



เครื่องแปลภาษาคนพิการทางการได้ยิน
translator for the hearing impaired

พงศ์พล สิงหาราชไชย

Pongpol Singharachai

พัสกร วิลัยศักดิ์ทิพากรณ์

Passakorn Vilaisaktipakorn

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องแปลภาษาคนพิการทางการได้ยิน
translator for the hearing impaired

พงศ์พล สิงหราไชย

Pongpol Singharachai

พัสกร วิลัยศักดิ์ทิพากรณ์

Passakorn Vilaisaktipakorn

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.เต็มพงษ์ เพ็ชรกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องแปลภาษาคนพิการทางการได้ยิน

translator for the hearing impaired

ผู้จัดทำ พงศพล สิงหราไชย รหัสนักศึกษา 62010580

พัสกร วิไลศักดิ์ทิพากรณ์ รหัสนักศึกษา 62010624

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

รศ.ดร.เต็มพงษ์ เพ็ชรกุล

(อาจารย์ที่ปรึกษา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	เครื่องแปลภาษาคนพิการทางการได้ยิน	
นักศึกษา	พงศพล สิงหราไชย	รหัสนักศึกษา 62010580
	พัสกร วิไลศักดิ์ทิพากรณ์	รหัสนักศึกษา 62010624
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2565	
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	รศ.ดร.เต็มพงษ์ เพ็ชรกุล	

บทคัดย่อ

การใช้ภาษามือคือการนำอวัยวะหรือส่วนประกอบของร่างกายมาทำลักษณะท่าทางต่าง ๆ ใช้สื่อความหมายแทนการพูด โดยส่วนใหญ่จะใช้มือเป็นหลักในการทำลักษณะท่าทางที่แตกต่างกันใช้สื่อสารแทนคำพูดออกไปในแต่ละคำและยังมีการใช้สีหน้าเพื่อเป็นการเพิ่มอารมณ์ของผู้ที่ต้องการจะส่งสารให้ได้ข้อความที่ชัดเจนขึ้น การสื่อสารประเภทนี้ใช้กับกลุ่มผู้พิการทางการได้ยินเป็นส่วนใหญ่และผู้ที่ใช้ภาษามือนี้ออกจะมีปริมาณที่น้อยมากเช่นครอบครัวของผู้พิการ การสื่อสารภาษามือยังมีความแตกต่างกันตามภูมิภาคหรืออาจจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้งานของภาษาที่แตกต่างกันอีกด้วย

โดยโครงการแปลภาษามือนี้นี้สร้างจากภาษา Python โดยรวบรวมข้อมูลสัญลักษณ์การแสดงท่าทางที่สื่อความหมายกับคำต่าง ๆ แล้วนำมาสอนปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) ให้จดจำไว้ จากนั้นจึงนำไปใช้งานโดยปัญญาประดิษฐ์จะประมวลผลแยกแยะนำค่าที่ใกล้เคียงที่สุดในการแสดงท่าทางเหล่านั้นว่าตรงกับความหมายใดมาแสดงผล ถ้ายังมีข้อมูลมากก็จะลดความคลาดเคลื่อนของการแสดงผลทำให้สื่อความหมายได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

การจัดทำโครงการโปรแกรมแปลภาษามือนี้นี้ขึ้นเพื่อช่วยเหลือผู้พิการทางการได้ยิน ให้มีทางเลือกที่สะดวกต่อการสื่อสารกับบุคคลทั่วไป

Title	translator for the hearing impaired	
Student	Pongpol Singharachai	Student ID 62010580
	Passakorn Vilaisaktipakorn	Student ID 62010624
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2022	
Project Advisor	Assoc. Prof. Toempong Phetchakul	

ABSTRACT

The use of sign language is the use of organs or parts of the body to make various gestures to convey meaning instead of speaking. Most of them use hands to make different gestures, use to communicate instead of the words in each word and also use the face to increase the emotions of those who want to send a clear message. climb This type of communication is mainly used by people with hearing disabilities, and the number of translators is very small, such as families of those with disabilities Sign language communication also varies by region or may change according to the use of different languages.

This sign language translator project is made from Python language, collecting symbols, gestures that convey the meaning of words, and teaching Artificial Intelligence (AI) to recognize them and then use them with intelligence. The artificial intelligence will process the classification to bring the closest value of those gestures that match the meaning to be displayed. If there is more information, it will reduce the discrepancy of the display, making it more accurate to convey the meaning

The creation of this sign language translation program project to help the hearing impaired. To provide a convenient alternative to communicate with the general public.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำรายงานในครั้งนี้ ขอขอบคุณอาจารย์ เต็มพงษ์ เพ็ชรกุลอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำรายงานครั้งนี้และคอยติดตามงานตลอด นอกจากนี้ยังขอขอบคุณรุ่นพี่ที่ให้คำแนะนำในการทำรายงานนี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนที่อยู่ในห้องโปรเจกต์เดียวกันที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาต่างๆตลอดซึ่งมีผลต่อการทำรายงานในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณหนังสือและข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลต่างๆซึ่งส่งผลให้การทำรายงานครั้งนี้เดินหน้าไปอย่างดี



พงศ์พล สิงหราไชย

พัสกร วิไลศักดิ์ทิพากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูปภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 รายละเอียดของเนื้อหารายงาน.....	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 การประมวลผลสัญญาณ.....	2
2.2 ภาษามือ(Sign Language).....	2
2.3 OpenCV.....	7
2.4 MediaPipe.....	8
2.5 K-Nearest Neighbors (KNN).....	9
2.6 Tenserflow.....	10
2.7 Deep Learning.....	11
2.8 Kotlin.....	12
2.9 HTML.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 JavaScript.....	14
2.11 PYTHON.....	15
2.12 NODE.JS.....	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	18
3.2 เครื่องมืออุปกรณ์.....	18
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	18
3.4 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม.....	22
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 คุณสมบัติของโครงการ.....	24
4.2 ผลการทดลอง.....	24
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	27
5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	27
บรรณานุกรม.....	28

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 การใช้ภาษามือแสดงเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ.....	3
2.2 ตัวอย่างการแสดงภาษามือ.....	5
2.3 โลโก้ OpenCV.....	7
2.4 โลโก้ MediaPipe.....	8
2.5 แสดงตำแหน่งของมือใน MediaPipe.....	8
2.6 กราฟแสดงตัวอย่าง KNN.....	9
2.7 โลโก้ TensorFlow.....	10
2.8 แสดงตัวอย่างการทำงานของ Deep Learning.....	11
2.9 โลโก้ HTML.....	13
2.10 โลโก้ JavaScript.....	14
2.11 โลโก้ PYTHON.....	15
2.12 โลโก้ NODE.JS.....	16
3.1 ภาพของภาษามือตัวอย่าง.....	18
3.2 ภาพเกี่ยวกับการแสดงตำแหน่งของการจัดเก็บโดย Mediapipe.....	19
3.3 การแสดงจำนวนครั้งของ Label.....	19
3.4 ภาพของ Code ของ server ในการทำงาน.....	20
3.5 การแสดงการทำงานของ server.....	20
3.6 ภาพของ Code ของเว็บไซต์ที่ทำการแสดงผล.....	21
3.7 การแสดงผลของท่าทางผ่านเว็บไซต์โดยแสดงออกมาเป็นคำว่า Sick.....	21
3.8 แผนภาพการทำงานของ server.....	22
3.9 แผนภาพการทำงานของ Python.....	23
4.1 เป็นภาพของการแบ่ง Label.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ภาพที่แสดงถึงการจัดเก็บข้อมูล.....	26
4.3 เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของการทำงาน.....	26



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ความเป็นมาจากการที่เราเคยเห็นการใช้ภาษาใบ้ที่เป็นภาษาที่ใช้เฉพาะกลุ่มคนที่เป็นคนที่ปัญหาทางด้าน การสื่อสารเราเลยจะนำการทำงานนี้เพื่อมาประยุกต์ใช้กับคนทั่วไปเพื่อต่อการสื่อสารกับคนปกติโดยจะใช้เป็น การจำทำทางที่เป็นท่าทางที่อาจจะมีแค่เฉพาะบางกลุ่มที่เข้าใจนำมาทำให้การสื่อสารง่ายขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหลากหลายที่ใช้ในการสื่อสารของผู้พิการ
- เพื่อเพิ่มช่องทางการสื่อสารให้มากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- ทำเพื่อจับการเคลื่อนไหวที่เป็นท่าทางสำหรับการสื่อสารของผู้พิการทางการได้ยินมาแปรเปลี่ยนเป็นคำ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- การวิเคราะห์ท่าทางเพื่อมาแปรเปลี่ยนเป็นคำ
- ลดความเลื่อมล้ำทางการสื่อสาร
- สามารถทำให้ผู้พิการทางการสื่อสารในบางรูปแบบมีทางเลือกที่มากขึ้น

1.5 รายละเอียดของเนื้อหาเรียงงาน

- การใช้งานกล้องวิดีโอหรือเว็บแคมเพื่อมาใช้ในการตรวจจับท่าทางของผู้ที่อยู่ในเฟรมที่กำลังทำท่าทาง เพื่อนำออกมาแสดงเป็นคำเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจในการสื่อสาร

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 การประมวลผลสัญญาณ

การประมวลผลสัญญาณ หมายถึงการประมวลผล การขยาย และการแปลงสัญญาณ รวมทั้งการวิเคราะห์ และเปลี่ยนแปลงสัญญาณมุ่งเน้นการวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนและสังเคราะห์สัญญาณเช่นเสียง, ภาพ, และการวัดทางวิทยาศาสตร์สามารถใช้เทคนิคการประมวลผลสัญญาณเพื่อปรับปรุงการส่งข้อมูลประสิทธิภาพการจัดเก็บและคุณภาพอรรถนัยและเพื่อเน้นหรือตรวจจับส่วนประกอบที่น่าสนใจในสัญญาณที่วัดได้

2.2 ภาษามือ(Sign Language)

ภาษามือ หมายถึง การสื่อสารเป็นภาษาสำหรับคนหูหนวก ใช้สื่อสารซึ่งกันและกัน ที่ใช้มือ สีหน้า และ กิริยาท่าทาง ประกอบในการสื่อความหมายและถ่ายทอดอารมณ์แทนการพูด ความเป็นมาของภาษามือ ด้วยเหตุที่คนหูหนวกไม่ได้ยินเสียงพูด เหมือนคนปกติจึงไม่สามารถพูด ได้แต่สายต่ายังคงปกติ มองเห็นกิริยาอาการ ท่าทางต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวไปมาได้ภาพต่าง ๆ ที่แลเห็นนั้น เป็นสื่อทำให้คนหูหนวก เรียนรู้ความหมายแม้จะเข้าใจได้ไม่มาก หรืออาจจะเข้าใจได้ไม่ลึกซึ้งนัก แต่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่มีอิทธิพล ผลักดัน ให้คนหูหนวกพยายามใช้ท่าทางร่างกายและสีหน้าเพื่อแสดงความรู้สึกภายในของเขามืออยู่ที่ผู้อื่น เข้าใจความต้องการของเขาได้บ้างท่าทางที่แสดงนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าเป็นท่าทางที่เลียนแบบธรรมชาติมากที่สุด และจากท่าทางธรรมชาตินั้น เองได้มีการพัฒนาขึ้นโดยใช้มือทำท่าทางต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ ทำให้เกิดเป็น ท่าทางใช้แทนความหมายในคำพูดของคนปกติได้ เราเรียกภาษาท่าทางที่ได้รับการพัฒนานั้นว่า “ภาษามือ” ภาษามือของแต่ละชาติมีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับภาษาพูด ซึ่งแตกต่างกันตามขนบธรรมเนียม ประเพณีวัฒนธรรม และลักษณะภูมิศาสตร์ เช่น ภาษามือจีน ภาษามืออเมริกัน และภาษามือไทย เป็นต้น ภาษามือเป็นเป็นภาษาที่นักการศึกษาทางการศึกษาของคนหูหนวกตกลงและยอมรับกันแล้วว่า เป็นภาษาหนึ่งสำหรับติดต่อสื่อความหมายระหว่าง คนหูหนวกกับคนหูหนวกด้วยกัน ในภาษาอังกฤษเรียกว่า “Sign language” หรือ “Manual Communication”

ประเภทของภาษามือ

ภาษามือที่ใช้อยู่ในคนหูหนวกชาติหนึ่งๆมักจะมี 2 ประเภทคือ

1. ภาษามือธรรมชาติ (Sign language) คือ ภาษาท่าทางที่คนหูหนวกเป็นผู้สร้างขึ้นและใช้

ร่วมกันในแต่ละชุมชนหรือในแต่ละชาติเช่น American Sign language , British Sign language , Swedish

Sign language ซึ่งส่วนมากเป็นท่าเลียนแบบธรรมชาติที่จะช่วยคนหูหนวกให้มีพัฒนาการในภาษาประจำชาติเท่าเทียมกับคนปกติ

2. ภาษามือประดิษฐ์ (Signed) คือ ภาษามือที่ครูผู้ปกครอง หรือญาติมิตรของคนหูหนวกคิดขึ้น แทนภาษาพูดและภาษาเขียนประจำชาติเพื่อให้มีคำใช้ให้เพียงพอในการศึกษาและการสื่อความหมาย โดยเฉพาะเรื่องนามธรรม ภาษามือที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้บางทีเรียกว่า ภาษามือในห้องเรียน หรือภาษามือที่ใช้ในการศึกษาซึ่งเป็นภาษาที่ทำคำ แต่ละคำ ตามไวยากรณ์ภาษาพูด หรือภาษาเขียนของคนปกติภาษามือประดิษฐ์มักจะนา แบบสะกดนิ้วมือ (Finger Spelling) มาผสมด้วย



รูปที่ 2.1 การใช้ภาษามือแสดงเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ

ลักษณะของภาษามือ

ภาษามือเป็นภาษาท่าทางซึ่งมีการเคลื่อนไหวของมือเป็นหลักและใช้กิริยาอาการของหน้าตาและร่างกายส่วนหนึ่ง เป็นส่วนประกอบช่วยให้เกิดความเข้าใจ ทำภาษามือที่คนหูหนวกยอมรับจะต้องเป็นท่าที่ ทำง่าย สะดวก รวดเร็ว มีความหมายใกล้เคียงธรรมชาติและเหมาะสมกับ หลักสรีระศาสตร์ ทำภาษามือควรทำ อย่างมีจังหวะ คือมีการเว้นระยะ ไม่ทำท่าทางเร็วจนเกินไป และให้อยู่ในรัศมีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ ชัดเจน โดยทั่วไปจะทำท่ามือเคลื่อนไหวตั้งแต่ระดับเอวขึ้นมาถึงส่วนบนของร่างกาย

ในท่าทางภาษามือการแสดงสีหน้าและการเคลื่อนไหวของใบหน้าเช่น คิ้ว ปาก

เป็นสิ่งสำคัญช่วยให้เข้าใจความหมายในภาษามือชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น

การส่ายศีรษะ หมายถึง การปฏิเสธ

การขมวดคิ้ว หมายถึง การแสดงความสงสัย

การเลิกคิ้ว หมายถึง การแสดงคำถามที่ต้องการคำตอบ

การแสดงสีหน้า และการเคลื่อนไหวบนใบหน้าประกอบท่ามือควรทำแต่พองามให้ดูสุภาพ ไม่

แสดงมากเกินไปจนดูน่าเกลียด

โครงสร้างของภาษามือ

ในภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือภาษาใดใดก็ตาม จะมีโครงสร้างของภาษา เช่น มีคำวลีมีประโยค

นำมาเรียงกันเป็นข้อความที่มีความหมาย ภาษามือก็เช่นกัน ที่การแสดงออกและการเคลื่อนไหว ล้วนมี

ความหมายทั้งสิ้น เรียกว่า เป็นภาษาที่มีโครงสร้างเช่นกัน

ภาษามือประกอบด้วยโครงสร้างดังนี้

1. ท่ามือ (The handshape)
2. ตำแหน่งของมือ (The position of the hand)
3. การเคลื่อนไหวของมือ (The movement of the hand)
4. ทิศทางของฝ่ามือ (The orientation of the palms in relationship to the body or to each other)

ท่ามือ คือ การท่ามือเป็นท่าต่าง ๆ เช่น กำมือแบมือกางนิ้วรวมนิ้วจับนิ้ว ฯลฯ แต่ละท่ามีความหมายต่างกันออกไป

ตำแหน่งของมือ คือการวางมือหรือท่าท่ามือในตำแหน่งต่างๆ ตำแหน่งของมือจะให้ความหมาย

แตกต่างกัน ถึงแม้ว่า ท่ามือจะเป็นท่าเดียวกัน เช่น ใช้นิ้วชี้ชี้ที่หน้าอก หมายถึง “ฉัน” ถ้าชี้ที่ขมับ หมายถึง

“รู้” ชี้ออกไปที่คู่สนทนา หมายถึง “เธอ” หรือ “คุณ” เป็นต้น ตำแหน่งที่ทำท่ามือควรจะอยู่ในรัศมีที่สายตา

สามารถมองเห็นได้ง่ายและชัดเจน คือบริเวณศีรษะ และไหล่ใบหน้าไม่ควรต่ำกว่าระดับเอว คำภาษามือที่

แสดงความรู้สึกต่างๆ มักจะแสดงท่ามือในตำแหน่งใกล้เคียงกับความหมายของคำนั้น ๆ เช่น

ท่ามือบริเวณศีรษะ จะเกี่ยวกับความคิด เช่น รู้ฝัน ฉลาด

ท่ามือบริเวณอก จะเกี่ยวกับความรู้สึกเช่น รักเสียใจขอบคุณ

ท่ามือบริเวณลำตัว จะเป็นคำต่างๆไป เช่น ลูกซัดผ້ารองเท้า

การเคลื่อนไหวของมือ คือการย้ายมือเปลี่ยนมือ ไปในทิศทางหรือรูปแบบที่ต้องการ ท่ามืออย่างเดียวกัน แต่เคลื่อนไหวไปในทิศทางต่างกัน ความหมายจะแตกต่างกัน เช่น มือทั้งสองตั้งขึ้น หัวแม่มือชิดกัน แล้วเลื่อนออกห่างคือ “เปิด” แต่ถ้าตั้งมือห่างกันพอสมควรแล้วเลื่อนให้หัวแม่มือชิดกัน หมายถึง “ปิด”

ทิศทางของฝ่ามือ คือ การหันฝ่ามือไปในทิศทางต่างๆ ทิศทางของฝ่ามือเป็นส่วนสำคัญ อย่างหนึ่งซึ่งทำให้ท่ามือมีความหมายต่างกัน ท่ามือท่าเดียวกัน ตำแหน่งที่เดียวกัน แต่ทิศทางของฝ่ามือต่างกัน ความหมายจะต่างกัน ตัวอย่างเช่น ตั้งมือขึ้น นิ้วชิดกัน หันฝ่ามือออกยื่นไปข้างหน้า หมายถึง “ของเขา” แต่ถ้าหันฝ่ามือเข้ามาหาตัว หมายถึง “ของฉัน”

การทำท่ามือ ถ้าอยู่ในระดับ สายตามองเห็นได้ง่าย เช่น บริเวณใบหน้ามักจะท่ามือเดียว เช่น สวย อืม แต่ถ้าระดับ ต่ำกว่าอกจะทำสองมือ เพื่อให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น กระโปรง ถ้าทำท่าสองมือจะต้องเคลื่อนไหวใดมือหนึ่ง มือที่ถนัดจะเป็นมือที่เคลื่อนไหว มือที่ไม่ถนัดจะทำง่ายกว่า หรืออยู่นิ่งๆ เป็นฐาน เพราะมนุษย์ไม่สามารถทำงานพร้อมกัน ทั้งมือซ้ายและมือขวาด้วยท่าทางที่แตกต่างกัน ในเวลาเดียวกันได้โดยง่าย



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการแสดงภาษามือ

ภาษามือไทย (Thai Sign Language หรือ ThSL) คือภาษามือทางการของประเทศไทย และใช้เป็นอย่างมากในประเทศไทย เทียบเป็น 20% ใน 56,000 คนหูหนวกก่อนรู้ภาษาที่ได้ไปที่โรงเรียน^[2] ภาษามือไทยได้ชื่อว่า เป็น "ภาษาทางการของประเทศไทยสำหรับคนหูหนวก" ในสิงหาคม พ.ศ. 2542 ในการลงนามโดยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการในนามของรัฐบาลไทย

ภาษามือไทยมีความเกี่ยวข้องกับภาษามืออเมริกัน รวมถึงจัดอยู่กลุ่มเดียวกันอีกด้วยจากการสัมผัสของภาษาและการสร้างภาษาครีโอล จากการแนะนำโดยคนสอนภาษามือกับคนหูหนวกในปีคริสต์ทศวรรษ 1950 ภาษามือของคนหูหนวกเป็นภาษาที่มีระบบไวยากรณ์ โครงสร้างของตนเอง และมีความหลากหลายเช่นเดียวกับภาษาพูดของผู้ที่มีการได้ยิน โดยภาษามือแต่ละถิ่นมีความแตกต่างกันออกไปตามการใช้ เช่นเดียวกับภาษาพูด ภาษาไทยที่มีภาษาถิ่นอย่างหลากหลาย นอกจากนี้ภาษามือตามความเข้าใจของคนทั่วไปมักเข้าใจว่าภาษามือเป็นภาษาสากล แต่ภาษามือไม่ได้มีลักษณะที่ใช้เหมือนกันเป็นสากล กล่าวคือ ภาษามือในแต่ละประเทศก็มีภาษามือของตัวเอง เช่น ภาษามืออเมริกัน ภาษามือจีน ภาษามือญี่ปุ่น เป็นต้น



2.3 OpenCV

OpenCV ย่อมาจาก Opensource Computer Vision หรือก็คือ Computer Vision

OpenCV คือไลบรารีโอเพ่นซอร์สที่นิยมสำหรับการประมวลผลภาพขั้นพื้นฐาน เช่น การเบลอภาพ การผสมภาพ การเพิ่มคุณภาพของภาพ เพิ่มคุณภาพของวิดีโอ การรู้จำวัตถุต่าง ๆ ในภาพ หรือ การตรวจจับใบหน้า หรือวัตถุต่าง ๆ ในภาพและวิดีโอได้



รูปที่ 2.3 โลโก้ OpenCV

การใช้ประโยชน์ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน OpenCV มีดังนี้

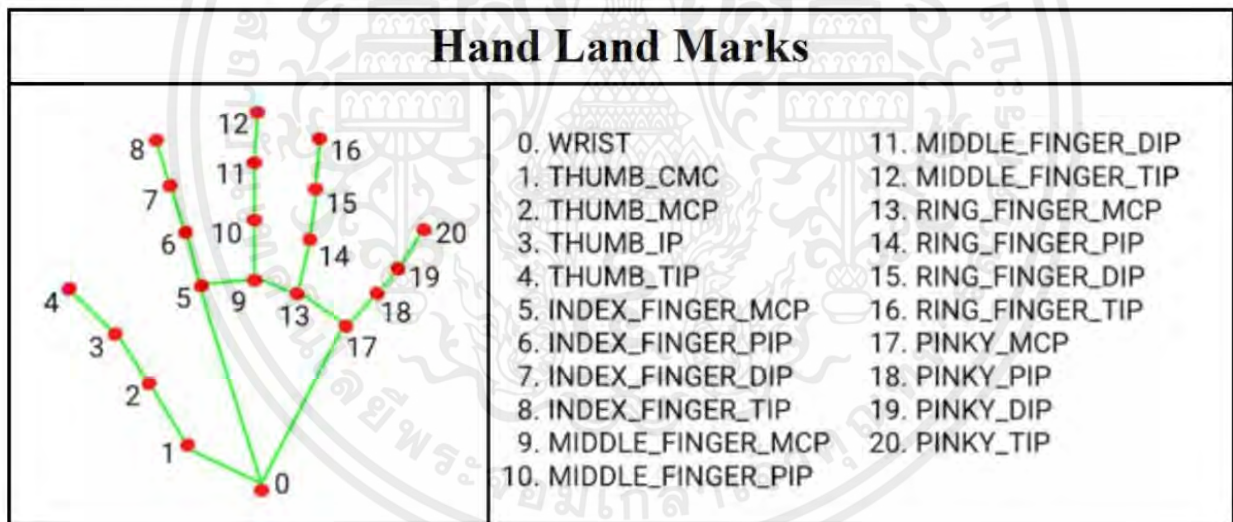
1. ชุดเครื่องมือคุณลักษณะ 2 มิติและ 3 มิติ (2D and 3D feature toolkits)
2. การประมาณระยะในขณะเคลื่อนที่ (Egomotion Estimation)
3. ระบบรู้จำใบหน้า (Facial recognition system)
4. การจดจำท่าทาง (Gesture recognition)
5. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer interaction; HCI)

2.4 MediaPipe

MediaPipe

รูปที่ 2.4 โลโก้ MediaPipe

MediaPipe เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจับการเคลื่อนไหวของท่าทาง ใบหน้าและมือได้แบบเรียลไทม์ เราก็จะสามารถนำอุปกรณ์นั้นไปต่อยอดไปเป็นนวัตกรรมใหม่ได้มากมาย เช่น การวิเคราะห์การออกกำลังกายและการเล่นกีฬา การสั่งการด้วยท่าทาง การตรวจจับภาษากาย การสร้างเอฟเฟกต์ในแอปพลิเคชัน เช่น Instagram Story ด้วยเทคโนโลยี AR (Augmented Reality) ซึ่งเดิมทีอุปกรณ์รูปแบบนี้พัฒนาได้ยากมาก เพราะจำเป็นต้องใช้ระบบการอนุมานแบบพร้อมกัน (Simultaneous inference) จากโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นที่ทำงานโดยใช้ตัวแปรตาม (Multiple, dependent neural networks)



รูปที่ 2.5 แสดงตำแหน่งของมือใน MediaPipe

2.5 K-Nearest Neighbors (KNN)

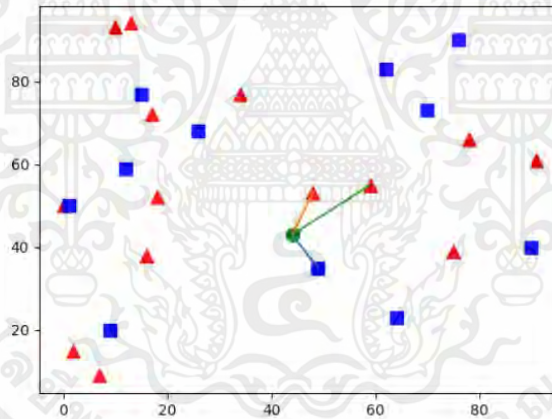
ขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor Algorithm) เป็นวิธีที่ใช้ในการจัดแบ่งคลาส โดยเทคนิคนี้จะตัดสินใจว่า คลาสใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ๆ ได้บ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนบางจำนวน ในขั้นตอนวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ของกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวม (Count Up) ของจำนวนเงื่อนไข หรือกรณีต่างๆ สำหรับแต่ละคลาส และกำหนดเงื่อนไขใหม่ๆ ให้คลาสที่เหมือนกันกับคลาสที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

K-NN Algorithm

จะต้องมีการกำหนดจำนวน k หรือจำนวนตัวใช้เอาไว้ใช้พิจารณา โดยปกติแล้วจะกำหนดให้เป็นเลขคี่ เช่น $k = 3, 5, 7, \dots$ เพื่อป้องกันปัญหาที่ข้อมูลที่น่ามาตัดสินใจจะมีจำนวนเท่ากัน เช่น มี A 2 ตัว และ B 2 ตัว

สมการเพื่อวัดระยะทาง

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงตัวอย่าง KNN

ข้อมูลที่ต้องการหาอยู่ที่ตำแหน่ง (44, 43)

(44, 43) -> (49, 35) : type = blue, dist = 9.433 result = red

(44, 43) -> (48, 53) : type = red, dist = 10.770

(44, 43) -> (59, 55) : type = red, dist = 19.209

Weighted Nearest Neighbors

เนื่องจากการใช้ KNN ถ้าเราสนใจที่ว่า ข้อมูลที่เราใส่ไปนั้นบริเวณข้อมูลที่อยู่ใกล้ๆมีข้อมูลใดมากที่สุด แต่ข้อมูลที่มีมากนั้นอาจจะอยู่ห่างจากข้อมูลที่เราต้องการหา เราจำใช้เรื่องน้ำหนักนั้นก็คือระยะห่างของข้อมูลแต่ละตัวกับข้อมูลที่ต้องการเมื่อนำมาเรียงตามลำดับ

2.6 Tenserflow



รูปที่ 2.7 โลโก้ TensorFlow

Tensorflow คือ deep learning library ของ Google ที่กำลังเป็นโดดเด่นอยู่ในตอนนี้ โดยทาง Google ก็ได้ใช้ machine learning เพิ่มประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์มากมาย ไม่ว่าจะเป็น เครื่องมือค้นหา (search engine), การแปลภาษา (translation), คำบรรยายภาพ (image captioning) และ เครื่องมือช่วยการเสนอแนะ (recommendations)

เพื่อช่วยให้เห็นภาพมากขึ้น Google นำ AI มาช่วยให้พัฒนาประสบการณ์ของผู้ใช้ ทั้งในแง่ความเร็วของผลลัพธ์ และ ในแง่ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น อย่างเช่น ถ้าเราลองพิมพ์คำอะไรลงไปในห้องค้นหาล่ะก็ Google สามารถแนะนำคำต่อไป หรือคำที่สมบูรณ์

Google ต้องการใช้ประโยชน์จาก machine learning กับชุดข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้ใช้มีประสบการณ์การใช้งานที่ดีที่สุด โดยมีกลุ่มผู้ใช้เทคโนโลยีตัวนี้มีประมาณ 3 กลุ่มด้วยกัน

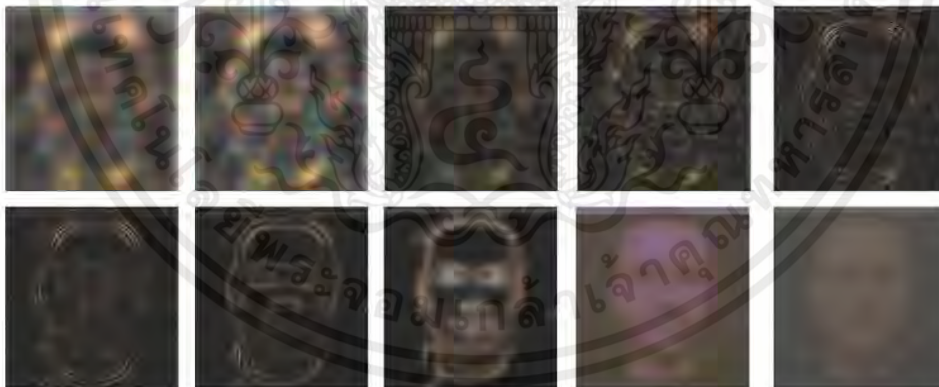
1. โปรแกรมเมอร์
2. นักวิจัย
3. นักวิทยาศาสตร์ข้อมูล

โดยที่กลุ่มคนทั้งสามกลุ่มสามารถใช้เครื่องชุดเดียวกัน มาพัฒนาต่อหรือปรับปรุงประสิทธิภาพได้ตามต้องการ

Google ไม่ได้มีเพียงแต่ชุดข้อมูลจำนวนมาก Google ยังถือครองคอมพิวเตอร์จำนวนมากที่สุดในโลกอีกด้วย ดังนั้น Tensorflow สร้างมาเพื่อใช้งานได้บนหลากหลายอุปกรณ์ Tensorflow เป็นหนึ่งในผลงานพัฒนาจาก Google Brain Team ทีมที่ถูกเป่าขึ้นมาเพื่อพัฒนา machine learning และ deep learning โดยเฉพาะ

2.7 Deep Learning

Deep Learning คือวิธีการเรียนรู้แบบอัตโนมัติด้วยการ เลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Neurons) โดยนำระบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) มาซ้อนกัน หลายชั้น (Layer) และทำการเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งข้อมูล ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ในการตรวจจับรูปแบบ (Pattern) หรือจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Classify the Data)



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการทำงานของ Deep Learning

รูปภาพจากแต่ละชั้นของโครงข่าย ที่จะทำให้เกิดความสามารถ ในการจดจำ เช่น ใบหน้า ซึ่งจะต้องใช้ ชั้นของโครงข่าย (Layer) จำนวนมากมายซ้อนกัน จะมีการเรียนรู้ชั้นของข้อมูลตัวอย่างโดยระบบโครงข่าย ประสาท จัดเป็นการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) ประเภทหนึ่ง

โดยทั่วไประบบโครงข่ายประสาทจะเรียนรู้ได้ เพียงไม่กี่ชั้น เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลสอน (Training Data) หรือ ความสามารถด้านคอมพิวเตอร์ยังไม่สูงพอ อย่างไรก็ตาม ช่วงหลายปี มาแล้ว เทคโนโลยีได้มีการพัฒนามากขึ้น จึงทำให้มีข้อมูลชั้นของ โครงข่ายได้ง่ายขึ้นและมากขึ้น ยังมีข้อบกพร่องหลายชั้น โครงข่ายก็ยัง มีความซับซ้อนและลึกขึ้น จึงเป็นที่มาของคำว่า Deep Learning ตามรูปแบบของ Machine Learning โดยทั่วไป เมื่อมีข้อมูลดิบ เข้ามา จะไม่มีการประมวลโดยอัตโนมัติ แต่จะต้องอาศัยความรู้ เฉพาะทาง (Domain Knowledge) สำหรับคุณลักษณะในการ จัดหมวดหมู่ข้อมูลบางประเภท (Hand-Craft Features)

แต่ถ้าเป็น Deep Learning จะรับข้อมูลดิบเข้าทันที และทำการ ประมวลอัตโนมัติเพื่อหาข้อมูลตัวอย่าง ที่จำเป็นในการตรวจจับ รูปแบบหรือจัดหมวดหมู่ข้อมูล ความสามารถในการเรียนรู้ คุณลักษณะอัตโนมัติทำให้ Deep Learning เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับการใช้งานในสถานการณ์ต่าง ๆ สิ่งท้าทายที่ยังต้องเผชิญ คือการ หาโครงข่ายระบบประสาท ที่เหมาะสมและการค้นหาตัวแปรที่มีผลต่อสมรรถนะในการสอน (Training Performance) ของโครงข่าย ยังคงเป็นเรื่องยากที่จะ รู้ได้ว่า Deep Learning สามารถเรียนรู้คุณลักษณะใดบ้าง นอกจากนี้ Deep Learning ยังมีลักษณะไม่ต่างจาก Machine Learning นั่นคือ ยังไม่สามารถจัดการข้อมูลรับเข้า ที่มีความละเอียดเฉพาะทาง (Carefully Crafted Input) จึงอาจทำให้โมเดล เกิดการอนุมานผิดพลาด (Wrong Inferences)

2.8 Kotlin

Kotlin คือภาษาโปรแกรมมิ่ง ที่พัฒนาต่อยอดมาจาก ภาษาอดีตอย่าง Java ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดย JetBrains บริษัทที่พัฒนา IDE ที่เรารู้จักกันดีคือ IntelliJ IDEA และ Android Studio เวอร์ชันในปัจจุบันนั่นเอง ซึ่งจุดเด่นหลักๆของเจ้า Kotlin นี้ก็คือสามารถใช้งานทดแทน Java ได้ 100% และลดการเขียนโค้ดไปได้ 40% โดยยังสามารถใช้งานร่วมกับเฟรมเวิร์คของ Java ได้ปกติ

2.9 HTML

HTML เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในรูปแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับสร้างหน้าเว็บ (Web Page) เพื่อเก็บข่าวสาร ข้อมูลที่ต้องการในรูปแบบของ เอกสารไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ที่มีคุณสมบัติสามารถเชื่อมโยงหน้าเว็บหนึ่งไปยัง หน้าเว็บอื่นๆ ได้โดยโครงสร้างของHTML จะมีตัว กำ กับ หรือแท็ก (Tag) สำหรับใช้ในการควบคุมการแสดงผล ของข้อความ รูปภาพ ตาราง และวัตถุอื่นๆ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

HTML



รูปที่ 2.9 ภาพโลโก้ของ HTML

ในปัจจุบันการแสดงผลข่าวสารข้อมูลมีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการแสดงผลบนกระดานเช่น หนังสือพิมพ์นิตยสาร และหนังสือ หรือแสดงลงอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์(ElectronicFiles) เช่น เอกสารไฟล์เวิร์ด (WordDocuments) เอกสารไฟล์ตารางคำนวณ(Spreadsheet Files) หรือเอกสารไฟล์การนำเสนอ (Presentation Files) เป็นต้น เนื่องจากอินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นแหล่งที่ผู้คนนิยมเข้ามาค้นหาข้อมูลข่าวสาร ต่างๆ โดยที่การเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวใน อินเทอร์เน็ตจะอยู่ในรูปของหน้าเว็บ ซึ่งถูกสร้างด้วยภาษา HTML แม้ว่า การสร้างหน้าเว็บสามารถถูกสร้างอย่างง่ายๆ ด้วยการใช้โปรแกรมประยุกต์สำหรับสร้างหน้าเว็บ เช่น Microsoft FrontPage และ Macromedia Dreamweaver แต่โปรแกรมประยุกต์ดังกล่าว มีข้อเสียตรงที่เมื่อผู้ใช้ ออกแบบหน้าเว็บแล้ว โปรแกรม จะทำ การแปลงสิ่งที่ออกแบบให้เป็น ภาษา HTML ซึ่งมีการแปลงเกินความจำเป็นทำให้ไฟล์HTML ที่ใช้สร้างหน้าเว็บมีขนาดใหญ่ และ แสดงผลช้า นอกจากนี้การเข้าใจHTML ยังช่วยให้แก้ไข ข้อมูลในหน้าเว็บได้ตามต้องการ รวมทั้งสามารถเพิ่มลูกเล่นให้หน้าเว็บด้วยการแทรก สคริป (Script) ลงใน ไฟล์HTML เพื่อเพิ่มสีสันให้หน้าเว็บมากขึ้น

2.10 JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียนเต็ล (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชันใหม่ๆ ออกมาด้วย (ปัจจุบันคือรุ่น 1.5) ดังนั้น ถ้านำโค้ดของเวอร์ชันใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้



รูปที่ 2.10 ภาพโลโก้ของ JavaScript

คุณสมบัติของ JavaScript

- JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่ายๆได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาอื่น
- JavaScript มีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน เช่นเมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม หรือ Checkbox ก็สามารถสั่งให้เปิดหน้าใหม่ได้ ทำให้เว็บไซต์ของเรามีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น นี่คือข้อดีของ JavaScript เลยก็ว่าได้ที่ทำให้เว็บไซต์ต่างๆทั้งหลายเช่น Google Map ต่างหันมาใช้
- JavaScript สามารถเขียนหรือเปลี่ยนแปลง HTML Element ได้ นั่นคือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้ หรือหน้าแสดงเนื้อหาสามารถซ่อนหรือแสดงเนื้อหาได้แบบง่ายๆนั่นเอง
- JavaScript สามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลได้ สังเกตว่าเมื่อเรากรอกข้อมูลบางเว็บไซต์ เช่น Email เมื่อเรากรอกข้อมูลผิดจะมีหน้าต่างพองขึ้นมาว่าเรากรอกผิด หรือลืมกรอกอะไรบางอย่าง เป็นต้น
- JavaScript สามารถใช้ในการตรวจสอบผู้ใช้ได้เช่น ตรวจสอบว่าผู้ใช้ ใช้ web browser อะไร
- JavaScript สร้าง Cookies (เก็บข้อมูลของผู้ใช้ในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง) ได้

2.11 PYTHON

Python คือหนึ่งในภาษาโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ถูกออกแบบเพื่อให้มีโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย มีการใช้พัฒนาแอปพลิเคชัน เว็บไซต์ รวมถึงแอปบนมือถือหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ด้วย หน้าที่ของ Python ก็คือการทำงานแปลชุดคำสั่งที่ละบรรทัดเพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผล ให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ หรือเรียกว่าการทำงานแบบ Interpreter นั่นเอง ด้วยภาษาที่ง่ายในการเขียน “Python” จึงมีความเหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้นเขียนโปรแกรมไปจนถึงนักพัฒนาในองค์กรบริษัทใหญ่ อย่างเช่น Netflix, Spotify, Google, Amazon, และ Facebook เป็นต้น



รูปที่ 2.11 ภาพโลโก้ของ Python

จุดเด่นของภาษาไพทอน

ความเป็นภาษาสคริปต์

เนื่องจากไพทอนเป็นภาษาสคริปต์ ทำให้ใช้เวลาในการเขียนและคอมไพล์ไม่มาก ทำให้เหมาะกับงานด้านการดูแลระบบ (System administration) เป็นอย่างยิ่ง มีการสนับสนุนภาษาไพทอนโดยเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการยูนิกซ์, ลินุกซ์ และสามารถติดตั้งให้ทำงานเป็นภาษาสคริปต์ของวินโดวส์ ผ่านระบบ Windows Script Host ได้อีกด้วย

ไวยากรณ์ที่อ่านง่าย

ไวยากรณ์ของไพทอนได้กำจัดการใช้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแบ่งบล็อกของโปรแกรม และใช้การย่อหน้าแทน ทำให้สามารถอ่านโปรแกรมที่เขียนได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีการสนับสนุนการเขียน docstring ซึ่งเป็นข้อความสั้น ๆ ที่ใช้อธิบายการทำงานของฟังก์ชัน, คลาส และโมดูลอีกด้วย

ความเป็นภาษากาว

ไพทอนเป็นภาษากาว (Glue Language) ได้อย่างดีเนื่องจากสามารถเรียกใช้ภาษาโปรแกรมอื่น ๆ ได้หลายภาษา ทำให้เหมาะที่จะใช้เขียนเพื่อประสานงานโปรแกรมที่เขียนในภาษาต่างกันได้

2.12 NODEJS

Node.js คือสภาพแวดล้อมการทำงานของภาษา JavaScript นอกเว็บเบราว์เซอร์ที่ทำงานด้วย V8 engine นั้นหมายความว่าเราสามารถใช้นode.js ในการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบ Command line แอปพลิเคชัน Desktop หรือแม้แต่เว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ โดยที่ Node.js จะมี APIs ที่เราสามารถใช้นสำหรับทำงานกับระบบปฏิบัติการ เช่น การรับค่าและการแสดงผล การอ่านเขียนไฟล์ และการทำงานกับเน็ตเวิร์ก เป็นต้น

Node.js ถูกพัฒนาและทำงานด้วยใช้ Chrome V8 engine สำหรับคอมไพล์ภาษา JavaScript ให้เป็นภาษาเครื่องด้วยการคอมไพล์แบบ Just-in-time (JIT) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของภาษา JavaScript จากที่แต่เดิมมันเป็นภาษาที่มีการทำงานแบบ Interpreted



รูปที่ 2.11 ภาพโลโก้ของ Node.js

Node.js เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ได้ทั้งบน Windows, Linux และ Mac OS X นั้นหมายความว่า คุณสามารถเขียนโปรแกรมในภาษา JavaScript และนำไปรันได้ทุกระบบปฏิบัติการที่สนับสนุนโดย Node.js นี่เป็นแนวคิดของการเขียนครั้งเดียวแต่ทำงานได้ทุกที่ (Write once, run anywhere)

ในช่วงเริ่มแรกภาษา JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับเขียน Script บนเว็บเบราว์เซอร์เพื่อทำให้หน้าเว็บสามารถตอบสนองได้แบบ Real-time สิ่งหนึ่งที่ทำให้ Node.js เลือกภาษา JavaScript เป็นภาษาหลักในการเขียนโปรแกรมเนื่องจากเห็นประสิทธิภาพการทำงานของ V8 engine ซึ่งเป็น Engine ที่ใช้รันภาษา JavaScript บน Google Chrome พร้อมทั้งภาษา JavaScript ยังมีรูปแบบการทำแบบ Asynchronous I/O ซึ่งเป็นสิ่งที่ Node.js ต้องการอยู่แล้วนั้นหมายความว่าในปัจจุบัน ภาษา JavaScript ไม่ได้ถูกจำกัดสำหรับการเขียนโปรแกรมเพียงบนเว็บเบราว์เซอร์อีกต่อไป ในการมาของ Node.js เราสามารถเขียนโปรแกรม Command line สร้างเว็บเซิร์ฟเวอร์ หรือเขียนโปรแกรมบน Desktop โดยการใช Framework อย่าง Electron หรือโปรแกรมทุกรูปแบบเหมือนกับภาษาอื่นๆ ได้

ข้อดีอีกอย่างหนึ่งในการใช้ภาษา JavaScript ของ Node.js คือทำให้การพัฒนาเว็บไซต์ทำได้อย่างขึ้นสำหรับนักพัฒนา เนื่องจากพวกเขาสามารถใช้ภาษา JavaScript สำหรับทั้ง Front-end และ Back-end ได้โดยไม่ต้องศึกษาภาษาเฉพาะในแต่ละด้าน ตัวอย่างของการพัฒนาเว็บไซต์ในรูปแบบนี้ เช่น React.js ซึ่งเป็นไลบรารีโดย Facebook

นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ภาษาอื่นๆ สำหรับเขียนโปรแกรมบน Node.js ได้ เช่น ภาษา TypeScript เพื่อให้การเขียนโปรแกรมมีการเข้มงวดกับประเภทข้อมูลมากขึ้น และสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการพัฒนาโปรแกรมได้ แต่เนื่องจาก Node.js สนับสนุนเพียงภาษา JavaScript ดังนั้นโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาอื่นจะถูกแปลงเป็น JavaScript ก่อน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการเตรียมการ

กล้องมือถือหรือกล้องเว็บแคมที่ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อนใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับมือ

3.2 เครื่องมืออุปกรณ์

1. กล้องมือถือ หรือเว็บแคม
2. โปรแกรม Python, JavaScript

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 เตรียมข้อมูลในการทำท่าทาง

ขั้นตอนแรกของการทำงานคือการเริ่มเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ภาษามือของผู้พิการเกี่ยวกับขยับท่าทางหรือการแสดงออกต่างๆที่มีผลต่อการแปลความหมายออกมาเป็นคำพูด



รูปที่ 3.1 ภาพของภาษามือตัวอย่าง

3.3.2 ทำการเตรียมท่าทางเพื่อเก็บข้อมูล

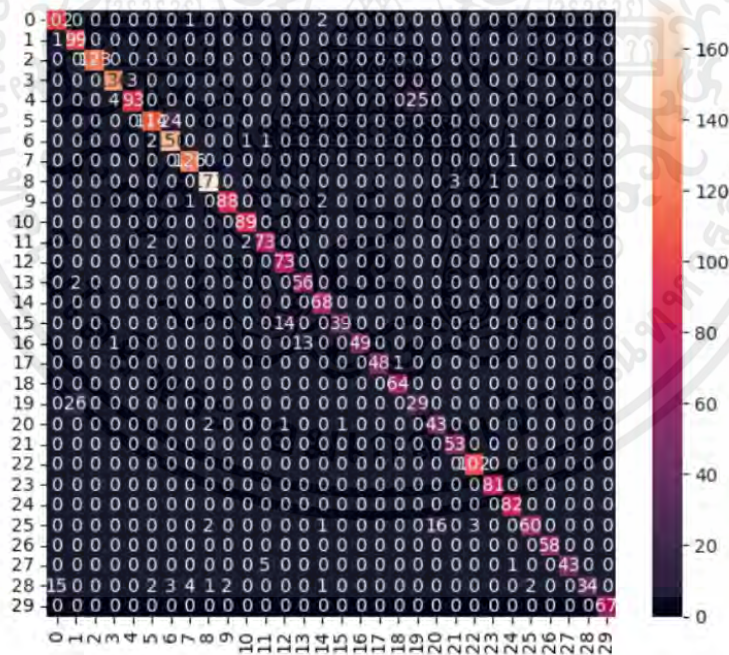
ขั้นตอนต่อไปเป็นการลองทำลักษณะท่าทางเพื่อสื่อความหมายโดยจะเป็นการทำท่าทางโดยการใช้งาน Mediapipe เพื่อจัดเก็บข้อมูลตำแหน่งของมือจำนวน 20 ตำแหน่งภายในมือโดยจะต้องแบ่งออกเป็น 6 ส่วน คือนิ้วโป้ง นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง นิ้วก้อย และส่วนสุดท้ายคือส่วนของฝ่ามือโดยจะถูก แบ่งไปตามองค์ประกอบของ ส่วนของนิ้ว ต่างๆ โดยจะเป็นการเก็บตำแหน่งที่มีความคล้ายคลึงกันไปจัดอยู่ใน Label เดียวกัน

7	0	0	0.067797	-0.16949	0.144068	-0.27119	0.194915	-0.35593	0.211864	-0.44068	0.347458	-0.38136
7	0	0	0.060345	-0.17241	0.146552	-0.28448	0.189655	-0.37069	0.206897	-0.4569	0.353448	-0.39655
7	0	0	0.06087	-0.17391	0.147826	-0.27826	0.191304	-0.37391	0.208696	-0.45217	0.347826	-0.4

รูปที่ 3.2 ภาพเกี่ยวกับการแสดงตำแหน่งของการจัดเก็บโดย Mediapipe

3.3.3 ทำการ Train

นำข้อมูลที่ได้มาทำการ Train ให้อยู่ถูกจัดอยู่ใน Label เดียวกันจะทำการเทรน epoch เท่ากับ 1000 โดยจะหมายถึงรอบในการเทรนคือ 1000 ครั้งจะทำให้ค่า Loss ลดลง และ เพิ่มค่า Accuracy ที่มากขึ้นและจะมี batch_size ที่ 128 คือจำนวนข้อมูลทั้งหมดคือ 2610 จะมีการทำงานของ Optimiser 20.4 ครั้ง จำนวน 128 รอบ



รูปที่ 3.3 การแสดงจำนวนครั้งของ Label

3.3.4 เตรียมการสร้าง server

ต่อไปจะเป็นการสร้าง server เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเกี่ยวกับตัวโปรแกรม Python กับ Html โดยจะเป็น Server ที่สามารถส่งข้อมูลจากเว็บไซต์กลับไปหาตัวโปรแกรมไพทอนและยังสามารถส่งค่าข้อมูลจากตัวไพทอนกลับมาที่เว็บไซต์ได้อีกด้วย แล้วหลังจากการทำงานนี้จะต้องทำการรัน server ไว้ตลอดเวลาถ้ามีการทำงานเพื่อเชื่อมต่อทั้ง 2 ส่วนเข้าหากัน และจะมีการใช้ port ที่ 3000 และในการเรียกใช้งานจะมีการตั้งชื่อห้องที่มีการใช้งานนี้ว่า Test โดยตัวของ server จะถูกเขียนออกมาด้วยภาษา JavaScript

```
const app = require('express')();
const server = require('http').createServer(app);
const io = require('socket.io')(server);

server.listen(3000);

app.get('/', function(req, res){
  res.sendFile('C:/Users/Admin/Desktop/project-server/temp_page/index.html');
});

console.log('Socket server is running');

io.on('connection', (socket) => {
  console.log('Connected by ' + socket.id);
  socket.on('join_room', (room) => {
    socket.join(room)
  });
  socket.on('send_to_py', (data) => {
    io.to(data.room).emit('recv_web_data', data.value);
  });
  socket.on('send_to_web', (data) => {
    io.to(data.room).emit('recv_py_data', data.value)
  });
});
});
```

รูปที่ 3.4 ภาพของ Code ของ server ในการทำงาน

```
PS C:\Users\User> cd .\project-server\
PS C:\Users\User\project-server> node server.js
Socket server is running
```

รูปที่ 3.5 การแสดงการทำงานของ server

หลังจากการทำงานในภาพที่ 3.5 จะเป็นการเริ่มทำงานของ server โดยขั้นตอนต่อไปจะต่อด้วยการทำงานของโปรแกรม Python และ โปรแกรม Html จากภาพที่ 3.8 จะต้องใช้ส่วนของ Node.js เข้าไปด้วย เพื่อให้เริ่มการทำงานของ server ได้โดยจะเห็นได้จากภาพที่ 3.5 ซึ่งจะเป็นการเปิดใช้งาน server

3.3.5 เตรียมเว็บไซต์เพื่อแสดงผล

ขั้นตอนถัดไปในการทำงานคือการเขียนตัวเว็บไซต์ออกมาเพื่อเป็นการแสดงผลการทำงานโดยตัวของเว็บไซต์จะต้องมีการเชื่อมการทำงานของ Python เพื่อนำมาแสดงผลออกมาบนเว็บไซต์โดยจะถูกเชื่อมต่อโดย server และจะทำการส่งค่าที่แสดงผลบนเว็บไซต์ที่จะได้จากการเปิด webcam เพื่อแสดงท่าทางแล้วส่งค่าที่ถูกเก็บผ่านเว็บไซต์ไปยัง Python เพื่อหาค่าที่ใกล้เคียงกับการทำท่าทางที่คล้ายคลึงกับข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้แล้วแสดงค่าออกมาเป็นค่าที่ถูกแสดงโดยจะมีการเก็บภาพที่แสดงออกไปทุกๆ 2 วินาที เพื่อที่จะง่ายในการประมวลผลซึ่งจะทำให้ค่าความผิดพลาดน้อยลงและการเขียนเว็บไซต์จะเป็นการเขียนโดยใช้ภาษา Html

```
<script>
const URL = "http://localhost:3000";
const socket = io(URL);
socket.on("connect", () => {
  console.log("socketconnected")
  socket.emit("join_room", 'test',{res=>{
    //console.log(res)
  }});
});

var video = document.querySelector("#videoElement");

if (navigator.mediaDevices.getUserMedia) {
  navigator.mediaDevices.getUserMedia({ video: true })
    .then(function (stream) {
      video.srcObject = stream;
    })
    .catch(function (error) {
      console.log("Something went wrong!");
    });
}

video.onplay = function() {
  var op = video.captureStream();
  console.log(op)
}
```

รูปที่ 3.6 ภาพของ code ของ เว็บไซต์ที่ทำการแสดงผล

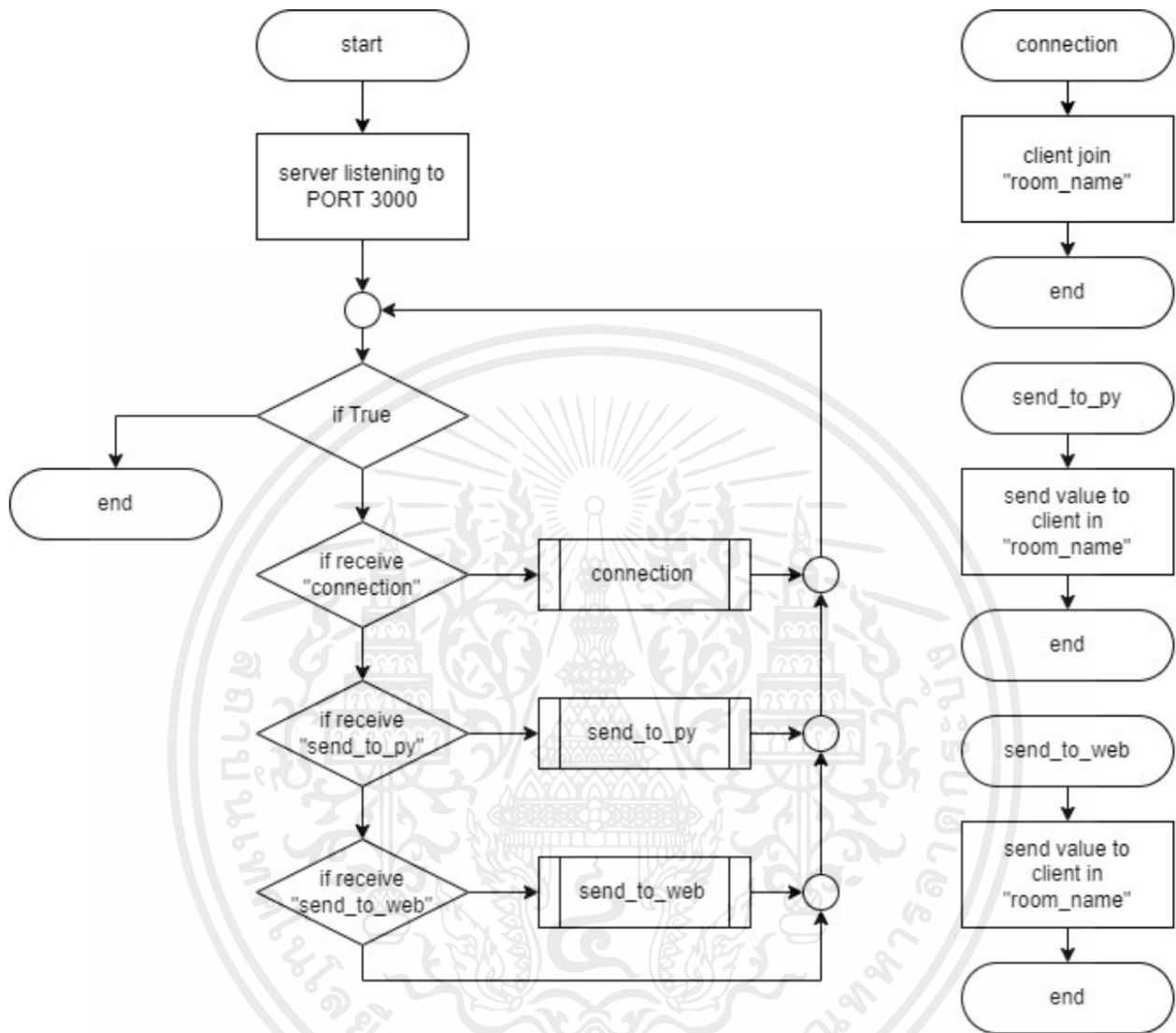
3.3.6 การแสดงผลลัพท์

ขั้นตอนการแสดงผลลัพท์จะเป็นการแสดงผลผ่านการใช้เว็บไซต์โดยจะเป็นการส่งค่าที่ได้รับจาก webcam มาแสดงบนเว็บไซต์



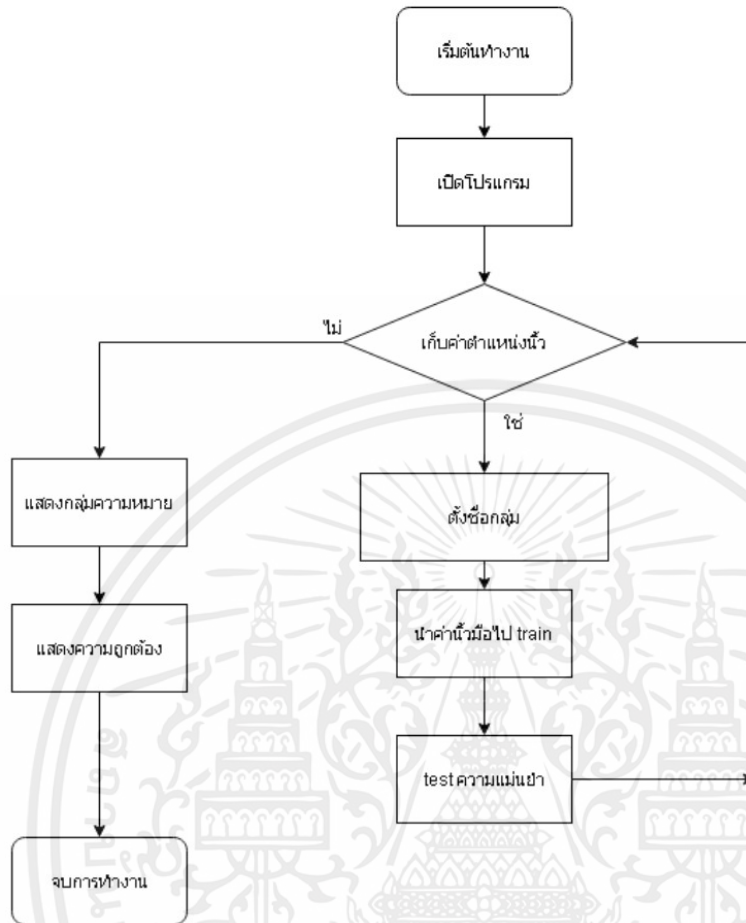
รูปที่ 3.7 การแสดงผลของท่าทางผ่านเว็บไซต์โดยแสดงออกมาเป็นคำว่า Sick

3.4 แผนภาพการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.8 แผนภาพการทำงานของ server

จากภาพที่ 3.8 จะเป็นการแสดงการทำงานของ server ที่ถ้าจะเริ่มทำงานที่ port 3000 แล้วก็เริ่มทำงานโดยจะได้รับคำว่า connection จะให้คนที่ส่งมาเข้าไปอยู่ในห้องที่ชื่อว่า Test คำว่า send_to_py จะเป็นการส่งค่าไปหาโปรแกรม Python แล้วคำว่า send_to_web จะเป็นการส่งค่าไปยังโปรแกรม Html แล้วหลังจากนั้นก็จะเป็นการแสดงผลบนเว็บไซต์



รูปที่ 3.9 แผนภาพการทำงานของ python

จากภาพที่ 3.9 จะเป็นการแสดงการทำงานของโปรแกรม Python ที่จะเป็นการทำงาน โดยการจับเก็บข้อมูลตำแหน่งของมือในแต่ละท่าทางไว้ในกลุ่มเดียวกันแล้วทำการตั้งชื่อกลุ่มของตำแหน่งนั้นเป็นการระบุความหมายโดยการเก็บข้อมูลภาพโดยใช้ Webcam ตามการเคลื่อนไหวแล้วนำไปเทรนโดยหลังจากนั้นจะเป็นการทดสอบความแม่นยำของการทำงานว่ามีค่าความแม่นยำในการทำท่าทางแค่ไหนแล้วจบการทำงาน

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 คุณสมบัติของโครงการ

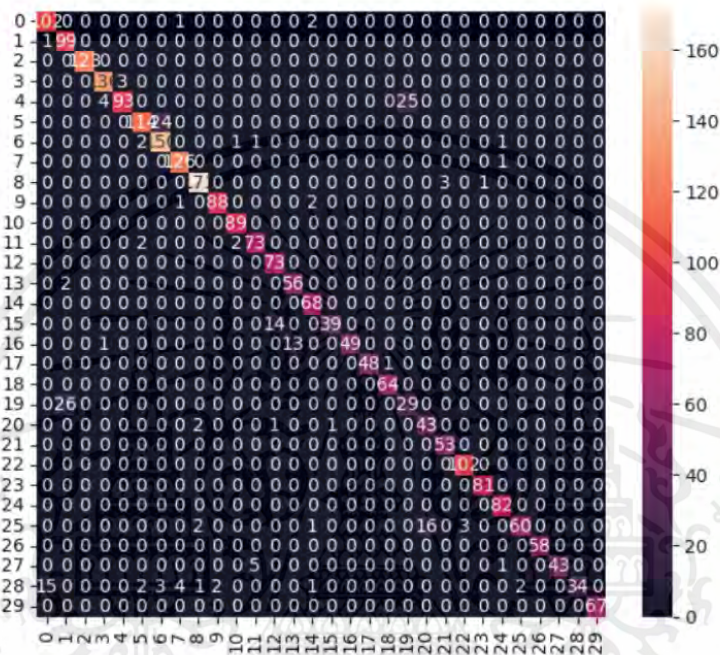
สามารถที่จะเพิ่มทางเลือกในการสื่อสารให้แก่ผู้พิการทางการได้ยินหรือผู้พิการในการใช้การสื่อสารแบบอื่นที่สามารถที่จะเข้าใจภาษามือได้โดยจะเป็นการนำภาษามือเพื่อนำออกมาแสดงผลของการทำท่าทางบนเว็บไซต์โดยผ่านการใช้ webcam ในการสื่อสารแล้วแปลค่าออกมาโดยการส่งค่าไปยังโปรแกรม Python แล้วสื่อสารกลับมายังเว็บไซต์แล้วจึงแสดงผลออกมาเป็นค่าที่ได้แสดงท่าทางโดยการทำงานที่ส่วนของเว็บไซต์จะต้องมีการรัน server ค้างไว้ตลอดเพื่อให้มีการเชื่อมต่อกันระหว่าง Python กับ Html ไม่งั้นจะไม่สามารถที่จะทำงานหากันได้

4.2 ผลการทดลอง

เปิดโปรแกรมโดยใช้ข้อมูลที่ทำการเทรนมาเรียบร้อยแล้วหลังจากนั้นก็ทำการทำการแสดงท่าทางที่จะถูกตรวจโดย Webcam และจะมีการแสดงผลลัพธ์ออกมาโดยจากการทดลองทำ 10 ครั้ง ผลที่ได้จากการทดลองจะมีค่าที่ทำแล้วถูกต้องจากท่าที่ต้องการประมาณ 8 ครั้ง หรือคิดออกมาได้ 80 เปอร์เซ็นต์ซึ่งความหมายที่ได้จะถูกโชว์ออกมาเหนือมือที่มีการแสดงท่าทางซึ่งจะเป็นการประมวลผลเรียลไทม์แต่ในท่าทางที่มีการใช้หลายส่วนของร่างกายในการแสดงเช่นการใช้หน้าจะมีค่าความแม่นยำที่ลดลงไป

โดยหลังจากการที่ได้ทดสอบอีกครั้งหลังการทำเว็บไซต์เสร็จจะได้ค่าความแม่นยำที่ต่างออกไปจากการที่ใช้การเปิดจากโปรแกรม Python โดยการเปิดผ่านการใช้เว็บไซต์จะมีค่าความแม่นยำที่ลดน้อยลงเหลือค่าความแม่นยำประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์เพราะการทำงานผ่านเว็บไซต์จะมีความแตกต่างจากการทำงานผ่านโปรแกรม Python อย่างเดียวคือจะต้องมีการรัน server ค้างไว้เพื่อเป็นการรับส่งค่าข้อมูลจากโปรแกรม Python มายังตัวเว็บไซต์ Html และ จะมีการส่งข้อมูลจากเว็บไซต์ Html กลับไปยัง โปรแกรม Python อีกด้วยโดยจะเป็นการเก็บภาพจากเว็บไซต์ทุกๆ 2 วินาทีแล้วส่งกลับไป Python แล้วนำกลับมาแสดงผลที่เว็บไซต์ซึ่งในขั้นตอนนี้ อาจมีการล่าช้าหรืออาจจะต้องมีการทำท่าทางที่ค้างไว้เป็นเวลาประมาณหนึ่งเพื่อให้ข้อมูลส่งถึงกันได้อย่างแม่นยำ

จากภาพที่ 4.1 จะเป็นการแสดงปริมาณของ Label และยังสมารถที่จะเพิ่มความแม่นยำของข้อมูลได้อีกด้วยโดยส่วนนี้จะเป็นการจัดเก็บข้อมูลเป็น 30 Label โดยจากภาพจะเห็นว่ามีความคลาดเคลื่อนประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากค่าที่ทำการเก็บจะมีความคล้ายคลึงกับส่วนของ Label อื่นและจะสังเกตอีกอย่างได้จากภาพคือส่วนใหญ่จะถูกจัดให้อยู่ใน Label เดียวกันจะถูกกลากลงมาเป็นเส้นตรงลงมาทางขวาซึ่งจะแสดงค่าใน Label เดียวกันคือจำนวนของข้อมูลซึ่งจะถูกจัดตามสีของส่วนทางด้านขวาของจำนวนข้อมูล



รูปที่ 4.1 เป็นภาพของการแบ่งรูปตาม Label

ภาพที่ 4.2 จะเป็นการแสดงฐานข้อมูลที่มีการจัดเก็บในแต่ละ Label โดยในค่าจะเป็นความน่าจะเป็นในแต่ละส่วนของในแต่ละ Label และค่าสุดท้ายจะเป็นการแสดงปริมาณของข้อมูลซึ่งในการทำงานในส่วนนี้จะมี การเพิ่มในส่วนเดิมเข้าไปอีก 3 เท่าซึ่งจะทำให้มีปริมาณที่มากพอในการประมวลผล

0	0.86	0.97	0.91	105
1	0.78	0.99	0.87	100
2	1.00	1.00	1.00	123
3	0.96	0.98	0.97	139
4	0.97	0.76	0.85	122
5	0.95	0.83	0.88	138
6	0.85	0.97	0.90	155
7	0.95	0.99	0.97	127
8	0.97	0.98	0.97	175
9	0.98	0.97	0.97	91
10	0.97	1.00	0.98	89
11	0.92	0.95	0.94	77
12	0.83	1.00	0.91	73
13	0.81	0.97	0.88	58
14	0.92	1.00	0.96	68
15	0.97	0.74	0.84	53
16	1.00	0.78	0.88	63
17	1.00	0.98	0.99	49
18	0.98	1.00	0.99	64
19	0.54	0.53	0.53	55
20	0.73	0.91	0.81	47
21	0.95	1.00	0.97	53
22	0.97	1.00	0.99	102
23	0.99	1.00	0.99	81
24	0.96	1.00	0.98	82
25	0.97	0.73	0.83	82
26	1.00	1.00	1.00	58
27	1.00	0.88	0.93	49
28	1.00	0.53	0.69	64
29	1.00	1.00	1.00	67

รูปที่ 4.2 ภาพที่แสดงถึงการจัดเก็บข้อมูล

จากภาพที่ 4.3 เป็นการคำนวณอย่างเดี่ยวแต่จากการทดลองจริงผ่านการใช้ Webcam ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวจะมีผลที่ต่างออกไปจากค่าที่ทำการคำนวณเพราะอาจจะเป็นการที่คุณภาพของกล้องที่ดีไม่มากพอหรือในแต่ละจะมีการทับซ้อนกันหรือมีการเหลื่อมกันของมือซึ่งจะมีการบังในบางองศาหรือบางส่วนของมือ ทำให้ความหมายที่ได้ไม่แม่นยำมากพอค่าที่แตกต่างกันออกไปโดยค่าที่ได้จากการทดลองจะมีค่าที่น้อยกว่าค่าของการทดลองและในส่วนของการทำงานผ่านเว็บไซต์จะยิ่งลดความแม่นยำลงไปจากการทดลองแบบเก่าเพราะจะมีการส่งข้อมูลทำให้เกิดความผิดพลาดในการส่งข้อมูลได้ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลจากเว็บไซต์ไป Python และ Python ไปยังเว็บไซต์ผ่าน server โดยมีการดึงภาพทุกๆ 2 วินาทีทำให้การเคลื่อนไหวผ่านกล้องจะต้องมีการทำค่าไว้เป็นเวลาประมาณหนึ่ง

Loss is 0.1918533444404602
Accuracy score is 0.9871485829353333

รูปที่ 4.3 เปอร์เซนต์ความแม่นยำของการทำงาน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถคาดเดาได้ว่าการแสดงท่าทางแบบนี้แสดงถึงคำพูดหรือการตอบสนองแบบไหนทำให้มีการสื่อสารที่ง่ายขึ้นต่อผู้พิการและจะสามารถสื่อสารผ่านการใช้ท่าทางโดยจะสามารถที่จะทำให้การสื่อสารเพิ่มช่องทางที่มากขึ้นโดยจากการที่ได้ทดลองโดยการท่าทางที่จะสื่อความหมายออกมาเป็นคำแล้วเราจะนำมาแสดงผลผ่านเว็บไซต์ที่จะเป็นการเปิดคลังแล้วบันทึกค่าการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ทุกๆ 2 วินาทีเพื่อจัดเก็บค่าข้อมูลเพื่อส่งกลับไปยังโปรแกรม Python แล้วโปรแกรม Python ก็จะทำการประมวลผลค่าที่ได้รับมาจากเว็บไซต์แล้วหาค่าที่มีความใกล้เคียงที่สุดแล้วส่งผลที่ได้กลับไปยังเว็บไซต์เพื่อทำการแสดงผลออกมาเป็นคำพูดแต่ค่าที่ได้ยังมีความแม่นยำประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์เพราะจะมาจากความผิดพลาดหลายๆส่วนเช่นการที่ตัวอุปกรณ์ของผู้ใช้งานมี spec ในการทำงานที่ไม่สูงมากพอ,ค่าข้อมูลในบางค่าที่จะมีความคล้ายคลึงกันหรือส่วนที่จะมีการซ้อนทับกันของลักษณะท่าทางของมือ

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

- เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการเทรนมีจำนวนไม่มากพอทำให้ความแม่นยำจึงไม่สูงเท่าที่ควร
- ถ้าใช้มือถือเพื่อเป็นกล้องเว็บแคม อาจจะมีดีเลย์จากการส่งสัญญาณทำให้การตอบสนองแย่ ผลจากการท่าทางจะไม่ดี ทำให้ประเมินได้ไม่แม่นยำเท่าที่ควร
- เฟรมเรทของวิดีโอที่น้อย ทำให้การแสดงท่าทางที่อาจจะมีความไม่สมบูรณ์อยู่บ้างทำให้มีผลต่อการระบุท่าทาง
- เนื่องการท่าทางที่มีบางส่วนที่มีความคล้ายคลึงกันหรืออาจจะต่างกันเพียงเล็กน้อยอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนบ้าง
- โดยจากที่ได้ทำการทดลองจะมีค่าความแม่นยำของข้อมูลที่ไม่มากพอเพราะบางท่าทางต้องมีการซ้อนทับกัน ของมือซึ่งจะส่งผลให้ webcam ไม่สามารถที่จะตรวจจับมือที่อยู่ข้างหลังได้ทำให้ความแม่นยำลดลง
- การทำงานที่เปิดหลายส่วนพร้อมกันอาจทำให้เกิดความช้าในการทำงานของโปรแกรม

บรรณานุกรม

- [1]<https://www.protectionandadvocacy.com/%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%A9%E0%B8%84%E0%B8%99%E0%B8%9E%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%A2/>
- [2] <https://learnopencv.com/introduction-to-mediapipe/>
- [3] <https://www.glurgeek.com/education/knn>
- [4]<https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81-tensorflow/>
- [5] <https://new.abb.com/news/detail/58004/deep-learning>
- [6]<https://kdbear.dev/blogs/view/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%A9-Open-CV-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%96%E0%B8%AD%E0%B8%B0-5eb961fbec76f75f73915b6e>
- [7]<https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%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%A3/2187-java-javascript-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>
- [8][https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%9E%E0%B8%97%E0%B8%AD%E0%B8%99_\(%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1\)](https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%84%E0%B8%9E%E0%B8%97%E0%B8%AD%E0%B8%99_(%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1))