีการอ่านค่ามุมจากเซนเซอร์

2.2.6.1 หลักการของตัวตรวจจับความเร่ง

ตัวตรวจจับความเร่ง เป็นอุปกรณ์วัดความเร่งโดยอาศัยการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างความเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกกับความเร่งของตัวตรวจจับความเร่ง



รูปที่ 2.6 หลักการของตัวตรวจวัดความเร่ง

จากรูปที่ 2.6 ลูกศรหมายเลข 1 แทนแรงโน้มถ่วงของโลก ลูกศรหมายเลข 2 แทนความเร่งที่ตัวตรวจจับความเร่งวัดได้ เมื่อกำหนดให้แกนของตัวตรวจจับความเร่งวางตั้งฉากกับวัตถุ สำหรับมุม θ ระหว่างเวกเตอร์ของแรงโน้มถ่วงและค่าแรงโน้มถ่วงที่วัดได้จากตัวตรวจจับความเร่งนั้นมีความสัมพันธ์กับมุม Pitch ของวัตถุ นั่นคือมุม Pitch จะมีค่าเท่ากับมุม θ บวก 90 องศา ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อทราบค่าความเร่งในแนวแกนของตัวตรวจจับความเร่งก็สามารถหาค่ามุมเอียงของวัตถุได้ด้วยหลักตรีโกณมิติดังในสมการที่ 2.2

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\text{Acceleration}}{\text{Gravity}}\right) \qquad \text{(สมการที่ 2.2)}$$

ซึ่ง Pitch = 90 + θ ดังนั้นจะได้มุม Pitch มีค่าเท่ากับ

$$\cos(\theta) = \left(\frac{\text{Acceleration}}{\text{Gravity}}\right)$$

$$\cos(-90 + \text{Pitch}) = \left(\frac{\text{Acceleration}}{\text{Gravity}}\right) = \sin(\text{Pitch})$$

$$\text{Pitch} = \arcsin\left(\frac{\text{Acceleration}}{\text{Gravity}}\right) \qquad \text{(สมการที่ 2.3)}$$

ในการหาค่ามุมแบบนี้จะเกิดปัญหาของค่าผกผันของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ที่ทำให้มุม Pitch ไม่สามารถวัดมุมได้ครบ 360 องศา หากต้องการแก้ปัญหานี้ให้ใช้ฟังก์ชัน 2-Argument Inverse Tangent (atan2) ซึ่งมีนิยามดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$arctan2(y,x) = \begin{cases} \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & x > 0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right) + \pi & y \geq 0, x < 0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \pi & y < 0, x < 0 \\ \frac{\pi}{2} & y > 0, x = 0 \\ \frac{-\pi}{2} & y < 0, x = 0 \\ Undefined & y = 0, x = 0 \end{cases}$$

ซึ่งจะได้สมการที่หาค่ามุมทั้ง Pitch และ Roll ตามสมการที่ 2.4

$$\begin{cases} Pitch = arctan\left(\sqrt{\frac{y^2+z^2}{x^2}}\right) + \pi \\ Roll = arctan\left(\sqrt{\frac{x^2+z^2}{y^2}}\right) - \pi \end{cases} \quad \text{(สมการที่ 2.4)}$$

เมื่อใช้สมการที่ 2.4 คำนวณค่ามุม Pitch และ Roll จะได้ค่ามุมที่มีหน่วยเป็นเรเดียน (Radius) แล้วโดยทั่วไปลักษณะของตัวตรวจจับความเร่งมีทั้งแบบเอาต์พุตเป็นอนาลอกและเอาต์พุตเป็นดิจิตอลให้เลือกใช้ ซึ่งลักษณะภายนอกของทั้งสองแบบจะไม่แตกต่างกันเลย สำหรับเอาต์พุตที่เป็นอนาลอกจะได้เอาต์พุตออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า เมื่อค่าความเร่งมีการเปลี่ยนแปลง โดยในการเขียนโปรแกรมรับค่าจำเป็นต้องแปลงค่าจากอนาลอกเป็นดิจิตอล แต่ในแบบเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอลจะมีทั้งเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณความกว้างพัลส์ (PWM) และแบบที่เชื่อมต่อด้วยโปรโตคอล I^2C/SPI ในแบบนี้สามารถอ่านค่าความเร่งจากรีจิสเตอร์ได้โดยตรง ในการเลือกใช้งานตัวตรวจวัดความเร่งควรพิจารณาจากค่าต่างๆ ของเซนเซอร์ตัวนั้นๆ ดังนี้

1. จำนวนแกนของตัวตรวจวัด (Number of Axes) สำหรับการนำตัวตรวจวัดความเร่งมาวัดมุมจำเป็นต้องใช้ตัวตรวจวัดตั้งแต่ 2 แกนขึ้นไป เนื่องจากการคำนวณค่ามุมต้องอาศัยหลักตรีโกณมิติ ซึ่งต้องมีแกนอ้างอิงสองแกนด้วยกัน
2. ค่าวัดได้สูงสุด (Maximum Measurement) เป็นค่าความเร่งสูงสุดที่วัดได้ โดยทั่วไปแล้วในตัวตรวจเบอร์หนึ่งจะมีให้ปรับอยู่หลายค่า เช่น ADXL345 ปรับค่าความเร่งสูงสุดได้ 2g, 4g, 8g และ 16g เป็นต้น
3. ค่าความไว (Sensitivity) ความไวของการวัดความเร่ง ควรเลือกให้มีค่าไม่มากเกินไปสำหรับนำมาวัดมุม เนื่องจากหากมีค่ามากเกินไป จะทำให้ความไวต้องการสนองตอบมีมาก ส่งผลให้การวัดมุมมีความผิดพลาดที่เกิดจากการสั่นสะเทือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเชื่อมต่อ (Interface) ตัวตรวจวัดกับบอร์ดควบคุม โดยส่วนมากหากเป็นเซนเซอร์ที่เป็นแบบอนาลอกจะมีขาสัญญาณเอาต์พุตตามจำนวนแกน หากเป็นแบบดิจิตอลจะมีการเชื่อมต่อเป็นโปรโตคอลในหลายๆ รูปแบบ เช่น I^2C, SPI เป็นต้น

การใช้ตัวตรวจวัดความเร่งทั้งสามแกนสำหรับวัดมุม Roll และ Pitch ส่วนมุม Yaw นั้น ตัวตรวจวัดชนิดนี้ไม่สามารถวัดค่าได้ เพราะการเคลื่อนที่แบบ Yaw ไม่ทำให้ค่าความเร่งของตัวตรวจวัดความเร่งเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับความเร่งของแรงโน้มถ่วงโลก

2.2.6.1 หลักการของตัวตรวจจับความเร็ว

ตัวตรวจวัดความเร็วเชิงมุม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วเชิงมุม โดยอาศัยแรงเฉื่อยและโมเมนตัมเชิงมุม เพื่อรักษาทิศทางให้อยู่ในตำแหน่งเดิม ดังนั้นตัวตรวจวัดจะวัดค่าได้เมื่อมีแรงเหวี่ยงเกิดขึ้นรอบแกนของตัวตรวจวัด ซึ่งในขณะที่ตัวตรวจวัดอยู่นิ่งกับที่ค่าความเร็วเชิงมุมจะมีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าที่ได้จะเท่ากับ 0 องศาต่อวินาที ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามทิศทางการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมนั้น ด้วยค่าดังกล่าวนี้สามารถหาค่ามุมได้ด้วยวิธีการปริพันธ์ โดยค่ามุมที่ได้จะตอบสนองตามการเอียงของวัตถุ แต่ด้วยวิธีการแปลงค่ามุมโดยการปริพันธ์จะทำให้เกิด Bias Drift ซึ่งหมายถึงค่ามุมจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แม้เซนเซอร์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าดังกล่าวอาจเป็นค่าเกาที่สะสมอยู่จากการคำนวณครั้งก่อนหน้าเป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผลรวมของค่าความผิดพลาด โดยลักษณะทั่วไปของตัวตรวจวัดความเร็วเชิงมุมมีทั้งแบบเอาต์พุตอนาลอกและเอาต์พุตดิจิตอลเช่นเดียวกับตัวตรวจจับความเร่ง อีกทั้งการเลือกใช้งานก็คล้ายคลึงกัน คือ

1. จำนวนแกนของตัวตรวจวัดสำหรับวัดมุมเอียงของวัตถุจำเป็นต้องใช้แบบสามแกน เพื่อวัดความเร็วเชิงมุมของมุม Roll, Pitch และ Yaw
2. ค่าวัดได้สูงสุดเป็นค่าความเร็วเชิงมุมสูงสุดที่วัดได้
3. ความไวของการวัดค่าความเร็วเชิงมุม ควรมีค่าไม่มากเกินไปเพราะค่ามุมที่ต้องการใช้งานต้องผ่านกระบวนการแปลงค่าให้เป็นค่ามุมด้วยวิธีการปริพันธ์ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น
4. การเชื่อมต่อตรวจวัดกับบอร์ดควบคุม โดยส่วนมากหากเป็นเซนเซอร์ที่เป็นแบบอนาลอกจะมีขาสัญญาณเอาต์พุตตามจำนวนแกน หากเป็นแบบดิจิตอลจะมีการเชื่อมต่อในหลายๆ รูปแบบ เช่น โปรโตคอล I^2C, SPI เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

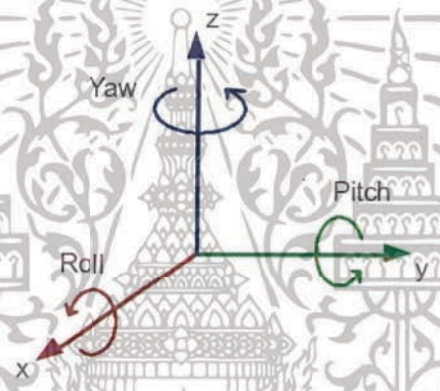
2.2.6.3 ค่าดิบ (Raw Value)

ค่าดิบหรือ (Raw Value) คือค่าที่ได้จากเซนเซอร์ โดยยังไม่ผ่านกระบวนการแปลงค่าใดๆ ค่าที่อ่านได้จะเป็นค่ากว้างๆ ตั้งแต่ประมาณ -18000 ถึง 18000 ซึ่งยังไม่เหมาะกับนำไปใช้งานจริง

2.2.6.4 Digital Motion Processor

DMP หรือ Digital Motion Processor คือการประมวลผลการเคลื่อนไหวแบบดิจิตอล ซึ่งค่า DMP สามารถนำมาใช้คำนวณเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและเสถียรมากขึ้น

โดยปกติแล้วการใช้เซนเซอร์ไจโรและความเร่ง มักมีจุดประสงค์คือการนำไปตรวจจับแกนการหมุนเป็นองศาของวัตถุหรือแกน Yaw Pitch และ Row โดยการนำค่า DMP ที่ได้มาผ่านกระบวนการคำนวณ



รูปที่ 2.7 แสดงทิศทางการหมุนในแนวแกนต่างๆ

จากรูปที่ 2.7 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- Yaw หมุนรอบแกนแนวดิ่ง (Vertical) ทิศทวนเข็มจะเป็นบวก
- Pitch หมุนรอบแกนข้าง (Lateral) ทิศทวนเข็มจะเป็นบวก
- Roll หมุนรอบแกนยาว (Longitudinal) ทิศทวนเข็มจะเป็นบวก

2.3 ภาษามือ (Thai Sign Language)

ภาษา หมายถึง เครื่องมือที่มนุษย์ใช้ในการสื่อสาร โดยการสื่อสารนั้นผู้ส่งสารและผู้รับสารต้องใช้ภาษาเดียวกัน อยู่ในวัฒนธรรมเดียวกัน จึงจะทำให้การสื่อสารนั้นประสิทธิภาพ ภาษาแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ภาษาที่ใช้ถ้อยคำ หรือ “วัจนภาษา” (Verbal Language) และ ภาษาที่ไม่ใช้ถ้อยคำ หรือ “อวัจนภาษา” (Non – verbal Language) ซึ่งภาษามือมีลักษณะทั้งสองอย่าง

2.3.1 ความหมายของภาษามือ

ภาษามือ หมายถึง ภาษาที่ใช้สื่อสารสำหรับคนหูหนวก ใช้สื่อสารซึ่งกันและกัน ที่ใช้มือ สีหน้า และกิริยาท่าทางประกอบในการสื่อความหมายและถ่ายทอดอารมณ์แทนการพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ความเป็นมาของภาษามือ

ด้วยเหตุผลที่คนหูหนวกไม่ได้ยินเสียงพูดเหมือนคนปกติ จึงไม่สามารถพูดได้แต่สายตายังคงปกติมองเห็นกิริยาอาการ ท่าทางต่างๆ ที่เคลื่อนไหวไปมาได้เป็นภาพต่างๆ ทำให้คนหูหนวกเรียนรู้ความหมายแม้จะเข้าใจได้ไม่มาก แต่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทีอิทธิพลผลักดันให้คนหูหนวกพยายามใช้ท่าทาง โดยภาษามือของแต่บะเชื้อชาติมีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับภาษาพูด ภาษามือเป็นภาษาที่นักการศึกษาทางด้านการศึกษาคนหูหนวกตกลวและยอมรับกันแล้วว่าเป็นภาษาหนึ่งสำหรับติดต่อสื่อสารความหมายระหว่างคนหูหนวกกับคนหูหนวกด้วยกัน ในภาษาอังกฤษเรียกว่า “Sign language” หรือ “Manual Communication”

2.3.3 ประเภทของภาษามือ

ภาษามือที่ใช้อยู่ในคนหูหนวกชาติหนึ่งๆ มักจะมี 2 ประเภท คือ

2.3.3.1 ภาษามือธรรมชาติ (Sign language) คือ ภาษาท่าทางที่คนหูหนวกเป็นผู้สร้างขึ้นและใช้ร่วมกันในแต่ละชุมชนหรือในแต่ละชาติ เช่น American Sign Language, British Sign Language เป็นต้น ซึ่งส่วนมากเป็นท่าทางเลียนแบบธรรมชาติที่จะช่วยคนหูหนวกให้มีพัฒนาการในภาษามือประจำชาติเท่าเทียมกับคนปกติ

2.3.3.2 ภาษามือประดิษฐ์ (Signed) คือ ภาษามือที่ครู ผู้ปกครองของคนหูหนวกคิดขึ้นแทนภาษาพูดและภาษาเขียนประจำชาติเพื่อให้มีคำใช้ให้เพียงพอในการศึกษาและสื่อความหมายโดยเฉพาะเรื่องนามธรรม ภามือที่ประดิษฐ์ขึ้น บางทีเรียกว่า ภาษามือในห้องเรียน หรือภาษามือที่ใช้ในการศึกษาซึ่งเป็นภาษาที่ทำทางของแต่ละคำเป็นไปตามไวยากรณ์ภาษาพูดหรือภาษาเขียนของคนปกติ ภาษามือประดิษฐ์มักจะนำแบบสะกดนิ้วมือ (Finger Spelling) มาผสมด้วย

2.3.4 ลักษณะของภาษามือ

เป็นภาษาท่าทางซึ่งมีการเคลื่อนไหวของมือเป็นหลักและใช้กิริยาอาการของหน้าตาและร่างกายส่วนหนึ่งเป็นส่วนประกอบ ท่าทางภาษามือที่คนหูหนวกยอมรับจะต้องเป็นท่าที่ทำง่าย สะดวก รวดเร็ว มีความหมายใกล้เคียงธรรมชาติและเหมาะกับหลักสรีระศาสตร์ ท่าภาษามือควรทำอย่างมีจังหวะ ไม่จำเป็นต้องทำเร็วจนเกินไป และให้อยู่ในรัศมีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

ในท่าทางภาษามือการแสดงสีหน้าและการเคลื่อนไหวของใบหน้า เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ความเข้าใจในภาษามือชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.3.5 โครงสร้างของภาษามือ

ประกอบไปด้วยดังนี้

2.3.5.1 ท่ามือ (The hand shape) การทำมือเป็นท่าต่างๆ เช่น กำมือ แบมือ กางนิ้ว รวมนิ้ว จีบนิ้ว โดยแต่ละท่าจะมีความหมายที่แตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5.2 ตำแหน่งของมือ (The position of the hand) การวางมือหรือทำท่ามือในตำแหน่งต่างๆ ตำแหน่งของมือจะให้ความหมายแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าท่ามือจะเป็นท่าเดียวกัน เช่น ใช้นิ้วชี้ ชี้มาที่หน้าอก หมายถึง “ฉัน” ถ้าชี้มาที่ขมับ หมายถึง “รู้” ชี้ออกไปที่คู่สนทนา หมายถึง “เธอ” หรือ “คุณ”

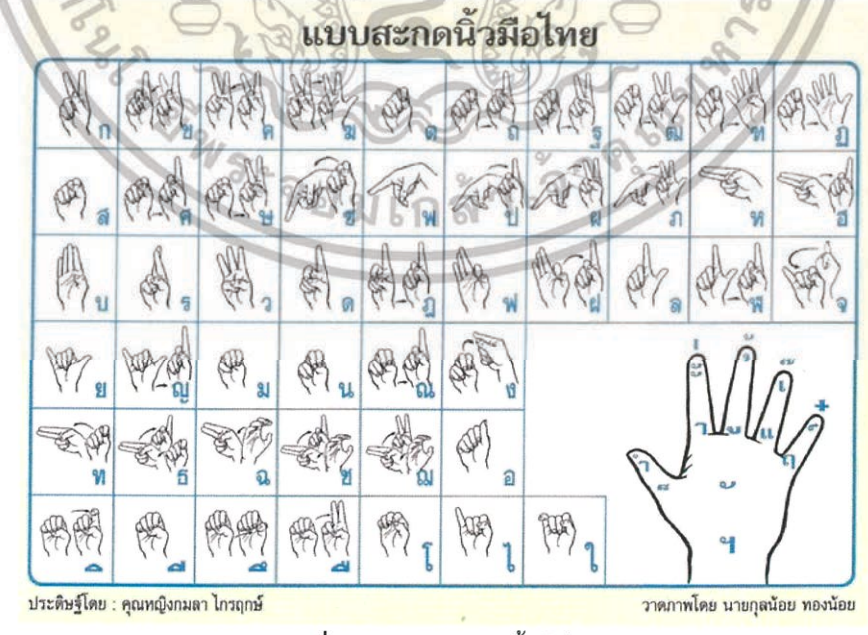
2.3.5.3 การเคลื่อนไหวของมือ (The movement of the hand) การย้ายมือเปลี่ยนมือไปในทิศทางหรือรูปแบบที่ต้องการ ท่ามือเดียวกัน แต่เคลื่อนไปในทิศทางที่ต่างกัน ความหมายก็จะแตกต่างกัน เช่น ตั้งมือทั้งสองขึ้น หัวแม่มือชิด แล้วเคลื่อนออกห่างจากกัน คือ “เปิด” แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าเคลื่อนมือเข้าหากัน คือ “ปิด”

2.3.5.4 ทิศทางของฝ่ามือ (The orientation of the palms in relationship to the body or to each other) การหันฝ่ามือไปในทิศทางต่างๆ ทิศทางของฝ่ามือเป็นส่วนสำคัญซึ่งจะทำให้ท่ามือมีความหมายต่างกัน ท่ามือเดียวกัน ตำแหน่งเดียวกัน แต่ทิศทางของฝ่ามือต่างกันความหมายก็จะแตกต่างกัน

2.3.6 ภาษามือเพื่อการสื่อสารในชีวิตประจำวัน

2.3.6.1 แบบสะกดนิ้วมือไทย

ส่วนที่ 1 แบบสะกดตัวอักษร การเรียงลำดับของอักษรไทย สระ วรรณยุกต์ ในภาษามือ จะแตกต่างกับการเรียงอักษรปกติ โดยอักษรภาษามือหรือแบบสะกดนิ้วมือไทยได้เรียงลำดับตัวอักษรตามลักษณะท่ามือที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ตัวสะกดนิ้วมือของคนหูหนวกไทยไม่มีตัว ข ฃ เนื่องจากคนหูหนวกพบเห็นตัวอักษร 2 ตัวนี้ น้อยมาก แสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 รูปแบบสะกดนิ้วมือไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 แบบสะกดนิ้วมือ สระ วรรรณยุกต์ และสัญลักษณ์อื่นๆซึ่งได้จัดเรียงตามลักษณะที่คนหูหนวกเห็นและใช้อยู่ตามปกติ ซึ่งไม่เหมือนกับการเรียงลำดับของสระในภาษาไทย แสดงในรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 แสดงแบบสะกดสระ วรรณยุกต์ และสัญลักษณ์อื่นๆ

ส่วนที่ 3 แบบสะกดตัวเลข ซึ่งมีตั้งแต่ 1 – 10 และตัวเลขหลักสิบ ถึงหลักล้าน ตามลำดับ แสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบสะกดตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.2 ภาษามือ 20 ท่าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

คำภาษาไทย : ขอบคุณ

คำภาษาอังกฤษ : Thank you

ความหมาย : กล่าวแสดงความรู้สึกถึงบุญคุณหรือกล่าวเมื่อได้รับความช่วยเหลือ

การใช้ภาษามือ : แบมือทั้ง 2 ข้าง โดยให้ทุกนิ้วชิดกัน จากนั้นยกมือขึ้นมาขนานกันในแนวตั้ง แล้วจึงดึงมือทั้งสองข้างออกจากกันแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 แสดงท่าทางขอโทษ

คำภาษาไทย : ขอโทษ

คำภาษาอังกฤษ : Sorry

ความหมาย : ขออภัยเมื่อได้ทำผิดพลาดอย่างใดอย่างหนึ่ง

การใช้ภาษามือ : ยกฝ่ามือซ้ายขึ้นมาระดับหัวใจ โดยหันปลายนิ้วไปยังคู่สนทนา จากนั้นใช้ปลายนิ้วมือข้างขวาทำวน ในทิศตามเข็มนาฬิกา เหนือฝ่ามือข้างซ้ายราวๆ 3 รอบ แสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 แสดงท่าทางขอโทษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : ไม่เป็นไร

คำภาษาอังกฤษ : That's all right, No problem, you're welcome

ความหมาย : คำแสดงความรู้สึกที่ไม่ได้ถือโทษหรือโกรธเคืองใดๆ เพื่อให้ผู้ฟังรู้สึกดีขึ้นหรือไม่ต้องรู้สึกผิด

การใช้ภาษามือ : กางฝ่ามือทั้งสองข้างหันเข้าหาลำตัว ส่ายหน้าพร้อมสะบัดปลายนิ้วทั้งสองให้สวนกันไปมาประมาณ 3 รอบ แสดงในรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 แสดงท่าทางไม่เป็นไร

ภาษาไทย : สบายดี

คำภาษาอังกฤษ : Fine, Doing well

ความหมาย : สภาวะปกติของทั้งร่างกายและจิตใจ ร่างกายไม่เจ็บป่วย รวมทั้งอารมณ์ดี มีความสุข ไม่มีอะไรให้กังวล

การใช้ภาษามือ : แบฝ่ามือทั้งสองข้าง จากนั้นให้ปลายนิ้วมือทั้งสองข้างทำมุมเป็นรูปตัววีโดยหันฝ่ามือเข้าหาลำตัวบริเวณหน้าอก แล้วลากมือในแนวเฉียงขึ้นเป็นรูปตัววีจนถึงระดับไหล่ จากนั้นกำนิ้วมือทั้ง 4 โดยชูนิ้วโป้งหันเข้าหากันแสดงในรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 แสดงท่าทางสบายดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : โชคดี

คำภาษาอังกฤษ : Good luck

ความหมาย : การได้รับสิ่งดีๆ โดยที่ไม่ได้คาดคิดเอาไว้

การใช้ภาษามือ : ใช้ปลายนิ้วชี้และนิ้วโป้งสัมผัสกันเป็นรูปวงกลม นิ้วที่เหลือกางออกจากกัน จากนั้นกำมือและชูนิ้วโป้งแสดงในรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 แสดงท่าทางโชคดี

คำภาษาไทย : คิดถึง

คำภาษาอังกฤษ : Think of

ความหมาย : นึก ระลึกถึงเมื่อไม่ได้เจอหรือพบกันนานกับผู้ที่สนิทหรือรู้จักกัน

การใช้ภาษามือ : กำมือก่อนใช้ปลายนิ้วชี้สัมผัสที่ขมับ จากนั้นจึงชี้นิ้วดังกล่าวไปยังคู่สนทนาแสดงในรูปที่ 2.16

รูปที่ 2.16 แสดงท่าทางคิดถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : น่ารัก

คำภาษาอังกฤษ : Cute, Lovely

ความหมาย : ใบหน้าที่ค่อนข้างไปในทางสวย น่าชื่นชม ลักษณะท่าทาง หรืออุปนิสัยดูเป็นมิตร หรือลักษณะแบบเด็ก

การใช้ภาษามือ : ขยุ้มมือข้างๆ บริเวณโหนกแก้มโดยให้ปลายนิ้วทั้ง 5 เข้ามาชิดกัน จากนั้นลากลงมาบริเวณข้างแก้มแสดงในรูปที่ 2.17

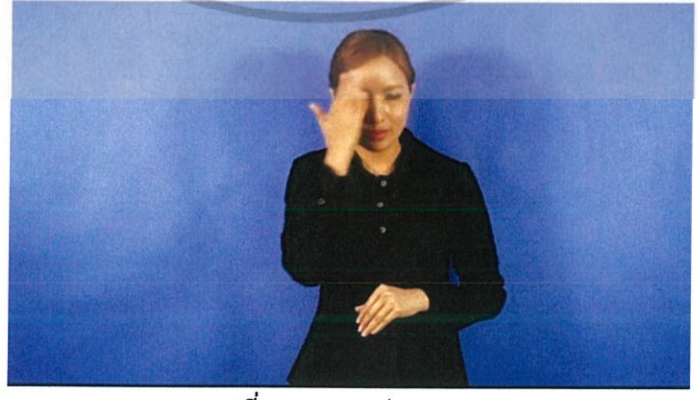
รูปที่ 2.17 แสดงท่าทางน่ารัก

คำภาษาไทย : สวย

คำภาษาอังกฤษ : Beautiful

ความหมาย : มีลักษณะงดงาม

การใช้ภาษามือ : แบมือตั้งฉากห่างจากใบหน้าตรงช่วงแก้มเล็กน้อย จากนั้นให้ขยับมือและแขนหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา 1 รอบ ก่อนกำมือแล้วชูนิ้วโป้งหันไปทางอีกฝ่าย แสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงท่าทางสวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : ชอบ

คำภาษาอังกฤษ : Like

ความหมาย : พอใจ แสดงอาการพึงใจ

การใช้ภาษามือ : กำนิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย โดยให้นิ้วชี้ และนิ้วโป้งเหยียดตรง หันมือเข้าหาลำตัว ระดับหน้าอกบริเวณหัวใจ โดยให้นิ้วทั้งสองทำมุมคล้ายตัววี จากนั้นลากมือลงพร้อมๆ กับขยับปลายนิ้วชี้และนิ้วโป้งให้สัมผัสกัน แสดงในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 แสดงท่าทางชอบ

คำภาษาไทย : ไม่ชอบ

คำภาษาอังกฤษ : Dislike

ความหมาย : ความรู้สึกที่ไม่พึงใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

การใช้ภาษามือ : ทำท่าเดียวกับคำว่าชอบ พร้อมกับส่ายหน้าไปมาประมาณ 3 รอบ แสดงในรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 แสดงท่าทางไม่ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : รัก

คำภาษาอังกฤษ : Love

ความหมาย : มีใจผูกพันอย่างมาก

การใช้ภาษามือ : ใช้ฝ่ามือทั้งสองแนบลงบนหน้าอกบริเวณหัวใจ สูดลมหายใจเอาเข้าลึกๆ พร้อมทำสีหน้ายิ้มแย้ม แสดงในรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 แสดงท่าทางรัก

คำภาษาไทย : เก่ง

คำภาษาอังกฤษ : Clever

ความหมาย : มีความสามารถ ทำอะไรๆ ได้ดี

การใช้ภาษามือ : คว่ำมือซ้ายในระดับเดียวกับท้อง ใช้ฝ่ามือขวาตบลงเบาๆ บนมือซ้าย ประมาณ 2 รอบ จากนั้นยกมือขวาขึ้น แล้วชูนิ้วโป้งให้กับอีกฝ่าย แสดงในรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 แสดงท่าทางเก่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : ฉลาด

คำภาษาอังกฤษ : Intelligent

ความหมาย : สมองดี มีปัญญา ไม่โง่

การใช้ภาษามือ : กำมือโดยใช้นิ้วชี้สัมผัสบริเวณขมับ ก่อนชูนิ้วโป้งให้กับอีกฝ่าย แสดงในรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.23 แสดงท่าทางฉลาด

คำภาษาไทย : เป็นห่วง

คำภาษาอังกฤษ : Concern

ความหมาย : กังวลถึง

การใช้ภาษามือ : คล้องนิ้วชี้กับนิ้วโป้งของมือทั้งสองข้าง ให้ปลายนิ้วสัมผัสกัน โดยหันฝ่ามือซ้ายไปที่อีกฝ่าย ขณะที่นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อยเหยียดตรง แสดงในรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.24 แสดงท่าทางเป็นห่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : ไม่สบาย

คำภาษาอังกฤษ : Sick, Not well

ความหมาย : สภาวะที่ร่างกายและจิตใจไม่ปกติ หรือเกิดอาการป่วย

การใช้ภาษามือ : เอียงศีรษะไปด้านขวา จากนั้นใช้หลังมือขวาในช่วงปลายนิ้วสัมผัสบริเวณหน้าผาก แสดงในรูปที่ 2.25

รูปที่ 2.25 แสดงท่าทางไม่สบาย

คำภาษาไทย : เศร้า

คำภาษาอังกฤษ : Sad

ความหมาย : ไม่มีความสุข ไม่มีความเบิกบาน หรือเสียใจ

การใช้ภาษามือ : ก้มหน้าลง พร้อมลากนิ้ว ทั้ง 5 ลงมาจากบริเวณหน้าผากถึงคาง โดยเว้นระยะห่างระหว่างใบหน้ากับมือเล็กน้อย แสดงในรูปที่ 2.26

รูปที่ 2.26 แสดงท่าทางเศร้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : เสียใจ

คำภาษาอังกฤษ : Sad, sorry

ความหมาย : ไม่สบายใจ ผิดหวัง เพราะมีเรื่องไม่สมประสงค์ ไม่พึงพอใจ หรือไม่ได้ดั่งใจ

การใช้ภาษามือ : กำมือหันเข้าหาลำตัว โดยอยู่ห่างจากหน้าอกด้านซ้ายเล็กน้อย จากนั้นหมุนแขนเป็นวงกลมตามทิศทวนเข็มนาฬิกาประมาณ 3 รอบ พร้อมทำสีหน้าเศร้าสลด แสดงในรูปที่ 2.27

รูปที่ 2.27 แสดงท่าทางเสียใจ

คำภาษาไทย : หิว

คำภาษาอังกฤษ : Be hungry

ความหมาย : อยากข้าว อยากอาหาร มีอาการท้องร้อง

การใช้ภาษามือ : กำนิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย เอาไว้ จากนั้นใช้นิ้วชี้และนิ้วโป้งรูดตรงลำคอ จนปลายนิ้วมือทั้งสองสัมผัสกัน แสดงในรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.28 แสดงท่าทางหิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำภาษาไทย : อิ่ม

คำภาษาอังกฤษ : Full

ความหมาย : เต็มหรือแน่นท้อง กินอีกไม่ได้แล้ว

การใช้ภาษามือ : คว่ำมือโดยเว้นระยะห่างระหว่างมือกับท้องเล็กน้อย จากนั้นยกมือขึ้นในแนวนอน จนกระทั่งหลังมือสัมผัสชิดกับใต้คาง แสดงในรูปที่ 2.29

รูปที่ 2.29 แสดงท่าทางอิ่ม

คำภาษาไทย : เข้าใจ

คำภาษาอังกฤษ : Understand

ความหมาย : รู้เรื่องหรือรู้ความหมายของเรื่องนั้นอย่างชัดเจน

การใช้ภาษามือ : กำนิ้วมือไว้ตรงบริเวณขมับ จากนั้นพยักหน้า แล้วตวัดปลายนิ้วชี้ออกไปที่ด้านข้างลำตัว แสดงในรูปที่ 2.30

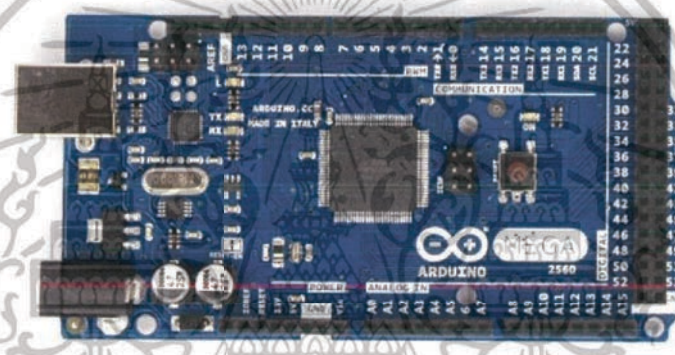
รูปที่ 2.30 แสดงท่าทางเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Arduino ATmega 2560

2.4.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบอร์ด Arduino Mega 2560

บอร์ด Arduino ATmega 2560 จะเหมือนกับ Arduino Mega ADK ต่างกันตรงที่บนบอร์ดไม่มี USB Host มาให้ การโปรแกรมยังต้องท าผ่านโปรโตคอล UART อยู่บนบอร์ดใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ATmega2560 เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้ IO มากกว่า Arduino Uno R3 เช่น งานที่ต้องการรับสัญญาณจาก Sensor หรือควบคุมมอเตอร์ Servo หลายๆ ตัว ทำให้ Pin IO ของบอร์ด Arduino Uno R3 ไม่สามารถรองรับได้ ทั้งนี้บอร์ด Mega 2560 R3 ยังมีความหน่วยความจำแบบ Flash มากกว่า Arduino Uno R3 ทำให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่าในความเร็วของ MCU ที่เท่ากัน



รูปที่ 2.31 บอร์ด Arduino ATmega 2560

2.4.2 ข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับ Arduino ATmega 2560

- ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ ATmega2560
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 V
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (แนะนำ) 7 – 12 V
- รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด) 6 – 20 V
- พอร์ต Digital I/O 54 พอร์ต (มี 15 พอร์ต PWM Output)
- พอร์ต Analog Input 16 พอร์ต
- กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต 40 mA
- กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V 50 mA
- พื้นที่โปรแกรมภายใน 256 KB แต่ 8 KB ถูกใช้โดย Boot Loader
- พื้นที่แรม 8 KB
- พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM) 4 KB
- ความถี่คริสตัล 16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภาษาซี

ภาษาซี เป็นการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน สามารถประยุกต์ใช้กับงานต่างๆได้มากมาย ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมทางไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น โปรแกรม MATLAB (The MathWorks - MATLAB and Simulink for Technical Computing) ซึ่งเวลาใช้สามารถพิมพ์ชุดคำสั่งภาษาซีเพิ่มเข้าไปในโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ ประมวลผลทางสัญญาณไฟฟ้า ทางไฟฟ้าสื่อสารก็ได้ ทำให้ประสิทธิภาพของงานที่ทำดียิ่งขึ้นครับ และยังมีโปรแกรมอื่นๆ ที่มีภาษาซีประยุกต์ใช้กันอีกมากมาย ไม่สามารถนำมากล่าวได้หมด ถึงแม้ว่าภาษาซีอาจจะดูเก่าไปสำหรับคนอื่น แต่ผมว่าควรศึกษาภาษาซีที่เป็นรากฐานของภาษาอื่นๆ เสียก่อน เพราะภาษา C++ จาวา (Java) ฯลฯ และ ระบบลีนุกซ์ เป็นระบบที่ถูกพัฒนามาจากระบบยูนิกซ์ซึ่งก็เป็นที่รู้กันทั่วไปว่า ภาษาคู่บารมีของระบบปฏิบัติการตระกูลยูนิกซ์มีการพัฒนามาจากภาษาซีเช่นกัน

ภาษาซีเป็นภาษาที่บางคนเรียกว่าภาษาระดับกลาง คือไม่เป็นภาษาระดับต่ำแบบแอสเซมบลีหรือเป็นภาษาสูงแบบ เบสิค โคบอล ฟอร์แทรน หรือ ปาสคาล เนื่องจากคุณสามารถจะจัดการเกี่ยวกับเรื่องของพอยน์เตอร์ได้อย่างอิสระ และบางทีคุณก็สามารถควบคุมฮาร์ดแวร์ผ่านทางภาษาซี ได้ราวกับคุณเขียนมันด้วยภาษาแอสเซมบลี ด้วยข้อดีเหล่านี้เองทำให้โปรแกรมที่ถูกเขียนด้วยภาษาซีมีความเร็วในการปฏิบัติงานสูงกว่าภาษาทั่วๆไป แต่ก็ต้องแลกกับการเรียนรู้และการฝึกฝนอย่างหนัก

2.4.3.1 ประวัติความเป็นมาของภาษาซี

ภาษาซีเป็นภาษาที่ถือว่าเป็นทั้งภาษาระดับสูงและระดับต่ำ ถูกพัฒนาโดยเดนนิส ริดชี (Dennis Ritche) แห่งห้องทดลองเบลล์ (Bell Laboratories) ที่เมอร์รีฮิล มลรัฐนิวเจอร์ซี่ โดยเดนนิสได้ใช้หลักการของภาษา บีซีพีแอล (BCPL : Basic Combine Programming Language) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยเคน ทอมสัน (Ken Tomson) การออกแบบและพัฒนาภาษาซีของเดนนิส ริดชี มีจุดมุ่งหมายให้เป็นภาษาสำหรับใช้เขียนโปรแกรมปฏิบัติการระบบยูนิกซ์ และได้ตั้งชื่อว่า ซี (C) เพราะเห็นว่า ซี (C) เป็นตัวอักษรต่อจากบี (B) ของภาษา BCPL ภาษาซีถือว่าเป็นภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ ทั้งนี้เพราะ ภาษาซีมีวิธีใช้ข้อมูลและมีโครงสร้างการควบคุมการทำงานของโปรแกรมเป็นอย่างเดียวกับภาษาของโปรแกรมระดับสูงอื่นๆ จึงถือว่าเป็นภาษาระดับสูง ในด้านที่ถือว่าภาษาซีเป็นภาษาระดับต่ำ เพราะภาษาซีมีวิธีการเข้าถึงในระดับต่ำที่สุดของฮาร์ดแวร์ ความสามารถทั้งสองด้านของภาษานี้เป็นสิ่งที่เกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ความสามารถระดับต่ำทำให้ภาษาซีสามารถใช้เฉพาะเครื่องได้ และความสามารถระดับสูง ทำให้ภาษาซีเป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์ ภาษาซีสามารถสร้างรหัสภาษาเครื่องซึ่งตรงกับชนิดของข้อมูลนั้นได้เอง ทำให้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาซีที่เขียนบนเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง สามารถนำไปใช้กับอีกเครื่องหนึ่งได้ ประกอบกับการใช้พอยน์เตอร์ในภาษาซี นับได้ว่าเป็นตัวอย่างที่ดีของการเป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์

2.4.3.2 วิวัฒนาการของภาษาซี

ค.ศ. 1970 มีการพัฒนาภาษา B โดย Ken Thompson ซึ่งทำงานบนเครื่อง DEC PDP-7 ซึ่ง ทำงานบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไม่ได้ และยังมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่ (ภาษา B สืบทอดมาจาก ภาษา BCPL ซึ่งเขียนโดย Marth Richards)

ค.ศ. 1972 Dennis M. Ritchie และ Ken Thompson ได้สร้างภาษา C เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพภาษา B ให้ดียิ่งขึ้น ในระยะแรกภาษา C ไม่เป็นที่นิยมแก่นักโปรแกรมเมอร์โดยทั่วไป

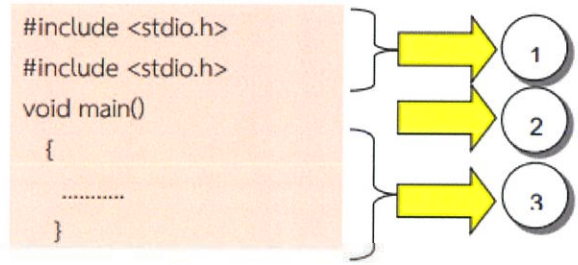
ค.ศ. 1978 Brian W. Kernighan และ Dennis M. Ritchie ได้เขียนหนังสือเล่มหนึ่งชื่อว่า The C Programming Language และหนังสือเล่มนี้ทำให้บุคคลทั่วไปรู้จักและนิยมใช้ภาษา C ในการเขียน โปรแกรมมากขึ้น

แต่เดิมภาษา C ใช้ Run บนเครื่องคอมพิวเตอร์ 8 bit ภายใต้ระบบปฏิบัติการ CP/M ระบบของ IBM PC ซึ่งในช่วงปี ค. ศ. 1981 เป็นช่วงของการพัฒนาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษา C จึงมี บทบาทสำคัญในการนำมาใช้บนเครื่อง PC ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา และมีการพัฒนาต่อมาอีกหลาย ๆ ค่าย ดังนั้นเพื่อกำหนดทิศทางการใช้ภาษา C ให้เป็นไปแนวทางเดียวกัน ANSI (American National Standard Institute) ได้กำหนดข้อตกลงที่เรียกว่า 3J11 เพื่อสร้างภาษา C มาตรฐานขึ้นมาเรียกว่า ANSI C

ค.ศ. 1983 Bjarne Stroustrup แห่งห้องปฏิบัติการเบล (Bell Laboratories) ได้พัฒนาภาษา C++ ขึ้นรายละเอียดและความสามารถของ C++ มีส่วนขยายเพิ่มจาก C ที่สำคัญ ๆ ได้แก่ แนวความคิดของการเขียนโปรแกรมแบบกำหนดวัตถุเป้าหมายหรือแบบ OOP (Object Oriented Programming) ซึ่งเป็นแนวการเขียนโปรแกรมที่เหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมขนาดใหญ่ที่มีความสลับซับซ้อนมาก มีข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมจำนวนมาก จึงนิยมใช้เทคนิคของการเขียนโปรแกรมแบบ OOP ในการพัฒนาโปรแกรมขนาดใหญ่ในปัจจุบันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.3 โครงสร้างโปรแกรมภาษาซี



รูปที่ 2.32 โครงสร้างของภาษาซี

โครงสร้างของโปรแกรมภาษาซีแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. **ส่วนหัวของโปรแกรม** ส่วนหัวของโปรแกรมนี้เรียกว่า Preprocessing Directive ใช้ระบุเพื่อบอกให้คอมไพเลอร์กระทำการใดๆ ก่อนการแปลผลโปรแกรม ในที่นี่คำสั่ง #include ใช้บอกกับคอมไพเลอร์ให้นำเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุ คือ stdio.h เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมด้วย โดยการกำหนด Preprocessing Directives นี้จะต้องขึ้นต้นด้วยเครื่องหมาย # เสมอ ค าสั่งที่ใช้ระบุให้คอมไพเลอร์น าเฮดเดอร์ไฟล์เข้าร่วมในการแปลโปรแกรม สามารถเขียนได้ 2 รูปแบบ คือ - #include คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไดเรกทอรีที่ใช้สำหรับเก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ (ปกติคือไดเรกทอรีชื่อ include) - #include “ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์” คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟที่ระบุจากไดเร็คทอรีเดียวกันกับไฟล์ Source Code นั้น แต่ถ้าไม่พบก็จะไปค้นหาไดเร็คทอรีที่ใช้เก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ
2. **ส่วนของฟังก์ชันหลัก** ฟังก์ชั่นหลักของภาษาซี คือ ฟังก์ชั่น main() ซึ่งโปรแกรมภาษาซีทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชั่นนี้อยู่ในโปรแกรมเสมอ จะเห็นได้จากชื่อฟังก์ชั่นคือ main แปลว่า “หลัก” ดังนั้น การเขียนโปรแกรมภาษาซีจึงขาดฟังก์ชั่นนี้ไปไม่ได้ โดยขอบเขตของฟังก์ชั่นจะถูกกำหนดด้วยเครื่องหมาย { และ } กล่าวคือ การทำงานของฟังก์ชั่นจะเริ่มต้นที่เครื่องหมาย { และจะสิ้นสุดที่เครื่องหมาย } ฟังก์ชั่น main() สามารถเขียนในรูปแบบของ void main(void) ก็ได้ มีความหมายเหมือนกัน คือ หมายความว่า ฟังก์ชั่น main() จะไม่มีอาร์กิวเมนต์ (argument) คือไม่มีการรับค่าใด ๆ เข้ามาประมวลผลภายในฟังก์ชั่นและจะไม่มีการคืนค่าใดๆกลับออกไปจากฟังก์ชั่นด้วย
3. **ส่วนของรายละเอียดโปรแกรม** เป็นส่วนของการเขียนคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.4 รูปแบบของการเขียนโปรแกรม

1. **ชนิดของข้อมูล** ประกอบไปด้วย

1.1) Character (char) ใช้ 1-byte บน Dos มีค่า -128 ถึง127 นิยมใช้เก็บตัวอักษร 1 ตัวอักษร

1.2) Integer (int) ใช้ 2-byte มีค่า -32768 ถึง 32767 และยังมี long ซึ่งคล้าย integer แต่เก็บด้วย ช่วงตัวเลขที่ยาวกว่าจึงกินเนื้อที่ ถึง 4 byte

1.3) Float ใช้ 2-byte ใช้เก็บตัวเลขทศนิยม และยังมี Double ซึ่งคล้าย Float แต่เก็บด้วยช่วงตัวเลขที่ยาวกว่าจึงกินเนื้อที่ถึง 4 byte

1.4) ในภาษา C จะไม่มีชนิดข้อมูลเป็น String แต่จะใช้สายของอักษร หรือ Array ของ char แทนความจริงแล้ว ชนิดของข้อมูลยังสามารถจำแนกไปได้อีกมาก แต่ในที่นี้ขอแนะนำเพียงเท่านี้ก่อน ก็เพียงพอ

2. **การประกาศตัวแปร**

ในภาษา C หากต้องการใช้ตัวแปร จะต้องทำการประกาศตัวแปรไว้ที่ส่วนบนก่อนที่จะถึงบรรทัดที่เป็นประโยคคำสั่ง การประกาศตัวแปรจะเป็นการบอก Compiler ว่าตัวแปรของเรานั้นเป็นตัวแปรชนิดใด

ตารางที่ 2.3 การประกาศตัวแปรชนิดต่างๆ

Data type	Keyword
Character	char
Integer	int
Float	float
Double	double

การประกาศตัวแปรมีรูปแบบ ดังนี้ Keyword list of variable ;

2.1) ฟังก์ชัน printf()

มีรูปแบบดังนี้ **printf ("control string" , variable list);**

โดย control string อาจจะเป็นตัวอักษร ข้อความ หรือ ตัวกำหนดชนิดข้อมูล (Specifier) ซึ่งใช้กำหนดชนิดข้อมูลที่จะพิมพ์ ตัวกำหนดข้อมูลที่ควรทราบมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ตัวกำหนดชนิดของข้อมูล

ตัวกำหนดชนิดข้อมูล	ความหมาย
%c	แทนตัวอักษร
%d	แทนเลขจำนวนเต็ม
%f	แทนเลขทศนิยม(float)
%1f	แทนเลขทศนิยม(double)
%s	แทนสตริงก์
%%	แทนเครื่องหมาย %

2.2) Input command

คำสั่งในการ input ที่ใช้ง่ายๆ ก็คือ คำสั่ง

scanf (" ตัวกำหนดชนิดข้อมูล", &ตัวแปร);

ยกตัวอย่างเช่น ต้องการรับค่า จำนวนเต็ม มาใส่ไว้ในตัวแปรที่ชื่อ number จะสั่งดังนี้

```
int number;
scanf("%d",&number); สำคัญอย่าลืมเครื่องหมาย &
```

หากรับตัวแปร 2 ตัว โดย รับค่า จำนวนเต็มไว้ในตัวแปรชื่อ num1 และ รับค่าจำนวนจริงไว้ในตัวแปร num2 ทำได้โดย

```
int num1,num2;
scanf("%d %f",&num1,&num2);
```

หากต้องการรับข้อความ Touchakorn ซึ่งก็คือ 10 character ทำได้โดย

```
char name[10];
scanf("%c",name);
```

จะสังเกตเห็นว่าที่คำสั่ง scanf อันหลังนี้ตรงตัวแปร name แต่ไม่มีเครื่องหมาย & ปรากฏอยู่ นั่นเป็นเพราะว่าเราได้ทำการกำหนดตัวแปร name ไว้เป็นตัวแปร array ชนิด character ดังนั้นการที่เราเรียกชื่อตัวแปรที่เป็น array นั่นก็หมายความว่าเราได้ทำการเรียก"ที่อยู่" ของตัวแปรกลุ่มนั้นไว้แล้วจึงไม่จำเป็นต้องใส่เครื่องหมาย & แต่อย่างใด นั่นเป็นการแสดงให้เห็นว่า เมื่อเราเรียกคำสั่ง scanf ตัวคำสั่งนี้จะทำการยัดค่าที่ผู้ใช้ ใส่ให้เก็บไว้ในตัวแปรตามที่อยู่ที่ให้ไว้นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

scanf("%d",&number);

เป็นการยัดค่าตัวแปร integer (รู้ได้จาก %d) ไว้ในที่อยู่(&)ของตัวแปรที่ชื่อ number และเรายังรู้อีกว่าโดยปกติการกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่เป็น array นั้นจำเป็นจะต้องมีการใส่ index ให้กับ ตัวแปรนั้นเสมอว่า จะเก็บไว้ใน array ช่องใด เช่นสมมติ ตัวแปรชนิด integer ชื่อ num[7] คือตัวแปรที่ชื่อ num ที่มีช่องสมาชิกย่อยทั้งหมด7ช่องด้วยกันโดย ตัวแปร num จะมีโครงสร้างดังนี้

num [0]	num [1]	num [2]	num [3]	num [4]	num [5]	num [6]

รูปที่ 2.33 แสดงการเก็บข้อมูล Array

และหากเราต้องการจะกำหนดค่าให้กับตัวแปร num ในแต่ละช่องสามารถทำได้โดย num[0]=10; หรือ num[1]=20; เป็นต้น นั่นคือการเขียนชื่อตัวแปรแล้วตามด้วย index ของตัวแปรนั้นว่าต้องการจะกำหนดค่า ของเราไว้ในช่องใดของ array num นั้น และที่เราต้องรู้อีกอย่างก็คือหากเราเรียกชื่อตัวแปร array เฉยๆ โดยไม่ได้ทำการใส่ index ให้กับตัวแปรนั้นเช่นเราเรียก num นั่นจะกลายเป็นการชี้ไปยังที่อยู่ของตัวแปร num ที่อยู่ใน หน่วยความจำของเครื่อง ตอนนี้อยากให้มองหน่วยความจำ เป็นช่องๆที่เรียงติดกันยาวมาก และเดิมทีการที่เราประกาศตัวแปรก็คือการที่ตัวชี้ชี้ลงไปยังช่องๆในหน่วยความจำนั้นอย่างสุ่มคือ เราก็ไม่รู้ว่าเมื่อเราประกาศตัวแปรแล้วมันจะไปชี้ที่ใดของหน่วยความจำมันจะทำการจองจำนวนช่องตามชนิดของตัวแปร เช่นถ้าประกาศตัวแปรชนิด integer มันอาจจะจองสัก 2 ช่องที่ติดกัน ถ้าประกาศตัวแปร double มันอาจจะจองสัก 4 ช่องติดกันเป็นต้น และหากเราจองตัวแปรชนิด array ที่เป็น integer ตามข้างต้น มันก็จะจองทั้งหมด 7 ช่องติดกัน โดยแต่ละช่องก็จะมีคุณสมบัติเป็นช่องของ integer ซึ่งอาจจะจอง 2 ช่องใน num[0] จนถึง num[6]

2.3) คำสั่ง for loop

for (ตัวนับ= i; เงื่อนไขที่จะให้ยังทำงานอยู่ใน loop; การเพิ่มหรือการลดตัวนับ)

```
{
        statement;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนอื่นต้องขออธิบายก่อนว่านี่คือโครงสร้างของ for loop โดยขอให้สังเกตบรรทัดแรกตรงที่มีคำสั่ง for แล้วให้ดูในวงเล็บ ปรากฏว่าตามรูปแบบมาตรฐานนั้น ในส่วนของวงเล็บหลังคำว่า for จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน

ส่วนแรกก็คือ การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับตัวนับ อาจจะงงว่าตัวนับที่พูดถึงคืออะไร ใน for loop นั้น จำเป็นจะต้องมีตัวนับอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งตัวนับนี้ จะเป็นตัวบอกเราว่า loop ของเรานั้นทำการวนซ้ำมาเป็นรอบที่เท่าไรแล้ว และในส่วนแรกนี้เราจำเป็นจะต้องมีการกำหนด ค่าเริ่มต้นให้กับตัวนับก่อน ในส่วนที่สอง เงื่อนไขที่จะให้ยังทำงานอยู่ใน loop นี้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการกำหนดว่าเมื่อตัวนับมีการวนซ้ำ ถึงจำนวนรอบเท่านั้นเท่านี้ก็จะให้หลุดจาก loop ในส่วนที่สาม การเพิ่มหรือการลดตัวนับ ตรงนี้สำคัญ ซึ่งจะเป็นส่วนที่ทำให้ ตัวนับของเรามีการเพิ่มค่าหรือลดค่า ในแต่ละรอบของการวนซ้ำเช่นอาจเพิ่มทีละหนึ่ง หรือ เพิ่มทีละ3 เป็นต้นหรืออาจจะลดทีละ 1 หรือลดทีละ 3 ก็แล้วแต่โปรแกรมจะกำหนด หลังจากวงเล็บที่อยู่หลัง for ก็จะมีเครื่องหมาย ปีกกาเพื่อให้เข้าสู่ส่วนของคำสั่ง ที่จะต้องทำหลังจากบรรทัด for ก็มาถึง statement ซึ่งจะเป็นส่วนที่ให้เราเขียนคำสั่งว่า ในแต่ละรอบนั้น เราจะให้โปรแกรมทำงานอะไร ซึ่งก็อาจมีได้หลายคำสั่ง บรรทัดสุดท้ายก็คือปีกกาปิดเพื่อจบโครงสร้าง for loop

2.4) คำสั่ง switch case

คำสั่ง switch...case ทำหน้าที่เหมือนคำสั่ง if โดยที่ switch...case ควบคุมการดำเนินการของโปรแกรมโดยให้โปรแกรมทำคำสั่งที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่าง ๆ คำสั่ง switch จะเปรียบเทียบค่าของตัวแปรในวงเล็บกับค่าที่ระบุไว้ในคำสั่ง case เมื่อคำสั่ง case พบค่าที่ตรงกัน จะมีการดำเนินการทำคำสั่งที่อยู่ใน case

break คือ การออกจากคำสั่ง switch และมักจะถูกนำมาใช้ในตอนท้ายของแต่ละ case หากไม่มีคำสั่ง break คำสั่ง switch จะยังคงดำเนินการต่อไป จนกระทั่งถึง break หรือจุดสิ้นสุดของคำสั่ง switch

ตัวอย่าง

```
switch (var) {
    case 1:  // ทำอะไรบางอย่างเมื่อ var มีค่าเท่ากับ 1
             break;
    case 2:  // ทำอะไรบางอย่างเมื่อ var มีค่าเท่ากับ 2
             break;
    default: // ถ้าไม่มีค่าตรงเลย ให้ทำตาม default
             // default สามารถมีหรือไม่มีก็ได
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการใช้งาน

```
switch (var) {
        case label:     //คำสั่ง
                        break;
        case label:     //คำสั่ง
                        break;
        default:        //คำสั่ง
            }
```

พารามิเตอร์

var: ตัวแปรที่จะถูกนำมาเทียบกับค่าใน case ต่างๆ

label: ค่าที่ถูกใช้เป็นตัวเทียบของแต่ละ case

2.5) คำสั่ง while loop

อีกหนึ่งโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกับ for loop ที่อธิบายมาข้างต้น นั่นก็คือ while loop ก่อนอื่นต้องขอบอกถึง ความแตกต่าง ที่เห็นได้ชัดเจนระหว่าง for loop กับ while loop เสียก่อน นั่นคือ เราจะเห็นได้ว่า for loop นั้น เราจะมีการบอกถึง ค่าเริ่มต้น ค่าสิ้นสุด ของตัววิ่ง(จากข้างต้นก็คือตัว i นั่นเอง) แต่ while loop นั้นจะบอกแค่เงื่อนไขการจบเท่านั้น ซึ่งถ้าใน for loop นั้น เงื่อนไขการจบก็คือ การที่ตัววิ่ง วิ่งถึงค่าสิ้นสุด ก็จะหลุดออกจาก loop for แต่ while loop ก็มีลักษณะคล้ายกันแต่อาจจะไม่เหมือนกันทั้งหมด รูปแบบโครงสร้างเป็นดังนี้

```
while (เงื่อนไขที่ทำให้ยังต้องเข้าไปใน loop)
    {
        statement;
    }
```

2.4.3.5 ลักษณะเด่นของภาษาซี

- เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาขึ้นใช้งานเพื่อเป็นภาษามาตรฐานที่ไม่ขึ้นกับโปรแกรมจัดระบบงานและไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์
- เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่อาศัยหลักการที่เรียกว่า "โปรแกรมโครงสร้าง" จึงเป็นภาษาที่เหมาะกับการพัฒนาโปรแกรมระบบ
- เป็นคอมไพเลอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ให้รหัสออบเจ็กต์สั้น ทำงานได้รวดเร็ว เหมาะกับงานที่ต้องการความรวดเร็วเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีความคล่องตัวคล้ายภาษาแอสแซมบลี ภาษาซีสามารถเขียนแทนภาษาแอสแซมบลีได้ดี ค้นหาที่ผิดหรือ แก้โปรแกรมได้ง่าย ภาษาซีจึงเป็นภาษาระดับสูงที่ทำงานเหมือนภาษาระดับต่ำ
- มีความคล่องตัวที่จะประยุกต์เข้ากับงานต่างๆ ได้เป็นอย่างดี การพัฒนาโปรแกรม เช่น เวิร์ดโพรเซสซิ่ง สเปรดชีต ดาตาเบส ฯลฯ มักใช้ภาษาซีเป็นภาษาสำหรับการพัฒนา
- เป็นภาษาที่มีอยู่บนเกือบทุกโปรแกรมจัดระบบงาน มีในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 8 บิต ไปจนถึง 32 บิต เครื่องมินิคอมพิวเตอร์ และเมนเฟรม
- เป็นภาษาที่รวมข้อดีเด่นในเรื่องการพัฒนา จนทำให้เป็นภาษาที่มีผู้สนใจมากมายที่จะเรียนรู้หลักการของภาษา และวิธีการเขียนโปรแกรม ตลอดจนการพัฒนางานบนภาษานี้

2.4.3.6 ลักษณะด้อยของภาษาซี

- เป็นภาษาที่เรียนรู้ยาก
- การตรวจสอบโปรแกรมทำได้ยาก
- ไม่เหมาะกับการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการออกรายงานที่มีรูปแบบซับซ้อนมากๆ

2.5 OLED Display 128x64

OLED (Organic Light-Emitting Diode) Display เป็นจอแสดงผลกราฟิกประเภทหนึ่งที่สร้างจากวัสดุ “สารกึ่งตัวนำอินทรีย์” (Organic Semiconductor) มีลักษณะเป็นชั้นบางๆ อยู่ระหว่างขั้วบวก (Anode) และขั้วลบ (Cathode) และสามารถเปล่งแสงได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เรียกกระบวนการนี้ว่า อิเล็คโทรลูมิเนเซนส์ (Electroluminescence) จอภาพ OLED มีข้อดีซึ่งแตกต่างจากจอแสดงผล LCD (Liquid Crystal Display) ทั่วไปคือ ไม่ต้องมีวงจรที่สร้างแสง Backlight ดังนั้นจึงมีความหนาน้อยกว่าและเบากว่า ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ นอกจากนั้นจะไม่มีการเปล่งแสงในบริเวณที่ต้องการให้เป็นสีดำ ในปัจจุบันอุปกรณ์อย่างเช่น โทรทัศน์, สมาร์ทโฟน (Smartphones), แท็บเล็ต (Tablets) ได้เริ่มเปลี่ยนไปใช้จอภาพแบบ OLED กันมากขึ้น ซึ่งในที่นี้กล่าวถึง การทดลองใช้งานโมดูลจอแสดงผลกราฟิกแบบ OLED ขนาดเล็ก ซึ่งมีขนาด 128x64 พิกเซล ให้แสงเพียงสีเดียว (Monochrome) โดยทดลองเขียนโค้ดและใช้งานร่วมกับบอร์ด Arduino และใช้วิธีเชื่อมต่อแบบบัส I2C และ SPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

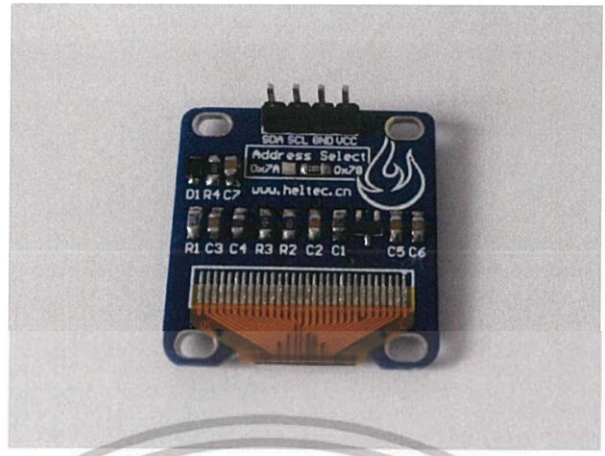
โมดูล OLED ที่ได้เลือกมาทดลองใช้งาน สามารถแสดงผลได้แบบสีเดียว (Monochrome) มีขนาดจอภาพ 0.96" ความละเอียด 128x64 พิกเซล ซึ่งถือว่ามีขนาดเล็ก และใช้แรงดันไฟเลี้ยง +3.3V แม้ว่าจะมีขนาดเล็กแต่ก็เหมาะสำหรับนำไปใช้กับระบบ Embedded Systems ที่ต้องการส่วนแสดงผลกราฟิกขนาดเล็ก มีพื้นที่จำกัด เป็นต้น ภายในโมดูลมีชิป SSD1306 เป็นตัวควบคุมการทำงาน สามารถเชื่อมต่อกับโมดูลโดยใช้บัส SPI หรือ I2C ถ้าต้องการแสดงข้อความ จะต้องมีข้อมูลสำหรับสร้างตัวอักษร (FONT) แต่ละตัวซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ Bitmap เก็บไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น เก็บไว้ในหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมที่เรียกว่า Program Memory (เป็นแบบ Flash Memory) เพื่อประหยัดการใช้พื้นที่ใน SRAM ของไมโครคอนโทรลเลอร์

การจัดการหน่วยความจำภายในของ SSD1306 ที่เรียกว่า Graphic Display Data RAM (GDDRAM) สำหรับขนาด 128x64 พิกเซล แบ่งเป็น Column และ Page ซึ่งมีทั้งหมด 128 คอลัมน์ (หมายเลข 0..127) และมีทั้งหมด 8 เพจ (หมายเลข 0.7) แต่ละเพจ จะประกอบด้วย 8 บรรทัด ดังนั้นจึงมี 8x8 = 64 บรรทัด (Rows) การแสดงผลของจอภาพขึ้นอยู่กับค่าบิต (0 หรือ 1) สำหรับแต่ละพิกเซลที่ได้เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำ GDDRAM

การสื่อสารข้อมูลกับชิป SSD1306 ทำได้โดยผ่านบัส SPI หรือ I2C โดยต้องส่งคำสั่ง (Command) เพื่อกำหนดค่าต่างๆในการทำงาน (ศึกษารายละเอียดได้จาก Datasheet ของผู้ผลิต) เช่น คำสั่ง Turn on/off Display คำสั่งเลือกรูปแบบ Memory Addressing mode คำสั่งกำหนดค่า Start Address และ End Address สำหรับ Column และ Page เป็นต้น และการเขียนข้อมูล (Data) เป็นการเขียนข้อมูลลงใน GDDRAM

รูปที่ 2.34 ตัวอย่าง 0.96" 128x64 OLED Display Module แบบ I2C (ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 รูปแสดงตัวอย่าง 0.96" 128x64 OLED Display Module แบบ I2C (ด้านหลัง)

2.6 Transistor

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญ มีหน้าที่ในการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าคล้ายๆ กับไดโอด ซึ่งนอกจากจะควบทิศทางการไหลได้แล้ว ยังสามารถควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าได้ด้วย โดยความสามารถดังกล่าวเกิดขึ้นได้เพราะสารกึ่งตัวนำภายใน

2.6.1 ประเภทของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์แบ่งตามการเรียงตัวกันของสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ภายในตัวถัง ซึ่งทรานซิสเตอร์แบบพื้นฐานจะมีสารกึ่งตัวนำวางเรียงกัน 3 ชั้น แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ NPN และ PNP

2.6.1.1 NPN

สารกึ่งตัวนำของทรานซิสเตอร์ประเภทนี้ ประกอบด้วยสารชนิด N 2 ตัวและชนิด P 1 ตัววางตัวสลับกันหรืออาจเรียกได้ว่า (Negative-Positve-Negative)

2.6.1.2 PNP

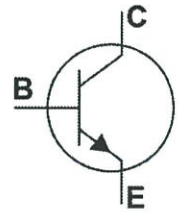
สารกึ่งตัวนำของทรานซิสเตอร์ประเภทนี้ ประกอบด้วยสารชนิด P 2 ตัวและชนิด N 1 ตัววางตัวสลับกัน (*Positve-Negative-Positve*)

2.6.2 ขาต่างๆและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์แบบพื้นฐานจะมีขา 3 ขา ได้แก่ ขา C หรือ Collector, ขา E หรือ Emitter และขา B หรือ Base (ขาคอนโทรล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.1 สัญลักษณ์ของ NPN



รูปที่ 2.36 โครงสร้าง Transistor แบบ NPN

แบบ NPN หัวลูกศรมีทิศจาก C ไป E หมายถึงในสภาวะทำงานปกติ กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก C ไป E (E เป็นกราวด์)

2.6.2.2 สัญลักษณ์ของ PNP

รูปที่ 2.37 โครงสร้าง Transistor แบบ PNP

แบบ PNP หัวลูกศรมีทิศจาก E ไป C หมายถึงในสภาวะทำงานปกติ กระแสไฟฟ้าจะไหลจาก E ไป C (C เป็นกราวด์)

2.6.3 หลักการทำงานของทรานซิสเตอร์

2.6.3.1 หลักการทำงานของ NPN Transistor

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยที่ขา B ทรานซิสเตอร์ก็จะอยู่ในสภาวะทำงาน ซึ่งจะยอมให้กระแสไฟฟ้าที่มากกว่าหลายเท่าไหลผ่านขา C ไปยังขา E ได้ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าที่ขา B เลย ทรานซิสเตอร์จะอยู่ในสภาวะ Cut-Off คือจะบล็อคไม่ให้กระไสไฟฟ้าไหลผ่านขา C ไป E ได้ (แบบ NPN ขา E ทำหน้าที่เป็นกราวด์)

2.6.3.2 หลักการทำงานของ PNP Transistor

จะตรงข้ามกับแบบ NPN คือ ขา C จะทำหน้าที่เป็นกราวด์แทน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยที่ขา B จะเกิดการบล็อคไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากขา E ไป C ได้ แต่เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าที่ขา B หรือกระแสไฟฟ้าติดลบ ก็จะยอมให้กระแสไฟฟ้าที่มากกว่าไหลผ่านจากขา E ไปขา C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 Mode การทำงานของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์มีโหมดการทำงานอยู่หลักๆ 4 โหมด ได้แก่

2.6.4.1 Active Mode

คือ โหมดที่มีการทำงาน ซึ่งในโหมดนี้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขา CE จะเป็นสัดส่วนกับกระแสไฟฟ้าที่ขา B คือยิ่งกระแสไฟฟ้าที่ขา B มีค่ามาก กระแสที่ CE ก็จะมีค่ามาก แต่จะไม่เกินแหล่งจ่าย Vcc

2.6.4.2 Cut-Off Mode

คือ โหมดที่ไม่มีการทำงาน ไม่มีกระแสที่ขา B จึงไม่มีกระแสที่ CE ด้วย เปรียบเสมือนเป็นวงจรเปิด

2.6.4.3 Saturation Mode

คือ โหมดอิ่มตัว คล้ายกับ Active Mode แต่ในโหมดนี้คือการที่กระแสไฟฟ้าที่ขา B มากจนอิ่มตัว เป็นผลให้ CE ได้รับกระแสมากที่สุดคือ จะได้รับแรงดันจากแหล่งจ่ายโดยตรง (แรงดัน CE มีค่าเท่ากับแรงดัน Vcc) เปรียบเสมือนทรานซิสเตอร์ Shot Circuit ซึ่งเป็นโหมดที่นิยมใช้ เพราะ LOAD จะได้รับกระแสสูงสุด

2.6.4.4 Reverse-Active Mode

คล้ายกับ Active Mode เช่นกัน แต่ในโหมดนี้กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขา E ไปขา C

2.7 Micro SD Card Adapter

โมดูล (Micro SD Card Adapter) เป็น SD โมดูลอ่านการ์ด Micro ผ่านระบบไฟล์และไดร์เวอร์อินเตอร์เฟซ SPI มีหน้าที่บันทึกข้อมูลลง SD Card เก็บ Data Logger โดยใช้ร่วมกับ Arduino มี Library มาตรฐานพร้อมใช้งาน สามารถใช้งานได้ง่าย

2.7.1 คุณสมบัติ

- รองรับการ์ด Micro SD, SDHC การ์ด Micro (การ์ดความเร็วสูง)
- ออนบอร์ดวงจรแปลงระดับคือระดับอินเตอร์เฟซที่สามารถ 5V หรือ 3.3V
- แหล่งจ่ายไฟเป็น 4.5V ~ 5.5V, ควบคุมแรงดันไฟฟ้า 3.3V วงจรบอร์ด

2.7.2 อินเตอร์เฟซรายละเอียด

- **อินเตอร์เฟซการควบคุม :** ทั้งหมดหกขา (GND, VCC, MISO, MOSI, SCK, CS), GND กับพื้น, VCC สำหรับแหล่งจ่ายไฟ, MISO, MOSI, SCK เป็นบัส SPI, CS เป็นชิปเลือกสัญญาณขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า :** LDO กำลังระดับชิปแปลงผลผลิต 3.3V, Micro SD card
- **วงจรแปลงระดับ :** MicroSD card เพื่อส่งสัญญาณทิศทางการแปลง 3.3V, อินเตอร์เฟซการ์ด MicroSD ที่จะควบคุมทิศทางของสัญญาณ MISO จะถูกแปลงเป็น 3.3V, ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ทั่วไปสามารถอ่านสัญญาณได้

2.7.3 การเชื่อมต่อกับ Arduino ATmega 2560

ตารางที่ 2.5 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Pin ของ MicroSD Card Module กับ Arduino Atmega 2560

MicroSD Card Module	Arduino Atmega 2560
CS	Pin 53
SCK	Pin 52
MOSI	Pin 51
MISO	Pin 50
VCC	5V
GND	GND

2.8 SD Card (Secure Digital Card)

SD Card หรือ Secure Digital Card เป็น Flash Memory ประเภทหนึ่ง นิยมนำมาใช้กับอุปกรณ์พกพาขนาดเล็กต่างๆ หลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์มือถือ, กล้องดิจิตอล หรือเครื่องพีดีเอ โดยที่ SD Card นั้นพัฒนาขึ้นมาอยู่บนพื้นฐานของการ์ดหน่วยความจำแบบ MMC Card โดยจะมีความกว้างและยาวเท่ากัน นั่นคือมีความยาว 32 มิลลิเมตร และกว้าง 24 มิลลิเมตร แต่จะมีความหนาที่มากกว่า MMC Card อยู่เล็กน้อย นั่นคือมีความหนา 2.1 มิลลิเมตร โดยทาง บริษัท Toshiba ได้เพิ่มความสามารถทางด้านฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่เข้ารหัสข้อมูลเข้าไปในเทคโนโลยีเดิมของ MMC Card และยังใส่เทคนิคพิเศษที่เรียกว่า DRM (Digital Rights Management) ซึ่งเป็นตัวจัดการเกี่ยวกับเรื่องของลิขสิทธิ์ของข้อมูลมาให้ นอกจากนั้นที่ด้านข้างของ SD Card ยังมีสวิตช์ล็อคสำหรับป้องกันการเขียนข้อมูลทับเอาไว้ให้อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตาม SD Card ก็ยังมีข้อเสียเปรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MMC Card อยู่บ้าง เช่นเรื่องของการสูญเสียพื้นที่ข้อมูลไปโดยเปล่าประโยชน์ กล่าวคือในกรณีของ SD Card ในทุกๆ 64 MB จะมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ข้อมูลไปประมาณ 1.5 MB ในขณะที่ MMC Card ในทุกๆ 64 MB จะมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ข้อมูลไปเพียงประมาณ 0.5 MB เท่านั้น ซึ่งถือว่าต่างกันมากราวๆ 3 เท่าเลยทีเดียวและเนื่องจาก SD Card เป็นหน่วยความจำชนิดหนึ่งที่กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เชื่อว่าหลายคนคงจะเคยเห็นหรือใช้งาน SD Card กันมาบ้าง ไม่ว่าพวกกล้องดิจิตอล , เครื่องเล่นเพลง MP3 , กล้องวีดีโอ และ SD Card ก็ยังแบ่งได้หลายแบบ ซึ่งการเลือก SD Card ให้เข้ากับอุปกรณ์ของเรานั้นก็มีความสำคัญอย่างมาก การแบ่งสเปกให้เข้ากับการใช้งานเป็นดังนี้

2.8.1 **ประเภทของการ์ดตามความจุของ Micro SD Card**

- **SD:** Standard Capacity (SD ความจุมากที่สุดอยู่ที่ 16 GB)
- **SDHC:** Standard Capacity High Capacity (SDHC ความจุมากที่สุดอยู่ที่ 32 GB)
- **SDXC:** Standard Capacity extended Capacity (SDXC ความจุมากที่สุดอยู่ที่ 2 TB)

2.8.2 **Class of Memory Card**

Class ของการ์ดมีหลากหลาย ได้แก่ Class 2, 4, 6 และ 10 โดยตัวเลขเหล่านี้มีความหมายถึงอัตราการส่งผ่านข้อมูลต่ำสุดของการ์ดนั้น ๆ เช่น การ์ด Class 2 อัตราการเขียนและอ่านข้อมูลอยู่ที่ 2 MB/s และการ์ด Class 10 อัตราการอ่านและเขียนอยู่ที่ 10 MB/s

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราการส่งข้อมูลของ Memory Card ในแต่ละ Class

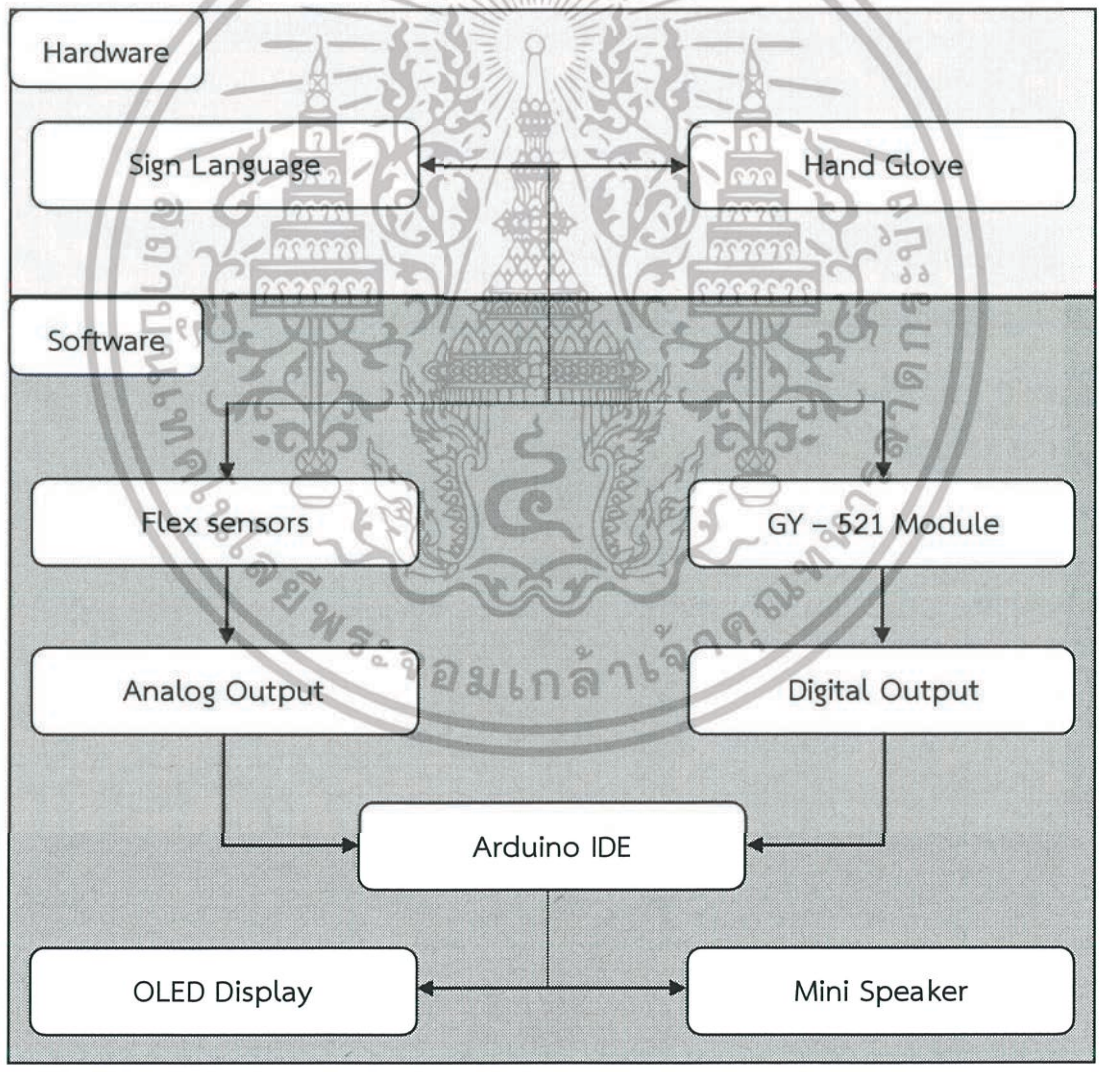
Class	Minimum Speed
2	2 MB/s
4	4 MB/s
6	6 MB/s
8	8 MB/s
10	10 MB/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการและการออกแบบ

การดำเนินการจัดทำโครงงานวิจัยเกี่ยวกับภาษามือที่ใช้ในการสื่อสารครั้งนี้ จะแสดงถึงการใช้งาน Flex Sensor วัดความโค้งงอของนิ้วมือ การใช้โมดูลเซนเซอร์ GY-521 (MPU6050) วัดความเอียงและการเคลื่อนไหวของมือ การใช้ Arduino ATmega 2560 เป็น Microcontroller ในการแปลงค่าจากเซนเซอร์เพื่อนำมาใช้งาน การแสดงผลผ่านจอ OLED และ Mini Speaker

การดำเนินงานสามารถแบ่งการทำงานได้ 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และ ส่วนของซอฟต์แวร์ โดยแผนผังการทำงานของโครงงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 3.1



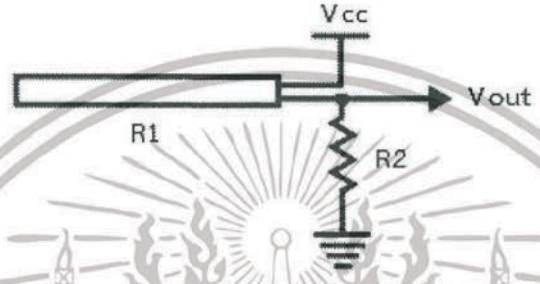
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนของซอฟต์แวร์

3.1.1 Flex Sensor

Flex Sensor ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนความโค้งงอของนิ้วเป็นค่าความต่างศักย์โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานภายใน Flex Sensor และใช้หลักการแบ่งแรงดันทางไฟฟ้า (Voltage Divider) เพื่อใช้หาค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R_1 และ R_2 ตามรูปของวงจร Flex Sensor ดังนี้

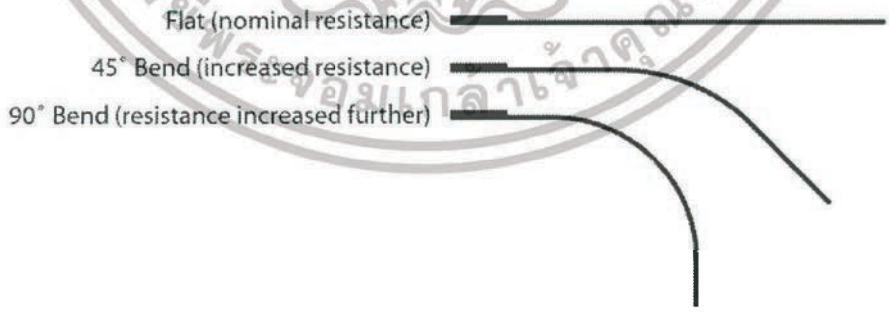


รูปที่ 3.2 วงจรแบ่งแรงดันของ Flex Sensor

สามารถคำนวณหาค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R_1 ได้จากสมการ ดังนี้

$$V_{out} = V_{in} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad \text{(สมการที่ 3.1)}$$

ค่าความต้านทานของ Flex Sensor (R_1) ที่สามารถวัดได้จากการโค้งงอ Flex Sensor องศาต่างๆ ได้ตามตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.3 แสดงการองศาการงอของ Flex Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าความต้านทานของ Flex Sensor (R_1)

มุม / นิ้ว	นิ้วโป้ง	นิ้วชี้	นิ้วกลาง	นิ้วนาง	นิ้วก้อย
0 องศา	32.5 KΩ	35.8 KΩ	26.2 KΩ	22.5 KΩ	24.8 KΩ
90 องศา	110.0 KΩ	81.2 KΩ	51.2 KΩ	50.7 KΩ	57.9 KΩ

กำหนดความต้านทานที่จะนำมาแบ่งแรงดันไฟฟ้าคือ R_2 = 10 KΩ และหาค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R_1 ตามสมการที่ 3.1 ซึ่งจะแสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่าความต่างศักย์ของนิ้วมือตามองศาการงอของนิ้วมือ ดังนี้

$$V_{out} = V_{in} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

ให้ V_{in} = 5 V

$$V_{out} = 5\ x\ \frac{32.5\ K\Omega}{32.5\ K\Omega + 10\ K\Omega}$$

$$V_{out} = 3.8235\ V$$

ได้ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R_1 ตามตารางที่ 3.2 ดังนี้

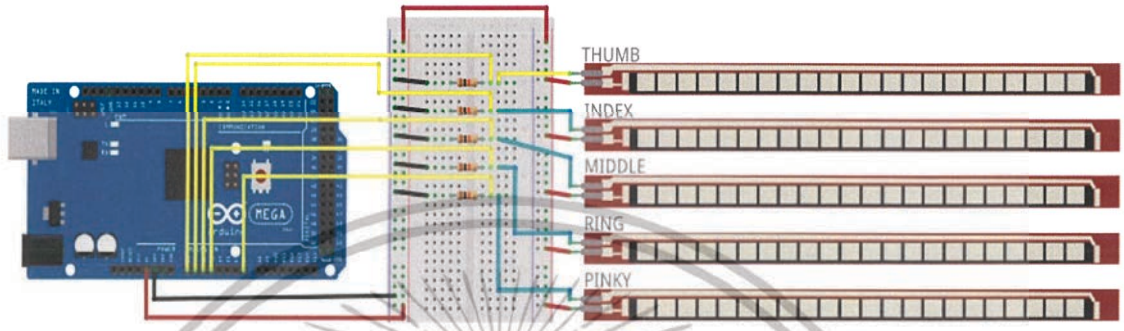
ตารางที่ 3.2 ค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม R_1

มุม / นิ้ว	นิ้วโป้ง	นิ้วชี้	นิ้วกลาง	นิ้วนาง	นิ้วก้อย
0 องศา	3.8235 V	3.9083 V	3.6188 V	3.4615 V	3.5632 V
90 องศา	4.5833 V	4.4517 V	4.1830 V	4.1763 V	4.2636 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.1 การใช้งาน Arduino ATmega 2560 ร่วมกับ Flex Sensor

การใช้ Arduino Atmega 2560 ในการรับค่าจาก Flex Sensor และแปลงค่าที่ได้เพื่อนำไปใช้งาน โดยการทำงานจะใช้คำสั่งภาษาซีและไลบรารีในการอ่านค่าดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อ Flex Sensor ร่วมกับ Arduino Atmega 2560

```
const int PinTHUMB   = A0;
const int PinINDEX   = A1;
const int PinMIDDLE  = A2;
const int PinRING    = A3;
const int PinPINKY   = A7;
```

กำหนดตัวแปร const int ที่จะรับค่าจาก flex sensor ทั้งหมด 5 นิ้วให้เป็นค่าคงที่ เข้าที่ขา pin analog ของ Arduino A0 - A5

```
int THUMB    = 0;
int INDEX    = 0;
int MIDDLE   = 0;
int RING     = 0;
int PINKY    = 0;
```

กำหนดตัวแปร int ให้เซนเซอร์ทั้ง 5 นิ้ว เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นให้มีมีค่าเท่ากับ 0

```
int MinTHUMB    = 1023;
int MinINDEX    = 1023;
int MinMIDDLE   = 1023;
int MinRING     = 1023;
int MinPINKY    = 1023;
```

กำหนดตัวแปร int เก็บค่าค่าสูงสุดและต่ำสุดของเซนเซอร์ทั้ง 5 นิ้ว โดยค่า Min = 1023 และค่า Max = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int MaxTHUMB        = 0;
int MaxINDEX        = 0;
int MaxMIDDLE       = 0;
int MaxRING         = 0;
int MaxPINKY        = 0;
void setup () {
   Serial.begin(115200);
}
void loop () {
THUMB = analogRead(PinTHUMB);
INDEX   = analogRead(PinINDEX);
MIDDLE = analogRead(PinMIDDLE);
RING    = analogRead(PinRING);
PINKY   = analogRead(PinPINKY);
//ใช้คำสั่ง map แปลงค่าที่เก็บไว้ใน sensor เป็นค่า 0 – 511 และเก็บค่าไว้ที่ sensor ใหม่
THUMB = map (THUMB, MinTHUMB, MaxTHUMB, 0, 511);
INDEX   = map (INDEX, MinINDEX, MaxINDEX, 0, 511);
MIDDLE = map (MIDDLE, MinMIDDLE, MaxMIDDLE, 0, 511);
RING    = map (RING, MinRING, MaxRING, 0, 511);
PINKY   = map (PINKEY, MinPINKY, MaxPINKY, 0, 511);

Serial.println (THUMB);
Serial.println (INDEX);
Serial.println (MIDDLE);
Serial.println (RING);
Serial.println (PINKY);
delay (1000);
}
```

Void setup กำหนดค่าความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล เท่ากับ 115200

ใช้คำสั่ง analogRead ในการอ่านค่าจากเซนเซอร์ และเก็บค่าไว้ที่ sensorValue ของแต่ละนิ้ว

เป็นส่วนของการแสดงค่าของแต่ละเซนเซอร์ที่เก็บค่าไว้ใน sensorValue โดยใช้คำสั่ง Serial.print และ Serial.println โดยจะแสดงผลแบบเว้นบรรทัดโดยระยะเวลาการแสดงแต่ละค่าจะห่าง 1000 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 GY – 521

GY – 521 เป็นโมดูลเซนเซอร์วัดความเอียงและการเคลื่อนที่ เป็นแบบ 6 DoF คือ 3 แกนของ Accelerometer และ 3 แกนของ Gyroscope โดยการอ่านค่าจะแบ่งออกเป็นค่าที่อ่านจากเซนเซอร์ และค่าที่อ่านแบบละเอียด Digital Motion Processor หรือ DMP ในส่วนของงานวิจัยจะเลือกใช้ Accelerometer ในการบอกค่าความเอียงหรือการหมุนเป็นองศา ณ ตำแหน่งของการเปลี่ยนแปลงของมือโดยตัวชิปประมวลผลจะเปรียบเทียบการเอียงหรือหมุนกับค่า g ของโลก ซึ่งจะเลือกการอ่านค่าแบบ DMP ค่าของแกนหมุนจะอยู่ในรูปของ Roll, Pitch และ Yaw โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

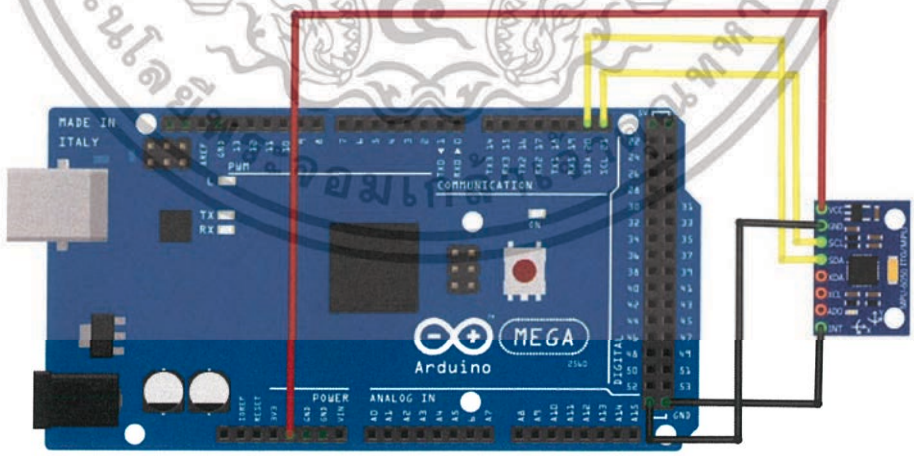
$$\text{Pitch} = \arctan\left(\frac{y}{\sqrt{x^2+z^2}}\right) \quad \text{(สมการที่ 3.2)}$$

$$\text{Roll} = \arctan\left(\frac{-x}{z}\right) \quad \text{(สมการที่ 3.3)}$$

เนื่องจากมุม Yaw นั้นตัวตรวจวัดชนิดนี้ไม่สามารถวัดค่าได้ เพราะการเคลื่อนที่แบบ Yaw ไม่ทำให้ค่าความเร่งของตัวตรวจวัดความเร่งเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับความเร่งของแรงโน้มถ่วงโลก จึงไม่นำมุม Yaw มาใช้ในการหาความเอียง

3.1.2.1 การใช้งาน Arduino Atmega 2560 ร่วมกับ GY – 521

การใช้ Arduino Atmega 2560 ในการรับค่าจาก GY – 521 โดยการใช้คำสั่งและไลบรารีในการคำนวณหาค่าความเอียงแกน Roll และ Pitch ได้ดังนี้



รูปที่ 3.5 แสดงการต่อ GY – 521 ร่วมกับ Arduino Atmega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <Wire.h>
#include <MPU6050.h>
MPU6050 mpu;
void setup ()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Initialize MPU6050");
  while (! Mpu.begin(MPU6050_SCALE_2000DPS, MPU6050_RANGE_2G))
        {
   Serial.println("Could not find a valid MPU6050 sensor, check wiring!");
   delay (500);
        }
}
void loop ()
{
  Vector normAccel = mpu.readNormalizeAccel();
  //เป็นส่วนของการคำนวณ Roll and Pitch
  int pitch = -(atan2(normAccel.Xaxis, sqrt (normAccel.Yaxis*normAccel.Yaxis +
              normAccel.Zaxis*normAccel.Zaxis)) *180.0)/M_PI;
  int roll  = (atan2(normAccel.Yaxis, normAccel.Zaxis) *180.0)/M_PI;

  Serial.print(" Pitch = ");Serial.print(pitch);
  Serial.print(" Roll = ");Serial.println(roll);
  delay (10);
}
```

เป็นส่วนของการแสดงค่าของแต่ละเซนเซอร์ที่เก็บค่าไว้ใน pitch และ roll โดยใช้คำสั่ง Serial.print และ Serial.println โดยจะแสดงผลแบบไม่เว้นบรรทัดโดยระยะเวลาการแสดงแต่ละค่าจะห่าง 10 ms

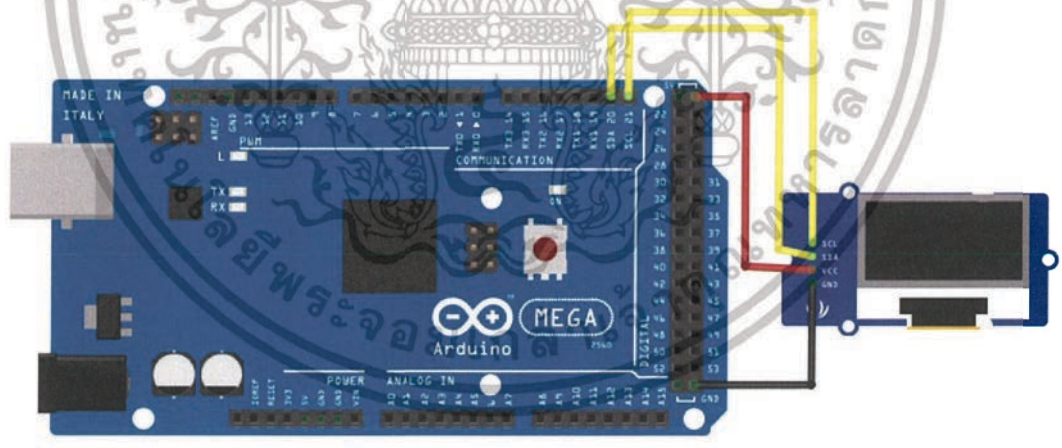
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 จอ OLED Display

จอ OLED Display เป็นจอที่สามารถแสดงผลได้สีเดียวโดยมีความละเอียด 128 x 64 พิกเซล มีขนาด 0.96 นิ้ว ลักษณะการแสดงผลตัวอักษรจะเป็นสีขาวและพื้นหลังจอภาพเป็นสีดำ การใช้งานจะใช้ร่วมกับ Arduino ในการกำหนดคำสั่งเพื่อให้แสดงตัวอักษรร่วมกับการใช้ไลบรารีสำเร็จรูปของรุ่น OLED Display ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงการต่อขา Pin ต่างๆของ OLED Display กับ Arduino Atmega 2560

Pin OLED Display	Pin Arduino Atmega 2560
Vcc	5 V
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL



รูปที่ 3.6 แสดงการต่อจอ OLED Display ร่วมกับ Arduino Atmega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include “dw_font.h”

Adafruit_SSD1306 display;

extern dw_font_info_t
font_th_sarabunpsk_regular40;
dw_font_t myfont;
void draw_pixel(int16_t x, int16_t y)
{
  display.drawPixel(x, y, WHITE);
}
void clear_pixel(int16_t x, int16_t y)
{
  display.drawPixel(x, y, BLACK);
}
void setup () {
  uint16_t width = 0;
  Serial.begin(115200);
  display.begin(
        SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  display.clearDisplay();
  display.display();
  dw_font_init (&myfont,
        128,64,draw_pixel,
        clear_pixel);
```

เรียกไลบรารี ชื่อ Wire.h, SPI.h, Adafruit_GFX.h, Adafruit_SSD1306.h และ dw_font.h เข้ามาใช้ในโปรแกรม

สร้าง object Adafruit_SSD1306 เพื่อควบคุม display

เป็นการทำ extern structure ของตัวอักษรภาษาไทยที่จะใช้งาน

เป็นการกำหนดเพื่อสั่งให้จอ วาดจุดสีขาวตามตำแหน่งตัวแปร x, y ออกไปยังจอที่ใช้งาน

กำหนดขาดหน้าจอ OLED ขนาด 128 x 64 pixel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 dw_font_setfont(&myfont, &font_th_
                    sarabunpsk_regular40);
  dw_font_goto (&myfont, 10, 60);
  dw_font_print (&myfont, "สวัสดีครับ");
  display.display();
}
void loop () {

}
```

ทำการเซ็ตฟอนต์ที่จะใช้งานให้กับ Library โดยตำแหน่งการแสดงผลกำหนดเป็นพิกัดจุด x, y ที่ 10, 60 เพื่อแสดงข้อความตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ในคำสั่ง print

3.1.4 Mini Speaker และ Micro SD Card Module

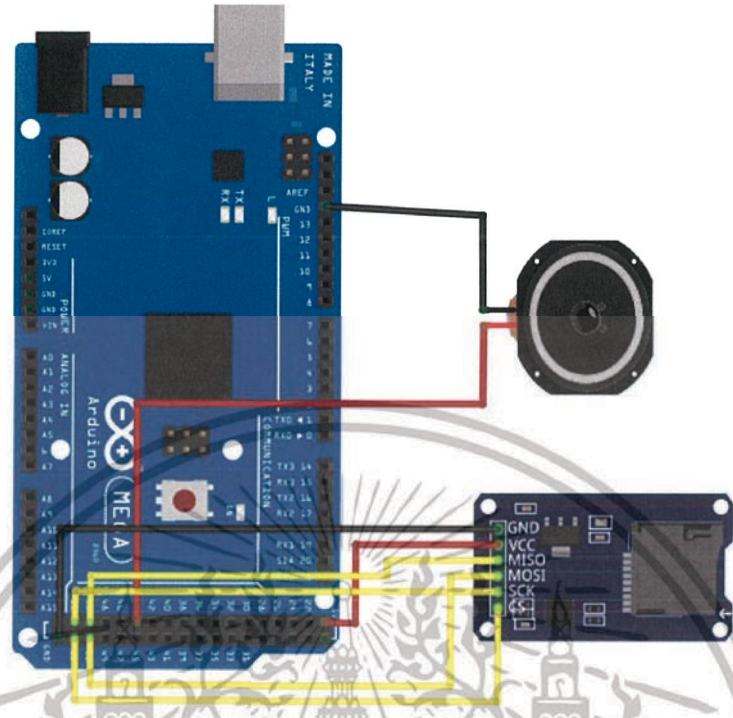
การใช้ Mini Speaker เพื่อเปลี่ยนภาษามือเป็นคำพูดโดยใช้ร่วมกับ MicroSD Card Module ในการดึงไฟล์เสียงจาก Micro SD Card ที่บันทึกเสียงเป็นไฟล์นามสกุล .wav ที่ความถี่ของสัญญาณ 32000 เฮิร์ต จำนวน 8 บิต และ ช่องเสียงใช้เป็นแบบ Stereo

3.1.4.1 การใช้งาน Arduino Atmega 2560 ร่วมกับ Mini Speaker และ MicroSD Card Module

ตารางที่ 3.4 แสดงการต่อขา Pin ต่างๆของ Mini Speaker และ MicroSD Card Module กับ Arduino Atmega 2560

Pin SD Card Modul	Pin Arduino Atmega 2560
CS	53
SCK	52
MOSI	51
MISO	50
Vcc	5 V
GND	GND
Mini Speaker	**Pin Arduino Atmega 2560**
Vcc	44
GND	GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อ Mini Speaker และ MicroSD Card Module ร่วมกับ Arduino Atmega 2560

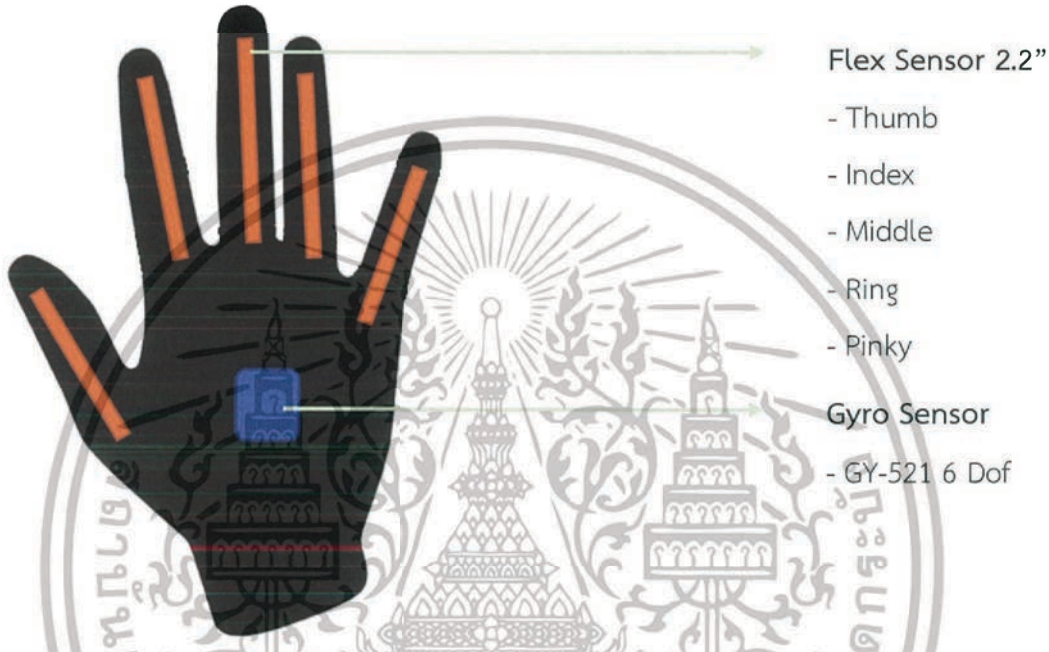
```
#include <SimpleSDAudio.h>
void setup () {
Serial.begin(9600);
SdPlay.setSDCSPin(53);
  // Init SdPlay and set audio mode and activate autoworker
  if (! SdPlay.init(SSDA_MODE_FULLRATE | SSDA_MODE_MONO |
SSDA_MODE_AUTOWORKER)) {
    while (1); // Error while initialization of SD card -> stop.
  }
}
Void loop () {
(! SdPlay.setFile(“a.wav”));
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์

3.2.1 ประดิษฐ์ถุงมือ

ทำการติด Flex Sensor จำนวน 5 ตัว และ Gyro Sensor จำนวน 1 ตัว เข้ากับถุงมือ โดยการวางตำแหน่งของ Sensor เป็นไปดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงตัวอย่างการวาง Flex Sensor และ GY-521 กับถุงมือ

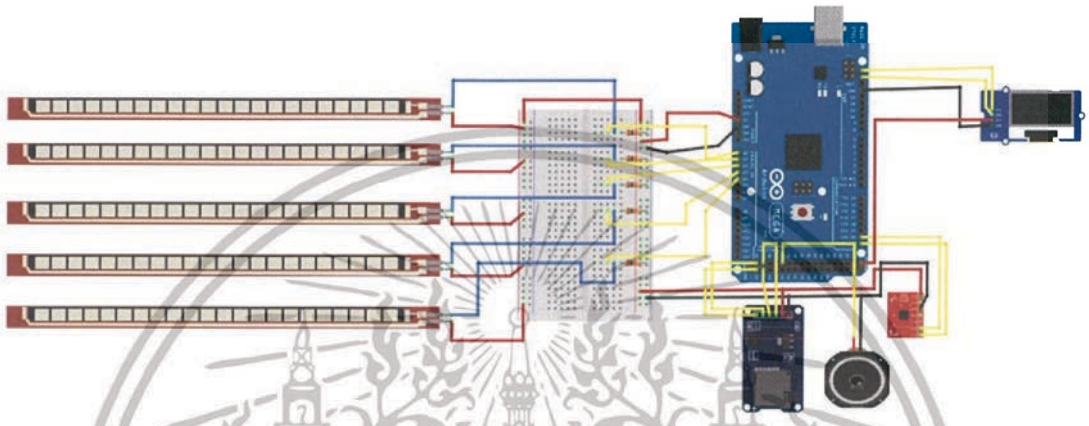
หลังจากทำการติด Flex Sensor และ Gyro Sensor เข้ากับถุงมือแล้ว จะได้ถุงมือต้นแบบออกมาดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 แสดงการวาง Flex Sensor และ GY-521 กับถุงมือ

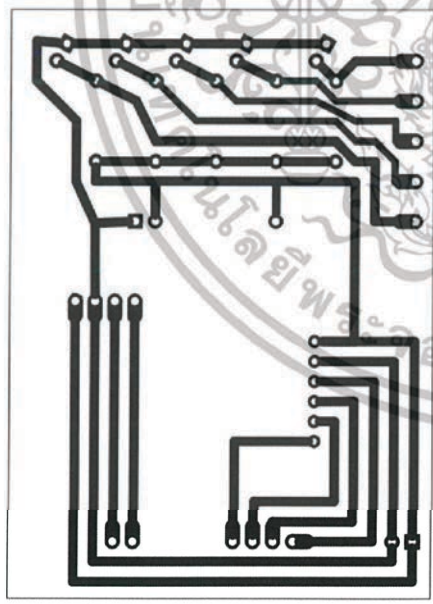
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ออกแบบแผ่นวงจร

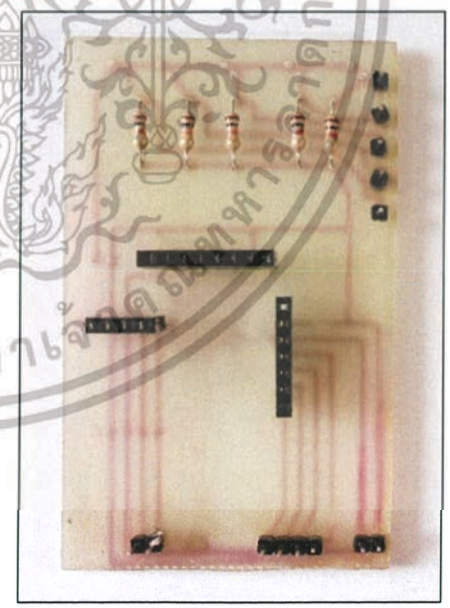
ใช้โปรแกรม fritzing ในการออกแบบวงจร เนื่องจากโปรแกรมนี้มีอุปกรณ์ที่จะใช้งานค่อนข้างครบ โดยขั้นตอนการต่อเซนเซอร์ต่างรวมเข้าด้วยกันโดยทำการต่อตาม Pin ต่างๆที่ได้อธิบายไว้ข้างต้นแล้ว เมื่อได้ตัวอย่างของวงจรก็นำแผ่นลายวงจรที่ได้ไปทำการกัดแผ่นปริ้น จะได้ดังนี้



รูปที่ 3.10 แสดงการใช้งานเซนเซอร์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยเพื่อนำไปทำลายแผ่นปริ้น



รูปที่ 3.11 แสดงลายวงจร(ด้านหลัง)



รูปที่ 3.12 แสดงแผ่นวงจรเมื่อทำการกัดแผ่นปริ้น(ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

เมื่อทำการออกแบบและจัดทำถุงมือช่วยสื่อสารแล้ว คณะผู้จัดทำได้ทำการทดสอบถุงมือโดยการทำภาษามือเป็นพยัญชนะไทยจำนวน 30 ตัวอักษรและคำพื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวันจำนวน 12 คำ เพื่อดูความแม่นยำของตัวอักษรและคำที่จะแสดงผ่านทางจอแสดงผลและ Mini Speaker ซึ่งทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ต่อ 1 ตัวอักษร/คำ โดยผลการทดสอบจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของตารางแสดงค่า Flex Sensor ส่วนของตารางแสดงความถูกต้องแม่นยำ และส่วนของการแสดงลักษณะกราฟของตัวอักษรและคำ

4.1 ส่วนของตารางแสดงค่า Flex Sensor และ GY-521 Module

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลค่าของ Flex Sensor ทั้ง 5 ตัว และ ค่า Pitch – Roll ในลักษณะของการทำภาษามือในหมวดของพยัญชนะไทย 30 ตัว

Data / ภาษามือ	Thumb	Index	Middle	Ring	Pinky	Roll	Pitch	Display
ก	439	406	389	479	486	-152	-63	ก
ข	472	407	480	478	483	-166	-63	ข
ค	451	407	388	475	482	-154	-68	ค
ง	428	403	477	450	475	103	-33	ง
จ	467	465	473	473	397	-175	-55	จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ภาษามือ \ Data	Thumb	Index	Middle	Ring	Pinky	Roll	Pitch	Display
ญ	422	476	477	474	394	-171	-59	ญ
	472	407	480	478	483	-166	-63	
ฎ	445	410	468	477	484	-146	-68	ฎ
	472	407	480	478	483	-166	-63	
ฐ	444	474	481	480	485	-155	-65	ฐ
	451	407	388	475	482	-154	-68	
ณ	429	475	475	476	484	-27	-70	ณ
	472	407	480	478	483	-166	-63	
ด	445	410	468	477	484	-146	-68	ด
ต	444	474	481	480	485	-155	-65	ต
ถ	444	474	481	480	485	-155	-65	ถ
	472	407	480	478	483	-166	-63	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Data / ภาษามือ	Thumb	Index	Middle	Ring	Pinky	Roll	Pitch	Display
ท	444	474	481	480	485	-155	-65	ท
	467	410	404	475	475	98	-39	
น	429	475	475	476	484	-27	-70	น
บ	476	410	400	366	389	-172	-71.8	บ
ป	428	404	386	465	482	11	36	ป
	472	407	480	478	483	-166	-63	
ผ	428	404	386	465	482	11	36	ผ
	451	407	388	475	482	-154	-68	
ฝ	467	458	398	368	410	-167	-71	ฝ
	472	407	480	478	483	-166	-63	
พ	428	404	386	465	482	11	36	พ
ฟ	467	458	398	368	410	-167	-71	ฟ
ม	466	470	476	475	491	-5	-57	ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Data / ภาษามือ	Thumb	Index	Middle	Ring	Pinky	Roll	Pitch	Display
ย	422	476	477	474	394	-171	-59	ย
ร	465	407	461	446	479	-167	-66	ร
ล	417	411	482	479	483	-146	-65	ล
ว	464	412	394	366	490	-168	-75	ว
ศ	473	472	480	479	485	-160	-61	ศ
	472	407	480	478	483	-166	-63	
ษ	473	472	480	479	485	-160	-61	ษ
	451	407	388	475	482	-154	-68	
ส	473	472	480	479	485	-160	-61	ส
ห	467	410	404	475	475	98	-39	ห
อ	418	474	477	456	480	-162	-61	อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

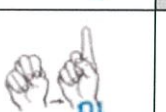
ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลค่าของ Flex Sensor ทั้ง 5 ตัว และ ค่า Pitch – Roll ในลักษณะของการทำภาษามือในหมวดของคำพื้นฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวันจำนวน 12 คำ

Data / ภาษามือ	Thumb	Index	Middle	Ring	Pinky	Roll	Pitch	Display
	456	401	474	474	470	-161	-52	เข้าใจ
	460	474	474	467	478	93	-44	เสียใจ
	408	475	475	452	459	-4	-16	ฉัน
	436	407	481	476	479	94	-13	ชอบ
	441	446	456	449	460	117	-46	รัก
	402	404	479	465	450	106	-50	หิว
	463	401	476	477	486	103	-24	คุณ
	444	422	402	372	401	96	-58	สวัสดี
	409	410	396	370	385	177	-64	ขอบคุณ
	407	475	476	471	460	105	-26	สบายดี
	420	408	391	367	392	-117	-8	ไม่สบาย
	399	396	389	366	393	13	-17	ขอโทษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

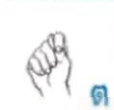
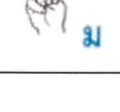
4.2 ส่วนของตารางแสดงความถูกต้องแม่นยำ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของตัวอักษรจากการทดสอบจำนวน 10 ครั้งต่อ 1 ตัวอักษร

ภาษามือ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%ความถูกต้อง
ก	ก	ก	ก	ก	ก	ก	ก	ก	ก	ก	100%
ข	ข	ข	ข	ข	ข	ข	ข	ข	ข	ข	100%
ค	ค	ค	ค	ค	ผ	ค	ค	ค	ค	ห	80%
ง	ง	ง	ง	ง	ง	ง	ง	ง	ง	ง	100%
จ	จ	จ	จ	จ	จ	จ	จ	จ	จ	จ	100%
ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	ญ	100%
ฎ	ฎ	ฎ	ฎ	ฎ	ฎ	ล	ฎ	ฎ	ฎ	ฎ	100%
ฐ	ฐ	ฐ	ฐ	ฐ	ฐ	ฐ	ษ	ฐ	ฐ	ฐ	100%
 ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	ณ	100%
ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	ด	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ภาษามือ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%ความถูกต้อง
 ต	ต	ต	ต	ต	ต	ต	ต	ต	ต	ต	100%
ถ	ถ	ศ	ถ	ศ	ถ	ถ	ศ	ถ	ถ	ถ	70%
ท	ท	ท	ท	ท	ท	ท	ท	ต	ท	ท	90%
น	น	น	ม	ม	ม	น	น	น	น	น	70%
บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	บ	100%
ป	ป	ป	ป	ช	ป	ป	ป	ช	ป	ป	80%
ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	พ	ผ	ผ	ผ	ผ	ผ	100%
ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	ฝ	100%
พ	พ	พ	พ	พ	พ	พ	พ	พ	พ	พ	100%
ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	ฟ	100%
 ม	ม	ม	ม	ม	ม	ม	ม	ม	ม	ม	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ภาษามือ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%ความถูกต้อง
ย	ย	ย	ย	ย	ย	ย	ย	ย	ย	ย	100%
ร	ร	ร	ร	ร	ร	ร	ร	ร	ร	ห	90%
ล	ล	ล	ล	ล	ล	ล	ล	ล	ล	ล	100%
ว	ว	ว	ว	ว	ว	ว	ว	ว	ว	ว	100%
ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	ศ	100%
ษ	ษ	ษ	ษ	ษ	ษ	ษ	ฐ	ฅ	ษ	ษ	80%
ส	ส	ส	ส	ส	ส	ส	ส	ส	ส	ส	100%
ห	ห	ห	ห	ห	ห	ห	ห	ห	ห	ห	100%
อ	อ	อ	อ	อ	อ	อ	อ	อ	อ	อ	100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางจะเห็นว่าตัวอักษรส่วนใหญ่มีความถูกต้องแม่นยำถึง 100% ในขณะที่มีเพียงบางตัวอักษรเท่านั้นที่มีความถูกต้องแม่นยำน้อยกว่า 100% ได้แก่ ค ถ ท น ป ร และ ษ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าตัวอักษรเหล่านี้มีความถูกต้องแม่นยำประมาณ 70 – 90% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ตารางที่ 4.4 แสดงลการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของคำพื้นฐานทั้ง 12 คำ จากการทดสอบจำนวน 10 ครั้งต่อ 1 คำ

ครั้งที่ / คำ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%ความถูกต้อง
สวัสดี	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
ขอบคุณ	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	90%
เสียใจ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
ขอโทษ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
สบายดี	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	90%
คุณ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
ฉัน	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
หิว	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
ไม่สบาย	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
รัก	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
เข้าใจ	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	90%
ชอบ	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	90%

จากตารางจะเห็นว่าคำส่วนใหญ่มีความถูกต้องแม่นยำถึง 100% ในขณะที่มีเพียงบางคำเท่านั้นที่มีความถูกต้องแม่นยำน้อยกว่า 100% ได้แก่ ขอบคุณ สบายดี เข้าใจ และชอบ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าคำเหล่านี้มีความถูกต้องแม่นยำประมาณ 90% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนของการแสดงลักษณะกราฟ

4.3.1 ลักษณะกราฟของตัวอักษร

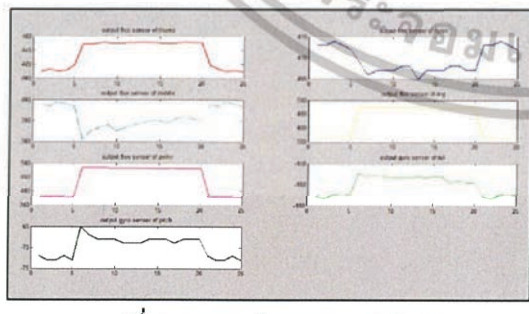
การแสดงกราฟของตัวอักษร จะเกิดจากการทำภาษามือที่เฉพาะสำหรับพยัญชนะต่างๆ แล้วนำค่าที่ได้จาก Flex Sensor ทั้ง 5 นิ้ว รวมถึงค่า Pitch และ Roll ของ GY-521 Module มา Plot โดยมีการกำหนดให้

นิ้วโป้ง	แทนเส้นกราฟสีแดง
นิ้วชี้	แทนเส้นกราฟสีน้ำเงิน
นิ้วกลาง	แทนเส้นกราฟสีฟ้า
นิ้วนาง	แทนเส้นกราฟสีเหลือง
นิ้วก้อย	แทนเส้นกราฟสีชมพู
Pitch	แทนเส้นกราฟสีดำ
Roll	แทนเส้นกราฟสีเขียว

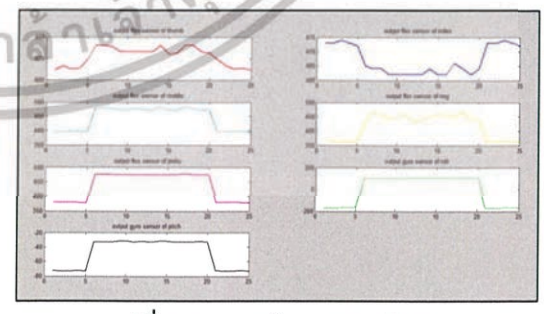
ลักษณะกราฟของตัวอักษรแต่ละตัวเป็นดังนี้

รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะกราฟ “ก”

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะกราฟ “ข”

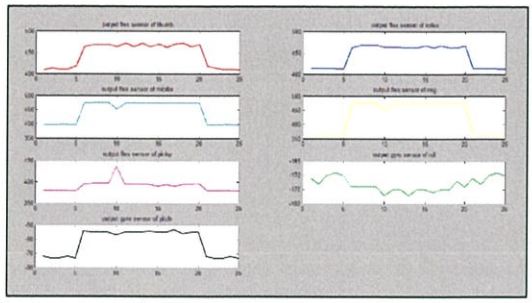


รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะกราฟ “ค”

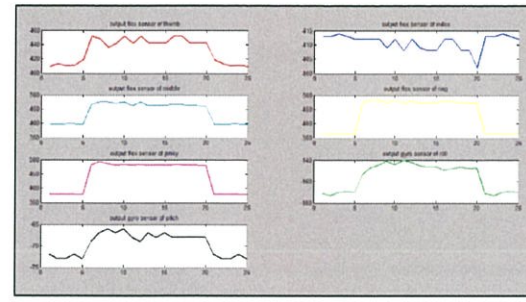


รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะกราฟ “ง”

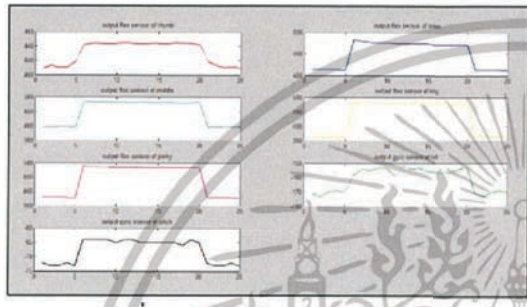
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



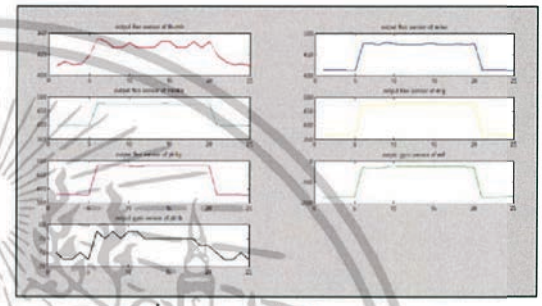
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะกราฟ “จ”



รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะกราฟ “ด”



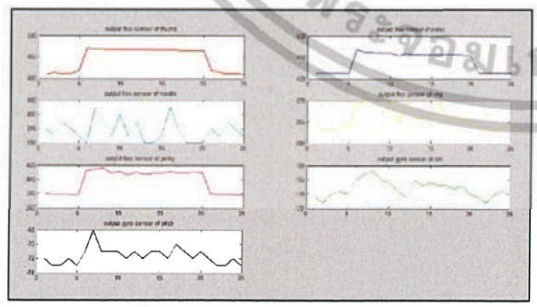
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะกราฟ “ต”



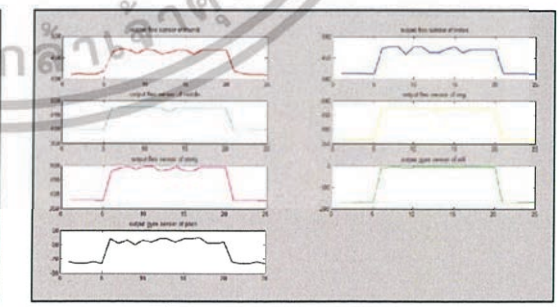
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะกราฟ “น”

รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะกราฟ “บ”

รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะกราฟ “พ”

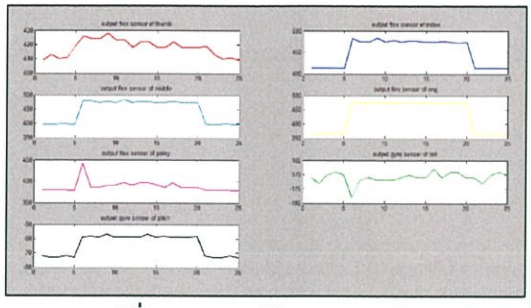


รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะกราฟ “ฟ”

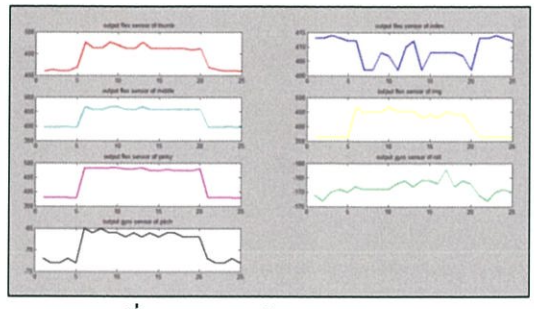


รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะกราฟ “ม”

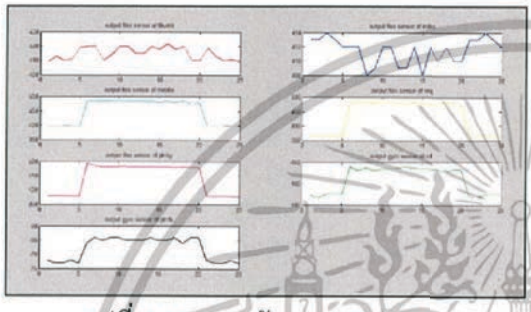
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



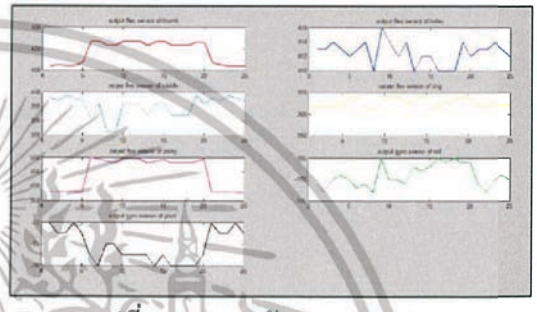
รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะกราฟ “ย”



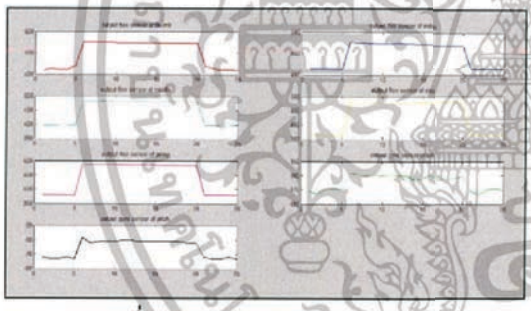
รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะกราฟ “ร”



รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะกราฟ “ล”

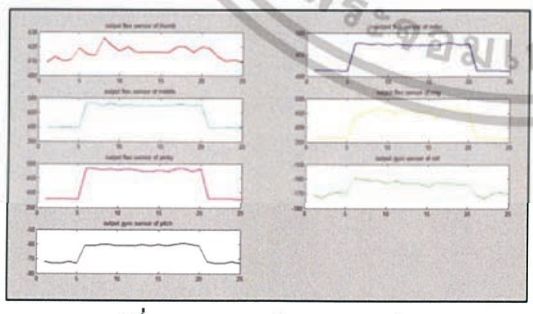


รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะกราฟ “ว”



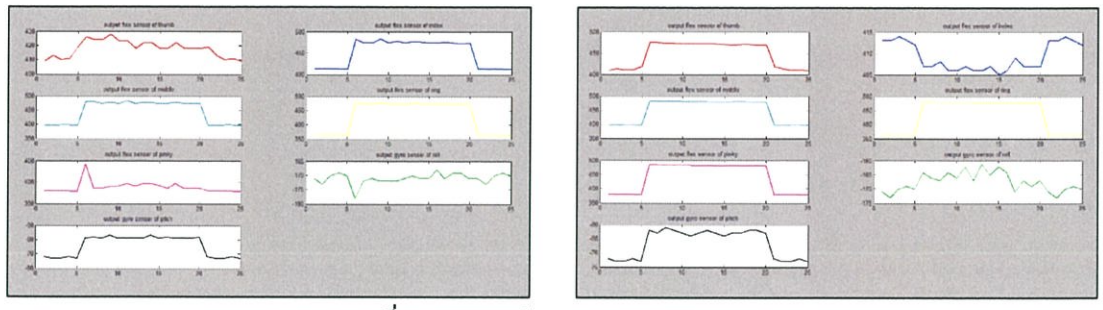
รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะกราฟ “ส”

รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะกราฟ “ห”

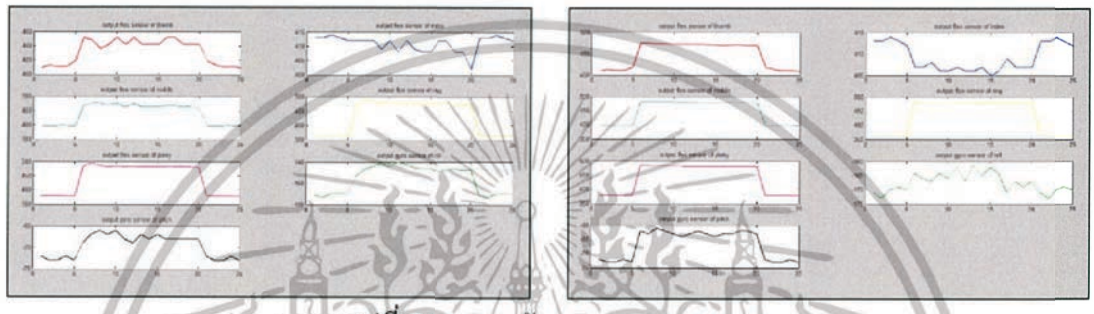


รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะกราฟ “อ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

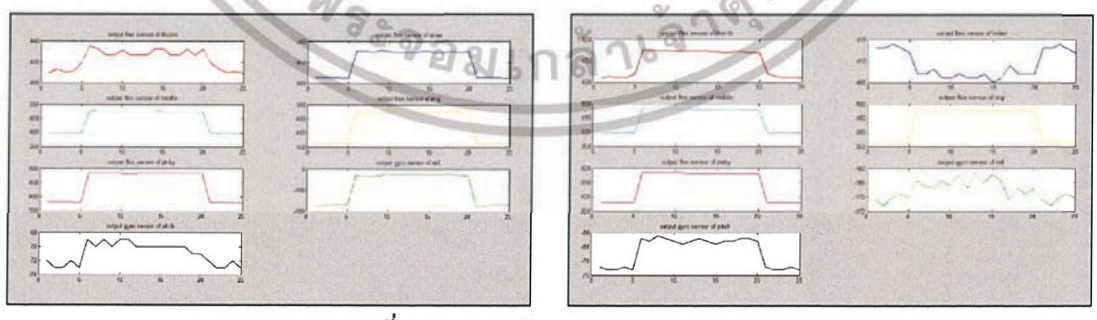


รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะกราฟ “ญ” (ย+ข)



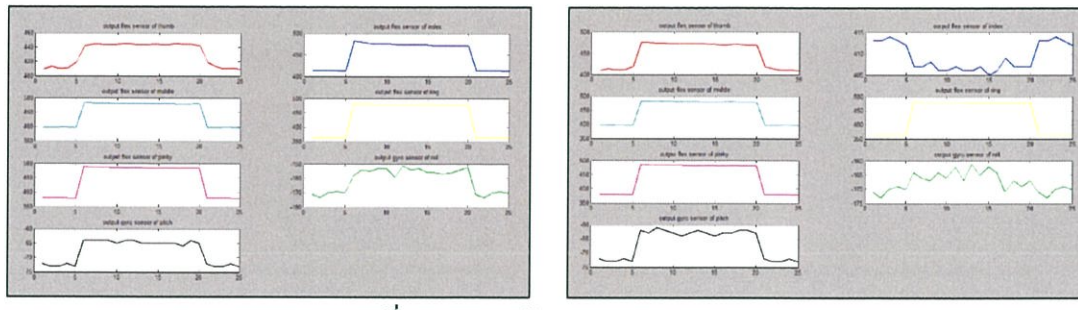
รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะกราฟ “ฎ” (ด+ข)

รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะกราฟ “ฐ” (ต+ค)

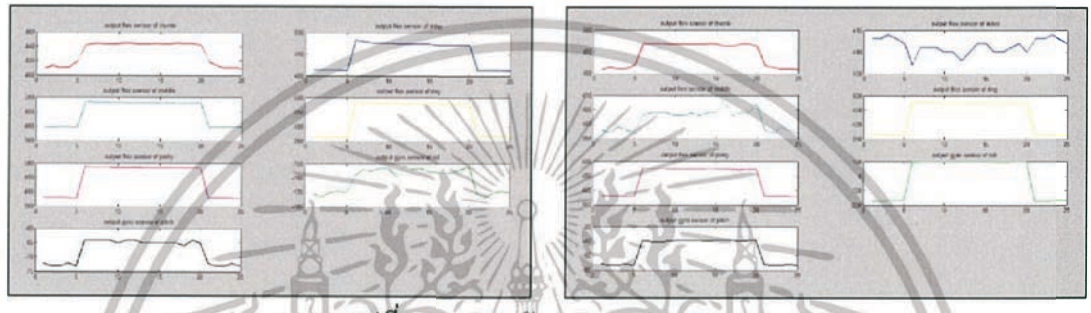


รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะกราฟ “ณ” (น+ข)

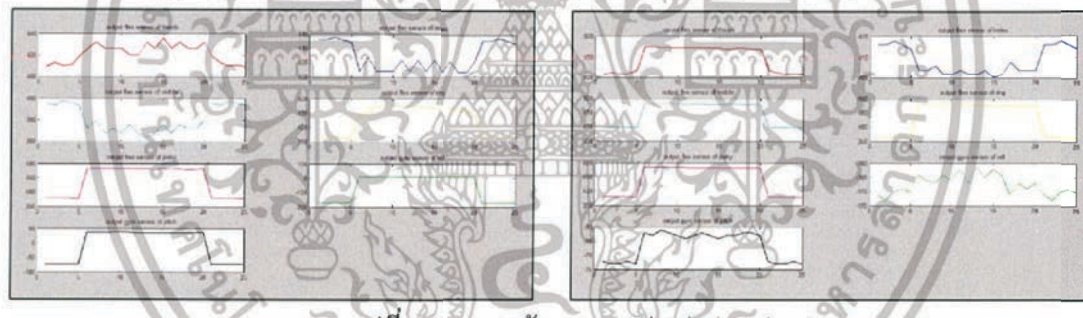
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



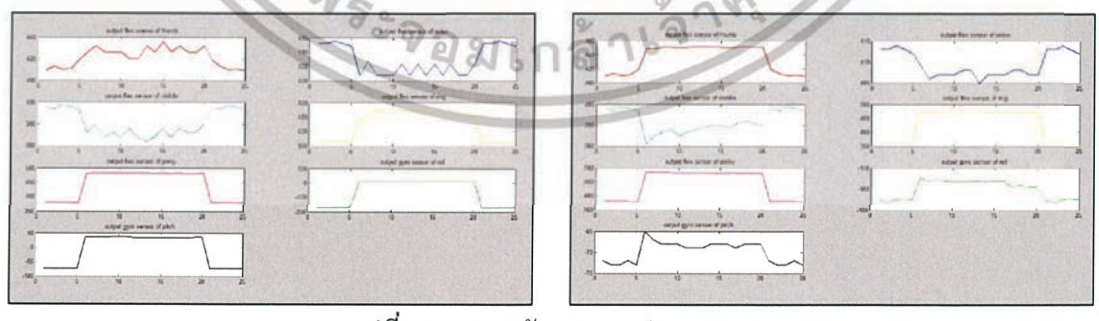
รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะกราฟ “ฤ” (ต+ข)



รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะกราฟ “ท” (ต+ห)

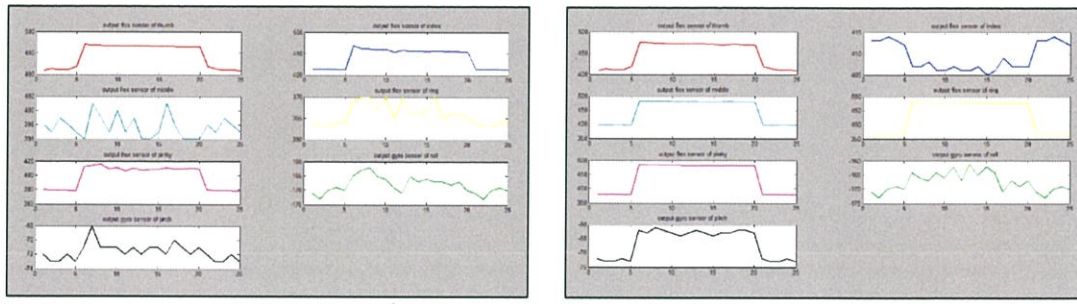


รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะกราฟ “ป” (พ+ข)

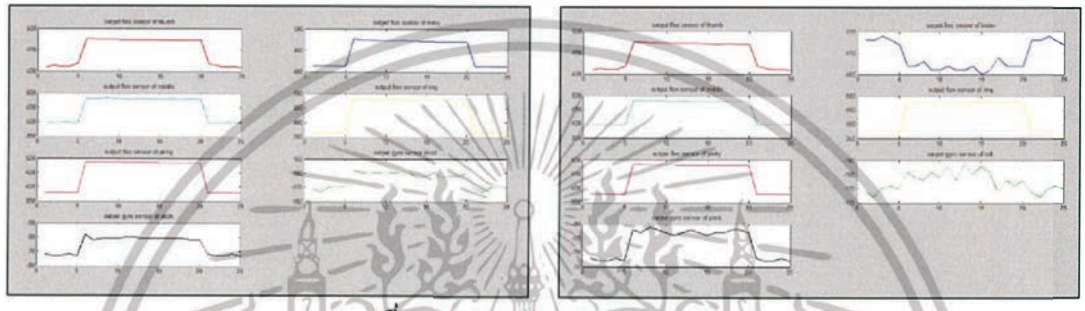


รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะกราฟ “ผ” (พ+ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะกราฟ “ฝ” (ฟ+ข)



รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะกราฟ “ศ” (ส+ข)

รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะกราฟ “ษ” (ส+ค)

4.3.2 ลักษณะกราฟของคำ

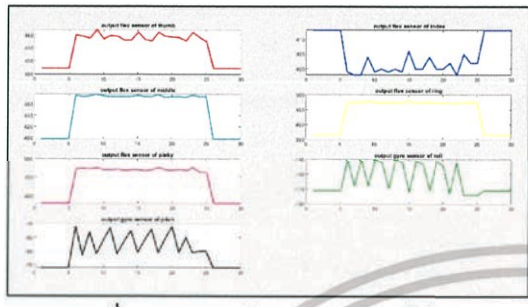
การแสดงกราฟของคำ จะเกิดจากการทำภาษามือในลักษณะต่างๆ แล้วนำค่าที่ได้จาก Flex Sensor ทั้ง 5 นิ้ว รวมถึงค่า Pitch และ Roll ของ GY-521 Module มา Plot โดยมีการกำหนดให้

นิ้วโป้ง	แทนเส้นกราฟสีแดง
นิ้วชี้	แทนเส้นกราฟสีน้ำเงิน
นิ้วกลาง	แทนเส้นกราฟสีฟ้า
นิ้วนาง	แทนเส้นกราฟสีเหลือง
นิ้วก้อย	แทนเส้นกราฟสีชมพู
Pitch	แทนเส้นกราฟสีดำ

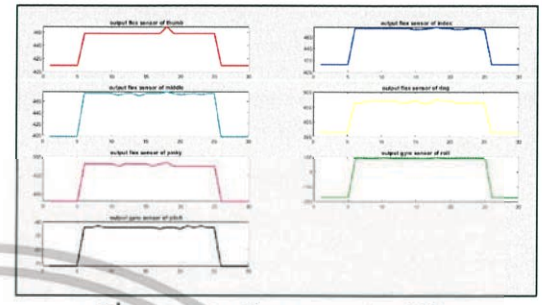
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Roll แทนเส้นกราฟสีเขียว

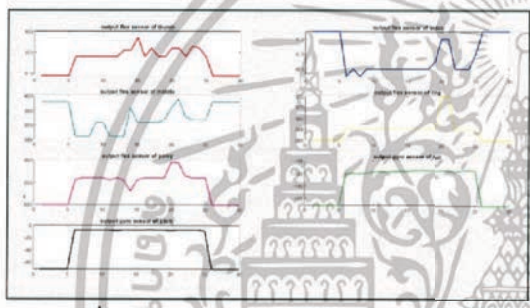
ลักษณะกราฟของแต่ละคำเป็นดังนี้



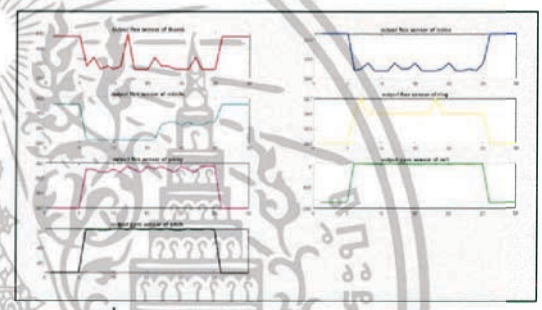
รูปที่ 4.31 แสดงลักษณะกราฟ “เข้าใจ”



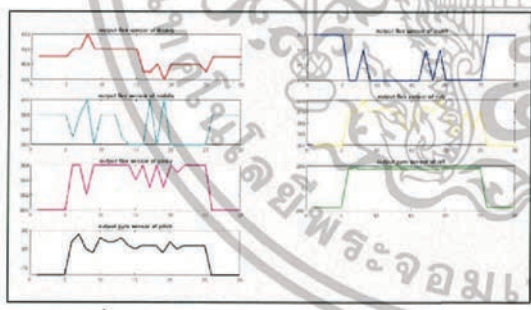
รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะกราฟ “เสียใจ”



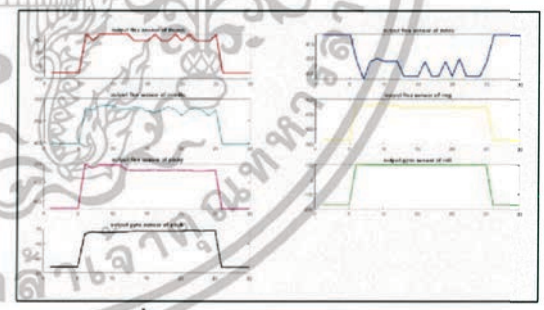
รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะกราฟ “ไม่สบาย”



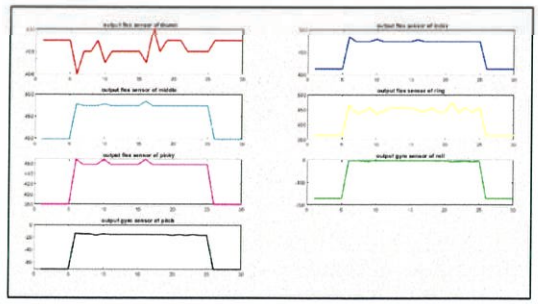
รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะกราฟ “ขอโทษ”



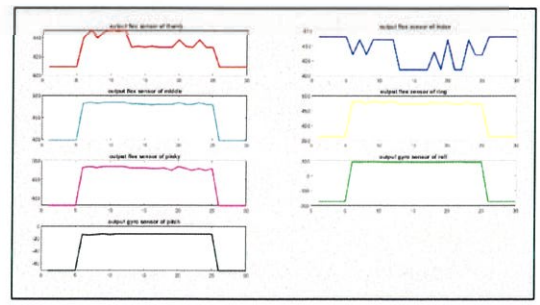
รูปที่ 4.35 แสดงลักษณะกราฟ “ขอบคุณ”



รูปที่ 4.36 แสดงลักษณะกราฟ “คุณ”

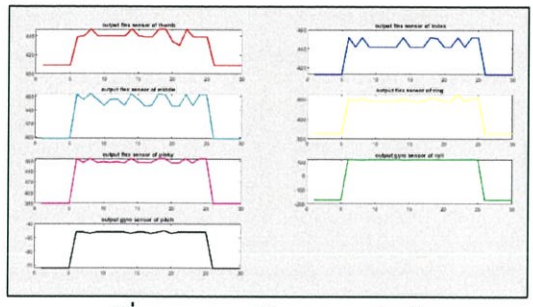


รูปที่ 4.37 แสดงลักษณะกราฟ “ฉัน”

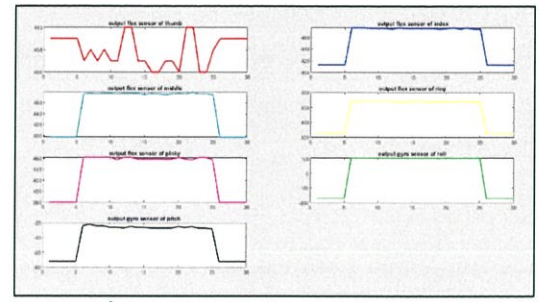


รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะกราฟ “ชอบ”

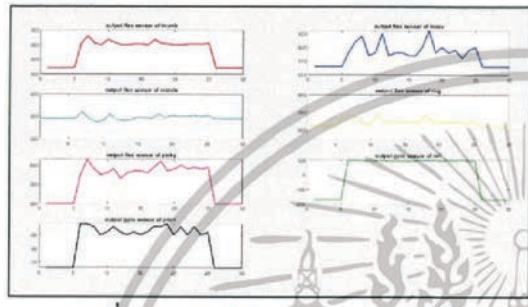
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



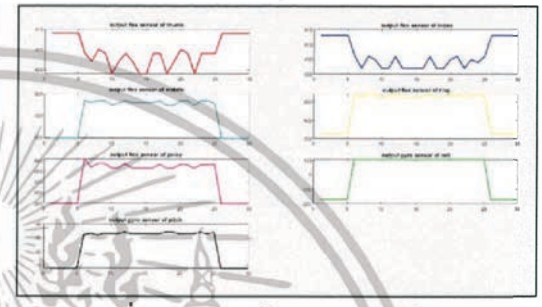
รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะกราฟ “รัก”



รูปที่ 4.40 แสดงลักษณะกราฟ “สบายดี”



รูปที่ 4.41 แสดงลักษณะกราฟ “สวัสดี”



รูปที่ 4.42 แสดงลักษณะกราฟ “หิว”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการดำเนินงานสร้างถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการสื่อสาร นั้น เมื่อทำการทดลองใช้งานพบว่าความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารที่อยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดนั้น มีความแม่นยำอยู่ที่ประมาณ 70 – 100% ซึ่งมีตัวอักษรเพียง 7 ตัวอักษร (ค ถ ท น ป ร ษ) และคำจำนวน 4 คำ (ขอบคุณ สบายดี เข้าใจ ชอบ) ที่มีความแม่นยำน้อยกว่า 100% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ เช่น ตำแหน่งการวางมือขณะทำภาษามือ การออกแรงในการกำมือและแบมือ ซึ่งจะส่งผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของเซ็นเซอร์ทั้งหมดที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงความโค้งงอของนิ้วมือ และการเคลื่อนไหวของมือ ผู้จัดทำจึงได้ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นในการทำภาษามือแต่ละครั้งเข้าไปใน Code การทำงานของถุงมือช่วยสื่อสาร ซึ่งดำเนินการผ่าน Microcontroller ในที่นี้คือ Arduino ATmega2560 เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง ส่งผลให้มีความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามความแม่นยำที่ได้ก็ยังคงไม่ถูกต้องถึง 100% แต่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือในการสื่อสารที่ทำขึ้นนี้ บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ทั้งในด้านของการนำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม การเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารของผู้ที่มีความบกพร่องทางการสื่อสาร และการทำให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในการสื่อสารเพิ่มมากขึ้นระหว่างผู้ที่ใช้ภาษามือในการสื่อสารกับคนทั่วไป

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ความแม่นยำ

ความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารโดยใช้ถุงมือช่วยสื่อสารนี้ยังไม่แม่นยำถึง 100% สำหรับทุกคำและทุกตัวอักษร ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ตำแหน่งการวางมือ แรงในการกำมือและแบมือในลักษณะต่างๆ การกำหนดเงื่อนไข

แนวทางการแก้ไข คือ ควรมีการกำหนดเงื่อนไขของแต่ละตัวอักษรหรือคำให้อยู่ในช่วงที่อาจเป็นไปได้ของตัวอักษรหรือคำนั้นๆ รวมถึงมีการกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำมือแต่ละครั้ง

5.2.2 ขนาดและน้ำหนักของอุปกรณ์

ถุงมือช่วยสื่อสารที่จัดทำขึ้นมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากพอสมควร ทั้งนี้อาจเกิดจากการเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่มีขนาดใหญ่ และวงจรภายในของถุงมือมีหลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข คือ เลือกใช้อุปกรณ์ประกอบขนาดเล็กไม่ว่าจะเป็นขนาดของลำโพง หรือ Microcontroller รวมถึงวางแผนการออกแบบลายวงจรให้ดี เพื่อจะได้ทำให้วงจรมีขนาดเล็กและมีเพียงหนึ่งวงจร

5.2.3 การกัดแผ่นปริ้นลายวงจร

การกัดแผ่นปริ้นลายวงจรใช้เวลานาน และแผ่นปริ้นที่ได้ไม่ค่อยเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากน้ำยากัดปริ้นที่ใช้นั้นกัดทองแดงออกได้ไม่หมด ทำให้ต้องกัดปริ้นใหม่

แนวทางการแก้ไข คือ ควรศึกษาวิธีการกัดปริ้นและเทคนิคต่างๆ ให้เข้าใจ รวมถึงควรเลือกใช้น้ำยาที่มีคุณภาพและรู้สัดส่วนของน้ำยาที่ใช้ในการกัดปริ้นแต่ละครั้ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่ใช้ภาษามือในการสื่อสาร พบว่าเมื่อทำการทดลองใช้งานจริง ถุงมือช่วยสื่อสารนี้มีความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารภายในขอบเขตที่กำหนดยังไม่สมบูรณ์ 100% ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากวิธีการในการดำเนินงาน วิธีการในการเทรนภาษามือ และ Microcontroller ที่เลือกใช้

ดังนั้น หากต้องการให้ถุงมือช่วยสื่อสารนี้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ก็ควรศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้มากกว่านี้ เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ ข้อดี - ข้อเสียของแต่ละวิธีการ ซึ่งจะทำให้ได้วิธีการในการดำเนินงานและการเทรนภาษามือที่เหมาะสมและแม่นยำขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กมลา ไกรฤกษ์. 2496. **แบบสะกดนิ้วมือไทย.** กรุงเทพฯ: สมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทย. พจนานุกรมสารสนเทศภาษามือไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://pirun.ku.ac.th/~fhumalt/THSL/THSL/html/nav_th/THSL_fsp_th.htm

[2] ทันพงษ์ ภู่รักษ์. **ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf

[3] สุธรรม แสงทรง. 2560. **การทดลองใช้งานโมดูล OLED Display ขนาด 128x64 พิกเซล.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://darkzone025804.blogspot.com/ 2017/02/oled-display-128x64-oled-organic-light.html

[4] Abdullah AL Mamun, MD Sarwar Jahan Khan Polash and Fakir Mashuque Alamgir. 2017. **Flex Sensor Based Hand Glove for Deaf and Mute People.** International Journal of Computer Networks and Communications Security. [Online]. Available: http://www.ijcncs.org

[5] Abhinandan Das, Lavish Yadav, Mayank Singhal, Raman Sachan, Hemang Goyal, Keshav Taparia, Raghav Gulati, Ankit Singh and Gaurav Trivedi. 2017. **Smart Glove for Sign Language Communications.** [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org

[6] Arduino Reference. 2014. **โครงสร้างทางภาษาและฟังก์ชันพื้นฐาน.** [Online]. Available: https://www.gravitechthai.com/guru2.php?p=304

[7] Bildr. 2012. **Sensing a bend with a flex sensor + Arduino.** [Online]. Available: http://bildr.org/2012/11/flex-sensor-arduino/

[8] Commandrone. 2016. **การใช้ GY-521 MPU6050.** [Online]. Available: https://commandronestore.com/learning

[9] Commandrone. 2016. **ทรานซิสเตอร์คืออะไร.** [Online]. Available: https://commandronestore.com/learning/transistor000.php

[10] Components101. 2018. **Flex Sensor.** [Online]. Available: https://components101.com/sensors/flex-sensor-working-circuit-datasheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] Ecloudtec. 2019. **รู้จักกับการ์ดหน่วยความจำหรือ Memory Card.** [Online]. Available: https://ecloudtec.com/memorycard/

[12] Education Technology. 2012. **ภาษามือเพื่อผู้พิการทางการสื่อสารหรือการได้ยิน.** [Onlone]. Available: http://404amnard.blogspot.com/2014/05/blog-post.html

[13] Maker Pro. 2018. **How to Interface Arduino and the MPU 6050 Sensor.** [Online]. Available : https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-interface- arduino-and-the-mpu-6050-sensor

[14] Mert Arduino. 2017. **Arduino Uno Talking! How to Make Arduino Talking System.** [Online]. Available: https://www.youtube.com/ watch?v=gi9mqlha8n0&vl=en

[15] Nick Koumaris. 2019. **INTERFACING ARDUINO WITH MICRO SD CARD MODULE.** [Online]. Available: http://www.electronics-lab.com/project/interfacing-arduino-micro-sd-card-module/

[16] Sezgingul. 2018. **Mp3 Play From SD Card With Arduino.** [Online]. Available: https://www.instructables.com/id/Audio-Playback-From-SD-Card-With-Arduino/

[17] Starting Electronics. 2017. **OLED I2C Display Arduino Tutorial.** [Online]. Available : https://startingelectronics.org/tutorials/arduino/ modules/OLED-128x64-I2C-display/

[18] ThaiEasyElec. 2014. **Quick Start Guide Accelerometers and Gyroscope GY-521.** [Online]. Available: https://www.thaieasyelec.com/downloads/ESEN247/GY521_USG.pdf

[19] Wisdomgoody. 2016. **ติดตั้งlibraryภาษาไทยบน Aruino Esp8266 + จอ Oled.** [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=De33NiA4uIo&t=3s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของการประกาศตัวแปรและ Header file

```
#include <MPU6050.h>
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <dw_font.h>
#include <SD.h>
#include <SimpleSDAudio.h>
MPU6050 mpu;
Adafruit_SSD1306 display;
extern dw_font_info_t font_th_sarabunpsk_regular40;
dw_font_t myfont;
void draw_pixel(int16_t x, int16_t y)
{
display.drawPixel(x, y, WHITE);
}
void clear_pixel(int16_t x, int16_t y)
{
display.drawPixel(x, y, BLACK);
}
const int PinTHUMB  = A0;
const int PinINDEX  = A1;
const int PinMIDDLE = A2;
const int PinRING   = A3;
const int PinPINKY = A7;
int pitch ;
int roll ;
int MinTHUMB  = 1023;
int MinINDEX  = 1023;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
int MinMIDDLE = 1023;
int MinRING = 1023;
int MinPINKY = 1023;
int MaxTHUMB  = 0;
int MaxINDEX  = 0;
int MaxMIDDLE = 0;
int MaxRING   = 0;
int MaxPINKY = 0;
int num = 0; int aa = 0; int bb = 0; int c = 0; int d = 0; int e = 0; int f = 0;
int g = 0;
int constantR = 180;
```

ส่วนของฟังก์ชั่นการตั้งค่าให้กับโปรแกรม

```
void setup() {
uint16_t width = 0;
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
display.clearDisplay();
display.display();
dw_font_init(&myfont,128,64, draw_pixel,clear_pixel);
dw_font_setfont(&myfont, &font_th_sarabunpsk_regular40);
Serial.begin(115200);
SdPlay.setSDCSPin(53);
SdPlay.init(SSDA_MODE_FULLRATE | SSDA_MODE_MONO |
SSDA_MODE_AUTOWORKER);
/*------------------------------record the minimum sensor value-----------------------------*/
while (millis() < 3000) {
dw_font_print(&myfont, "Min");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
dw_font_goto(&myfont, 20, 40);
display.display();
THUMB = analogRead(PinTHUMB);
INDEX = analogRead(PinINDEX);
MIDDLE = analogRead(PinMIDDLE);
RING   = analogRead(PinRING);
PINKY = analogRead(PinPINKY);
THUMB    = map(THUMB, MinTHUMB, MaxTHUMB, 0, 511);
INDEX    = map(INDEX, MinINDEX, MaxINDEX, 0, 511);
MIDDLE   = map(MIDDLE, MinMIDDLE, MaxMIDDLE, 0, 511);
RING     = map(RING, MinRING, MaxRING, 0, 511);
PINKY    = map(PINKY, MinPINKY, MaxPINKY, 0, 511);
if (THUMB < MinTHUMB) {
MinTHUMB1 = THUMB+5;}
if (INDEX < MinINDEX) {
MinINDEX1 = INDEX+5;}
if (MIDDLE < MinMIDDLE) {
MinMIDDLE1 = MIDDLE+5;}
if (RING < MinRING) {
MinRING1 = RING+5;}
if (PINKY < MinPINKY) {
MinPINKY1 = PINKY+5;}
}
Serial.print ("LowTHUMB = ");Serial.println (MinTHUMB1);
Serial.print ("LowINDEX = ");Serial.println (MinINDEX1);
Serial.print ("LowMIDDLE = ");Serial.println (MinMIDDLE1);
Serial.print ("LowRING= ");Serial.println (MinRING1);
Serial.print ("LowPINKY = ");Serial.println (MinPINKY1);
Serial.println ("----------------------------");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
/*------------------------------record the maximum sensor value-----------------------------*/
while (millis() < 6000) {
dw_font_print(&myfont, "Max");
dw_font_goto(&myfont, 20, 40);
display.display();
THUMB = analogRead(PinTHUMB);
INDEX = analogRead(PinINDEX);
MIDDLE = analogRead(PinMIDDLE);
RING   = analogRead(PinRING);
PINKY = analogRead(PinPINKY);
THUMB    = map (THUMB, MinTHUMB, MaxTHUMB, 0, 511);
INDEX    = map (INDEX, MinINDEX, MaxINDEX, 0, 511);
MIDDLE   = map (MIDDLE, MinMIDDLE, MaxMIDDLE, 0, 511);
RING     = map (RING, MinRING, MaxRING, 0, 511);
PINKY    = map (PINKY, MinPINKY, MaxPINKY, 0, 511);
if (THUMB > MaxTHUMB) {
MinTHUMB1 = THUMB-10;}
if (INDEX > MaxINDEX) {
MinINDEX1 = INDEX-10;}
if (MIDDLE > MaxMIDDLE) {
MaxMIDDLE1 = MIDDLE-10;}
if (RING > MaxRING) {
MaxRING1 = RING-10;}
if (PINKY > MaxPINKY) {
MaxPINKY1 = PINKY-10;}
}
Serial.print ("HighTHUMB = "); Serial.println (MaxTHUMB1);
Serial.print ("HighINDEX = "); Serial.println (MaxINDEX1);
Serial.print ("HighMIDDLE = "); Serial.println (MaxMIDDLE1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
Serial.print ("HighRING= "); Serial.println (MaxRING1);
Serial.print ("HighPINKY = "); Serial.println (MaxPINKY1);
while (! mpu.begin(MPU6050_SCALE_2000DPS, MPU6050_RANGE_2G))
{
Serial.println("Could not find a valid MPU6050 sensor, check wiring!");
delay (500);
}
display.clearDisplay();
}
```

ส่วนของฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรม

```
void loop () {
dw_font_goto(&myfont, 20, 40);
Vector normAccel = mpu.readNormalizeAccel();
/*-------------------------calculated value of pitch and roll-------------------------*/
pitch = -(atan2(normAccel.XAxis, sqrt (normAccel.YAxis * normAccel.YAxis +
                normAccel.ZAxis * normAccel.ZAxis)) * 180.0) / M_PI;
roll = (atan2(normAccel.YAxis, normAccel.ZAxis) * 180.0) / M_PI;
roll    = abs (constantR - abs(roll));
/*-------------------------receive data form flex sensors-------------------------*/
THUMB   = analogRead(PinTHUMB);
INDEX   = analogRead(PinINDEX);
MIDDLE  = analogRead(PinMIDDLE);
RING    = analogRead(PinRING);
PINKY   = analogRead(PinPINKY);
/*-------------------------map data form flex sensors -------------------------*/
THUMB   = map (THUMB, MinTHUMB, MaxTHUMB, 0, 511);
INDEX   = map (INDEX, MinINDEX, MaxINDEX, 0, 511);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
MIDDLE   = map (MIDDLE, MinMIDDLE, MaxMIDDLE, 0, 511);
RING     = map (RING, MinRING, MaxRING, 0, 511);
PINKY    = map (PINKY, MinPINKY, MaxPINKY, 0, 511);
Serial.print(THUMB); Serial.print(",");
Serial.print(INDEX); Serial.print(",");
Serial.print(MIDDLE); Serial.print(",");
Serial.print(RING); Serial.Print(",");
Serial.print(PINKY); Serial.print(",");
Serial.print(roll); Serial.print(",");
Serial.println(pitch);
/*----------------------------------------พยัญชนะ----------------------------------------*/
//-----------------------------------"ก"
if (THUMB >= 435 &&THUMB <= 445 && INDEX <= 408 && MIDDLE <= 390 &&
RING > 450 && PINKY > 450 && roll <=30 && pitch <=-65 && pitch> -80) {
A ();}
//-----------------------------------"ง"
if (THUMB < 430 && INDEX < 405 && MIDDLE > 450 && RING > 450 && PINKY
>450
&& roll<=80 && roll >=65 && pitch >= -45 && pitch <= -30) {
D ();}
//-----------------------------------"จ"
if (THUMB > 460 && INDEX > 460 && MIDDLE > 460 && RING > 460 && PINKY
< 400) {
E ();}
//-----------------------------------"บ"
if (THUMB > 460 && INDEX <= 415 && MIDDLE < 405 && RING < 390 && PINKY
<= 390 && roll <= 20 && pitch <-65 && pitch> -80) {
O ();}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
//--------------------------------------"ม"
if (THUMB > 460 &&THUMB < 470 && INDEX >460 && INDEX<460 && RING >460
&& PINKY > 460&& roll >=170 && pitch > -65 && pitch < -50) {
U ();}
//--------------------------------------"น"
if (THUMB > 410 &&THUMB < 440 && INDEX >460 && INDEX<480 && RING >460
&& PINKY > 460&& roll >=145 && roll <= 165 && pitch > -90 && pitch < -65) {
N (); aa = 1; bb = 1; c = 1;}
//--------------------------------------"ร"
if (THUMB >= 450 && INDEX <= 408 && INDEX > 390 && MIDDLE <=460 && RING
> 460 && PINKY >= 460&& roll <=30 && pitch <-60 && pitch> -75) {
X ();}
//--------------------------------------"ล"
if (THUMB <= 420 && INDEX <= 415 && MIDDLE > 460 && RING > 460 && PINKY
> 460 && roll <=30 && pitch <-60 && pitch> -75) {
Y ();}
//--------------------------------------"ว"
if (THUMB > 460 && INDEX <= 415 && MIDDLE < 400 && RING < 400 && PINKY >
460) {
Z ();}
//--------------------------------------"อ"
if (THUMB <=420 && THUMB >=415 &&  INDEX > 460 && MIDDLE > 460 && RING
>460 && PINKY > 460&& roll <= 30 && pitch <= -60 && pitch>= -70) {
Z5();}
//--------------------------------------"ต"
if (THUMB >= 435 && THUMB < 445 && INDEX> 460 && MIDDLE> 460 && RING>
460 && PINKY > 460 && roll <=30 && pitch <65 && pitch> -80) {
K (); aa = 0; bb = 1; c = 0; d = 0; e = 1; f = 0; g = 1;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
//---------------------------------------"ส"
if (THUMB> 460 && INDEX> 460 && MIDDLE> 460 && RING> 460 && PINKY > 460
&& roll <=30 && pitch <= -50 && pitch >= -80) {
Z3(); aa = 0; bb = 1; c = 1; d = 1; e = 0;}
//---------------------------------------"พ"
if(THUMB < 430 && INDEX < 405 && MIDDLE < 395 && RING > 460 && PINKY >
460 && roll<180 && roll>=160 && pitch >=25 && pitch <=40 ){
S (); aa = 1; bb = 0; c = 0; d = 1; e = 1;}
//---------------------------------------"ด"
if (THUMB < 450 && THUMB > 440 && INDEX <=410 && MIDDLE >= 460 &&
MIDDLE < 480 && RING >460 && PINKY >450) {
J (); aa = 1; bb = 0; c = 1;}
//---------------------------------------"ฟ"
if (THUMB > 460 && INDEX >450 && MIDDLE <= 400 && RING < 400 && PINKY <
415&& roll <= 15 && pitch <=-70 && pitch>= -80) {
T (); aa = 1; bb = 1; c = 0}
//---------------------------------------"ข"
if ( THUMB >= 460 &&  INDEX <=410 && MIDDLE >= 470 && RING > 460 &&
PINKY > 460 && roll <=30 && pitch <-60 && pitch> -75) {
if (aa != 1 && bb !=1 && c!=1){
B(); } else
//---------------------------------------"ญ"
if (aa != 1 && bb != 1 && c == 1 ){
FF(); setvalue ();
}else
//---------------------------------------"ถ"
if (aa !=1 && bb == 1 && c !=1){
L();setvalue ();
} else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
//-------------------------------------"ศ"
if (aa !=1 && bb == 1 && c ==1){
Z1(); setvalue ();
}else
//-------------------------------------"ป"
if (aa ==1 && bb != 1 && c !=1){
P(); setvalue ();
}else
//-------------------------------------"ฎ"
if (aa ==1 && bb != 1 && c ==1){
G();setvalue ();
}else
//-------------------------------------"ฝ"
if (aa ==1 && bb == 1 && c !=1){
R(); setvalue ();;
}else
//-------------------------------------"ฌ"
if (aa ==1 && bb == 1 && c ==1){
I();setvalue ();}
}
//-------------------------------------"ค"
if(THUMB > 445 && INDEX <= 410 && MIDDLE < 395 && RING > 460 &&PINKY >
460&& roll <=30 && pitch <-60 && pitch> -80) {
if(d !=1 &&e != 1){
C();}else
//-------------------------------------"ฐ"
if (d !=1 &&e == 1){
H();setvalue ();
} else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
//-------------------------------------"ษ"
if (d ==1 &&e != 1){
Z2();setvalue ();
}else
//-------------------------------------"ผ"
if (d ==1 &&e == 1){
Q();setvalue ();}
}
//-------------------------------------"ห"
if(THUMB > 460 && INDEX < 415 && MIDDLE <= 410 && RING > 460 && PINKY >
460&& roll<= 90 && roll >=70 && pitch >= -40 && pitch <= -25 ) {
if(f !=1 && g != 1){
Z4();
}else
//-------------------------------------"ท"
if (f !=1 && g == 1){
M(); setvalue ();}
}
/*-------------------------------------คำ-------------------------------------*/
//-------------------------------------"สวัสดี"
if (THUMB <MaxTHUMB1&& THUMB >MinTHUMB1&&roll>=85& roll<=102&&
pitch<-50 &&pitch>-70) {
HI();
}
//-------------------------------------"ขอบคุณ"
if (THUMB <= 415 && roll>135 &&roll<160&& pitch <-60 &&pitch>-90) {
THANK ();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
//-------------------------------------"ขอโทษ"
if (THUMB < 420 &&INDEX < MinINDEX1 &&roll>-20&& roll<30 && pitch <10
&&pitch>-40) {
SORRY ();
}
//-------------------------------------"ฉัน"
if (THUMB <= MinTHUMB1  && INDEX > MaxINDEX1 && PINKY >= MaxPINKY1 &&
roll>-10 && roll<20 && pitch <-15 &&pitch>-40) {
IAM();
}
//-------------------------------------"คุณ"
if (THUMB > MaxTHUMB1 && INDEX <= MinINDEX1 && roll>= 100&& roll<=  115
&& pitch<=-20 &&pitch>-35) {
YOU();
}
//-------------------------------------"หิว"
if (THUMB < MinTHUMB1 && INDEX < MinINDEX1 && MIDDLE > MaxMIDDLE1
&&roll>=125& roll<=135&& pitch<-35 &&pitch>-60) {
HUNGRY();
}
//-------------------------------------"ไม่สบาย"
if (THUMB > MinTHUMB1 && INDEX < MinINDEX1 && roll<-105 && roll>-130) {
SICK();
}
//-------------------------------------"รัก"
if (INDEX > MinINDEX1 && MIDDLE > MinMIDDLE1 &&RING > MinRING1 &&
roll<120 && roll>=110&& pitch<-35 &&pitch>-49) {
LOVE();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
//---------------------------------------"เสียใจ"
if (THUMB > MaxTHUMB1 && INDEX >= MaxINDEX1 &&  roll<= 100 && roll>80&&
pitch<-40 &&pitch>= -50) {
REGRET();
}
//---------------------------------------"ชอบ"
if (THUMB >= MinTHUMB1 && INDEX  < MinINDEX1 && MIDDLE > MaxMIDDLE1
&&  roll>89 && roll<=105 && pitch<5 &&pitch>-20) {
LIKE();
}
//---------------------------------------"เข้าใจ"
if (THUMB >= MaxTHUMB1 && INDEX <= MinINDEX1 &&RING > MaxRING1 /*&&
roll>-160*/ && roll >=-179 && pitch<-50 &&pitch> -75) {
UNDERSTAND();
}
//---------------------------------------"สบายดี"
if (THUMB <=425 && RING > MaxRING1 && roll<=115 && roll>95&& pitch<-15
&&pitch>-35) {
FINE();
}
display.clearDisplay();
delay(1000);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของฟังก์ชั่นการเรียกใช้งาน

```
}
void setvalue (){
aa = 0; bb = 0;c = 0;d = 0;e = 0;f = 0;g = 0;
}
void A(){
dw_font_print(&myfont, " ก ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("a.wav");
SdPlay.play();
}void B(){
dw_font_print(&myfont, " ข ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("b.wav");
SdPlay.play();
}void C(){
dw_font_print(&myfont, " ค ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("c.wav");
SdPlay.play();
}void D(){
dw_font_print(&myfont, " ง ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("z4.wav");
SdPlay.play();
}void E(){
dw_font_print(&myfont, " จ ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("x.wav");
SdPlay.play();
}void FF(){
dw_font_print(&myfont, " ญ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("z.wav");
SdPlay.play();
}void G(){
dw_font_print(&myfont, " ฎ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("t.wav");
SdPlay.play();
}void H(){
dw_font_print(&myfont, " ฐ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("f.wav");
SdPlay.play();
}void I(){
dw_font_print(&myfont, " ณ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("z3.wav");
SdPlay.play();
}void J(){
dw_font_print(&myfont, " ด ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("s.wav");
SdPlay.play();
}void K(){
dw_font_print(&myfont, " ต ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("d.wav");
SdPlay.play();
}void L(){
dw_font_print(&myfont, " ถ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("e.wav");
SdPlay.play();
}void M(){
dw_font_print(&myfont, " ท ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("g.wav");
SdPlay.play();
}void N(){
dw_font_print(&myfont, " น ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("z2.wav");
SdPlay.play();
}void O(){
dw_font_print(&myfont, " บ ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("p.wav");
SdPlay.play();
}void P(){
dw_font_print(&myfont, " ป ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("m.wav");
SdPlay.play();
}void Q(){
dw_font_print(&myfont, " ผ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("n.wav");
SdPlay.play();
}void R(){
dw_font_print(&myfont, " ฝ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("v.wav");
SdPlay.play();
}void S(){
dw_font_print(&myfont, " พ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("l.wav");
SdPlay.play();
}void T(){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
dw_font_print(&myfont, " ฟ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("u.wav");
SdPlay.play();
}void U(){
dw_font_print(&myfont, " ม ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("z1.wav");
SdPlay.play();
}void V(){
dw_font_print(&myfont, " ย ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("y.wav");
SdPlay.play();
}void X(){
dw_font_print(&myfont, " ร ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("q.wav");
SdPlay.play();
}void Y(){
dw_font_print(&myfont, " ล ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("w.wav");
SdPlay.play();
}void Z(){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
dw_font_print(&myfont, " ว ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("r.wav");
SdPlay.play();
}void Z1(){
dw_font_print(&myfont, " ศ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("i.wav");
SdPlay.play();
}void Z2(){
dw_font_print(&myfont, " ษ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("j.wav");
SdPlay.play();
}void Z3(){
dw_font_print(&myfont, " ส ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("h.wav");
SdPlay.play();
}void Z4(){
dw_font_print(&myfont, " ห ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("o.wav");
SdPlay.play();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
}void Z5(){
dw_font_print(&myfont, " อ ");
display.display();
display.clearDisplay();
SdPlay.setFile("z5.wav");
SdPlay.play();
}void HI(){
dw_font_print(&myfont, " สวัสดี ");
display.display();
SdPlay.setFile("hi.wav");
SdPlay.play();
}void THANK(){
dw_font_print(&myfont, " ขอบคุณ ");
display.display();
SdPlay.setFile("thx.wav");
SdPlay.play();
}void YOU(){
dw_font_print(&myfont, " คุณ ");
display.display();
SdPlay.setFile("you.wav");
SdPlay.play();
}void IAM(){
dw_font_print(&myfont, " ฉัน ");
display.display();
SdPlay.setFile("me.wav");
SdPlay.play();
}void SORRY(){
dw_font_print(&myfont, " ขอโทษ ");
display.display();
SdPlay.setFile("Sorry.wav");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

```
SdPlay.play();
}void REGRET (){
dw_font_print(&myfont, " เสียใจ ");
display.display();
SdPlay.setFile("Regret.wav");
SdPlay.play();
}void HUNGRY(){
dw_font_print(&myfont, " หิว ");
display.display();
SdPlay.setFile("hung.wav");
SdPlay.play();
}void SICK(){
dw_font_print(&myfont, " ไม่สบาย ");
display.display();
SdPlay.setFile("sick.wav");
SdPlay.play();
}void FINE(){
dw_font_print(&myfont, " สบายดี ");
display.display();
SdPlay.setFile("fine.wav");
SdPlay.play();
}void LIKE(){
dw_font_print(&myfont, " ชอบ ");
display.display();
SdPlay.setFile("like.wav");
SdPlay.play();
}void LOVE(){
dw_font_print(&myfont, " รัก ");
display.display();
SdPlay.setFile("love.wav");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SdPlay.play();
}void UNDERSTAND(){
dw_font_print(&myfont, " เข้าใจ ");
display.display();
SdPlay.setFile("unds.wav");
SdPlay.play();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้