# ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะด้วยการจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

# SMART COMMUNICATION GLOVE VIA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK


**อังศณา ออสุวรรณ์**

ANGSANA ORSUWAN

**อุมารินทร์ ศัตรูพ่าย**

AUMARIN SATTRUPHAI


**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

**สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**พ.ศ. 2562**


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะด้วยการจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

SMART COMMUNICATION GLOVE VIA ARTIFICIAL NEURAL NETWORK


**นางสาวอังศณา ออสุวรรณ์ รหัสนักศึกษา 59011536**

**นางสาวอุมารินทร์ ศัตรูพ่าย รหัสนักศึกษา 59011586**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์**


**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

**สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์**

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**พ.ศ. 2562**


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2562

ภาควิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะด้วยการจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

Smart communication glove via artificial neural network

ผู้จัดทำ นางสาวอังศณา ออสุวรรณ์ รหัสนักศึกษา 59011536

นางสาวอุมารินทร์ ศัตรูพ่าย รหัสนักศึกษา 59011586

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะด้วยการจำลองโครงข่ายประสาทเทียม |
| **นักศึกษา** | นางสาวอังศณา ออสุวรรณ์ รหัสนักศึกษา 59011536 |
| | นางสาวอุมารินทร์ ศัตรูพ่าย รหัสนักศึกษา 59011586 |
| **ปริญญา** | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมชีวการแพทย์ |
| **ปีการศึกษา** | 2562 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์** | รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ |

# บทคัดย่อ


ในการดำรงชีวิตประจำวันการสื่อสารถือเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการสื่อสารจัดได้ว่าเป็นพื้นฐานการมีปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ มนุษย์อาศัยการสื่อสารในการเป็นเครื่องมือเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆของตน และเพื่ออยู่ร่วมกับคนอื่น ๆในสังคม นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นพื้นฐานของการติดต่อของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือที่สำคัญของกระบวนการทางสังคม เพราะยิ่งสังคมมีความสลับซับซ้อนมาก และประกอบด้วยคนจำนวนมากขึ้นเท่าใด การสื่อสารก็ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าการสื่อสารจะมีได้หลายลักษณะแต่คนส่วนใหญ่ก็มักจะเลือกใช้วิธีการพูดคุยแบบเสียง เหตุนี้จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยิน ถึงแม้ว่าผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยินจะสามารถใช้ภาษามือในการสื่อสารได้แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าทุกคนจะเข้าใจได้ หากไม่มีทักษะหรือไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ด้วยปัญหาเหล่านี้จึงทำให้ผู้จัดทำคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่าถุงมือสื่อสารอัจฉริยะขึ้นมา เพื่อที่จะแก้ปัญหาการสื่อสารที่เข้าใจกันแค่บางกลุ่มให้สามารถเข้าใจกันได้ในแวดวงที่กว้างขึ้น ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะถูกประดิษฐ์ขึ้นจากการนำความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมอาดูโน่ (Arduino) ร่วมกับโปรแกรม แมทแลป (MATLAB) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำงานของโพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) ที่เป็นทรานสดิวเซอร์วัดตำแหน่งและระยะทางชนิดเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน ซึ่งใช้สำหรับการตรวจจับความโค้งงอของนิ้วมือ และ เซ็นเซอร์ตรวจจับวัดความเอียงหรือมุมและความเร่งของการเคลื่อนที่ (Gyroscope Accelerometer Sensor) ซึ่งใช้สำหรับการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือ โดยการทำงานของถุงมือเริ่มจากการรับค่าจากภาษามือผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) และเซ็นเซอร์ตรวจจับวัดความเอียงหรือมุมและความเร่งของการเคลื่อนที่ (Gyroscope Accelerometer Sensor) จากนั้นค่าที่ได้จะถูกนำไปผ่านเครือข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการเทรนมาแล้วเรียบร้อยบนโปรแกรมแมทแลป (MATLAB) เพื่อประมวลผลออกมาเป็นคำ และจะถูกแสดงผลออกมาเป็นเสียงพูดและตัวหนังสือผ่านบนหน้าจอแสดงผล (Command Window) ของโปรแกรม แมทแลป (MATLAB)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกระบวนการทำงานดังกล่าวข้างต้นจะช่วยทำให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยินสามารถสื่อสารให้คนกลุ่มใหญ่เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น โดยการที่สวมถุงมือสื่อสารที่ผู้จัดทำสร้างขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **THESIS TITLE** | Smart communication glove via artificial neural network |
| **STUDENT** | Miss Angsana Orsuwan ID 59011536 |
| | Miss Aumarin Sattruphai ID 59011586 |
| **DEGREE** | Bachelor of Engineer |
| **MAJOR** | Biomedical Engineering |
| **YEAR** | 2019 |
| **THESIS ADVISOR** | Assoc. Prof. Dr. Chuchart Pintavirooj |

# ABSTRACT

Communication is humans basic. People are communicating with each other to do or to achieve any activities. Although there are many types of communication but the most popular way people tend to choose for communicate is speaking so, this would be difficult to people who are speechless or unable to hear. Also, not everyone has learned or know sign language. With these issues we designed to make a smart communication glove via artificial neural network. Smart communication glove via artificial neural network will use knowledge about programming (Arduino and MATLAB) applied with resistive position transducer or potentiometer used for measure fingers position and gyroscope accelerometer sensor used for detected movement of hand. The operation of the glove begins with the recognition of sign language data through the potentiometer and the gyroscope accelerometer sensor. After that the data will be taken through the trained artificial neural network on MATLAB program to process it into word. Then will turn out the result as word and audio on the command window of MATLAB program.

From the above process, by wearing our smart communication glove via artificial neural network will help people who speechless and unable to hear can easily communicate with other people.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ อีกทั้งยังช่วยสนับสนุนอุปกรณ์ ให้คำชี้แนะในการแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการการสอบหัวข้อและโครงร่างปริญญานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาแนะนำตลอดจนชี้แนะแนวทางจนทำให้โครงงานสำเร็จลงได้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจเสมอมาและขอขอบคุณ พี่ๆและเพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือให้โครงงานนี้สำเร็จลงได้

นางสาวอังศณา ออสุวรรณ์

นางสาวอุมารินทร์ ศัตรูพ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ.....V

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญรูป.....X

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตการวิจัย.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 แผนการดำเนินงาน.....3

บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 Open Source UNO Somatosensory Wearable Robot Gloves.....5

2.2 Arduino UNO.....5

2.2.1 Layout & Pin out Arduino Board.....6

2.3 GY521 MPU6050.....7

2.3.1 Accelerometer.....8

2.3.2 Gyroscope.....8

2.3.3 คุณสมบัติ.....8

2.3.4 ทฤษฎีการอ่านค่ามุมจากเซนเซอร์.....8

2.3.4.1 หลักการของตัวตรวจจับความเร่ง.....8

2.3.4.2 หลักการของตัวตรวจจับความเร็ว.....10

2.3.4.3 ค่าดิบ (Raw Value).....10

2.3.4.4 Digital Motion Processor.....11

2.4 Potentiometer.....11

2.5 Arduino IDE.....12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.1 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino....13
2.6 MATLAB....14
2.6.1 หลักการทำงาน....15
2.7 Artificial Neural Network....16
2.7.1 ตัวอย่างการใช้งาน Neural Network Toolboxในโปรแกรม MATLAB....19
2.8 ภาษามือ (sign language)....21
2.8.1 ความหมายของภาษามือ....21
2.8.2 ชนิดของภาษามือ....22
2.8.2.1 ภาษามือธรรมชาติ....22
2.8.2.2 ภาษามือประดิษฐ์....22
2.8.3 โครงสร้างและไวยากรณ์ทางภาษา....22
2.8.3.1 ท่ามือ (The handshape)....22
2.8.3.2 ตำแหน่งของมือ (The position of the hand)....23
2.8.3.3 การเคลื่อนไหวของมือ (The movement of the hand)....23
2.8.3.4 ทิศทางของฝ่ามือ (The orientation of the palms in relationship to the body or to each other)....23
2.8.4 การสะกดนิ้วมือภาษาอังกฤษและการสะกดนิ้วมือภาษาไทย....23
2.8.5 ภาษามือ 20 ท่าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน....26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการและการออกแบบ

3.1 ส่วนของซอฟต์แวร์....37
3.1.1 การใช้งาน Arduino UNO ร่วมกับ Robot Glove....37
3.1.2 การใช้งาน MATLAB....40
3.1.2.1 สร้างฟังก์ชั่นขึ้นเพื่อเตรียมข้อมูลไว้สำหรับการ train....40
3.1.2.2 สร้างไฟล์โค้ดขึ้นสำหรับเทรนโมเดลแบบ Artificial Neural Network...43
3.1.2.3 สร้างไฟล์โค้ดสำหรับทดสอบเครือข่ายหลังการ train....44
3.1.2.4 สร้างไฟล์สำหรับบันทึกเสียง....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2.5 สร้างไฟล์สำหรับรับค่าเรียลไทม์พร้อมแสดงผลเป็น text และ audio เป็นอังกฤษ....45
3.1.2.6 สร้างไฟล์สำหรับรับค่าเรียลไทม์พร้อมแสดงผลเป็น text และ audio เป็นภาษาไทย....48
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน
4.1 ความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลที่ถูกแบ่งไว้ 30% จากการเก็บข้อมูลครั้งแรก....51
4.1.1 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า ฉันหรือI....51
4.1.2 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า คุณหรือYOU....52
4.1.3 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า พวกเขาหรือTHEY....53
4.1.4 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า รักหรือLOVE....54
4.1.5 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า ขอโทษหรือSORRY....55
4.1.6 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า เสียใจหรือSAD....56
4.1.7 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า ไม่สบายหรือSICK....57
4.1.8 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า ขอบคุณหรือTHANK....58
4.1.9 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า ขยันหรือDILIGENT....59
4.1.10 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า สวัสดีหรือHELLO....60
4.1.11 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำของคำว่า อิ่มหรือFULL....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลเรียลไทม์จากการทำภาษามือจริง....62

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง....64

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข....64

5.2.1 ความแม่นยำ....65

5.2.2 ลักษณะของถุงมือที่ออกแบบ....65

5.2.3 การแสดงผลแบบเรียลไทม์....65

5.2.4 ใช้ได้เฉพาะบุคคล....65

5.3 ข้อเสนอแนะ....66

บรรณานุกรม....67

ภาคผนวก....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน....3
2.1 แสดงฟังก์ชันการแปลงแบบต่างๆ....17
2.2 การเขียนโปรแกรม MATLAB....19
4.1 แสดงเปอรเซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลเรียลไทม์จากการทำภาษามือจริง....63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


รูปที่ หน้า

2.1 Open Source UNO Somatosensory Wearable Robot Gloves....5

2.2 Arduino UNO....6

2.3 Layout & Pin out Arduino Board....7

2.4 โครงสร้างของ GY-521....7

2.5 หลักการของตัวตรวจวัดความเร่ง....9

2.6 แสดงทิศทางการหมุนในแนวแกนต่างๆ....11

2.7 Potentiometer....12

2.8 โครงสร้างของโพเทนชิโอมิเตอร์ (ก) แบบเชิงมุม และ (ข) แบบเชิงเส้น....12

2.9 Arduino IDE....13

2.10 แสดงการเชื่อมระหว่าง Arduino IDE กับ Arduino UNO....13

2.11 แสดงรูปแบบในขั้นตอนที่ 2....14

2.12 แสดงรูปแบบในขั้นตอนที่ 2....14

2.13 แสดงรูปแบบในขั้นตอนที่ 3....14

2.14 MATLAB....15

2.15 โครงสร้างระบบประสาท....16

2.16 กระบวนการประมวลผลของโครงข่ายประสาทเทียม....19

2.17 โปรแกรมการทำงานของ Neural Network Toolbox....20

2.18 ผลการจำลองค่าเป้าหมายเทียบกับโครงข่ายประสาทเทียม....21

2.19 แสดงแบบสะกดนิ้วมือภาษาอังกฤษ....24

2.20 แสดงแบบสะกดนิ้วมือภาษาไทย....25

2.21 แสดงท่าทางขอบคุณ....26

2.22 แสดงท่าทางขอโทษ....26

2.23 แสดงท่าทางไม่เป็นไร....27

2.24 แสดงท่าทางสบายดี....27

2.25 แสดงท่าทางโชคดี....28

2.26 แสดงท่าทางคิดถึง....28

2.27 แสดงท่าทางน่ารัก....29

2.28 แสดงท่าทางสวย....29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)


รูปที่ หน้า

2.29 แสดงท่าทางชอบ....30
2.30 แสดงท่าทางไม่ชอบ....30
2.31 แสดงท่าทางรัก....31
2.32 แสดงท่าทางเก่ง....31
2.33 แสดงท่าทางฉลาด....32
2.34 แสดงท่าทางเป็นห่วง....32
2.35 แสดงท่าทางไม่สบาย....33
2.36 แสดงท่าทางเศร้า....33
2.37 แสดงท่าทางเสียใจ....34
2.38 แสดงท่าทางหิว....34
2.39 แสดงท่าทางอิ่ม....35
2.40 แสดงท่าทางเข้าใจ....35
3.1 แผนผังการทำงานของงานวิจัย....36
3.2 แสดงการรับค่าจากเซ็นเซอร์เพื่อแสดงบนหน้าต่าง Serial monitor....40
3.3 ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 1....41
3.4 ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 1....42
3.5 ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 2 และ 3....42
3.6 ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 3....43
3.7 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมแมทแลปขณะทำการเทรน....44
3.8 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลเข้าทดสอบในเครือข่าย....45
4.1 ลักษณะของภาษามือ ฉัน/I....51
4.2 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ฉัน/I ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์....52
4.3 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ฉัน/I ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %....52
4.4 ลักษณะของภาษามือ คุณ/YOU....52
4.5 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า คุณ/YOU ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์....53
4.6 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า คุณ/YOU ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %....53



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)


รูปที่ หน้า

4.7 ลักษณะของภาษามือ พวกเขา/THEY.....53

4.8 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า พวกเขา/THEY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์.....54

4.9 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า พวกเขา/THEY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %.....54

4.10 ลักษณะของภาษามือ รัก/LOVE.....54

4.11 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า รัก/LOVE ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์.....55

4.12 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า รัก/LOVE ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %.....55

4.13 ลักษณะของภาษามือ ขอโทษ/SORRY.....55

4.14 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ขอโทษ/SORRY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์.....56

4.15 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขอโทษ/SORRY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %.....57

4.16 ลักษณะของภาษามือ เสียใจ/SAD.....58

4.17 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า เสียใจ/SAD ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์.....57

4.18 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขอโทษ/SORRY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %.....57

4.19 ลักษณะของภาษามือ ไม่สบาย/SICK.....57

4.20 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ไม่สบาย/SICK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์.....58

4.21 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ไม่สบาย/SICK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 86.7 %.....58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.22 ลักษณะของภาษามือ ขอบคุณ/THANK....58

4.23 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ขอบคุณ/THANK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์....59

4.24 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขอบคุณ/THANK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %....59

4.25 ลักษณะของภาษามือ ขยัน/DILIGENT....59

4.26 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ขยัน/DILIGENT ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์....60

4.27 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขยัน/DILIGENT ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %....60

4.28 ลักษณะของภาษามือ สวัสดี/HELLO....60

4.29 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า สวัสดี/HELLO ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์....61

4.30 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า สวัสดี/HELLO ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %....61

4.31 ลักษณะของภาษามือ อิ่ม/FULL....61

4.32 ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า อิ่ม/FULL ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์....62

4.33 ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า อิ่ม/FULL ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการดำรงชีวิตประจำวันการสื่อสารถือได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการสื่อสารจัดว่าเป็นพื้นฐานการมีปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์ มนุษย์อาศัยการสื่อสารในการเป็นเครื่องมือเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆของตน และเพื่ออยู่ร่วมกับคนอื่น ๆในสังคม นอกจากนี้การสื่อสารยังเป็นพื้นฐานของการติดต่อของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือสำคัญของกระบวนการทางสังคม เพราะยิ่งสังคมมีความสลับซับซ้อนมาก และประกอบด้วยคนจำนวนมากขึ้นเท่าใด การสื่อสารก็ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าการสื่อสารจะมีได้หลายลักษณะแต่คนส่วนใหญ่ก็มักจะเลือกใช้วิธีการพูดคุยแบบเสียง เหตุนี้จึงทำให้เป็นอุปสรรคต่อผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยิน ถึงแม้ว่าผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยินจะสามารถใช้ภาษามือในการสื่อสารได้แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าทุกคนจะเข้าใจได้ หากไม่มีทักษะหรือไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ด้วยปัญหาเหล่านี้จึงทำให้ผู้จัดทำคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่เรียกว่าถุงมือสื่อสารอัจฉริยะขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาการสื่อสารที่เข้าใจกันแค่บางกลุ่มให้สามารถเข้าใจกันได้ในแวดวงที่มากยิ่งขึ้น โดยถุงมือสื่อสารอัจฉริยะของผู้จัดทำจะใช้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม Arduino+Matlab รวมไปถึงการนำความรู้เกี่ยวกับ Artificial Neural Network เข้ามาช่วยในการเทรน Model ด้วย นอกจากนี้ยังมีการแสดงคำและเสียงออกมาผ่านหนาจอ Command window ของโปรแกรม MATLAB จากที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นสิ่งประดิษฐ์นี้จะช่วยทำให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยินเสียงสามารถสื่อสารให้คนกลุ่มใหญ่เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น โดยการสวมถุงมือสื่อสารอัจฉริยะของเราในขณะที่มีการใช้ภาษามืออยู่ซึ่งถุงมือสื่อสารอัจฉริยะของเราจะทำหน้าที่เปลี่ยนภาษามือซึ่งไม่มีเสียงให้มีเสียงและสามารถแสดงตัวหนังสือผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (computer) ได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสร้างถุงมือสื่อสารอัจฉริยะสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านการพูดและการได้ยิน

1.2.2 เพื่อลดช่องว่างด้านการสื่อสารระหว่างคนปกติกับคนที่มีความบกพร่องทางการพูดและการได้ยิน

1.2.3 เพื่อทำให้การสื่อสารด้วยการใช้ภาษามือเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นโดยการเปลี่ยนเป็นเสียงพูดและตัวอักษรผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (computer)

1.2.4 เพื่อพัฒนาถุงมือสื่อสารอัจฉริยะต่อจากพี่ปีที่ผ่านมาให้ดีมากยิ่งขึ้น

1.2.5 เพื่อนำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมมาใช้ให้เกิดประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การวิจัยครั้งนี้มุ่งช่วยเหลือบุคคลทั่วไปที่มีความบกพร่องทางด้านการสื่อสารและการได้ยิน

1.3.2 ระบบฮาร์ดแวร์

1.3.2.1 ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะนี้จะใช้กับมือขวาเพียงข้างเดียว

1.3.2.2 ในการวัดค่าความโค้งงอของนิ้วมืออาศัยค่าจาก Potentiometer

1.3.2.3 ในการวัดค่าการเคลื่อนไหวของมืออาศัยเฉพาะค่าจาก Gyro-acceleration Sensor

1.3.2.4 บอร์ด Arduino

1.3.3 ระบบซอฟต์แวร์

1.3.3.1 เขียนโปรแกรมบน Arduino IED Version 1.8.7

1.3.3.2 เขียนโปรแกรมบน MATLAB

1.3.3.3 ภาษามือจากถุงมือสื่อสารอัจฉริยะจะถูกแปลเป็นคำและเสียงออกมาได้ทั้งหมดสองภาษาคือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งประกอบไปด้วยคำพื้นฐานในชีวิตประจำวัน 11 คำ

1.3.3.4 ระยะเวลาของการทำวิจัยครั้งนี้ อยู่ในระหว่างปีการศึกษา 2562 ถึง 2563

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ถุงมือสื่อสารอัจฉริยะที่สามารถใช้งานได้จริงกับบุคคลทั่วไปที่มีความบกพร่องทางด้านการสื่อสารและการได้ยินเสียง ซึ่งจะทำให้การสื่อสารด้วยภาษามือเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

1.4.2 ได้งานวิจัยที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่อีกต่อไปเพื่อช่วยเหลือผู้ที่มีความบกพร่องด้านการสื่อสารและการได้ยิน

## 1.5 แผนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1.1** แสดงแผนการดำเนินงาน

| การดำเนินการ | ช่วงเวลา | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ภาคเรียนที่ 1/2562 | | | | ภาคเรียนที่ 2/2563 | | | |
| | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. |
| 1.ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการนำภาษามือมาใช้ในการทำถุงมือเพื่อช่วยสื่อสาร | | | | | | | | |
| 2.ศึกษา sensor ที่ใช้สำหรับทำถุงมือสื่อสาร | | | | | | | | |
| 3.เขียนโค้ดบนโปรแกรม Arduino IED เพื่อรับค่าจาก Potentiometer และ Gyro acceleration sensor | | | | | | | | |
| 4.ศึกษาและเลือกภาษามือที่จะนำมาใช้กับถุงมือสื่อสาร รวมถึงเก็บค่าจาก sensor ต่างๆ ของภาษามือในแต่ละท่า ทั้งหมด 11 ท่า | | | | | | | | |
| 5.ศึกษาวิธีการเทรนโมเดลของ Artificial Neuron Network บนโปรแกรม MATLAB | | | | | | | | |
| 6.ทำรายงานบท 1 ถึง 3 | | | | | | | | |
| 7.เขียนโค้ดสำหรับการเทรนโมเดลบนโปรแกรม MATLAB ทำการเทรนโมเดลและทดสอบโมเดลหลังจากการเทรนเสร็จ | | | | | | | | |
| 8.ทดลองการใช้งานโมเดลที่ได้จากการเทรน โดยการรับค่าเรียลไทม์จากภาษามือจริง | | | | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1.1** (ต่อ)

| การดำเนินการ | ช่วงเวลา | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ภาคเรียนที่ 1/2562 | | | | ภาคเรียนที่ 2/2563 | | | |
| | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. |
| 9. เขียนโค้ดเพื่ออัดเสียงของคำที่จะใช้แปลออกมาจากภาษามือทั้งเสียงภาษาไทยและภาษาอังกฤษ | | | | | | | | |
| 10. ทดลองใช้งาน เพื่อหาข้อผิดพลาด และทำการปรับปรุงแก้ไข | | | | | | | | |
| 11. จัดทำรูปเล่มรายงาน | | | | | | | | |

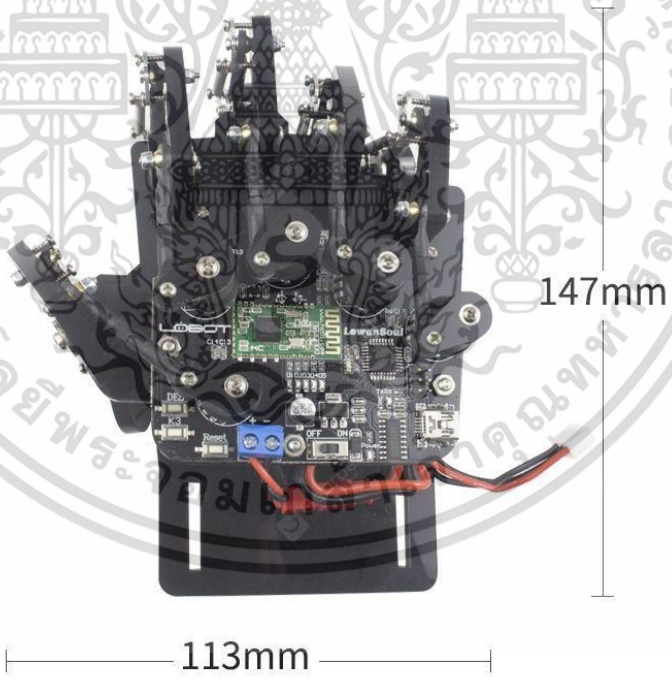
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้าง Smart communication glove via artificial neural network นั้นต้องมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาพัฒนาและสร้างเป็นถุงมือแปลภาษาดังนั้นเราจึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลต่างๆโดยแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

## 2.1 Open Source UNO Somatosensory Wearable Robot Gloves

เป็น Robot Glove ที่ประกอบไปด้วย Arduino, built-in Bluetooth 4.0 module, built-in acceleration sensor, built-in Gyro sensor, potentiometer, function button, reset button, power supply, power button, USB port, LED indicator, APP control and Battery: built-in 7.4V Li-ion battery




**รูปที่ 2.1** Open Source UNO Somatosensory Wearable Robot Gloves

## 2.2 Arduino UNO

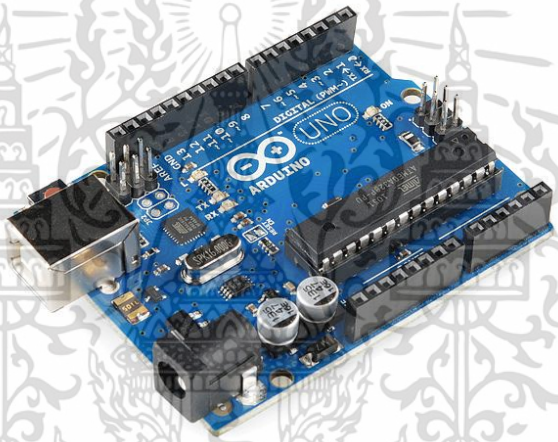
เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ โอเพนซอร์ซ (Open Source) คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ทแวร์ (Hardware) และ ซอฟต์แวร์ (Software) ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ดอาดูโน่ (Arduino Board) ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

จุดเด่นที่ทำให้บอร์ดอาดูโน่ (Arduino Board) เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง
- เป็น หลายแพลตฟอร์ม (Cross Platform) สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้




**รูปที่ 2.2** Arduino UNO

### 2.2.1 Layout & Pin out Arduino Board

1. USB Port : ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์ (computer) เพื่ออัพโหลด (up load) โปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด (board)

2. Reset Button : เป็นปุ่มรีเซ็ท (Reset) ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่ ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ต (port) ที่ใช้โปรแกรม (program) Visual Com port บน Atmega16U2

3. I/OPort : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บางขา จะทำหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ11 เป็นขา PWM

4. ICSP Port : Atmega328 เป็นพอร์ต (port) ที่ใช้โปรแกรม Bootloader

5. MCU : Amega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด (board) อาดูโน่ (Arduino Board)

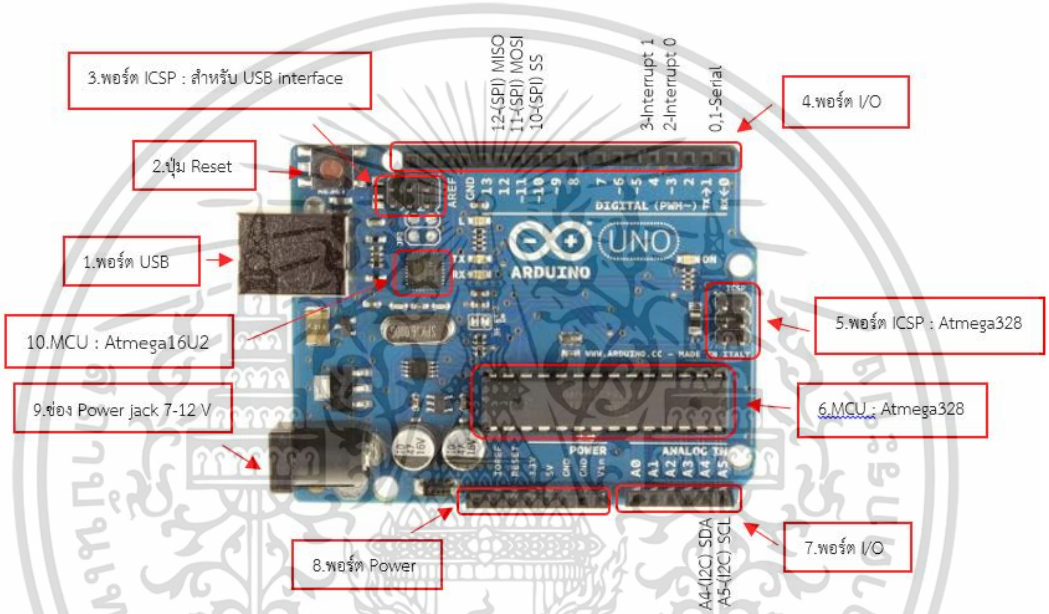
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. I/OPort : นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้วยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก (analog) ตั้งแต่ขา A0 - A5

7. Power Port : ไฟเลี้ยงของบอร์ด (board) เมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, $V_{in}$

8. Power Jack : รับไฟจากเครื่องรับ (Adapter) โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

9. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (computer) ผ่าน Atmega16U2




**รูปที่ 2.3** Layout & Pin out Arduino Board

## 2.3 GY521 MPU6050

**รูปที่ 2.4** โครงสร้างของ GY-521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GY-521 MPU6050 3 Axis Gyroscope Accelerometer Sensor Module เป็นโมดูลวัดความเอียงและการเคลื่อนที่ สามารถวัดความเอียงได้แบบ 3 ทิศทางได้แก่ แกนแนวตั้ง แกนแนวนอน และแกนแนวดิ่ง มีความละเอียดในการวัด 16 บิต ใช้การเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่าน I2C โมดูลนี้ได้รวมเอาเซ็นเซอร์ Gyroscope และ Accelerometer เข้าไว้ด้วยกัน

**2.3.1 Accelerometer**

ประกอบด้วย ax ay และ az เรานิยมใช้ค่าเหล่านี้ในการบอกความเอียงเป็นองศา ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ซึ่งจริง ๆแล้ว Accelerometer วัดได้เฉพาะความเร่งเชิงเส้น ไม่สามารถวัดความเร็วเชิงมุมได้ แต่ทำไมเราถึงสามารถอ่านค่าความเอียงจากมันได้ นั่นก็เพราะว่าทุก ๆ ครั้งที่มีการหมุนหรือเอียงตำแหน่งของชิพก็จะเปลี่ยน ส่งผลให้จุดต่างๆบนตัวเซนเซอร์มีความเร่งเชิงเส้นไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับองศาความเอียง ซึ่งความเร่งเชิงเส้นเป็นค่าที่เอาไว้เทียบกับค่า g ของโลก ดังนั้น เราจึงสามารถบอกได้ว่าตัวเซนเซอร์เอียงกี่องศา โดยเทียบจากค่า g นั่นเอง

**2.3.2 Gyroscope**

ประกอบด้วย gx gy และ gz เป็นค่าที่จะเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อมีการหมุนเซนเซอร์ในแกนต่าง ๆ และค่าจะกลับมาที่ประมาณ 90 องศาเหมือนเดิม เมื่อหยุดหมุน ซึ่งจะไม่ได้ค้างค่าตำแหน่งไว้เหมือนกับ Accelerometer เนื่องจาก Gyroscope ทำงานโดยการวัดความเร็วเชิงมุมที่หมุนรอบแกนต่างๆของมัน ไม่มีความเกี่ยวข้องกับค่า g มันจึงทำงานเฉพาะตอนที่มีการหมุน (ความเร็วเชิงมุมไม่เป็น 0 ) และไม่สามารถค้างค่าไว้ได้เมื่อหยุดหมุนแล้ว

**2.3.3 คุณสมบัติ**

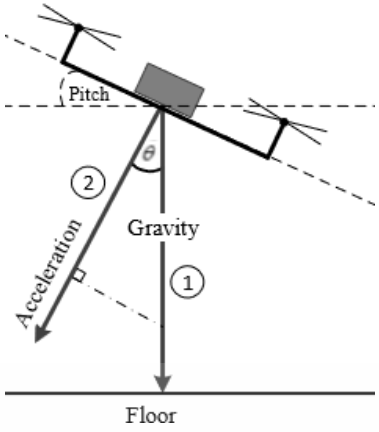
- ใช้ไอซีเบอร์ MPU-6050
- ใช้แรงดันไฟฟ้า 3 ถึง 5 โวลต์/li>
- Gyroscope range: + 250 500 1000 2000 %
- Acceleration range: ± 2 ± 4 ± 8 ± 16 g
- Communication: standard IIC communication agreement
- ความละเอียดในการวัด 16 บิต

**2.3.4 ทฤษฎีการอ่านค่ามุมจากเซนเซอร์**

**2.3.4.1 หลักการของตัวตรวจจับความเร่ง**

ตัวตรวจจับความเร่ง เป็นอุปกรณ์วัดความเร่งโดยอาศัยการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างความเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกกับความเร่งของตัวตรวจจับความเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.5** หลักการของตัวตรวจวัดความเร่ง

จากรูปที่ 2.5 ลูกศรหมายเลข 1 แทนแรงโน้มถ่วงของโลก ลูกศรหมายเลข 2 แทนความเร่งที่ตัดตรวจจับความเร่งวัดได้ เมื่อกำหนดให้แกนของตัวตรวจจับความเร่งวางตั้งฉากกับวัตถุ สำหรับมุม θ ระหว่างเวกเตอร์ของแรงโน้มถ่วงและค่าแรงโน้มถ่วงที่วัดได้จากตัวตรวจจับความเร่งนั้น มีความสัมพันธ์กับมุม Pitch ของวัตถุ นั่นคือมุม Pitch จะมีค่าเท่ากับมุม θ บวก 90 องศา

โดยทั่วไปลักษณะของตัวตรวจจับความเร่งมีทั้งแบบเอาต์พุตเป็นอนาลอกและเอาต์พุตเป็นดิจิตอลให้เลือกใช้ ซึ่งลักษณะภายนอกของทั้งสองแบบจะไม่แตกต่างกันเลย สำหรับเอาต์พุตที่เป็นอนาลอกจะได้เอาต์พุตออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า เมื่อค่าความเร่งมีการเปลี่ยนแปลง โดยในการเขียนโปรแกรมรับค่าจำเป็นต้องแปลงค่าจากอนาลอกเป็นดิจิตอล แต่ในแบบเอาต์พุตที่เป็นดิจิตอลจะมีทั้งเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณความกว้างพัลส์ (PWM) และแบบที่เชื่อมต่อด้วยโปรโตคอล $I^2C$/SPI ในแบบนี้สามารถอ่านค่าความเร่งจากรีจิสเตอร์ได้โดยตรง ในการเลือกใช้งานตัวตรวจวัดความเร่งควรพิจารณาจากค่าต่างๆ ของเซนเซอร์ตัวนั้น ๆ 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเชื่อมต่อ (Interface) ตัวตรวจวัดกับบอร์ดควบคุม โดยส่วนมากหากเป็นเซนเซอร์ที่เป็นแบบอนาลอกจะมีขาสัญญาณเอาต์พุตตามจำนวนแกน หากเป็นแบบดิจิตอลจะมีการเชื่อมต่อเป็นโปรโตคอลในหลายๆ รูปแบบ เช่น I2C, SPI เป็นต้น

การใช้ตัวตรวจวัดความเร่งทั้งสามแกนสำหรับวัดมุม Roll และ Pitch ส่วนมุม Yaw นั้น ตัวตรวจวัดชนิดนี้ไม่สามารถวัดค่าได้ เพราะการเคลื่อนที่แบบ Yaw ไม่ทำให้ค่าความเร่งของตัวตรวจวัดความเร่งเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับความเร่งของแรงโน้มถ่วงโลก

**4.3.4.2 หลักการของตัวตรวจจับความเร็ว**

ตัวตรวจวัดความเร็วเชิงมุม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วเชิงมุม โดยอาศัยแรงเฉื่อยและโมเมนตัมเชิงมุม เพื่อรักษาทิศทางให้อยู่ในตำแหน่งเดิม ดังนั้นตัวตรวจวัดจะวัดค่าได้เมื่อมีแรงเหวี่ยงเกิดขึ้นรอบแกนของตัวตรวจวัด ซึ่งในขณะที่ตัวตรวจวัดอยู่นิ่งกับที่ค่าความเร็วเชิงมุมจะมีการเปลี่ยนแปลง โดยค่าที่ได้จะเท่ากับ 0 องศาต่อวินาที ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามทิศทางการเปลี่ยนแปลงของความเร็วเชิงมุมนั้น ด้วยค่าดังกล่าวนี้สามารถหาค่ามุมได้ด้วยวิธีการปริพันธ์ โดยค่ามุมที่ได้จะตอบสนองตามการเอียงของวัตถุ แต่ด้วยวิธีการแปลงค่ามุมโดยการปริพันธ์จะทำให้เกิด Bias Drift ซึ่งหมายถึงค่ามุมจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แม้เซนเซอร์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าดังกล่าวอาจเป็นค่าเก่าที่สะสมอยู่จากการคำนวณครั้งก่อนหน้าเป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากผลรวมของค่าความผิดพลาด 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

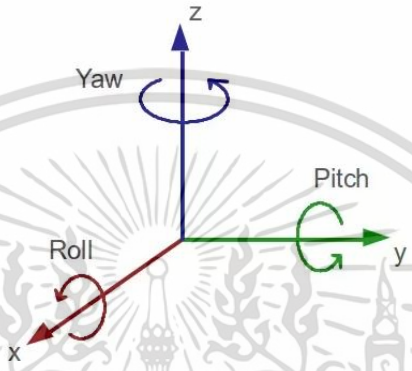
**2.3.4.3 ค่าดิบ (Raw Value)**

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.3.4.4 Digital Motion Processor

DMP หรือ Digital Motion Processor คือการประมวลผลการเคลื่อนไหวแบบดิจิตอล ซึ่งค่า D M P สามารถนำมาใช้คำนวณเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและเสถียรมากขึ้น โดยปกติแล้วการใช้เซนเซอร์ไจโร (Gyro sensor) และความเร่ง มักมีจุดประสงค์คือการนำไปตรวจจับแกนการหมุนเป็นองศาของวัตถุหรือแกน Yaw Pitch และ Row โดยการนำค่า DMP ที่ได้ มาผ่านกระบวนการคำนวณ




**รูปที่ 2.6** แสดงทิศทางการหมุนในแนวแกนต่างๆ

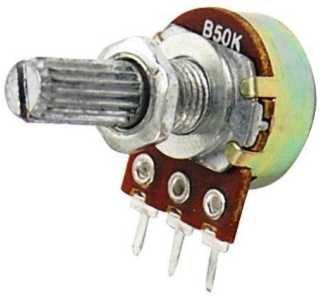
จากรูปที่ 2.6 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. Yaw หมุนรอบแกนแนวดิ่ง (Vertical) ทิศทวนเข็มจะเป็นบวก
2. Pitch หมุนรอบแกนข้าง (Lateral) ทิศทวนเข็มจะเป็นบวก
3. Roll หมุนรอบแกนยาว (Longitudinal) ทิศทวนเข็มจะเป็นบวก

## 2.4 Potentiometer

โพเทนชิโอมิเตอร์ (potentiometer) เป็นทรานสดิวเซอร์วัดตำแหน่งและระยะทางชนิดเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน “Resistive position transducer” ประเภทพาสซีฟ (passive transducer) โดยอาศัยหลักการแปลงตำแหน่งและระยะการเคลื่อนที่ให้อยู่ในรูปของค่าความต้านทานไฟฟ้า นิยมใช้ในอุตสาหกรรม มีโครงสร้างที่ง่าย ประกอบด้วยตัวต้านทานและหน้าสัมผัส (หรือเรียกว่า “ไวเปอร์ (wiper)”) ที่สามารถเลื่อนไปมาบนตัวต้านทานได้ โดยหน้าสัมผัสสามารถเคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้น เชิงมุม หรือทั้งสองรูปแบบซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นวงซ้อนหรือเกลียว ค่าความต้านทานของขดลวดที่พันบนแกนจะเพิ่มขึ้นตามความยาวของแกน โดยค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นตามระยะการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสกับขดลวด

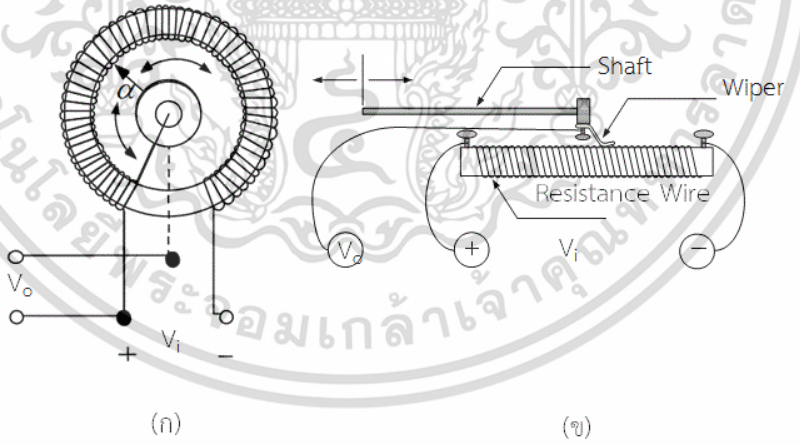
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.7** Potentiometer

จำนวนรอบของการพันเส้นลวดบนแกนจะสัมพันธ์กับค่าความละเอียด (resolution) ของทรานสดิวเซอร์ (transducer) หากต้องการค่าความละเอียดในการวัดสูงควรใช้เส้นลวดที่มีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นการเพิ่มค่าความต้านรวมให้สูงขึ้น ถ้าค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านอินพุตและเอาต์พุตที่ได้จากโพเทนชิโอมิเตอร์มีค่าสูง เครื่องมือวัดจะมีค่าความไว (sensitivity) ที่ดีด้วย

โพเทนชิโอมิเตอร์เป็นทรานสดิวเซอร์ (transducer) ที่นิยมใช้งานในอุตสาหกรรม เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการใช้งาน และมีราคาถูก สามารถนำสัญญาณทางด้านเอาต์พุตไปใช้ในระบบควบคุมได้ อย่างไรก็ตาม ค่าที่วัดได้อาจเกิดความคลาดเคลื่อน (error) เนื่องจากความเสียดทานระหว่างหน้าสัมผัสกับตัวต้านทาน หรือจากการติดตั้งที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น




**รูปที่ 2.8** โครงสร้างของโพเทนชิโอมิเตอร์ (ก) แบบเชิงมุม และ (ข) แบบเชิงเส้น

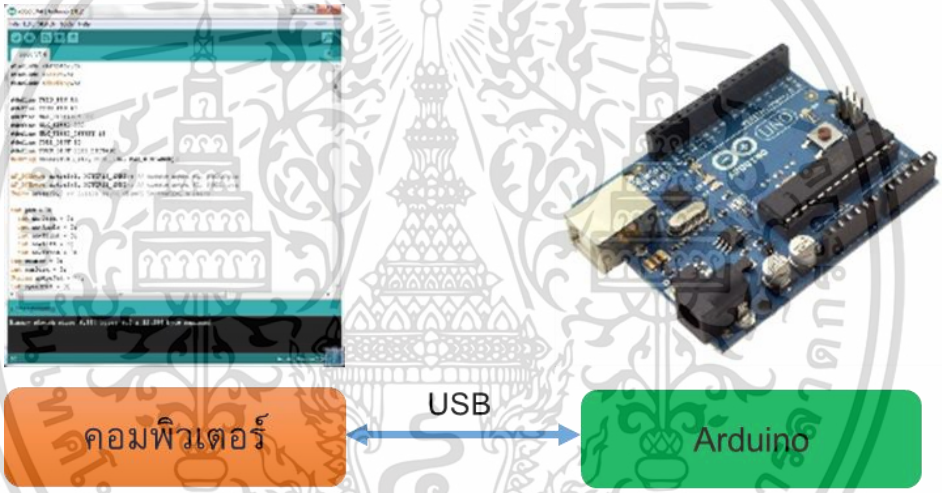
## 2.5 Arduino IDE

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ดอาดูโน่ (Arduino Board) นั่นคือโปรแกรมที่เรียกว่า Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรม (program) และคอมไพล์ (compile) ลงบอร์ด (board) IDE ย่อมาจาก Integrated Development Environment คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวช่วยต่างๆที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนาแอพพลิเคชั่น (Application) เพื่อเสริมให้ เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่างๆ เร็วมากขึ้น

**รูปที่ 2.9** Arduino IDE




**รูปที่ 2.10** แสดงการเชื่อมระหว่าง Arduino IDE กับ Arduino UNO

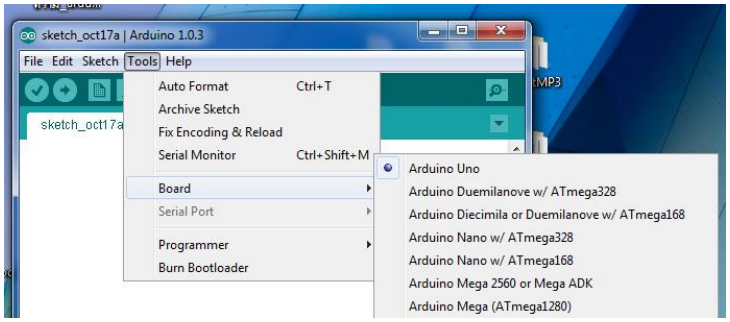
### 2.5.1 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE

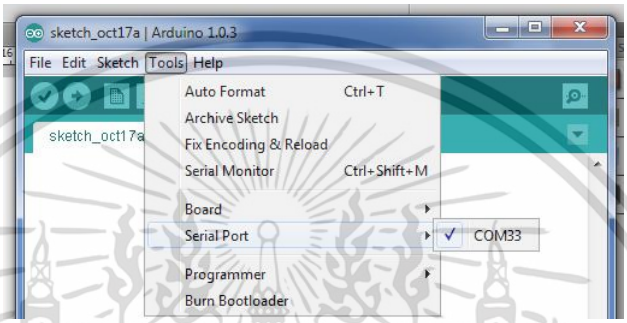
2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ดอาดูโน่ (Arduino Board) ที่ใช้และหมายเลข Com port

3. กดปุ่ม “Verify” เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและประมวล (Compile) โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม “Upload” โค้ด โค้ดจะถูกส่งผ่านโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัพโหลด (up load) เรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ด (board) จะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรม (program) ไว้ได้ทันที

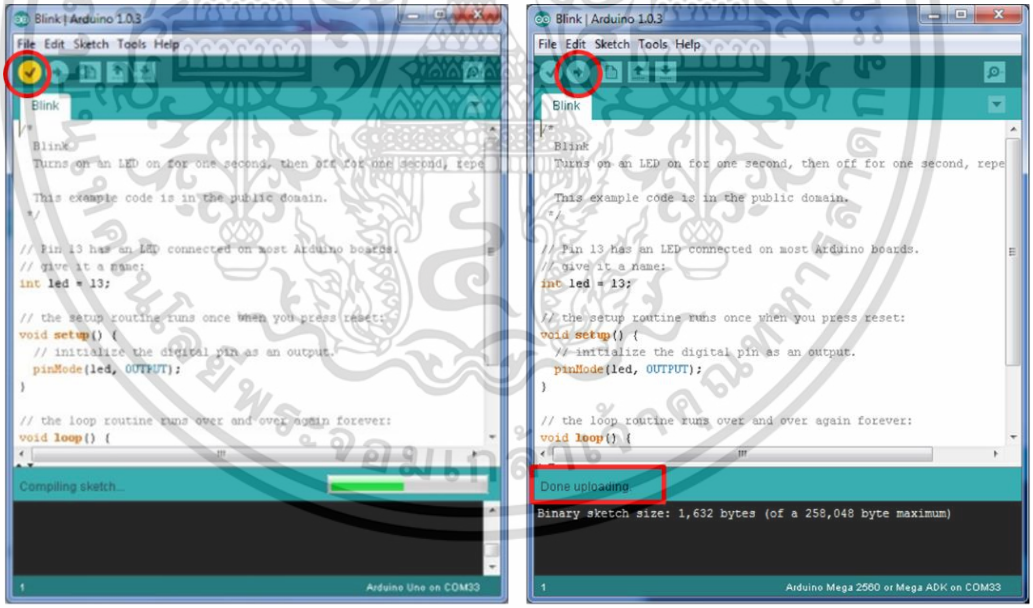
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.11** แสดงรูปแบบในขั้นตอนที่ 2




**รูปที่ 2.12** แสดงรูปแบบในขั้นตอนที่ 2



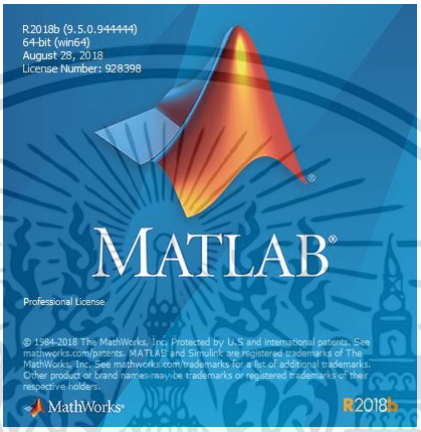

**รูปที่ 2.13** แสดงรูปแบบในขั้นตอนที่ 3

## 2.6 MATLAB

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่มาพร้อมด้วยสภาพแวดล้อมการทำงานเชิงโต้ตอบ ซึ่งสามารถคำนวณคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วมากกว่าภาษาคอมพิวเตอร์สมัยก่อน เช่น ภาษา C, ภาษา C++ หรือ ภาษา Fortran

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่ใช้สำหรับคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical) แสดงผลกราฟฟิก (graphics) และเขียนแอพพลิเคชั่น (application) ทำให้เราสามารถคำนวณผลลัพธ์ พัฒนาอัลกอลิทึม (algorithm) สร้างแบบจำลอง และแอพพลิเคชั่น (application) ได้ง่ายและรวดเร็วมาก ภายในตัว MATLAB ประกอบด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ Toolbox กลุ่มฟังก์ชัน (function) สำเร็จรูปในแต่ละสาขาวิชา และฟังก์ชัน (function) พื้นฐานจำนวนมาก ทำให้การวิเคราะห์ทำได้หลากหลายวิธี พร้อมกับคำตอบที่รวดเร็ว




**รูปที่ 2.14** MATLAB

### 2.6.1 หลักการทำงาน

MATLAB สามารถทำงานได้ทั้งในลักษณะของการติดต่อโดยตรง คือการเขียนคำสั่งเข้าไปทีละคำสั่ง เพื่อให้ MATLAB ประมวลผลไปเรื่อย ๆ หรือสามารถที่จะรวบรวม ชุดคำสั่งเรานั้นเป็นโปรแกรมก็ได้ ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของ MATLAB ก็คือข้อมูลทุกตัวจะถูกเก็บใน ลักษณะของแถวลำดับ คือ ในแต่ละตัวแปรจะได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็ก ๆ ขึ้น ซึ่งการใช้ตัวแปรเป็นแถวลำดับใน MATLAB เราไม่จำเป็นที่จะต้องจองมิติเหมือนกับการเขียนโปรแกรมในภาษาขั้นต่ำทั่วไป ซึ่งทำให้เราสามารถที่จะแก้ปัญหาของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะของเมทริกซ์ (matrix) และเวกเตอร์ (vector) ได้โดยง่าย ซึ่งทำให้เราลดเวลาการทำงานลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการเขียน โปรแกรมโดยภาษาซี หรือภาษาฟอร์เทรนความสามารถหลักของ MATLAB ที่เหมาะสมกับการทำงานทางด้านวิศวกรรม

1. MATLAB เป็นโปรแกรมเพื่อการคำนวณและแสดงผลได้ทั้งตัวเลขและรูปภาพซึ่งมีประสิทธิภาพสูง

2. MATLAB จะควบคุมการทำงานด้วยชุดคำสั่งและยังสามารถรวบรวมชุดคำสั่งเป็นโปรแกรมได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. MATLAB มี function ที่เหมาะสมกับงานทางวิศวกรรมพื้นฐานมากมาย นอกจากนั้นผู้ใช้ยังสามารถเขียน function ขึ้นมาใหม่โดยสามารถใช้ประโยชน์จาก function ที่มีอยู่แล้วเพื่อให้เหมาะสมกับงานของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม

4. ลักษณะการเขียนโปรแกรมใน MATLAB จะใกล้เคียงการเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ที่เราคุ้นเคย จึงง่ายกว่าการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาชั้นสูงเช่น C, FORTRAN หรืออื่น ๆ

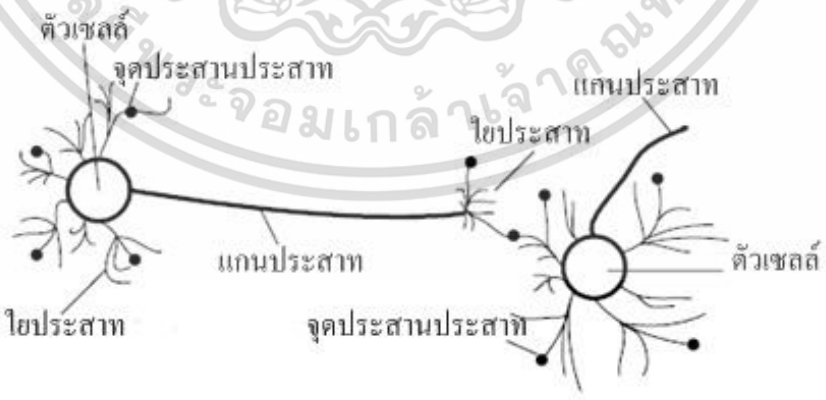
5. MATLAB มีความสามารถในการเขียนกราฟและรูปภาพทั้ง 2 มิติและ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. MATLAB สามารถทำ Dynamic Link กับโปรแกรมอื่น ๆ ได้ไม่ว่าจะเป็น Word, Excel หรืออื่น ๆ ที่ร่วมทำงานอยู่บน windows

7. MATLAB มี ทูบ๊อก (toolbox) หรือชุดคำสั่ง (Function) พิเศษสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการใช้งานเฉพาะทางหรืองานด้านวิศวกรรมขั้นสูงอื่น ๆ

## 2.7 Artificial Neural Network

โครงข่ายประสาทเทียม หรือ ข่ายงานประสาทเทียม (Artificial Neural Network) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์หรือโมเดลทางคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (connectionist) แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพ (bioelectric network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท (neurons) และ จุดประสานประสาท (synapses) ตามโมเดลนี้ ข่ายงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท จนเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน




**รูปที่ 2.15** โครงสร้างระบบประสาท

การประมวลผลต่างๆ เกิดขึ้นในหน่วยประมวลผลย่อย เรียกว่า โหนด (node) ซึ่งโหนดเป็นการจำลองลักษณะการทำงานมาจากเซลล์การส่งสัญญาณ ระหว่างโหนดที่เชื่อมต่อกัน จำลองมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อของใยประสาท และแกนประสาทในระบบประสาทของสมองมนุษย์ ภายในโหนด จะมีฟังก์ชันกำหนดสัญญาณส่งออกที่เรียกว่า ฟังก์ชันการแปลง (transfer function) ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนกระบวนการทำงานในเซลล์ แสดงในรูปที่ 2.16 โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อมูลอินพุต (input) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ต้องแปลงให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณที่โครงข่ายประสาทเทียมยอมรับได้

2. ข้อมูลเอาต์พุต (output) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง จากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

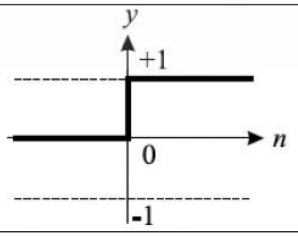
3. ค่าน้ำหนัก (weights) คือ สิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าความรู้ (knowledge) ค่านี้จะถูกเก็บเป็นทักษะเพื่อใช้ในการจดจำข้อมูลอื่น ๆ ที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

4. ฟังก์ชันผลรวม (Summation function: *S*) เป็นผลรวมของข้อมูลป้อนเข้า ($p_i$) และค่าน้ำหนัก ($w_i$)

$$S = \sum_{i=1}^{n} p_i \, w_i \qquad (2.1)$$

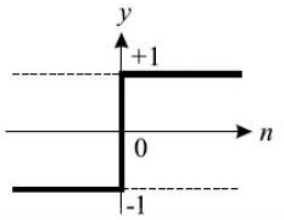
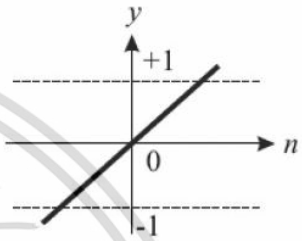
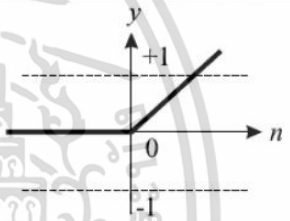
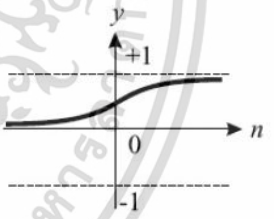
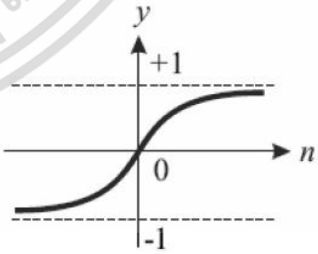
5. ฟังก์ชันการแปลง (transfer function) ฟังก์ชันการแปลง เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รวมค่าเชิงตัวเลขจากเอาต์พุตของนิวรอล แล้วทำการตัดสินใจว่าจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปในรูปใด ฟังก์ชันการแปลงสามารถเป็นได้ทั้งแบบเชิงเส้นหรือไม่เป็นเชิงเส้น การเลือกใช้ฟังก์ชันการแปลงจะขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ ที่นำเอาโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้ ฟังก์ชันการแปลงมีอยู่หลายรูปแบบ แบบที่ใช้งานทั่วไปมีรายละเอียดตามตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** แสดงฟังก์ชันการแปลงแบบต่างๆ

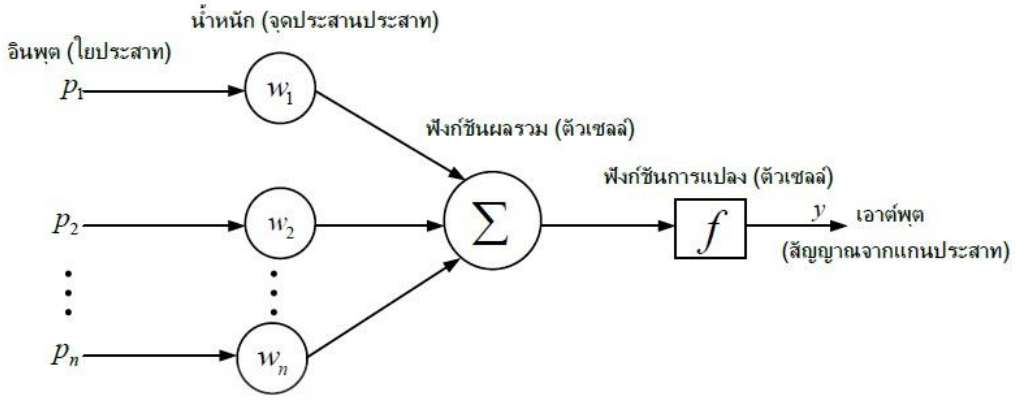
| ชื่อฟังก์ชัน | สมการความสัมพันธ์ | MATLAB ฟังก์ชัน | สัญลักษณ์ | กราฟความสัมพันธ์ |
|---|---|---|---|---|
| ฮาร์ดลิมิต (hard limit) | $y = 0$ ถ้า $n < 0$<br>$y = 1$ ถ้า $n \geq 0$ | hardlim | |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.1** (ต่อ)

| ชื่อฟังก์ชัน | สมการความสัมพันธ์ | MATLAB ฟังก์ชัน | สัญลักษณ์ | กราฟความสัมพันธ์ |
|---|---|---|---|---|
| ฮาร์ดลิมิตแบบสมมาตร (symmetrical hard limit) | $y=-1$ ถ้า $n<0$<br>$y=+1$ ถ้า $n\geq 0$ | hardlims | |  |
| เส้นตรง (linear) | $y=n$ | purelin | |  |
| เส้นตรงบวก (positive linear) | $y=0$ ถ้า $n<0$<br>$y=n$ ถ้า $n\geq 0$ | poslin | |  |
| ซิกมอยแบบลอการิทึม (log-sigmoid) | $y=\frac{1}{1+e^{-n}}$ | logsig | |  |
| ซิกมอยแบบเส้นสัมผัสไฮเปอร์โบลาร์ (hyperbolic tangent sigmoid) | $y=\frac{e^{n}-e^{-n}}{e^{n}+e^{-n}}$ | tansig | |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.16** กระบวนการประมวลผลของโครงข่ายประสาทเทียม

### 2.7.1 ตัวอย่างการใช้งาน Neural Network Toolbox ในโปรแกรม MATLAB

การใช้งานโปรแกรม MATLAB ชุดคำสั่งในโปรแกรมคือ newff ต้องประกอบด้วย 2 ส่วน คือ โปรแกรมฝึกสอน และโปรแกรมทดสอบ ใน MATLAB Neural Network Toolbox คำสั่งที่ใช้ในการสร้างเครือข่ายคือ net = newff ซึ่งจะทำการสร้างโครงข่ายป้อนแบบไปหน้า เมื่อทำการสร้างโครงข่ายด้วยคำสั่งข้างต้นแล้ว จะสามารถทดสอบเครือข่ายได้ด้วยคำสั่ง Y = sim(net,P) โดยที่ตัวแปร net เป็นตัวแปรที่ได้จากการสร้างเครือข่ายด้วยคำสั่ง newff ตัวแปร P เป็นอินพุต (input) ที่ต้องการทดสอบ และตัวแปร Y เป็นเอาต์พุต (output) จากโครงข่าย ในการฝึกสอนโครงข่ายนั้นจะใช้คำสั่ง net = train(net,P,T) โดยที่ตัวแปร P คือ อินพุต (input) และ T คือ เป้าหมายที่ต้องการให้โครงข่ายเรียนรู้ โดยปกติแล้ว ตัวแปร net ซึ่งเป็นตัวแปรโครงสร้างที่เก็บรายละเอียดของเครือข่ายไว้จะมีพารามิเตอร์ (parameter) ภายในที่สามารถใช้ปรับแต่งการฝึกสอนตามต้องการได้ แสดงรายละเอียดการเขียนโปรแกรมได้ดังตารางที่ 2.2 และแสดงการทำงานของโปรแกรม MATLAB Neural Network Toolbox ดังรูปที่ 2.17 ส่วนรูปที่ 2.18 แสดงผลการทดสอบโปรแกรมเปรียบเทียบค่าที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมและจากเป้าหมาย

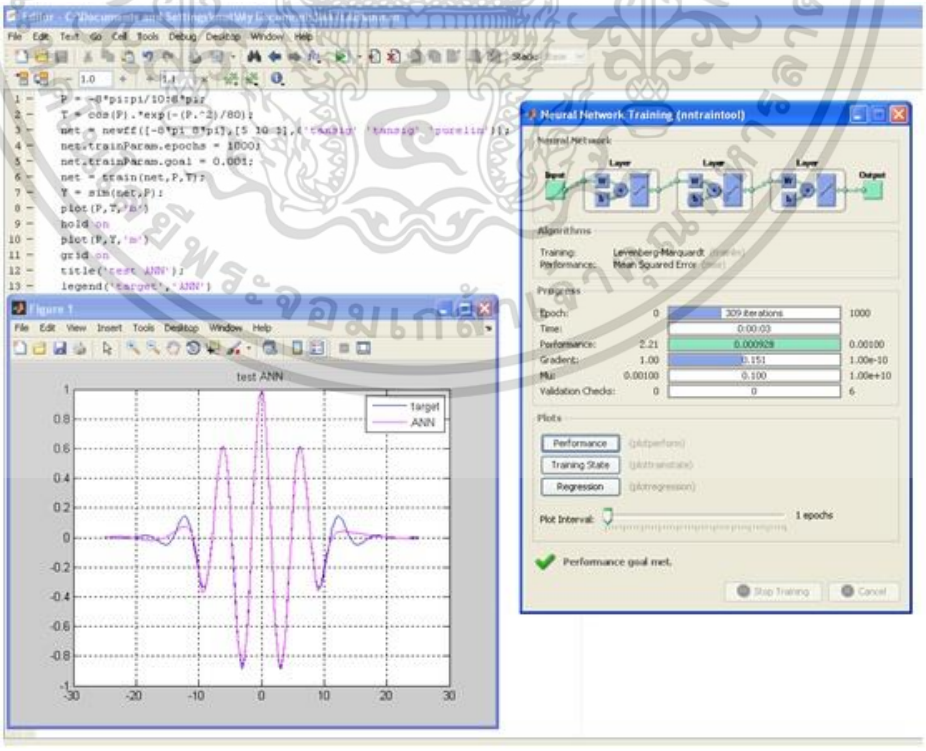
**ตารางที่ 2.2** การเขียนโปรแกรม MATLAB

| ลำดับ | การเขียนโปรแกรม | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| 1 | P = -8*pi:pi/10:8*pi; | ตัวแปร P จะมีค่าตั้งแต่ $-8\pi$ ถึง $8\pi$ โดยแต่ละค่ามีแตกต่างกัน $\frac{\pi}{10}$ ซึ่งจะกำหนดเป็นอินพุต |
| 2 | T = cos(P).*exp(-(P.^2)/80); | T เป็นค่าที่ได้จากฟังก์ชัน $\cos(P)e^{-(\frac{P^2}{80})}$ ซึ่งจะกำหนดให้เป็นเอาต์พุต |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

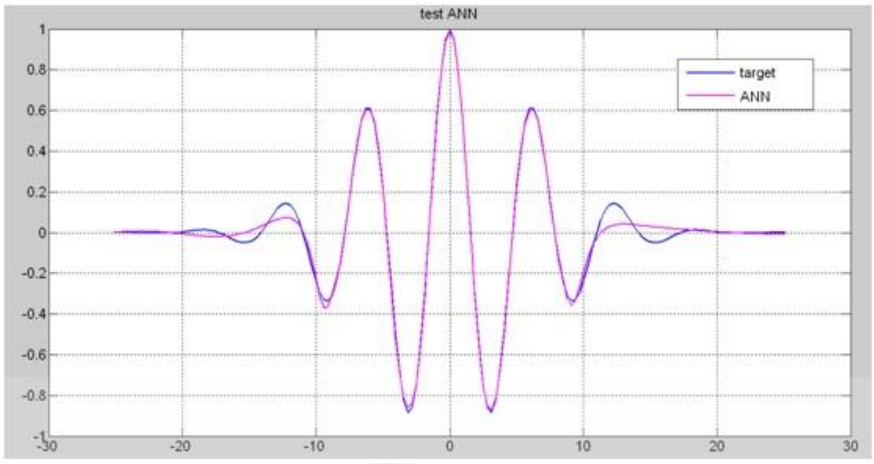
**ตารางที่ 2.2** (ต่อ)

| ลำดับ | การเขียนโปรแกรม | คำอธิบาย |
|---|---|---|
| 3 | net = newff([-8*pi 8*pi],[5 10 1],{'tansig' 'tansig' 'purelin'}); | ตัวแปร net คือ แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม ค่าสูงสุด , ค่าต่ำสุด โครงข่ายแบบ 3 ชั้น จำนวนโหนดของแต่ละชั้นคือ 5, 10 และ 1 ฟังก์ชันการแปลงของแต่ละชั้นคือ ชั้นที่ 1 tansig , ชั้นที่ 2 tansig และชั้นที่ 3 purelin |
| 4 | net.trainParam.epochs = 1000; | จำนวนรอบการคำนวน (Epochs) = 1000 รอบ |
| 5 | net.trainParam.goal = 0.001; | ค่า MSE ที่ต้องการให้มีค่าต่ำที่สุด = 0.001 |
| 6 | net = train(net,P,T); | โปรแกรมฝึกสอน |
| 7 | Y = sim(net,P); | โปรแกรมทดสอบตัวแปร Y เป็นค่าเอาต์พุตที่ได้จากเครือข่ายประสาทเทียม |
| 8 | plot(P,T,'b') | พล็อตกราฟค่าที่ได้จากเป้าหมาย (เส้นสีน้ำเงิน) |
| 9 | hold on | เลือกให้เพิ่มเส้นกราฟในรูปเดียวกัน |
| 10 | plot(P,Y,'m') | พล็อตกราฟค่าที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม (เส้นสีชมพู) |
| 11 | grid on | กราฟมีเส้นตาราง |
| 12 | title('test ANN'); | ชื่อกราฟ |
| 13 | legend('target','ANN') | ชื่อเรียกเส้นกราฟในแต่ละเส้น |




**รูปที่ 2.17** โปรแกรมการทำงานของ Neuron Network Toolbox

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.18** ผลการจำลองค่าเป้าหมายเทียบกับโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม คือ การประมาณค่าคำตอบให้ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายที่ถูกต้อง โดยใช้วิธีการเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ จำลองสถานะการณ์ผ่านโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ให้คอมพิวเตอร์ รู้จักคิด และจดจำ โดยการป้อนข้อมูลอินพุตและเอาต์พุต โดยผลที่ออกมาจะใกล้เคียงกับเป้าหมายหรือไม่นั้นก็ขึ้นอยู่กับ ข้อมูลอินพุตที่ใช้ในการฝึกสอน การเลือกจำนวนโหนด และจำนวนชั้นของโครงข่ายได้อย่างเหมะสมกับข้อมูลนั้นหรือไม่ จากผลการใช้โปรแกรม MATLAB Neural Network Toolbox จะเห็นได้ว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถสร้างแบบจำลองให้ค่าเอาต์พุตมีความใกล้เคียงกับค่าเป้าหมายได้

## 2.8 ภาษามือ (sign language)

ภาษามือเป็นภาษาแรกของบุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่ใช้ในการสื่อความหมายระหว่างคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินด้วยกันและกับบุคคลอื่น ๆ เมื่อบุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยินเติบโตขึ้นจะต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจึงต้องเรียนรู้วิธีการสื่อความหมายที่ใช้แทนการพูดกับผู้อื่นในสังคมด้วยเนื่องจากการสูญเสียการได้ยินผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจึงต้องเรียนโดยการฝึกทักษะด้วยตนเองโดยการดูริมฝีปากผู้อื่นเพื่อเข้าใจความต้องการของผู้พูดและแสดงท่าทางตอบผู้พูดด้วยการใช้มือทำท่าทางต่างๆ เพื่อแสดงให้รู้ว่าเข้าใจหรือไม่เข้าใจในการสนทนาหรือฟังคำบอกเล่าต่าง ๆได้

### 2.8.1 ความหมายของภาษามือ

นักการศึกษาทางด้านการศึกษาของเด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยินได้ตกลงและยอมรับว่าภาษามือเป็นภาษาหนึ่งสำหรับติดต่อสื่อความหมายและกรมสามัญศึกษาได้ให้ความหมายของภาษามือไว้ดังนี้ ภาษามือคือ ภาษาสำหรับคนหูหนวก ใช้มือ สีหน้า และกิริยาท่าทางประกอบในการสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมาย และถ่ายทอดอารมณ์แทนการพูด ภาษามือของแต่ละชาติมีความหมายแตกต่างกัน เช่นเดียวกับภาษาพูด ซึ่งแตกต่างกันตามขนบธรรมเนียม ประเพณีวัฒนธรรมและลักษณะภูมิศาสตร์

**2.8.2 ชนิดของภาษามือ**

ภาษามือสำหรับบุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ภาษามือธรรมชาติ และภาษามือประดิษฐ์ ซึ่งมีความเหมือนและแตกต่างกันดังนี้

**2.8.2.1 ภาษามือธรรมชาติ**

ภาษามือธรรมชาติ คือภาษาท่าทางที่คนปกติและคนหูหนวกคิดทำขึ้นเพื่อใช้สื่อความหมายและความเข้าใจในการการอยู่ร่วมกันบ้านในชุมชน เช่น พ่อแม่ ญาติและเพื่อนของคนหูหนวก คนหูหนวกจะแสดงท่าทางตอบรับการสื่อความหมายว่าตนเข้าใจหรือไม่เข้าใจอย่างไร ซึ่งอาจมีมากพอที่จะใช้ในการสนทนาโต้ตอบกันได้เช่นเดียวกับคนปกติที่ใช้ภาษาพูดในการสื่อความหมายว่าตนเข้าใจอย่างไร ซึ่งอาจมากพอที่จะใช้ในการสนทนาโต้ตอบกันได้เช่นเดียวกับคนปกติที่ใช้ภาษาพูดในการสื่อความหมายกัน ดังนั้นภาษามือธรรมชาติจึงมีความแตกต่างกันมากในแต่ละครอบครัวและแต่ละท้องถิ่น ในแต่ละท้องถิ่นภาษาถิ่นที่ใช้เรียกชื่อสิ่งของหรือแสดงอาการต่างๆ ของคนปกติไม่เหมือนกันและยังมีขนบธรรมเนียม ประเพณี และศาสนาที่แตกต่างกัน จึงเป็นสาเหตุให้ภาษามือธรรมชาติของแต่ละท้องถิ่นมีความแตกต่างกันอย่างหลากหลาย ดังนั้นคนหูหนวกที่อยู่ต่างท้องถิ่นกันจึงมีความลำบากในการสื่อความหมายซึ่งกันและกัน เมื่อเป็นเช่นนี้การให้การศึกษาแก่เด็กหูหนวกจึงต้องกำหนดภาษามือที่เป็นแกนกลาง เพื่อให้เป็นภาษาวิชาการที่ครูสอนเด็กหูหนวกใช้สอนได้เหมือนกัน เปรียบได้กับภาษาภาคกลางเป็นภาษาราชการจึงเป็นภาษาวิชาการที่จะต้องสอนนักเรียนให้อ่านออกเขียนได้ ฟังและพูดภาษากลางในการสื่อความหมายกันได้ทั่วไปในประเทศไทย

**2.8.2.2 ภาษามือประดิษฐ์**

ภาษามือประดิษฐ์ คือภาษามือที่ได้มาจากภาษามือธรรมชาติที่คนหูหนวกทำท่าทางแทนการพูด เรียกชื่อสิ่งของ เครื่องใช้ หรือแสดงอากัปกิริยาต่างๆ ที่แต่ละคนแต่ละท้องถิ่นใช้เหมือนๆ กัน นำมารวบรวมให้ใช้ส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งมีการรวบรวมความคิดความต้องการจากคนหูหนวกและนักวิชาการคิดท่าทางสำหรับคำต่างๆขึ้น ภาษามือประดิษฐ์นี้จะต้องได้รับการยอมรับและนำไปใช้เพื่อการสอนการเรียนสำหรับคนหูหนวกในโรงเรียน บางท่าอาจได้มากจากการทำท่าเลียนแบบภาษามือของต่างประเทศ มีบางคำที่ใช้กันในกลุ่มคนไทยและใช้เลียนแบบภาษาต่างประเทศก็มีอยู่หลายคำ

**2.8.3 โครงสร้างและไวยากรณ์ทางภาษา**

**2.8.3.1 ท่ามือ (The handshape)**

คือการทำมือเป็นท่าต่าง ๆ เช่น กำมือเป็นท่าชกมวย แบมือเป็นท่าตามใจ กางนิ้วเป็นท่าเลข 5 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.8.3.2 ตำแหน่งของมือ (The position of the hand)**

ตำแหน่งที่เกิดให้ความหมายต่างกัน ถึงแม้ว่าท่ามือจะเป็นท่ามือแบบเดียวกัน เช่น ฉัน จะใช้นิ้วชี้ชี้ที่หน้าอก ส่วนคำว่า รู้ ใช้นิ้วชี้ ชี้ที่ขมับ เป็นต้น

**2.8.3.3 การเคลื่อนไหวของมือ (The movement of the hand)**

ท่ามือเดียวกันหากเคลื่อนต่างกัน ความหมายก็จะต่างกัน เช่น ย่า กำมือขยับขึ้นลงใต้คางและชี้ที่ตา ทำท่ามือ ย ส่วนคำว่า ยาย กำมือขยับขึ้นลงใต้คางและทำท่ามือ ย และวน

**2.8.3.4 ทิศทางของฝ่ามือ (The orientation of the palms in relationship to the body or to each other)**

ท่ามือท่าเดียวกันตำแหน่งเดียวกัน แต่ทิศทางต่างกันความหมายที่ได้จะต่างกันด้วย เช่น ของฉัน จะหันฝ่ามือทาบที่หน้าอก ส่วนคำว่าของเขา หันฝ่ามือออกจากกลางอกไปข้างหน้า

**2.8.4 การสะกดนิ้วมือภาษาอังกฤษและการสะกดนิ้วมือภาษาไทย**

การสะกดนิ้วมือเป็นภาษามือประดิษฐ์ขึ้นเพื่อใช้สะกดคำต่าง ๆ ให้อ่านเขียนจากหนังสือเรียนหรือทำแบบฝึกหัดได้เช่นเดียวกับคนปกติ

**แบบสะกดนิ้วมือภาษาอังกฤษ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.19** แสดงแบบสะกดนิ้วมือภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสะกดนิ้วมือภาษามือไทย**

**รูปที่ 2.20** แสดงแบบสะกดนิ้วมือภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.8.5 ภาษามือ 20 ท่าที่ใช้ในชีวิตประจำวัน**

**รูปที่ 2.21** แสดงท่าทางขอบคุณ

**คำภาษาไทย** : ขอบคุณ

**คำภาษาอังกฤษ** : Thank you

**ความหมาย** : กล่าวแสดงความรู้สึกถึงบุญคุณหรือกล่าวเมื่อได้รับความช่วยเหลือ

**การใช้ภาษามือ** : แบมือทั้ง 2 ข้าง โดยให้ทุกนิ้วชิดกัน จากนั้นยกมือขึ้นมาขนานกันในแนวตั้ง แล้วจึงดึงมือทั้งสองข้างออกจากกัน

**รูปที่ 2.22** แสดงท่าทางขอโทษ

**คำภาษาไทย** : ขอโทษ

**คำภาษาอังกฤษ** : Sorry

**ความหมาย** : ขออภัยเมื่อได้ทำผิดพลาดอย่างใดอย่างหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การใช้ภาษามือ** : ยกฝ่ามือซ้ายขึ้นมาระดับหัวใจ โดยหันปลายนิ้วไปยังคู่สนทนา จากนั้นใช้ปลายนิ้วมือข้างขวาทำวน ในทิศตามเข็มนาฬิกาเหนือฝ่ามือข้างซ้ายราว ๆ 3 รอบ

**รูปที่ 2.23** แสดงท่าทางไม่เป็นไร

**คำภาษาไทย** : ไม่เป็นไร

**คำภาษาอังกฤษ** : That's all right, that’s ok, No problem, Not at all, you’re welcome

**ความหมาย** : คำแสดงความรู้สึกที่ไม่ได้ถือโทษหรือโกรธเคืองใด ๆ เพื่อให้ผู้ฟังรู้สึกดีขึ้นหรือไม่ต้องรู้สึกผิด

**การใช้ภาษามือ** : กางฝ่ามือทั้งสองข้างหันเข้าหาลำตัว ส่ายหน้าพร้อมสะบัดปลายนิ้วทั้งสองให้สวนกันไปมาประมาณ 3 รอบ

**รูปที่ 2.24** แสดงท่าทางสบายดี

**คำภาษาไทย** : สบายดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คำภาษาอังกฤษ** : Fine, Doing well

**ความหมาย** : สภาวะปกติของทั้งร่างกายและจิตใจ ร่างกายไม่เจ็บป่วย รวมทั้งอารมณ์ดี มี ความสุข ไม่มีอะไรให้กังวล

**การใช้ภาษามือ** : แบฝ่ามือทั้งสองข้าง จากนั้นให้ปลายนิ้วมือทั้งสองข้างทำมุมเป็นรูปตัววีโดยหันฝ่ามือเข้าหาลำตัวบริเวณหน้าอก แล้วลากมือในแนวเฉียงขึ้นเป็นรูปตัววีจนถึงระดับไหล่ จากนั้นกำนิ้วมือทั้ง 4 โดยชูนิ้วโป้งหันเข้าหากัน

**รูปที่ 2.25** แสดงท่าทางโชคดี

**คำภาษาไทย** : โชคดี

**คำภาษาอังกฤษ** : Good luck

**ความหมาย** : การได้รับสิ่งดี ๆ โดยที่ไม่ได้คาดคิดเอาไว้

**การใช้ภาษามือ** : ใช้ปลายนิ้วชี้และนิ้วโป้งสัมผัสกันเป็นรูปวงกลม นิ้วที่เหลือกางออกจากกัน จากนั้นกำมือและชูนิ้วโป้ง

**รูปที่ 2.26** แสดงท่าทางคิดถึง

**คำภาษาไทย** : คิดถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คำภาษาอังกฤษ** : Think of

**ความหมาย** : นึก ระลึกถึงเมื่อไม่ได้เจอหรือพบกันนานกับผู้ที่สนิทหรือรู้จักกัน

**การใช้ภาษามือ** : กำมือก่อนใช้ปลายนิ้วชี้สัมผัสที่ขมับ จากนั้นจึงชี้นิ้วดังกล่าวไปยังคู่สนทนา

**รูปที่ 2.27** แสดงท่าทางน่ารัก

**คำภาษาไทย** : น่ารัก

**คำภาษาอังกฤษ** : Cute, Lovely

**ความหมาย** : ใบหน้าที่ค่อนข้างไปในทางสวย น่าชื่นชม ลักษณะท่าทาง หรืออุปนิสัยดูเป็นมิตร หรือลักษณะแบบเด็ก

**การใช้ภาษามือ** : ขยุ้มมือข้างๆ บริเวณโหนกแก้มโดยให้ปลายนิ้วทั้ง 5 เข้ามาชิดกัน จากนั้นลากลงมาบริเวณข้างแก้ม

**รูปที่ 2.28** แสดงท่าทางสวย

**คำภาษาไทย** : สวย

**คำภาษาอังกฤษ** : Beautiful

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ความหมาย** : มีลักษณะงดงาม

**การใช้ภาษามือ** : แบมือตั้งฉากห่างจากใบหน้าตรงช่วงแก้มเล็กน้อย จากนั้นให้ขยับมือและแขนหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา 1 รอบ ก่อนกำมือแล้วชูนิ้วโป้งหันไปทางอีกฝ่าย

**รูปที่ 2.29** แสดงท่าทางชอบ

**คำภาษาไทย** : ชอบ

**คำภาษาอังกฤษ** : Like

**ความหมาย** : พอใจ แสดงอาการพึงใจ

**การใช้ภาษามือ** : กำนิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย โดยให้นิ้วชี้ และนิ้วโป้งเหยียดตรง หันมือเข้าหาลำตัว ระดับหน้าอกบริเวณหัวใจ โดยให้นิ้วทั้งสองทำมุมคล้ายตัววี จากนั้นลากมือลงพร้อม ๆกับขยับปลายนิ้วชี้และนิ้วโป้งให้สัมผัสกัน

**รูปที่ 2.30** แสดงท่าทางไม่ชอบ

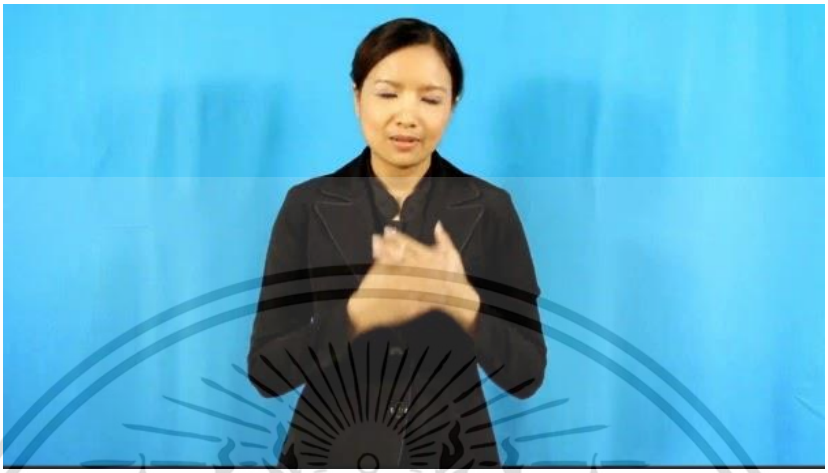
**คำภาษาไทย** : ไม่ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คำภาษาอังกฤษ** : Dislike

**ความหมาย** : ความรู้สึกที่ไม่พึงใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

**การใช้ภาษามือ** : ทำท่าเดียวกับคำว่าชอบ พร้อมกับส่ายหน้าไปมาประมาณ3 รอบ



**รูปที่ 2.31** แสดงท่าทางรัก

**คำภาษาไทย** : รัก

**คำภาษาอังกฤษ** : Love

**ความหมาย** : มีใจผูกพันอย่างมาก

**การใช้ภาษามือ** : ใช้ฝ่ามือทั้งสองแนบลงบนหน้าอกบริเวณหัวใจ สูดลมหายใจเอาเข้าลึกๆ พร้อมทำสีหน้ายิ้มแย้ม

**รูปที่ 2.32** แสดงท่าทางเก่ง

**คำภาษาไทย** : เก่ง

**คำภาษาอังกฤษ** : Clever

**ความหมาย** : มีความสามารถ ทำอะไรๆ ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การใช้ภาษามือ** : คว่ำมือซ้ายในระดับเดียวกับท้อง ใช้ฝ่ามือขวาตบลงเบาๆ บนมือซ้าย ประมาณ 2 รอบ จากนั้นยกมือขวาขึ้น แล้วชูนิ้วโป้งให้กับอีกฝ่าย

**รูปที่ 2.33** แสดงท่าทางฉลาด

**คำภาษาไทย** : ฉลาด
**คำภาษาอังกฤษ** : Intelligent
**ความหมาย** : สมองดี มีปัญญา ไม่โง่
**การใช้ภาษามือ** : กำมือโดยใช้นิ้วชี้สัมผัสบริเวณขมับ ก่อนชูนิ้วโป้งให้กับอีกฝ่าย

**รูปที่ 2.34** แสดงท่าทางเป็นห่วง

**คำภาษาไทย** : เป็นห่วง
**คำภาษาอังกฤษ** : Concern
**ความหมาย** : กังวลถึง
**การใช้ภาษามือ** : คล้องนิ้วชี้กับนิ้วโป้งของมือทั้งสองข้าง ให้ปลายนิ้วสัมผัสกัน โดยหันฝ่ามือซ้ายไปที่อีกฝ่าย ขณะที่นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อยเหยียดตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.35** แสดงท่าทางไม่สบาย

**คำภาษาไทย** : ไม่สบาย

**คำภาษาอังกฤษ** : Sick, Not well

**ความหมาย** : สภาวะที่ร่างกายและจิตใจไม่ปกติ หรือเกิดอาการป่วย

**การใช้ภาษามือ** : เอียงศีรษะไปด้านขวา จากนั้นใช้หลังมือขวาในช่วงปลายนิ้วสัมผัสบริเวณหน้าผาก

**รูปที่ 2.36** แสดงท่าทางเศร้า

**คำภาษาไทย** : เศร้า

**คำภาษาอังกฤษ** : Sad

**ความหมาย** : ไม่มีความสุข ไม่มีความเบิกบาน หรือเสียใจ

**การใช้ภาษามือ** : ก้มหน้าลง พร้อมลากนิ้ว ทั้ง 5 ลงมาจากบริเวณหน้าผากถึงคาง โดยเว้นระยะห่างระหว่างใบหน้ากับมือเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.37** แสดงท่าทางเสียใจ

**คำภาษาไทย** : เสียใจ

**คำภาษาอังกฤษ** : Sad, sorry

**ความหมาย** : ไม่สบายใจ ผิดหวัง เพราะมีเรื่องไม่สมประสงค์ ไม่พึงพอใจ หรือไม่ได้ดั่งใจ

**การใช้ภาษามือ** : กำมือหันเข้าหาลำตัว โดยอยู่ห่างจากหน้าอกด้านซ้ายเล็กน้อย จากนั้นหมุนแขนเป็นวงกลมตามทิศทวนเข็มนาฬิกาประมาณ 3 รอบ พร้อมทำสีหน้าเศร้าสลด

**รูปที่ 2.38** แสดงท่าทางหิว

**คำภาษาไทย** : หิว

**คำภาษาอังกฤษ** : Be hungry

**ความหมาย** : อยากข้าว อยากอาหาร มีอาการท้องร้อง

**การใช้ภาษามือ** : กำนิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย เอาไว้ จากนั้นใช้นิ้วชี้และนิ้วโป้งรูดตรงลำคอ จนปลายนิ้วมือทั้งสองสัมผัสกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.39** แสดงท่าทางอิ่ม

**คำภาษาไทย** : อิ่ม

**คำภาษาอังกฤษ** : Full

**ความหมาย** : เต็มหรือแน่นท้อง กินอีกไม่ได้แล้ว

**การใช้ภาษามือ** : คว่ำมือโดยเว้นระยะห่างระหว่างมือกับท้องเล็กน้อย จากนั้นยกมือขึ้นในแนวนอน จนกระทั่งหลังมือสัมผัสชิดกับใต้คาง

**รูปที่ 2.40** แสดงท่าทางเข้าใจ

**คำภาษาไทย** : เข้าใจ

**คำภาษาอังกฤษ** : Understand

**ความหมาย** : รู้เรื่องหรือรู้ความหมายของเรื่องนั้นอย่างชัดเจน

**การใช้ภาษามือ** : กำนิ้วมือไว้ตรงบริเวณขมับ จากนั้นพยักหน้า แล้วตวัดปลายนิ้วชี้ออกไปที่ด้านข้างลำตัว

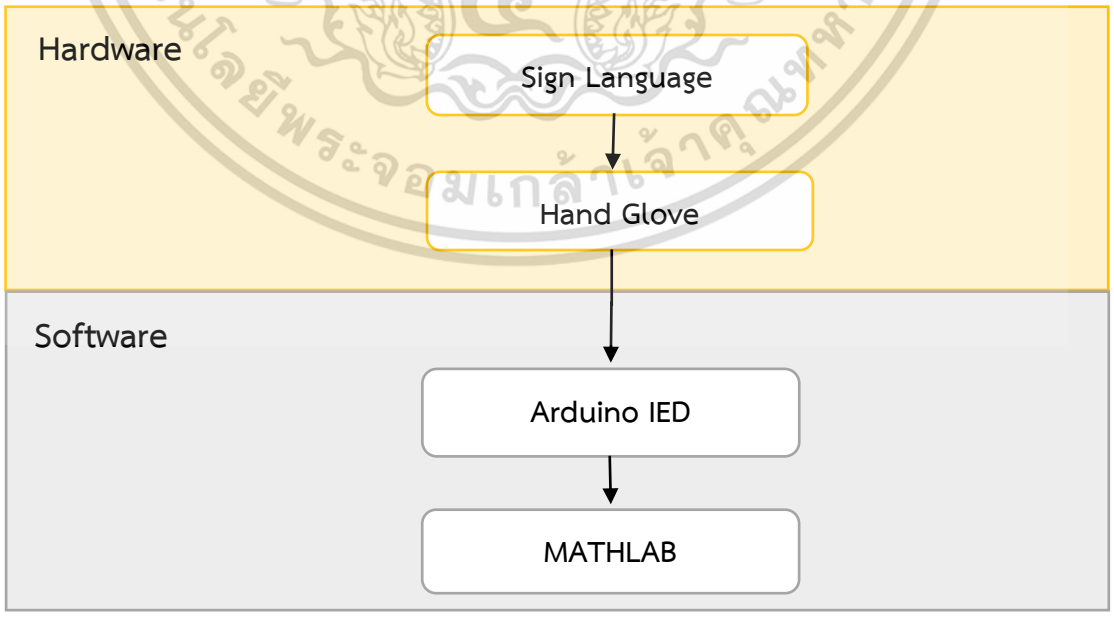
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการและการออกแบบ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับถุงมือซึ่งใช้สำหรับแปลภาษามือในระหว่างที่มีการสื่อสาร โดยภาษามือที่ใช้ในการสื่อสารจะถูกแปลความหมายออกมาให้มีเสียงและเป็นตัวหนังสือผ่านโปรแกรมที่มีชื่อว่า MATLAB ขณะเดียวกันผู้ที่ใช้ภาษามือจะต้องสวมถุงมือที่เป็น Open Source UNO Somatosensory Wearable Robot Gloves สำหรับการดำเนินการและการออกแบบทำวิจัยครั้งนี้จะขอแสดงถึงการใช้งานของถุงมือผ่านการเขียนโค้ดโดยโปรแกรม Arduino IED และ MATLAB โดยโค้ดจากโปรแกรม Arduino IED จะทำหน้าที่วัดตำแหน่งและระยะทางของนิ้วมือผ่านโพเทนชิโอมิเตอร์ (potentiometer) การใช้งานของโมดูลเซนเซอร์ GY-521 (MPU6050) ซึ่งทำหน้าที่วัดความเอียงและการเคลื่อนไหวของมือ การใช้งานของบอร์ด Arduino UNO ซึ่งทำหน้าที่เป็น Microcontroller ในการแปลงค่าจากเซ็นเซอร์ ส่วนโปรแกรม MATLAB จะทำหน้าที่รับค่าจาก Arduino UNO เพื่อทำการ train และ test ค่าของภาษามือในช่วงที่มีการเก็บค่า โดยทำการ train และ test ผ่าน Artificial Neural Network และแสดงผลลัพธ์ที่แม่นยำของภาษามือออกมาเป็นเสียงและตัวหนังสือ

การดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ และ ส่วนของซอฟต์แวร์

**แผนผังการทำงานของโครงงานวิจัย**




**รูปที่ 3.1** แผนผังการทำงานของงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1 ส่วนของซอฟต์แวร์

### 3.1.1 การใช้งาน Arduino UNO ร่วมกับ Robot Glove

การใช้ Arduino UNO ในการรับค่าจาก Robot glove และแปลงค่าที่ได้เพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งจะทำการใช้งานเพื่อรับค่าก่อนใช้โปรแกรม MATLAB โดยการทำงานจะใช้คำสั่งภาษาซีและไลบรารีในการอ่านค่าดังนี้

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
//#if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
#include "Wire.h"
//#endif
// Constants
#define DELAY 250 // Delay between two measurements in ms
#define OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
MPU6050 accelgyro;
//MPU6050 accelgyro(0x69); // <-- use for AD0 high
int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
#define LED_PIN 13
bool blinkState = false;
//#define DELAY 1000 // Delay between two measurements in ms
// Parameters
const int sensorPin0 = A0; // Pin connected to sensor
const int sensorPin1 = A1; // Pin connected to sensor
const int sensorPin2 = A2; // Pin connected to sensor
const int sensorPin3 = A3; // Pin connected to sensor
const int sensorPin4 = A4; // Pin connected to sensor
const int sensorPin5 = A5; // Pin connected to sensor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

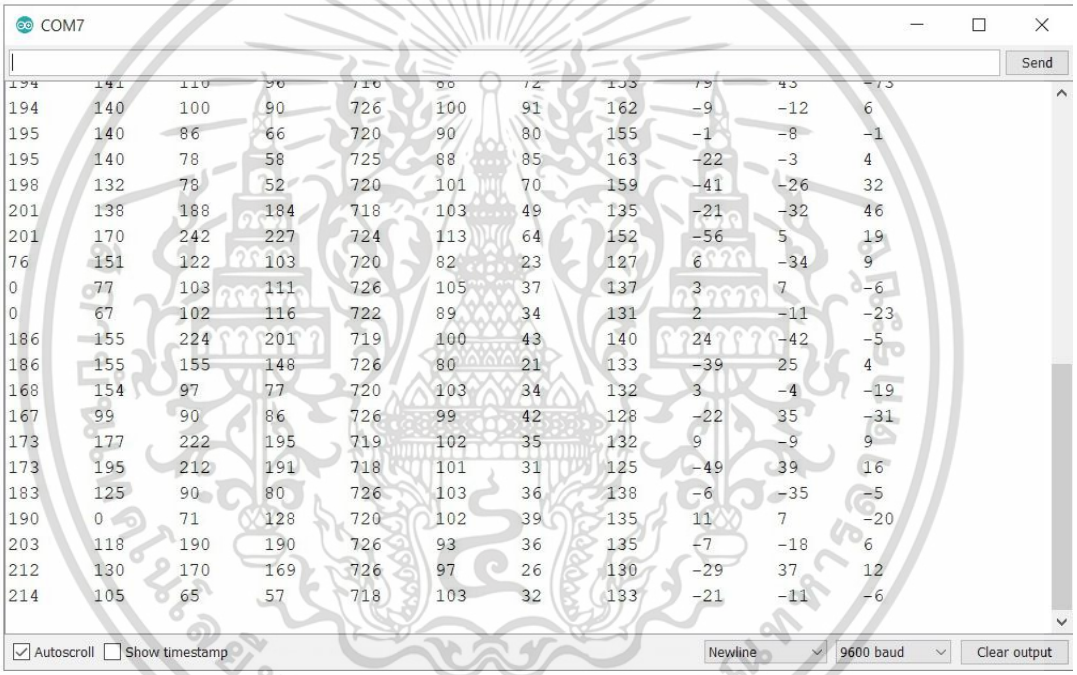
```
// Variables
int data4,data3,data2, data1, data0;
void setup(void) {
   // join I2C bus (I2Cdev library doesn't do this automatically)
    #if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
        Wire.begin();
    #elif I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_BUILTIN_FASTWIRE
        Fastwire::setup(400, true);
    #endif
  Serial.begin(9600);
   // initialize device
 // Serial.println("Initializing I2C devices...");
    accelgyro.initialize();
    // verify connection
 // Serial.println("Testing device connections...");
    // configure Arduino LED for
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}
void loop(void) {
  data0= analogRead(sensorPin0); // Convert digital value to voltage
  data1= analogRead(sensorPin1); // Convert digital value to voltage
  data2= analogRead(sensorPin2); // Convert digital value to voltage
  data3= analogRead(sensorPin3); // Convert digital value to voltage
  data4= analogRead(sensorPin4); // Convert digital value to voltage
  // read raw accel/gyro measurements from device
accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);
 // map value
  ax = map(ax, -18000, 18000, 0, 180);
  ay = map(ay, -18000, 18000, 0, 180);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  az = map(az, -18000, 18000, 0, 180);
  gx = (map(gx, -18000, 18000, 0, 180) - 90);
  gy = (map(gy, -18000, 18000, 0, 180) - 90);
  gz = (map(gz, -18000, 18000, 0, 180) - 90);
 //Serial.println(".....Sensor reading.....");
// Serial.print("Curvature :\t");
 Serial.print(data0); Serial.print("\t"); // the temperature reading
 Serial.print(data1); Serial.print("\t"); // the temperature reading
 Serial.print(data2); Serial.print("\t"); // the temperature reading
 Serial.print(data3); Serial.print("\t"); // the temperature reading
 Serial.print(data4); Serial.print("\t"); // the temperature reading
 #ifdef OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
 // display tab-separated accel/gyro x/y/z values
// Serial.print("A&G \t  :\t");
      Serial.print(ax); Serial.print("\t");
      Serial.print(ay); Serial.print("\t");
      Serial.print(az); Serial.print("\t");
      Serial.print(gx); Serial.print("\t");
      Serial.print(gy); Serial.print("\t");
      Serial.println(gz);
      //Serial.println();
 #endif
#ifdef OUTPUT_BINARY_ACCELGYRO
       Serial.write((uint8_t)(ax >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ax & 0xFF));
       Serial.write((uint8_t)(ay >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ay & 0xFF));
       Serial.write((uint8_t)(az >> 8)); Serial.write((uint8_t)(az & 0xFF));
       Serial.write((uint8_t)(gx >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gx & 0xFF));
       Serial.write((uint8_t)(gy >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gy & 0xFF));
       Serial.write((uint8_t)(gz >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gz & 0xFF));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#endif
// blink LED to indicate activity
  blinkState = !blinkState;
  digitalWrite(LED_PIN, blinkState);
 delay(DELAY);
}
```




**รูปที่ 3.2** แสดงการรับค่าจากเซ็นเซอร์เพื่อแสดงบนหน้าต่าง Serial monitor

### 3.1.2 การใช้งาน MATLAB

#### 3.1.2.1 สร้างฟังก์ชั่นขึ้นเพื่อเตรียมข้อมูลไว้สำหรับการ train

โดยการเตรียมข้อมูลเริ่มจากการนำค่าที่ได้จากการเก็บค่าไว้ครั้งแรกโดยโปรแกรม Arduino IDE มาใส่ในส่วนของหน้าต่างสำหรับเขียนโค้ดของฟังก์ชั่น ซึ่งการเตรียมข้อมูลในการสร้างฟังก์ชั่นแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนแรกเป็นคำทั้ง 11 คำ โดยในแต่ละคำจะมีค่า 11*140 ค่า
2. ส่วนที่สองเป็นค่า input คือการนำคำทั้ง 11 คำมาบอกว่าเป็น input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนสุดท้ายคือ target โดย target จะมีค่าเป็น 0 และ 1 จากการตั้งขึ้น ซึ่งคำที่ตรงกับ target จะมีค่าเป็น 1 และ ภายใน target จะมีค่าเท่ากับ 140*11 ค่า

```
function [input,targets] = signlanguage()
%PRPROB Character recognition problem definition
%
%  [ALHABET,TARGETS] = PRPROB()
%  Returns:
%    ALPHABET - 35x26 matrix of 5x7 bit maps for each letter.
%    TARGETS  - 26x26 target vectors.

% Mark Beale, 1-31-92
% Revised 12-15-93, MB.
% Copyright 1992-2002 The MathWorks, Inc.

I =  [ 277  166 197 169 783 168 128 75  -4  0   -2  ,
277 166 197 169 831 166 128 76  -5  0   -1  ,
277 166 197 169 783 167 127 74  -4  -2  0   ,
277 166 197 169 830 166 127 76  -5  -1  -1  ,
277 166 197 169 779 167 128 75  -4  -1  -1  ,
277 166 196 169 827 166 127 76  -4  0   0   ,
277 166 197 169 777 165 126 76  -4  0   0   ,
277 166 197 169 798 165 128 77  -4  -2  -1  ,
277 166 197 169 830 166 127 76  -1  -2  -1  ,
277 166 197 169 782 165 128 76  -4  0   -2  ,
277 167 197 169 828 164 128 77  -4  -1  0   ,
277 166 197 169 783 166 128 75  -5  -1  0   ,
277 166 197 169 831 166 127 74  -2  -2  0   ,
277 166 197 169 791 167 128 74  -3  -2  0   ,
277 166 197 169 829 166 127 74  -2  -1  0   ,
277 166 197 169 830 167 127 73  -3  -2  0   ,
277 167 197 169 766 166 128 74  -4  -1  0   ,
277 167 197 170 828 166 128 74  -4  -1  -1  ,
277 167 197 169 782 166 128 75  -2  -1  -1  ,
278 166 197 170 827 166 128 74  -3  -2  0   ,
277 166 197 169 785 167 128 73  -4  0   0   ,
277 166 197 169 835 166 127 74  -4  0   -1  ,
277 166 197 169 784 167 129 74  -3  -1  -1  ,
277 167 198 168 834 167 129 75  -6  0   -2  ,
277 166 197 169 786 166 128 74  -4  0   -1  ,
272 154 225 178 841 167 129 77  -3  0   -1  ,
272 155 225 178 795 167 128 76  -3  0   0   ,
272 155 225 178 820 167 127 76  -2  -1  -1  ,
272 155 225 178 765 166 127 77  -4  -1  -1  ,
272 154 224 178 788 167 128 76  -3  0   -1  ,
```

**รูปที่ 3.3** ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOVE = [160 145 94   0   729 182 68   78   -12 -4   -2  ,
159 145 94   0   722 172 73   76   -8   -9   0   ,
159 145 93   0   729 176 72   72   -4   -1   -2  ,
160 145 93   0   722 175 71   72   -2   -6   -2  ,
160 145 90   0   728 175 72   72   -4   -2   0   ,
160 145 90   0   719 177 71   71   -2   -4   -1  ,
160 145 89   0   729 174 72   70   -3   -3   -1  ,
160 145 89   0   722 175 73   71   -3   1    -3  ,
160 145 84   0   719 176 75   69   -3   -1   0   ,
160 145 84   0   728 174 72   70   -8   -4   3   ,
159 145 84   0   722 177 70   65   0    -3   0   ,
158 145 85   0   728 175 70   64   -8   -4   -2  ,
158 145 85   0   721 173 71   67   -4   -1   0   ,
158 145 85   0   729 174 70   65   -4   1    -1  ,
158 145 85   0   721 174 71   65   -3   -1   -1  ,
159 145 85   0   728 174 71   66   -4   -1   -1  ,
158 145 85   0   728 174 71   66   -3   0    -1  ,
158 145 85   0   719 175 71   66   -3   0    0   ,
158 145 85   0   728 173 72   68   -3   -2   1   ,
158 145 85   0   721 174 70   68   -3   0    -2  ,
158 146 84   0   729 175 71   66   -4   -2   0   ,
158 145 85   0   721 175 71   65   -3   -1   -1  ,
158 145 85   0   728 175 72   67   -4   1    -2  ,
158 145 85   0   722 174 72   67   -4   -5   0   ,
159 145 85   0   728 175 73   65   -6   -8   5   ,
158 145 85   0   733 174 70   63   -4   -1   -1  ,
158 145 85   0   722 174 70   65   -4   -1   -1  ,
158 145 85   0   728 174 70   65   -3   0    -1  ,
158 145 85   0   721 177 71   64   -2   1    -3  ,
```

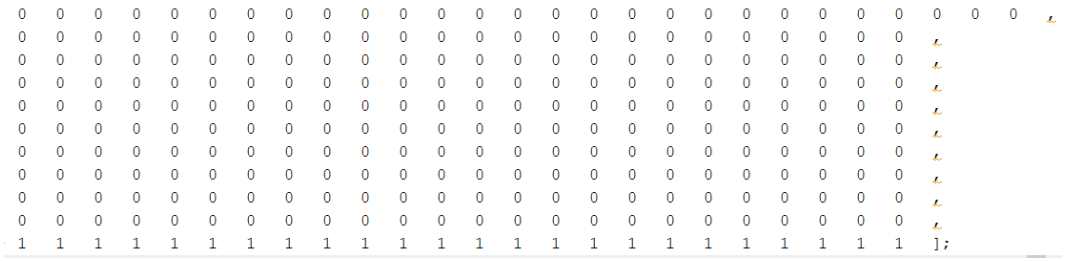
**รูปที่ 3.4** ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 1

```
input = [ I...
          YOU...
          THEY...
          LOVE...
          SORRY...
          REGRET...
          SICK...
          THANK...
          DILIGENT...
          HELLO...
          FULL];

targets = [1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1   1
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0   0
```

**รูปที่ 3.5** ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



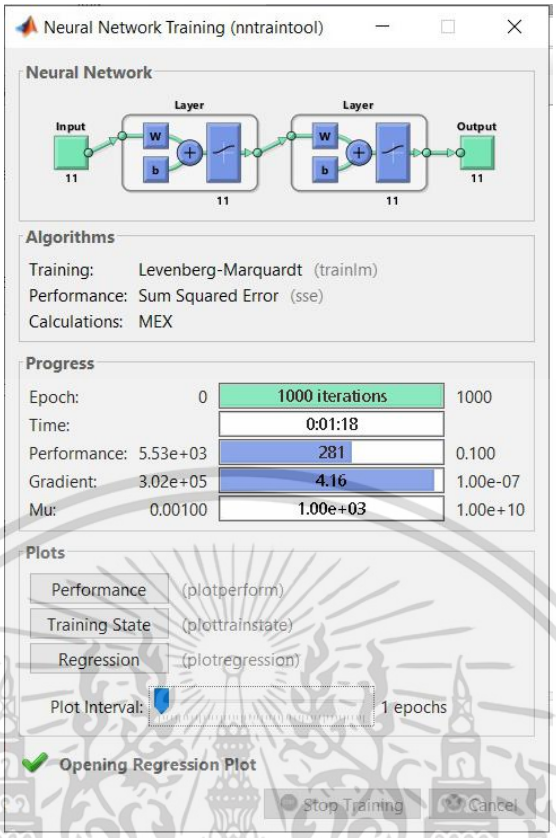
**รูปที่ 3.6** ตัวอย่างการเขียนฟังก์ชั่นในส่วนที่ 3

### 3.1.2.2 สร้างไฟล์โค้ดขึ้นสำหรับเทรนโมเดลแบบ Artificial Neural Network

หลังจากสร้างฟังก์ชันขึ้นเพื่อเตรียมข้อมูลไว้สำหรับการ train แล้ว ต่อไปจะเริ่มการ train ข้อมูลโดยใช้โค้ดดังต่อไปนี้

```
clc
clear all
[input,targets] = signlanguage; % call function
% bulid network
[M,N]=size(input);
[S2,H]=size(targets);
S1 = 11;
net = newff(minmax(input),[S1 S2],{'logsig' 'logsig'});
net.performFcn = 'sse'; % sum square err performance fn
net.trainParam.goal = 0.1;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 2000; % max number of case for training
net.trainParam.mc = 0.95;
T = [targets];
% Training
P = [input];
[network,tr] = train(net,P,T);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



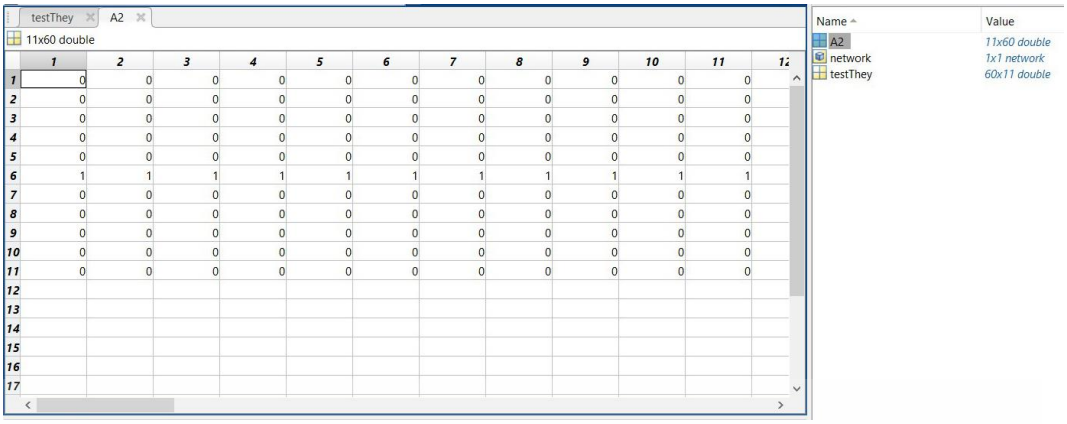

**รูปที่ 3.7** แสดงหน้าต่างของโปรแกรมแมทแลปขณะทำการเทรน

### 3.1.2.3 สร้างไฟล์โค้ดสำหรับทดสอบเครือข่ายหลังการ train

หลังจากการเทรนเครือข่ายเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะมีการนำเครือข่ายดังกล่าวไปใช้จริงกับภาษามือ ต้องมีการทดสอบความถูกต้องแม่นยำของเครือข่ายก่อน โดยข้อมูลที่นำเข้าไปทดสอบเครือข่ายหลังการเทรนได้มาจากการเก็บค่าครั้งแรกจากโปรแกรมอาดูโน่ซึ่งถูกแบ่งไว้ 30% ของข้อมูลทั้งหมด โค้ดที่ใช้ในการทดสอบเครือข่ายมีดังนี้

```
clc
clear all
load('matlab.mat') %เรียกใช้งานเครือข่าย
load('testThey.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
A2 = sim(network,testThey'); %ตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A2 = compet(A2); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A2 ไว้
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 3.8** แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการนำข้อมูลเข้าทดสอบในเครือข่าย

### 3.1.2.4 สร้างไฟล์สำหรับบันทึกเสียง

ก่อนจะมีการแสดงค่าผลลัพธ์ในรูปแบบ audio จากการเรียกใช้ไฟล์เสียง จะต้องมีการบันทึกไฟล์เสียงเพื่อจัดเก็บไว้ก่อนซึ่งการบันทึกไฟล์เสียงเป็นการบันทึกตามคำที่ต้องการ สำหรับโค้ดที่ใช้ในการสร้างไฟล์บันทึกเสียงมีดังนี้

```
FULL = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(FULL,1.1);
disp('End of Recording.');
play(FULL)
```

### 3.1.2.5 สร้างไฟล์สำหรับรับค่าเรียลไทม์พร้อมแสดงผลเป็น text และ audio เป็นอังกฤษ

เมื่อมีการ train ข้อมูลจนได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำจนเป็นที่ต้องการแล้ว จะทำการเขียนโค้ดเพื่อสร้างไฟล์สำหรับรับค่าเรียลไทม์จากถุงมือโดยการทำภาษามือพร้อมแสดงผลเป็น text และ audio ในรูปภาษาอังกฤษ

```
clear
s = serial('COM7', 'BaudRate', 9600);
fclose(s);
fopen(s);
        a = fgets(s)
        b = fgets(s)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            c = fgets(s)
A = str2num(a)
            A1 = A'
B = str2num(b)
            B1 = B'
C = str2num(c)
            C1 = C'
Total = [A1 B1 C1]
 fclose(s);
load('matlab.mat')
load('I.mat')
load('YOU.mat')
load('THEY.mat')
load('LOVE.mat')
load('SORRY.mat')
load('SED.mat')
load('SICK.mat')
load('THANK.mat')
load('DILIGENT.mat')
load('HELLO.mat')
load('FULL.mat')
A2 = sim(network,(Total));
A2 = compet(A2);
if  A2 == I
            disp('I')
            load soundI.mat
            play(I);
elseif  A2 == YOU
            disp('YOU')
            load soundYOU.mat
            play(YOU);
elseif  A2 == THEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        disp('THEY')
        load soundTHEY.mat
        play(THEY);
elseif  A2 == LOVE
        disp('LOVE')
        load soundLOVE.mat
        play(LOVE);
elseif  A2 == SORRY
        disp('SORRY')
        load soundSORRY.mat
        play(SORRY);
elseif  A2 == SAD
        disp('SAD')
        load soundSAD.mat
        play(SAD);
elseif  A2 == SICK
        disp('SICK')
        load soundSICK.mat
        play(SICK);
elseif  A2 == THANK
        disp('THANK')
        load soundTHANK.mat
        play(THANK);
elseif  A2 == DILIGENT
        disp('DILIGENT')
        load soundDILIGENT.mat
        play(DILIGENT);
elseif  A2 == HELLO
        disp('HELLO')
        load soundHELLO.mat
        play(HELLO);
elseif A2 == FULL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            disp('FULL')
            load soundFULL.mat
            play(FULL);
    else
            disp('No word')
            load soundNoword.mat
            play(Noword);
    end
```

**3.1.2.6 สร้างไฟล์สำหรับรับค่าเรียลไทม์พร้อมแสดงผลเป็น text และ audio เป็นภาษาไทย**

เมื่อมีการ train ข้อมูลจนได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำจนเป็นที่ต้องการแล้ว จะทำการเขียนโค้ดเพื่อสร้างไฟล์สำหรับรับค่าเรียลไทม์จากถุงมือโดยการทำภาษามือพร้อมแสดงผลเป็น text และ audio ในรูปภาษาไทย

```
clear
s = serial('COM7', 'BaudRate', 9600);
fclose(s);
fopen(s);
a = fgets(s)
b = fgets(s)
c = fgets(s)
A = str2num(a)
A1 = A'
B = str2num(b)
B1 = B'
C = str2num(c)
C1 = C'
Total = [A1 B1 C1]
fclose(s);
load('matlab.mat')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
load('I.mat')
load('YOU.mat')
load('THEY.mat')
load('LOVE.mat')
load('SORRY.mat')
load('REGRET.mat')
load('SICK.mat')
load('THANK.mat')
load('DILIGENT.mat')
load('HELLO.mat')
load('FULL.mat')
A2 = sim(network,(Total));
A2 = compet(A2);
if  A2 == I
        disp('CHAN')
        load soundchan.mat
        play(chan);
elseif  A2 == YOU
        disp('KUN')
        load soundkun.mat
        play(kun);
elseif  A2 == THEY
        disp('PUAK KAO')
        load soundpuakkao.mat
        play(puakkao);
elseif  A2 == LOVE
        disp('RAK')
        load soundrak.mat
        play(rak);
elseif  A2 == SORRY
        disp('KOR TOHT')
        load soundkortoht.mat
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        play(kortoht);
elseif  A2 == REGRET
        disp('SIA JAI')
        load soundsiajai.mat
        play(siajai);
elseif  A2 == SICK
        disp('MAI SA BAAI')
        load soundsawatdee.mat
        play(maisabaai);
elseif  A2 == THANK
        disp('KOP KUN')
        load soundkopkun.mat
        play(kopkun);
elseif  A2 == DILIGENT
        disp('KA YAN')
        load soundkayan.mat
        play(kayan);
elseif  A2 == HELLO
        disp('SA WAT DEE')
        load soundsawatdee.mat
        play(sawatdee);
elseif A2 == FULL
        disp('IM')
        load soundim.mat
        play(im);
else
        disp('MAI SA DAENG KAM')
        load soundmaisadaengkam.mat
        play(maisadaengkam);
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินงาน

เมื่อทำความรู้จักกับเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในการออกแบบถุงมือ รวมถึงจัดหาถุงมือแบบสำเร็จรูปได้เรียบร้อยแล้ว ผู้จัดทำได้ทำการเก็บค่าทั้งหมดจากถุงมือตามลักษณะท่าทางของภาษามือที่ได้เลือกไว้ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวจัดเตรียมไว้สำหรับการเทรนและการนำเข้าโมเดลเทรนต่อไป และทำการทดสอบการทำงานของถุงมือ สำหรับภาษามือทั้งหมดที่ผู้จัดทำได้เลือกไว้มีทั้งหมด 11 ท่า 11 คำ ซึ่งได้แก่คำว่า “ฉัน”, “คุณ” , “เขา” , “รัก” , “ขอโทษ” , “เสียใจ” , “ไม่สบาย” , “ขอบคุณ” , “ขยัน” , “สวัสดี” และ “อิ่ม” โค้ดที่เขียนขึ้นเพื่อแสดงผลของภาษามือทั้งหมดจะมี 2 ชุดคือชุดที่แสดงคำเป็นภาษาไทยและชุดที่แสดงคำเป็นภาษาอังกฤษ การทดสอบถุงมือหลังจากผ่านการเทรนแล้วมีจุดประสงค์เพื่อดูความแม่นยำของคำที่จะนำมาแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ได้แก่ ส่วนของความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใช้ข้อมูลที่ถูกแบ่งไว้ 30% จากการเก็บข้อมูลครั้งแรก และส่วนของความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลเรียลไทม์จากการทำภาษามือจริง

## 4.1 ความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลที่ถูกแบ่งไว้ 30% จากการเก็บข้อมูลครั้งแรก

### 4.1.1 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า ฉันหรือI

**รูปที่ 4.1** ลักษณะของภาษามือ ฉัน/I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.2** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ฉัน/I ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.3** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ฉัน/I ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %

**4.1.2 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า คุณหรือYOU**

**รูปที่ 4.4** ลักษณะของภาษามือ คุณ/YOU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.5** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า คุณ/YOU ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.6** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า คุณ/YOU ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %

### 4.1.3 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า พวกเขาหรือTHEY

**รูปที่ 4.7** ลักษณะของภาษามือ พวกเขา/THEY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.8** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า พวกเขา/THEY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.9** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า พวกเขา/THEY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %

**4.1.4 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า รักหรือLOVE**

**รูปที่ 4.10** ลักษณะของภาษามือ รัก/LOVE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.11** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า รัก/LOVE ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.12** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า รัก/LOVE ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %

**4.1.5 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า ขอโทษหรือSORRY**

**รูปที่ 4.13** ลักษณะของภาษามือ ขอโทษ/SORRY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.14** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ขอโทษ/SORRY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.15** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขอโทษ/SORRY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %

**4.1.6 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า เสียใจหรือSAD**

**รูปที่ 4.16** ลักษณะของภาษามือ เสียใจ/SAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.17** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า เสียใจ/SAD ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.18** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขอโทษ/SORRY ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %

**4.1.7 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า ไม่สบายหรือSICK**

**รูปที่ 4.19** ลักษณะของภาษามือ ไม่สบาย/SICK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

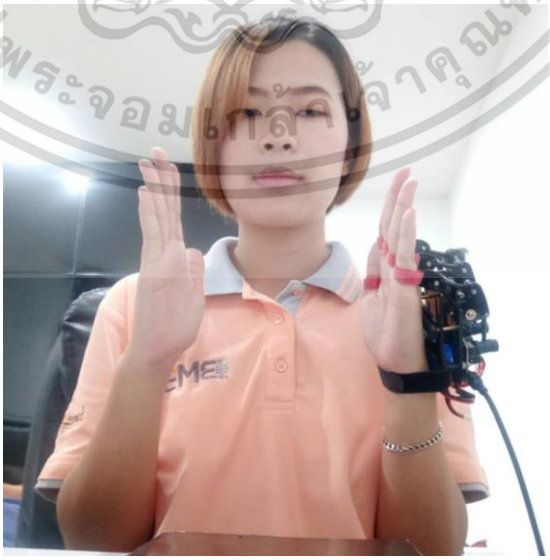
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.20** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ไม่สบาย/SICK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.21** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ไม่สบาย/SICK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 86.7 %

**4.1.8 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า ขอบคุณหรือTHANK**



**รูปที่ 4.22** ลักษณะของภาษามือ ขอบคุณ/THANK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.23** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ขอบคุณ/THANK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.24** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขอบคุณ/THANK ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %

**4.1.9 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า ขยันหรือDILIGENT**

**รูปที่ 4.25** ลักษณะของภาษามือ ขยัน/DILIGENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.26** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า ขยัน/DILIGENT ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.27** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า ขยัน/DILIGENT ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %

**4.1.10 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า สวัสดีหรือHELLO**

**รูปที่ 4.28** ลักษณะของภาษามือ สวัสดี/HELLO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.29** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า สวัสดี/HELLO ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**รูปที่ 4.30** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า สวัสดี/HELLO ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์ เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 96.7 %

**4.1.11 ลักษณะของภาษามือ Targets Display และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำ ของคำว่า อิ่มหรือFULL**

**รูปที่ 4.31** ลักษณะของภาษามือ อิ่ม/FULL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**รูปที่ 4.32** ส่วนหนึ่งของ Targets สำหรับแสดงผลคำว่า อิ่ม/FULL ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**รูปที่ 4.33** ส่วนหนึ่งของ Display สำหรับแสดงผลคำว่า อิ่ม/FULL ซึ่งมีทั้งหมด 11 แถว 60 คอลัมน์

เปอร์เซ็นความถูกต้องแม่นยำของคำ 100 %

ข้อมูลด้านบนเป็นข้อมูลจริงที่ได้จากการทดสอบผ่านโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใช้ข้อมูลที่ถูกแบ่งไว้ 30% จากการเก็บข้อมูลครั้งแรกเพื่อดูความถูกต้องแม่นยำของแต่ละคำจากเครือข่ายที่ได้จากการเทรน

*****หมายเหตุ*****

รูปภาพที่นำมาเป็นเพียงส่วนหนึ่งของข้อมูลทั้งหมดเนื่องจากข้อมูลจริงๆมีจำนวนมากจึงไม่สามารถมาแสดงได้ แต่ตัวเลขที่นำมาแสดงได้จากการคำนวณจริง

## 4.2 ความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลเรียลไทม์จากการทำภาษามือจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.1** แสดงเปอรเซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำจากการทดสอบเครือข่ายการเทรนโดยการใส่ข้อมูลเรียลไทม์จากการทำภาษามือจริง

| ครั้งที่ / คำ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | % ความถูกต้อง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ฉัน I | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 90% |
| คุณ YOU | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| พวกเขา THEY | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| รัก LOVE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| ขอโทษ SORRY | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| เสียใจ SAD | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| ไม่สบาย SICK | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| ขอบคุณ THANK | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| ขยัน DILIGENT | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| สวัสดี HELLO | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100% |
| อิ่ม FULL | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 90% |

จากตารางจะเห็นว่าคำส่วนใหญ่มีความถูกต้องแม่นยำถึง 100% ในขณะที่มีเพียงบางคำเท่านั้นที่มีความถูกต้องแม่นยำน้อยกว่า 100% ได้แก่ ฉันและอิ่ม ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าคำเหล่านี้มีความถูกต้องแม่นยำประมาณ 90% ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการดำเนินการเพื่อสร้างถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่มีความพกพร่องทางด้านการพูดและการได้ยิน พบว่าถุงมือช่วยสื่อสารนี้สามารถนำมาใช้งานได้จริงกับผู้ที่มีความบกพร่องทางการสื่อสาร เนื่องจากถุงมือมีความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารอยู่ในขอบเขตที่ค่อนข้างน่าเชื่อถือ และมีเปอร์เซ็นต์ค่าความแม่นยำที่ปรากฏส่วนใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 90-100% ทั้งนี้ค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องแม่นยำที่หายไป อาจเกิดจากปัจจัยดังต่อไปนี้ 1.จำนวนข้อมูลที่มีการเก็บค่าไว้ก่อนการนำเข้าไปเทรนยังน้อยไปสำหรับการเรียนรู้ของโมเดล 2.ความเพลียที่อาจเกิดขึ้นหลังจากการทำภาษามือเป็นเวลานานซึ่งส่งผลให้ออกแรงกำมือได้ไม่เท่าเดิม และ 3.เนื่องจากเรามีการสวมใส่ถุงมือเพียงข้างเดียวคือข้างขวาจึงทำให้ได้ท่าทางของภาษามือจริงไม่ครบถ้วนตามลักษณะ ซึ่งปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นนี้ต่างส่งผลต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการวัดค่าความโค้งงอของนิ้วมือและการเคลื่อนไหวของมือ เหตุนี้จึงทำให้ผู้จัดทำต้องมีการเก็บค่าภาษามือจำนวนมากไว้เพื่อนำเข้าไปเทรนกับโมเดลบนโปรแกรม MATLAB เพื่อที่ว่าจะทำให้การแสดงผลของภาษามือมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นถึง 100% มากกว่าการนั่งเขียนโค้ดขึ้นเองเป็นช่วง สำหรับการเก็บค่าจากภาษามือทั้งหมดก่อนนำไปเทรนถูกเก็บขึ้นจากการเขียน Code บนโปรแกรม Arduino ซึ่งดำเนินการผ่าน Microcontroller ที่เรียกว่า Arduino Board และมีการแสดงค่าบน Serial Monitor ส่วนการประมวณของภาษามือออกมาเป็นคำ ๆ ถูกดำเนินการบนโปรแกรม MATLAB

ถุงมือช่วยสื่อสารสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางด้านการพูดและการได้ยินที่ทำขึ้นนี้ บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ทั้งในด้านของการนำความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อส่วนรวม การลดช่องว่างในการสื่อสาร และการทำให้การสื่อสารด้วยการใช้ภาษามือเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นระหว่างผู้ที่ใช้ภาษามือในการสื่อสารกับคนทั่วไป

## 5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

### 5.2.1 ความแม่นยำ

ความถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารโดยการสวมใส่ถุงมือช่วยสื่อสารนี้ยังมีความถูกต้องแม่นยำไม่ถึง 100% สำหรับทุกคำ ซึ่งสาเหตุอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้ เช่น จำนวนข้อมูลที่มีการเก็บค่าไว้ก่อนการนำเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปเทรนยังน้อยไปสำหรับการเรียนรู้ของโมเดล, การสวมใส่ถุงมือเพียงข้างเดียวทำให้ได้ข้อมูลของแต่ละท่าทางไม่ครบถ้วนตามลักษณะภาษามือจริง ๆ

แนวทางการแก้ไข คือ ควรมีการเก็บค่าจากถุงมือให้ได้จำนวนมากที่สุดเท่าที่จะทำได้และควรมีการสวมใส่ถุงมือให้ครบทั้งสองข้างในระหว่างที่มีการทำภาษามือเพื่อให้ได้ข้อมูลจากภามือที่ครบถ้วนตามลักษณะจริง

### 5.2.2 ลักษณะของถุงมือที่ออกแบบ

เนื่องจากถุงมือช่วยสื่อสารที่ผู้จัดทำได้จัดหามานี้ยังมีลักษณะที่ทำให้มีการสวมที่ลำบากและหลังจากการสวมใส่แล้วยังทำให้เกิดแผลถลอกขึ้นตามบริเวณซอกนิ้ว รวมถึงการออกแรงในการขยับนิ้วในระหว่างที่มีการสวมใส่ถุงมือนี้ยังต้องใช้แรงที่มากพอควรสำหรับการขยับนิ้วมือซึ่งอาจทำให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย

แนวทางการแก้ไข คือ ออกแบบถุงมือให้เป็นผ้าแบบสวมเข้าออกง่ายและตรงบริเวณซอกนิ้วใช้เป็นผ้าหรืออะไรก็ได้ที่มีลักษณะผิวสัมผัสนุ่ม และเลือกใช้เซ็นเซอร์ที่สามารถทำให้มีความง่ายต่อการโค้งงอของนิ้วมือ เช่น flex sensor

### 5.2.3 การแสดงผลแบบเรียลไทม์

เนื่องจากถุงมือนี้ยังต้องใช้เวลาในการประมวณผลเพื่อเช็คว่าข้อมูลที่นำเข้าเป็นของท่าไหนบนเครือข่ายที่ผ่านการเทรนไว้แล้วดังนั้นจึงต้องใช้เวลาอย่างน้อย10-15วินาทีในการรอเพื่อให้แสดงผลลัพธ์ออกมา จึงทำให้การแสดงคำออกเป็นตัวหนังสือและเสียงตามลักษณะของภาษามือยังไม่เป็นแบบเรียลไทม์100%

แนวทางการแก้ไข คือ ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโมเดลอื่นที่ใช้ในการเทรนเครือข่ายหรือหาตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเทรนผ่านเครือข่ายของ Artificial Neural Network สำหรับการประมวณผลแบบเรียลไทม์

### 5.2.4 ใช้ได้เฉพาะบุคคล

เนื่องจากถุงมือช่วยสื่อสารที่ผู้จัดทำใช้ เป็นการเก็บค่าจากเซ็นเซอร์จากภาษามือแต่ละคำของผู้จัดทำเอง จึงทำให้ถุงมือนี้สามารถใช้ได้เฉพาะกับผู้จัดทำเท่านั้น

แนวทางการแก้ไข คือ หากเปลี่ยนผู้ใช้งานถุงมือ จะต้องทำการเก็บค่าและเทรนถุงมือใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเราต้องสวมถุงมือช่วยสื่อสารด้วยตนเองและใช้เป็นระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน ดังนั้นถุงมือที่สวมใส่ควรจะมีลักษณะที่สามารถสวมใส่ได้ง่ายและสะดวก และถุงมือควรจะทำให้นิ้วมือยังสามารถขยับได้ง่ายเหมือนตอนที่ยังไม่ได้สวมใส่ถุงมือเพราะไม่อย่างนั้นจะได้ทำให้เกิดความเมื่อยล้าของนิ้วมือขึ้น

และเนื่องจากว่าภาษามือบางท่ามีลักษณะท่าทางที่ความคล้ายคลึงกันมากและส่งผลทำให้ค่าของข้อมูลที่เก็บได้เกือบเป็นค่าเดียวกันและแยกกันไม่ออก ดังนั้นในการสวมใส่ถุงมือแปลภาษามือควรจะมีการสวมใส่ถุงมือให้ครบสองข้าง เพื่อลดความซับสนในการแสดงท่าทางของภาษามือแต่ละท่าทาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


[1] กมลา ไกรฤกษ์. 2496. **แบบสะกดนิ้วมือไทย.** [Online]. Available: https://pirun.ku.ac.th/~fhumalt/THSL/THSL/html/nav_th/THSL_fsp_th.htm

[2] นวภัทรา หนูนาค. 2555. **โพเทนชิโอมิเตอร์.** [Online]. Available: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7247/potentiometer

[3] มานฟา สุวรรณรัต, C. Reilly. **ปทานุกรมภาษามือไทย เล่ม 1.** กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. 2529.

[4] มานฟา สุวรรณรัต, O. Wrigly. **ปทานุกรมภาษามือไทย ฉบับปรับปรุง.** กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนา พานิช จำกัด. 2533.

[5] อำภา สาระศิริ. 2559. **เทคนิคการเรียนรู้พื้นฐานโครงข่ายประสาทเทียม.** [Online]. Available : http://www.mut.ac.th/research-detail-92

[6] Chaonithi. 2554. **AccelerometerและGyroscope ต่างกันอย่างไร.** [Online]. Available: https://www.spicydog.org/blog/accelerometer-gyroscope/

[7] Commandrone. 2559. **การใช้ GY521 MPU6050(ตอนที่1).** [Online]. Available: https://commandronestore.com/learning/gy521_001.php

[8] EducationTechnology. 2557. **ภาษามือเพื่อผู้พิการทางการสื่อสารหรือการได้ยิน.** [Online]. Available: http://404amnard.blogspot.com/2014/05/blog-post.html

[9] Khomcharoen. 2561. **Basic Arduino IDE(แนะนำการใช้โปรแกรมและเครื่องมือเบื้องต้น).** [Online]. Available: http://apisit13411.blogspot.com/2018/08/basic-arduino-ide.html

[10] Khotsathian. 2561. **Machine Learning: ANN คืออะไร.** [Online]. Available: https://medium.com/@sarankhotsathian/machine-learning-ann-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B6%A3-3527a9aa0c8c

[11] Mindphp. 2563. **Matlab(แมทแล็บ) ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง คืออะไร และเกี่ยวข้องอย่างไรกับการเขียนแอพพลิเคชั่น.** [Online]. Available: https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม (ต่อ)

%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/4043-what-is-matlab.html

[12] SPMe studio. 2562. **เริ่มต้นใช้งาน Arduino UNO เบื้องต้น EP.1 : ทำความรู้จัก Arduino พื้นฐานและเขียนโปรแกรมเบื้องต้น.** [Online]. Available: https://www.thai easyelec.com/article-wiki/latest- blogs/what-is-arduino-ch1.html

[13] Thaieasyelec. 2560. **บทความ Arduino คืออะไร ตอนที่1 แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino.** [Online]. Available: https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**โค้ดสำหรับบันทึกไฟล์เสียงเป็นคำภาษาอังกฤษใน MATLAB**

```
% บันทึกเสียงคำว่า I
I = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(I,1.2);
disp('End of Recording.');
play(I)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า YOU
YOU = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(YOU,1.2);
disp('End of Recording.');
play(YOU)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า THEY
THEY = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(THEY,1.2);
disp('End of Recording.');
play(THEY)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า LOVE
LOVE = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(LOVE,1.2);
disp('End of Recording.');
play(LOVE)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% บันทึกเสียงคำว่า SORRY
SORRY = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(SORRY,1.2);
disp('End of Recording.');
play(SORRY)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า SAD
SAD = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(SAD,1.2);
disp('End of Recording.');
play(SAD)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า THANK
THANK = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(THANK,1.2);
disp('End of Recording.');
play(THANK)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า SICK
SICK = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(SICK,1.2);
disp('End of Recording.');
play(SICK)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% บันทึกเสียงคำว่า DILIGENT
DILIGENT = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(DILIGENT,1.2);
disp('End of Recording.');
play(DILIGENT)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า HELLO
HELLO = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(HELLO,1.2);
disp('End of Recording.');
play(HELLO)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า FULL
FULL = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(FULL,1.2);
disp('End of Recording.');
play(FULL)
```

**โค้ดสำหรับบันทึกไฟล์เสียงเป็นคำภาษาไทยใน MATLAB**

```
% บันทึกเสียงคำว่า CHAN
CHAN = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(CHAN,1.2);
disp('End of Recording.');
play(CHAN)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% บันทึกเสียงคำว่า chan
chan = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(chan,1.2);
disp('End of Recording.');
play(chan)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า kun
kun = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(kun,1.2);
disp('End of Recording.');
play(kun)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า puakkao
puakkao = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(puakkao,1.2);
disp('End of Recording.');
play(puakkao)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า rak
rak = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(rak,1.2);
disp('End of Recording.');
play(rak)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% บันทึกเสียงคำว่า kortoht
kortoht = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(kortoht,1.2);
disp('End of Recording.');
play(kortoht)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า siajai
siajai = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(siajai,1.2);
disp('End of Recording.');
play(siajai)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า maisabaai
maisabaai = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(maisabaai,1.2);
disp('End of Recording.');
play(maisabaai)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า kopkun
kopkun = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(kopkun,1.2);
disp('End of Recording.');
play(kopkun)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
% บันทึกเสียงคำว่า kayan
kayan = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(kayan,1.2);
disp('End of Recording.');
play(kayan)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า sawatdee
sawatdee = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(sawatdee,1.2);
disp('End of Recording.');
play(sawatdee)
```

```
% บันทึกเสียงคำว่า im
im = audiorecorder
disp('Start speaking.')
recordblocking(sawatdee,1.2);
disp('End of Recording.');
play(im)
```

**โค้ดสำหรับทดสอบเครือข่ายหลังการเทรน**

```
clc
clear all
load('matlab.mat') %เรียกใช้งานเครือข่าย
load('testI.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testYou.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testThey.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
load('testLove.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testSorry.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testSad.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testSick.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testThank.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testDiligent.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testHello.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
load('testFull.mat') %เรียกข้อมูลที่บันทึกเป็นไฟล์ไว้ออกมา
A1 = sim(network,testI'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A1 = compet(A1); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A1 ไว้
A2 = sim(network,testYou'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A2 = compet(A2); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A2 ไว้
A3 = sim(network,testThey'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A3 = compet(A3); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A3 ไว้
A4 = sim(network,testLove'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A4 = compet(A4); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A4 ไว้
A5 = sim(network,testSorry'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A5 = compet(A5); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A5 ไว้
A6 = sim(network,testSad'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A6 = compet(A6); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A6 ไว้
A7 = sim(network,testSick'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A7 = compet(A7); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A7 ไว้
A8 = sim(network,testThank'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็น
อะไร
A8 = compet(A8); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A8 ไว้
A9 = sim(network,testDiligent'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็น
อะไร
A9 = compet(A9); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A9 ไว้
A10 = sim(network,testHello'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็น
อะไร
A10 = compet(A10); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A10 ไว้
A11 = sim(network,testFull'); %เตรวจสอบข้อมูลในเครือข่ายเพื่อเช็คว่าผลลัพธ์เป็นอะไร
A11 = compet(A11); %แสดงผลลัพธ์และเก็บเป็นไฟล์ชื่อ A11 ไว้
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้