

การแนะนำแบบแว่นตาโดยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง
GLASSES RECOMENDATION PROGRAM
BY MACHINE LEARNING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การแนะนำแบบแว่นตาโดยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง
GLASSES RECOMENDATION PROGRAM
BY MACHINE LEARNING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การแนะนำแบบแว่นตาโดยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง


GLASSES RECOMENDATION PROGRAM BY MACHINE LEARNING

ผู้จัดทำ

1) นาย ปพนพัชร จารุฐิติพันธ์ รหัสนักศึกษา 57010731

2) นาย พิตรพิบูล เลอศิริพงษ์ รหัสนักศึกษา 57010880




อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกียรติกุล เจียรนัยชนะกิจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมแนะนำแว่นตา

นาย ปพนพัชร จารุจิตพันธ์ 57010731
นาย พิตรพิบูล เลอศิริพงศ์ 57010880
รศ.ดร.เกียรติคุณ เจียรนัยชนะกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การเลือกรูปแบบแว่นตาของบุคคลเป็นงานที่ต้องใช้เวลาในการตัดสินใจเพื่อเลือกแบบของแว่นตาให้เหมาะสมกับใบหน้าของตนเองมากที่สุด ทั้งนี้ แต่ละคนไม่ได้มีโครงหน้าที่เหมือนกันทั้งหมด จึงไม่สามารถที่จะใส่แว่นตาที่มีลักษณะเดียวกันได้เลย โครงการนี้จึงเป็นระบบที่ช่วยเหลือบุคคลคนในการเลือกแว่นตาให้เหมาะสมกับรูปหน้าของแต่ละคน โดยการใช้การเรียนรู้ของจักรกลมาช่วยเหลือในการวิเคราะห์รูปแบบของใบหน้า และเลือกแบบของแว่นตาให้มีความเหมาะสมกับโครงหน้าของแต่ละคน

GLASSES RECOMENDATION PROGRAM

BY MACHINE LEARNING

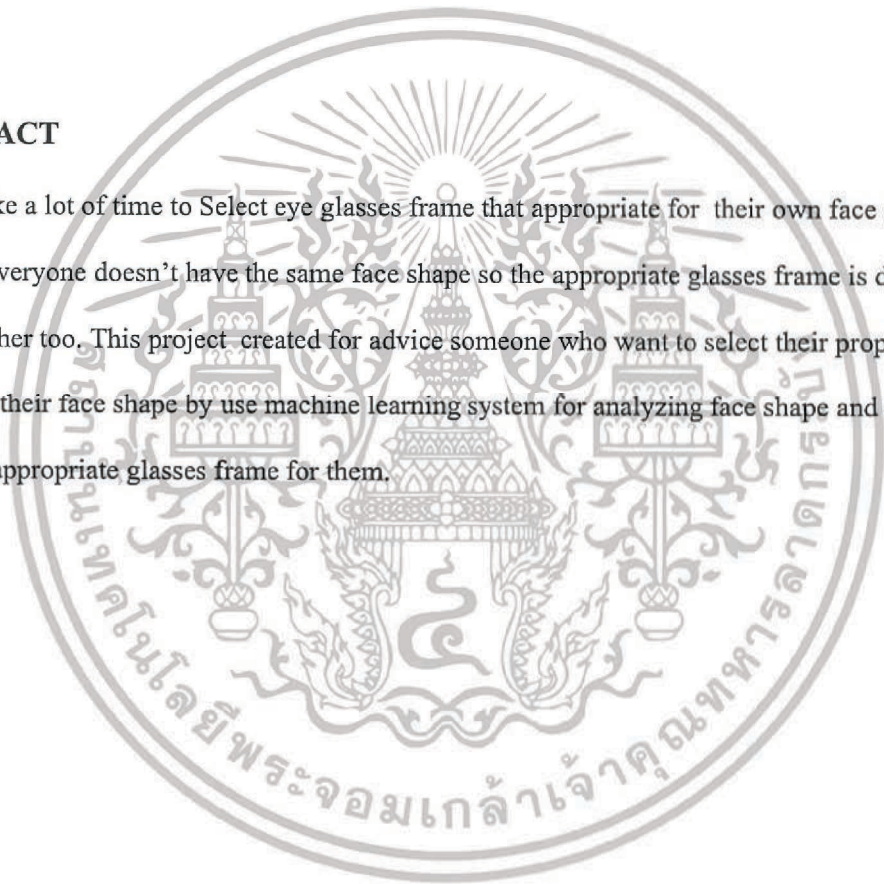
Mr. Paponpach Jarutitipun 57010731

Mr. Phitpiboon Lersiripong 57010880

Assoc.Prof.Dr.Kietikul Jearanaitanakij Advisor

ABSTRACT

People take a lot of time to Select eye glasses frame that appropriate for their own face shape because everyone doesn't have the same face shape so the appropriate glasses frame is different to each other too. This project created for advice someone who want to select their proper glasses frame for their face shape by use machine learning system for analyzing face shape and selection the most appropriate glasses frame for them.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา II ะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.เกียรติคุณ เกียรติยศกิจ ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้ความรู้แนะนำแนวทางเมื่อเกิดปัญหาและชี้แนะจุดบกพร่องให้โครงการมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและคอยให้กำลังใจในการทำงานมาโดยตลอด ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่าน ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคยได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งเป็นกำลังใจ แรงบันดาลใจ ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง

ปพนพัชร จารุสติพันธุ์
พิตรพิบูล เลอศิริพงศ์

สารบัญ

	หน้า
โปรแกรมแนะนำแว่นตา	I
GLASSES RECOMENDATION PROGRAM	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
บทที่ 1	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 แนวคิดและขั้นตอนการทำงาน	3
บทที่ 2	5
2.1 หลักการวิเคราะห์โครงหน้าเพื่อเลือกแว่นตาที่เหมาะสม	5
2.2 การเรียนรู้ด้วยเครื่อง	7
2.3 Image Processing.....	13
2.4 รูปทรงของกรอบแว่น	14
2.5 sklearn	16
บทที่ 3	17
3.1 สิ่งที่ต้องการจากระบบ	17
3.2 ภาพรวมของระบบ	17
3.3 การหาแว่นตาที่เหมาะสมกับแต่ละโครงหน้า	19
3.4 dataที่ใช้ในการtrain machine learning	20
3.5 codeการทำงานของMachine Learning Modelจากsklearn	23
3.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน	24
บทที่ 4	26
4.1 การตรวจจับใบหน้าและการจำลองโปรแกรมในส่วนของการ image processing.....	26
บทที่ 5	28
5.1 บทสรุป	28

5.2 ปัญหาและอุปสรรค	28
5.3 แผนการดำเนินงานในอนาคต.....	28
บรรณานุกรม	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา เว้นแต่ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูป 1.6.1 Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม.....	3
รูป 2.2.1 โครงข่ายประสาทเทียม	8
รูป 2.2.2 Support Vector Machine	11
รูป 2.2.3 Decision Tree	12
รูป 2.3.1 Image Processing	13
รูป 2.4.1 กรอบแนวคิดวงกลม	14
รูป 2.4.2 กรอบแนวคิดวงรี	14
รูป 2.4.3 กรอบแนวคิดเหลี่ยม	14
รูป 2.4.4 กรอบแนวคิดรูปสี่เหลี่ยม	15
รูป 2.4.5 กรอบแนวคิดเหลี่ยมเล็ก	15
รูป 2.4.6 กรอบแนวคิดเหลี่ยมมน	15
รูป 2.4.7 กรอบแนวคิดกลม	15
รูป 3.2.1 flow of program.....	18
รูป 3.3.1 ผล Poll แบบวงรีที่เหมาะสมกับแต่ละโครงหน้า.....	19
รูป 3.4.1 แสดง data ของ โครงหน้า	21
รูป 3.4.2 Point บนใบหน้าที่ใช้ในการคำนวณ.....	21
รูป 3.4.3 แสดงผล data ที่นำเข้าไป train Machine Learning Model.....	22
รูป 3.4.4 Histogram ของการกระจายตัวของข้อมูล	22
รูป 3.4.5 Histogram การกระจายตัวของ Data จากแบบสอบถามที่นำไป Train Machine Learning.....	23
รูป 3.5.1 Code Decision Tree Model	23
รูป 3.5.2 Code SVM.....	23
รูป 3.5.3 Code Neural Network	24
รูป 3.6.1 First page of program	24
รูป 3.6.2 Demo of program	25
รูป 4.1.1 Detection Point By Image Processing.....	26
รูป 4.1.2 การทำงานของโปรแกรมในการปรับขนาดวงรีและจัดวาง.....	27
รูป 4.1.3 แสดงความสามารถ detect และแสดงภาพได้	27
รูป 4.1.4 แสดงผล face shape และทำการเลือกวงรีที่เหมาะสม.....	27

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ผู้ใช้หลายคนอาจจะประสบปัญหาทุกครั้งเมื่อเข้าไปในร้านแว่นตาและแว่นกันแดดคือต้องการจะหาซื้อกรอบแว่นแต่ไม่รู้จะเลือกทรงไหนดีให้เหมาะสมกับใบหน้าของตัวเอง ซึ่งการเลือกแว่นตาหรือแว่นกันแดดนั้น โดยส่วนมากแล้วผู้ใช้เลือกที่จะเลือกซื้อตามแฟชั่นแว่นตามยุคสมัยต่างๆ ซึ่งแว่นตาที่ถูกใจนั้นอาจเกิดจากการที่เห็นนางแบบหรือนายแบบใส่แล้วดูดีหรือพนักงานร้านแว่นแนะนำว่าทรงนั้นใส่แล้วดูดี แต่เมื่อผู้ใช้ได้ซื้อกลับมาใช้แล้วกลับรู้สึกที่ไม่ถูกใจเนื่องจากไม่เหมาะกับโครงหน้าของตนเอง ปัญหานี้เกิดจากการขาดความรู้ที่ถูกต้องชัดเจนในเรื่องของการจำแนกลักษณะใบหน้า เพราะรูปหน้าที่ต่างกันนั้นจะส่งผลต่อความเหมาะสมของรูปแบบใบหน้ากับลักษณะแว่นอีกด้วย

โครงการวิจัยนี้จึงมีแนวคิดจากความต้องการที่จะแก้ไขปัญหาในการค้นหาแว่นตาที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์รูปแบบของใบหน้าขึ้นมาซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกดูแบบแว่นที่เหมาะสมกับ โครงหน้าของตนเอง ได้จากแบบแว่นตาที่แนะนำ ทั้งหมดผ่านการแสดงผลบนจอ ทำให้เกิดความสะดวกสบายและง่ายต่อการตัดสินใจ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะได้แว่นที่ไม่เหมาะสมกับโครงหน้าอีกต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะรูปทรงใบหน้าของผู้ใช้งานแต่ละคนผ่านอุปกรณ์รับภาพ สำหรับประมวลผลเพื่อค้นหาแว่นตาที่มีความเหมาะสมกับใบหน้าของผู้ใช้งาน ตามกฎเกณฑ์การเลือกแว่นตาเพื่อแสดงผลการจำลองในการใส่แว่นตาที่เหมาะสม โดยยังไม่ต้องใส่และเพื่อให้ได้แว่นตาที่มีความเหมาะสมกับแต่ละคนอย่างแท้จริง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1)ระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลของใบหน้าลักษณะต่างๆได้ว่าแต่ละคนมีใบหน้าใกล้เคียงกับกลุ่มไหนมากที่สุดและ สามารถจัดกลุ่มใบหน้าของผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง
- 2)ระบบสามารถแนะนำแว่นตาที่มีความเหมาะสมกับรูปแบบใบหน้าของผู้ใช้ที่ได้ทำการวิเคราะห์มาอย่างถูกต้อง
- 3)ระบบมีส่วนของการแสดงผลเพื่อจำลองใบหน้าของผู้ใช้กับแว่นตาที่ระบบได้ทำการแนะนำไว้ โดยจะแสดงข้อมูลของแว่นตาที่แนะนำและไม่แนะนำให้ผู้ใช้งานทราบ
- 4)ระบบจะมีการเก็บสถิติในการเลือกแบบแว่นตาของผู้ใช้งานว่าผู้ใช้ในกลุ่มโครงหน้าแบบเดียวกันนิยมเลือกแว่นตาอันไหน โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย

1.4 วิธีการดำเนินงาน

- 1)กำหนดขอบเขตการทำงาน วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการรับและแสดงผลรวมทั้งภาษาที่จะใช้ในการเขียนโปรแกรม
- 2)วิเคราะห์ระบบจากการศึกษาหลักการ ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 3)ออกแบบระบบในส่วนต่างๆ เช่น โครงสร้างภาพรวมของระบบ โครงสร้างของส่วนจัดเก็บข้อมูลทดสอบ
- 4)เก็บข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง
- 5)พัฒนาโปรแกรมประยุกต์
- 6)ทดสอบโปรแกรมและแก้ไขข้อบกพร่องให้สมบูรณ์และถูกต้องที่สุด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1)ได้โปรแกรมที่จำลองแบบแว่นตาที่เหมาะสมกับโครงหน้าได้จริง
- 2)โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ในการเลือกแว่นตามากขึ้น
- 3)สามารถบอกลักษณะใบหน้าของผู้ใช้แต่ละคนได้เพียงแค่รับภาพถ่ายเข้ามาวิเคราะห์ในระบบ
- 4)สามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้ในด้านอื่นๆต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แนวคิดและขั้นตอนการทำงาน



รูป 1.6.1 Char แสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 1

เริ่มต้นโดยใช้ python และ library OpenCV ในการเขียน

ขั้นที่ 2

รับค่าจาก Web camera

ขั้นที่ 3

นำinput ที่ได้จากWeb camera มาเข้าfunctionใน library เพื่อแปลงค่าออกมาเป็นตัวเลขแล้วเก็บค่าไว้

ขั้นที่ 4

นำค่า input นั้นมา มาเข้า neuron network เพื่อแยกว่าค่า input ใบหน้านั้นเป็นใบหน้าทรงไหน โดย neuron network ที่ใช้จะได้จากการนำข้อมูลใบหน้าหลายๆรูปมาเข้า neuron network เพื่อให้เรียนรู้ว่ารูปไหนคือหน้าทรงไหน

ขั้นที่ 5

เลือกแวนที่เข้ากับใบหน้า โดยใช้เทียบกับตารางข้อมูลที่มี reference อ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการวิเคราะห์โครงหน้าเพื่อเลือกแว่นตาให้เหมาะสม

โครงหน้าของคนเราสามารถแบ่งใหญ่ๆได้เป็น 6 แบบ ได้แก่



การแบ่งแยกโครงหน้าทั้ง 7 ประเภทนี้ออกจากกันนั้นสามารถทำได้โดยการวัดอัตราส่วนต่างๆ วัดความกว้างจากแก้มข้างหนึ่งไปแก้มอีกข้างหนึ่ง. วัดบริเวณเหนือโหนกแก้มเพื่อหาความกว้างของใบหน้า ให้เริ่มในจุดที่เลยหางตาไปเล็กน้อยซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นของการวัด จากนั้นวัดเป็นแนวตรงบนดั้งจมูกแล้วจบลงที่หางตาอีกข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดกรม. ขึ้นตอนต่อไปจะเป็นการวัดขนาดกรม หาจุดที่กว้างที่สุดของกรม ซึ่งโดยปกติจะอยู่บริเวณต่ำกว่าหูไปประมาณหนึ่งนิ้ว จุดนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของการวัดกรม วัดจากกรมไปจนถึงคาง แล้วคูณสองเพื่อหาความกว้างของกรมทั้งสองข้าง

วัดหน้าผาก. หาจุดที่กว้างที่สุดของหน้าผากซึ่งโดยปกติจะอยู่ตรงกลางระหว่างคิ้วกับไรผม วัดจากหน้าผากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง

วัดความยาวใบหน้า. การวัดความยาว (หรือความสูง) ของใบหน้า หาจุดกึ่งกลางของไรผม (บริเวณระหว่างผมกับหน้าผาก) เริ่มวัดจากจุดกึ่งกลางของไรผมแล้ววัดลงมาบนจมูกแล้วจบลงที่คาง

อัตราส่วนโครงหน้ารูปแบบต่างๆ

หน้ารูปหัวใจ จะมีลักษณะเหมือนสามเหลี่ยมกลับหัว ด้วยคางที่แหลมและหน้าผากกับแก้มที่กว้างปานกลางถึงมาก โดยปกติใบหน้าแบบนี้จะมีความยาวใบหน้ายาวกว่าความกว้างของแก้มเล็กน้อย (ประมาณนิ้วครึ่งหรือน้อยกว่านั้น)

อัตราส่วนใบหน้าอยู่ที่(ความยาว:ความกว้าง) 1.1-1.3:1

หน้ารูปสี่เหลี่ยม จะมีความกว้างกับความยาวของใบหน้าพอๆ กันความยาวใบหน้ากับแก้มจะต่างกันเพียงหนึ่งถึงสองนิ้ว นอกจากนี้ความกว้างของแก้ม หน้าผาก และคางจะคล้ายกัน ขอบของใบหน้ารูปสี่เหลี่ยมจะตั้งตรง จุดที่กว้างที่สุดของกรมจะเป็นมุมเหลี่ยมชัดเจน จะมีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของใบหน้าอยู่ที่ 1:1-1.5(กรม=หน้าผาก)

หน้ารูปไข่ จะมีสัดส่วนคล้ายไข่กลับหัว ใบหน้าจะมีความยาวยาวกว่าความกว้าง โดยหน้าผากจะกว้างกว่ากรมเล็กน้อยและมีคาง โต้มน โดยจะมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวของใบหน้าเป็น 1:1.4-1.5

หน้ากลม จะมีความกว้างพอๆ กับความยาวคล้ายหน้ารูปสี่เหลี่ยมแต่จะมีหน้าผากและกรมที่เล็กกว่า ถ้าแก้มและความยาวหน้าแตกต่างกันเพียงหนึ่งนิ้ว ความหน้าผากสั้นกว่าความยาวแก้ม และกรมไม่เป็นมุมเหลี่ยมเหมือนหน้ารูปสี่เหลี่ยม แสดงว่าคุณมีใบหน้ากลม โดยอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวของใบหน้าจะอยู่ที่ 1:1-1.1

หน้ารูปยาว จะมีลักษณะความยาวมากกว่าความกว้างของใบหน้าอย่างเห็นได้ชัด โดยอัตราส่วนระหว่างความกว้างต่อความยาวจะเป็น 1:1.5ขึ้นไป

ลักษณะแว่นตาที่เหมาะสม

ใบหน้าที่มีลักษณะหน้าผากกว้าง ไม่มีแก้ม ช่วงคางแคบ เพื่อช่วยลดความยาวของใบหน้า ควรเลือกแว่นที่เป็นทรงเรขาคณิต เช่น ทรงสี่เหลี่ยม ทรงสามเหลี่ยม หรืออาจจะกลม

หน้ารูปเพชร จะกว้างที่สุดบริเวณ โหนกแก้มและแคบลงบริเวณหน้าผาก คางแหลมเล็ก ใบหน้าจะมีความยาวยาวกว่าความกว้างเล็กน้อย ถ้าความยาวแก้มยาวกว่าหน้าผากและกรามและคางค่อนข้างแหลม แสดงว่าคุณมีใบหน้ารูปเพชร

อัตราส่วนความยาว:ความกว้าง = 1-1.5:1 (โหนกแก้ม>หน้าผาก)

ลักษณะเว่นตาที่เหมาะสม

เหมือนกับโครงหน้ารูปหัวใจ

2.2 การเรียนรู้ด้วยเครื่อง

Machine Learning เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อมีข้อมูลเข้าสามารถทำนายหรือตัดสินใจได้โดยปราศจากการทำงานตามลำดับคำสั่ง โปรแกรม แพลตฟอร์มเป็นไทยอีกรอบก็คือสามารถคิดได้ด้วยตนเองนั่นเอง

Machine Learning นั้นเป็นการรวมของศาสตร์หลายแขนงไม่ว่าจะเป็น วิทยาการคอมพิวเตอร์, วิศวกรรม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสถิติ นอกจากนี้มันยังเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ปลายทางที่เราต้องการนำไปประยุกต์ใช้ เช่น ชีววิทยา เคมี หลักการตลาด เป็นต้น

ประเภทของ Machine Learning

ประเภทของ machine learning สามารถจำแนกตามหน้าที่และขอบเขตปัญหาได้หลักๆ คือ supervised learning, unsupervised learning และ reinforcement learning

Supervised Learning

การที่โปรแกรมของเราจะจำแนกได้ว่าข้อมูลที่เรใส่เข้ามาหมายถึงไปเกมอนตัวไหน เราจำเป็นต้องใส่ training examples หรือตัวอย่างจริงให้กับโปรแกรมของเรา ก่อน เพื่อให้มันเรียนรู้จากตัวอย่างเหล่านี้แล้วไปทำนายจากสิ่งที่เราส่งเข้ามาเพื่อให้มันคัดแยกอีกที

จะเห็นได้ว่า classification ต้องอาศัยการสอนก่อน คือสอนให้มันรู้จักข้อมูลจากตัวอย่างจริงก่อน ว่าถ้ามีน้ำหนัก ส่วนสูง ประเภทแบบนี้ จะมี target variable แบบไหน ลักษณะการทำงานที่ต้องอาศัย training examples นี้แหละ ที่เราเรียกว่า supervised learning

อีกหนึ่งตัวอย่างของ supervised learning คือ regression ในปัญหาแบบ classification ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นอะไรที่จำกัด เช่น ไปเกมอนที่เป็นไปได้มีแค่ Charmander, Caterpie, Pidgey, Pikachu และ Bulbasaur เท่านั้น จะเป็นอื่นไม่ได้ จะเป็น Charmanderkachu (เอา Charmander มาร่วมร่างกับ Pikachu) ก็ไม่ได้เช่นกัน แต่สำหรับปัญหาแบบ regression นั้นผลลัพธ์จะอยู่ในช่วงๆหนึ่งและเป็นตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างปัญหาแบบ regression เช่น ปี 2560 อยากทราบว่าราคาค่าบ้านเดี่ยวของโครงการหมู่บ้าน “ชายท่าไม้” จะมีราคากลางเท่าไร เพื่อนๆจะสังเกตได้ว่าผลลัพธ์ที่คอมพิวเตอร์ตอบกลับมาเป็นตัวเลข เป็นทศนิยมก็ได้ ไม่ได้มีลักษณะค่าจำเพาะแบบ classification

Unsupervised Learning

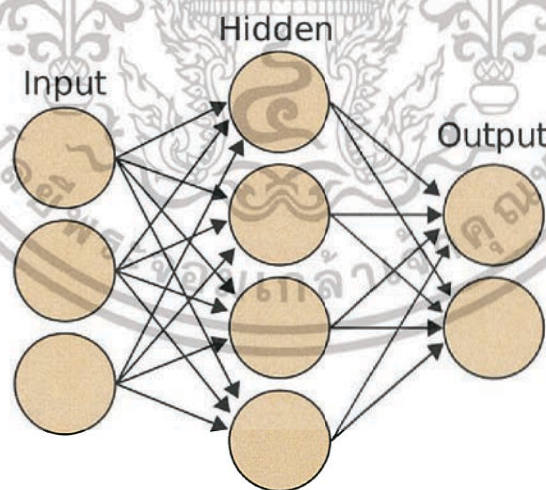
Unsupervised learning นั้นตรงกันข้ามกับ supervised learning การเรียนรู้แบบนี้จะไม่มีกระบวนการผล (target variable) ที่ต้องการไว้ก่อน ให้คอมพิวเตอร์หาความสัมพันธ์จากข้อมูลเอง จึงกล่าวได้ว่าการเรียนรู้ประเภทนี้เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนั่นเอง

ตัวอย่างของ unsupervised learning เช่นการแบ่งกลุ่มข้อมูลหรือที่เรียกเป็นภาษาฝรั่งว่า clustering กระบวนการแบ่งกลุ่มข้อมูลนี้เป็นการจัดวัตถุต่างๆให้อยู่ในกลุ่มที่เหมาะสม โดยวัตถุในกลุ่มเดียวกันจะคล้ายกัน และแตกต่างจากวัตถุในกลุ่มอื่น clustering ต่างจาก classification ตรงที่ classification นั้นเรารู้ประเภทเป้าหมายล่วงหน้า แต่ clustering เราไม่รู้กลุ่มล่วงหน้า ประโยชน์ของ clustering เช่น ใช้แบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้สามารถวางกลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสมกับลูกค้าแต่ละกลุ่มได้มากขึ้น

Reinforcement Learning

การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง หรือ reinforcement learning เป็นการเรียนรู้ที่คอมพิวเตอร์จะสนใจต่อสิ่งแวดล้อมเป็นพิเศษ

2.2.1 Neural Network (โครงข่ายประสาทเทียม)



รูป 2.2.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) หรือ โครงข่ายประสาท (Neural Networks หรือ Neural Net) เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำ Data Mining คือ Mathematic Model เพื่อคำนวณผลสารสนเทศด้วยการคำนวณ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ เพื่อที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมี Ability เพื่อเรียนรู้การจดจำรูปแบบและการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) เหมือนกันกับสมองมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษา เซลล์ประสาท หรือ "นิวรอน" (Neurons) และ "จุดประสานประสาท" (Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่า "เดนไดรต์" (Dendrite) ซึ่งเป็น input และปลายในการส่งกระแสประสาทเรียกว่า "แอกซอน" (Axon) ซึ่งเป็นเหมือน output ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรต์เข้าสู่นิวเคลียสซึ่งจะเป็นตัวตัดสินใจว่าต้องกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปผ่านทางแอกซอนของมัน

หลักการ

Neurons ประกอบด้วย input และ output โดยจะจำลองให้ input มี weight เป็นตัวกำหนดน้ำหนักของ input โดย neuron แต่ละหน่วยจะมีค่า threshold กำหนดว่าน้ำหนักรวมของ input มากขนาดไหนถึงจะสามารถส่ง output ไปยัง neurons ตัวอื่นได้ เมื่อน้ำ neuron แต่ละตัวมาต่อกันให้ทำงานร่วมกันการทำงานนี้ในทางทฤษฎีแล้วเหมือนกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในสมอง แต่ในคอมพิวเตอร์ทุกอย่างเป็นตัวเลขเท่านั้นเอง

การทำงาน

การทำงานของ Neural Networks คือเมื่อมี input เข้ามายัง network ก็เอา input มาคูณกับ weight ของแต่ละขา ผลที่ได้จาก input ทุก ๆ ขาของ neuron นั้นจะเอามารวมกันจากนั้นก็นำมาเทียบกับ threshold ที่กำหนดไว้ ถ้าหากผลรวมมีค่ามากกว่า threshold แล้ว neuron ก็จะส่ง output ออกไป output นี้จะถูกส่งไปยัง input ของ neuron ส่วนอื่น ๆ ที่เชื่อมกันใน network ถ้าค่าน้อยกว่า threshold ก็จะไม่เกิด output สิ่งสำคัญคือเราต้องทราบค่า weight และ threshold สำหรับสิ่งที่เราต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จัก ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการสอนให้มันรู้จัก pattern ของสิ่งที่เราต้องการให้มันรู้จัก เรียกว่า "back propagation" ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของการรู้จัก ในการฝึก feed-forward Neural Networks จะมีการใช้อัลกอริทึมแบบ back-propagation เพื่อใช้ในการปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weight) หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายในแต่ละครั้งแล้ว ค่าที่ได้รับ (output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวัง แล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่เครือข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป การเรียนรู้สำหรับ Neural Networks

1. Supervised Learning การเรียนแบบมีการสอน

เป็นการเรียนแบบที่มีการตรวจคำตอบเพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมปรับตัว ชุดข้อมูลที่ใช้สอนโครงข่ายประสาทเทียมจะมีคำตอบไว้คอยตรวจดูว่าโครงข่ายประสาทเทียมให้คำตอบที่ถูกหรือไม่ ถ้าตอบไม่ถูก โครงข่ายประสาทเทียมก็จะปรับตัวเองเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น (เปรียบเทียบกับคนเหมือนกับการสอนนักเรียนโดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำ)

2. Unsupervised Learning การเรียนแบบไม่มีการสอน

เป็นการเรียนแบบไม่มีผู้แนะนำ ไม่มีการตรวจคำตอบว่าถูกหรือผิด โครงข่ายประสาทเทียมจะจัดเรียงโครงสร้างด้วยตัวเองตามลักษณะของข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้ โครงข่ายประสาทเทียมจะสามารถจัดหมวดหมู่ได้

การประยุกต์ใช้งาน Neural Networks

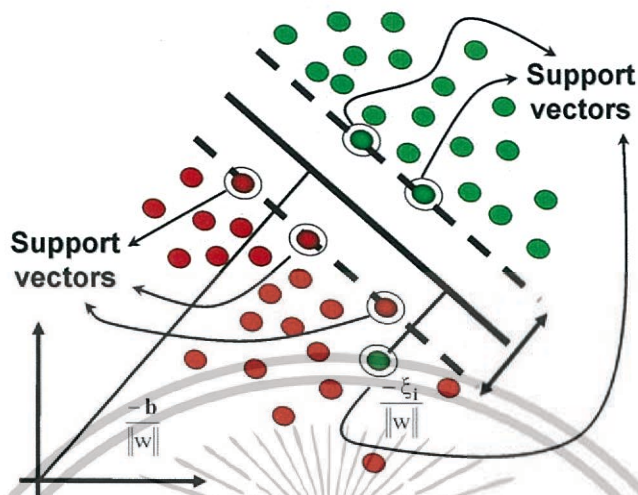
เนื่องจากความสามารถในการจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของระบบที่มีความซับซ้อนจากข้อมูลที่ป้อนให้เรียนรู้ การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทจึงเป็นทางเลือกใหม่ในการควบคุม ซึ่งมีผู้นามาประยุกต์ใช้งานหลายประเภท ได้แก่

1. งานการจัดจำรูปแบบที่มีความไม่แน่นอน เช่น ลายมือ ลายเซ็นต์ ตัวอักษร รูปหน้า
2. งานการประมาณค่าฟังก์ชันหรือการประมาณความสัมพันธ์ (มี inputs และ outputs แต่ไม่ทราบว่ามี inputs กับ outputs มีความสัมพันธ์กันอย่างไร)
3. งานที่สิ่งแวดลอมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (โครงข่ายประสาทเทียมสามารถปรับตัวเองได้)
4. งานจัดหมวดหมู่และแยกแยะสิ่งของ
5. งานทำนาย เช่น พยากรณ์อากาศ พยากรณ์หุ้น
6. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมควบคุมกระบวนการทางเคมีโดยวิธีพยากรณ์แบบจำลอง (Model Predictive Control)
7. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายกลับในการทำนายพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในตัวอาคาร
8. การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาไซโครเมตริกซาร์ท การประยุกต์ใช้ข่ายงานระบบประสาทควบคุมระบบ HVAC

(วิทยา พรพัชรพงษ์,2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Support Vector Machine(SVM)



รูป 2.2.2 Support Vector Machine

เป็นอัลกอริทึมที่สามารถนำมาช่วยแก้ปัญหาการจำแนกข้อมูล ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกข้อมูล โดยอาศัยหลักการของการหาสัมประสิทธิ์ของสมการเพื่อสร้างเส้นแบ่งแยกกลุ่มข้อมูลที่ถูกต้องเข้าสู่กระบวนการสอนให้ระบบเรียนรู้ โดยเน้นไปยังเส้นแบ่งแยกแยะกลุ่มข้อมูลได้ดีที่สุด แนวความคิดของ Support Vector Machine

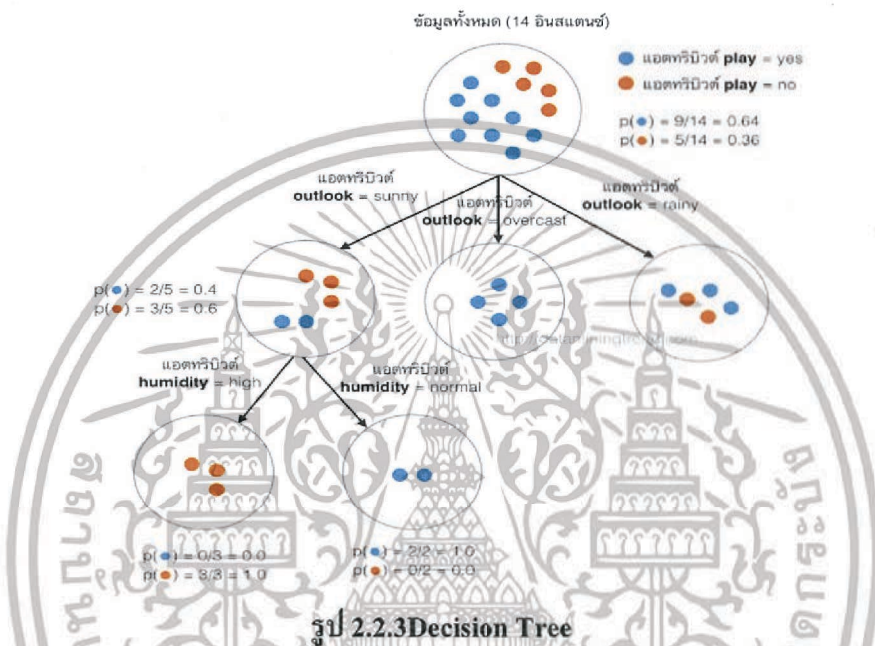
เกิดจากการที่นำค่าของกลุ่มข้อมูลมาวางลงในฟีเจอร์สเปซ (Feature Space) จากนั้นจึงหาเส้นที่ใช้แบ่งข้อมูลทั้งสองออกจากกัน โดยจะสร้างเส้นแบ่ง (Hyperplane) ที่เป็นเส้นตรงขึ้นมา และเพื่อให้อธิบายว่าเส้นตรงที่แบ่งสองกลุ่มออกจากกันนั้น เส้นตรงใดเป็นเส้นที่ดีที่สุด สำหรับรากฐานเดิมของ Support Vector Machine ถูกนำมาใช้กับข้อมูลที่เป็นเชิงเส้น แต่ในความเป็นจริงแล้วข้อมูลที่นำมาใช้ในกระบวนการสอนให้ระบบเรียนรู้ส่วนใหญ่มักเป็นข้อมูลแบบไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการนำ Kernel Function มาใช้ การจำแนกข้อมูลบนระนาบหลายมิติ จะใช้ส่วนการเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุดเรียกว่า โครงสร้างในการคัดเลือก (feature selection) ซึ่งโครงสร้างในการคัดเลือกมาจากข้อมูลที่สอนให้ระบบเรียนรู้ จำนวนเขตของโครงสร้างที่ใช้อธิบายในกรณีหนึ่ง เรียกว่า เวกเตอร์ (vector) ดังนั้นจุดมุ่งหมายของตัวแบบ SVM คือ แยกกลุ่มของเวกเตอร์ในกรณีนี้ด้วยหนึ่งกลุ่มของตัวแปรเป้าหมายที่อยู่ข้างหนึ่งของระนาบ และกรณีของกลุ่มอื่นที่อยู่ทางระนาบต่างกัน ซึ่งเวกเตอร์ที่อยู่ข้างระนาบหลายมิติทั้งหมดเรียกว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์ (Support Vector) สมมติว่าเราต้องการตัดแยกข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เส้นแบ่งที่เป็นเส้นตรง จะเห็นว่า มีเส้นตรงจำนวนมากที่สามารถตัดแยกได้ แต่เส้นตรงเส้นไหนที่ดีที่สุด เราจะนิยาม Margin เป็นผลรวมระยะห่างของเส้นตรงที่เป็นเส้นแบ่ง ถึงเส้นตรงที่ผ่านข้อมูลที่ใกล้ที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขนานกับเส้นแบ่งของทั้งสองกลุ่ม จะเห็นว่า H1 แม้จะสามารถแบ่งข้อมูลทั้งสองกลุ่มออกได้เช่นกัน แต่ ระยะเวลาในการแบ่งจากเส้นแบ่งไปถึงข้อมูลที่ใกล้ที่สุดนั้นมีขนาดเล็กน้อย แต่จากเส้น H2 จะเป็นเส้นที่แบ่งกลุ่มที่กว้างมากที่สุดของทั้งสองกลุ่มคือให้ค่า maximum margin เราเรียกข้อมูลที่อยู่บน margin นี้ว่า Support Vector

(นางสาว จิรา แก้วสุวรรณ,2548)

2.2.3 Decision Tree

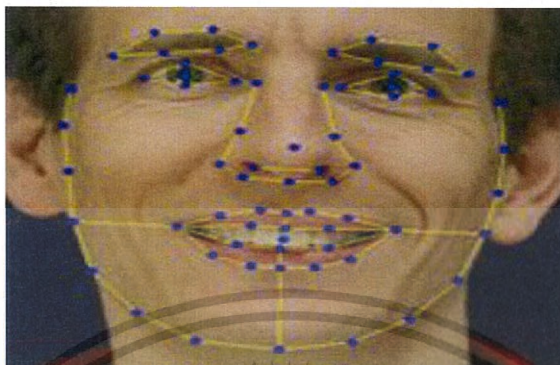


ประเด็น ปัญหาที่ผ่านวิธีแมทริกซ์ ทำหน้าที่เสมือนผู้รักษาประตูที่ประเด็นปัญหาต้องผ่านก่อน ถ้าประเด็นปัญหานั้นได้รับการยอมรับที่จะนำมาทำวิเคราะห์ต่อไป ดันไม่การตัดสินใจเป็นเทคนิคที่มีทั้งจุดอ่อนจุดแข็ง จุดอ่อนที่เห็นได้ชัด คือการกลั่นกรองที่หยาบโดยตอบคำถามที่ ใช่/ไม่ใช่ เท่านั้น ผลการกลั่นกรองจะมี 2 ลักษณะคือ ไม่เหมาะสมที่จะได้รับการกลั่นกรองในขั้นต่อไป หรือไม่ควรส่งไปทำการวิเคราะห์ในรายละเอียด และเหมาะสมที่จะได้รับการวิเคราะห์ต่อไป จุดแข็งของดันไม่การ ตัดสินใจก็คือ ไม่ได้พิจารณาเกณฑ์ทั้งหมดว่ามีความสำคัญเท่ากัน และช่วยให้ประหยัดเวลาอย่างมากโดยตั้งคำถามสำคัญเพียง 5-6 ข้อ คำถามคล้ายๆกับแมทริกซ์จัดลำดับความสำคัญ แต่เป็นการตอบว่าใช่/ไม่ใช่ ถามคำถามทีละข้อ เมื่อตอบคำถามเกี่ยวคุณสมบัติของประเด็นปัญหาแล้วเห็นว่าเหมาะสมที่จะได้รับ การวิเคราะห์ ผู้ตอบสามารถผ่านไปตอบข้อต่อไปได้ แต่ถ้าตอบในทางตรงกันข้าม คือเห็นว่าไม่เหมาะสมที่จะได้รับการวิเคราะห์ ประเด็นปัญหานั้นจะถูกตัดออกจากการกลั่นกรองทันที แม้ว่าประเด็นปัญหานั้นจะผ่านการพิจารณาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Image Processing

2.3.1 Image processing เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ



รูป 2.3.1 Image Processing

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางของการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวัน โดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคาร โดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนน โดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญ ๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลาและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้ง เป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมากได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ ดังกล่าว

2.4 รูปทรงของกรอบแว่น

กรอบแว่นตาทั้งแว่นสายตาและแว่นกันแดด ทางผู้จัดทำแบ่งจำพวกใหญ่ๆ ได้เป็น 7 แบบ คือ



รูป 2.4.1 กรอบแว่นทรงกลม



รูป 2.4.2 กรอบแว่นทรงหยดน้ำ



รูป 2.4.3 กรอบแว่นทรงเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4.4 กรอบแว่นทรงนักบิน



รูป 2.4.5 กรอบแว่นทรงเหลี่ยมเล็ก



รูป 2.4.6 กรอบแว่นทรงเหลี่ยมมน



รูป 2.4.7 กรอบแว่นทรงกันลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 sklearn

sklearn open source library ที่ใช้ในการทำ Data mining หรือ Data analysis ในการทำงานของเรา ใช้ sklearn ในการทำ Machine Learning Model โดยเรียกใช้ library ต่างๆ และแก้ไขบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับรูปแบบของการคำนวณหา face shape ให้เหมาะสมที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนา

3.1 สิ่งที่ต้องการจากระบบ

3.1.1 input/output specification

Input Specification

-ภาพที่รับจาก camera ของกล้อง โดยตรง โดยรับเป็นภาพแบบ real-time

Output Specification

-แสดงภาพแว่นตาที่แนะนำและเหมาะสมกับใบหน้าผู้ใช้งาน

-แสดงกลุ่มลักษณะใบหน้าของผู้ใช้งาน

3.1.2 Functional

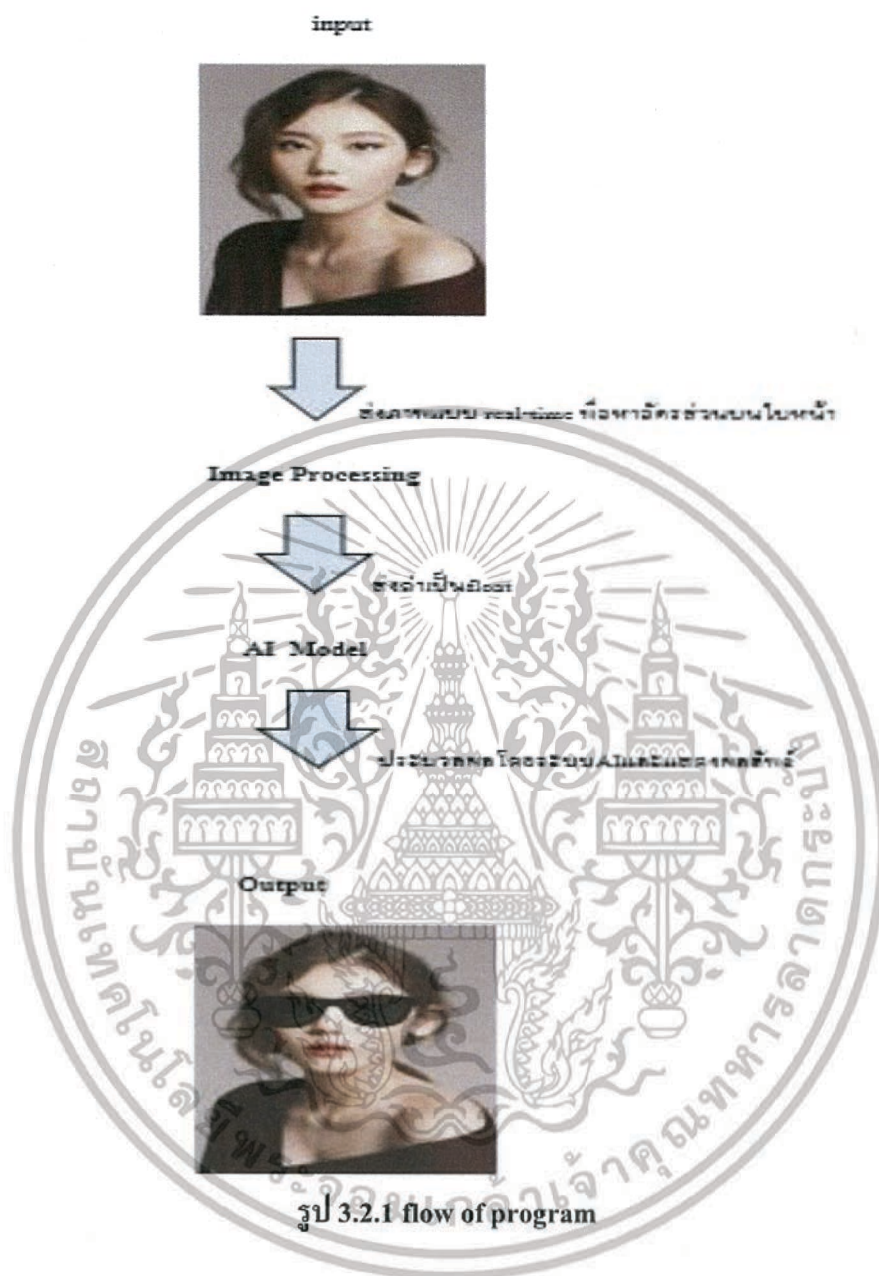
สามารถจำแนกลักษณะใบหน้าของผู้ใช้ว่าอยู่ในกลุ่มใด

สามารถบอกได้ว่าผู้ใช้งานเหมาะสมกับแว่นตาแบบใด

3.2 ภาพรวมของระบบ

โครงการนี้ได้ทำการออกแบบแอปพลิเคชันให้ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เก็บภาพ คือ web camera และนำการจำแนกวัตถุมาตรวจสอบ (image processing) เพื่อวิเคราะห์ห้วงอัตราส่วนต่างๆของใบหน้าและส่งค่าไปยัง AI Model ที่เลือกไว้ เนื่องจากต้องทำการทดสอบทั้ง 3 model (Neural Network, Decision Tree, SVM) เพื่อหา Model ที่ดีที่สุดมาใช้และ AI Model นั้นๆจะทำหน้าที่ประมวลผลว่ารูปทรงหน้าของผู้ใช้เป็นทรงไหนและเลือกแว่นตาที่เหมาะสมให้

แผนผังการทำงานของระบบ

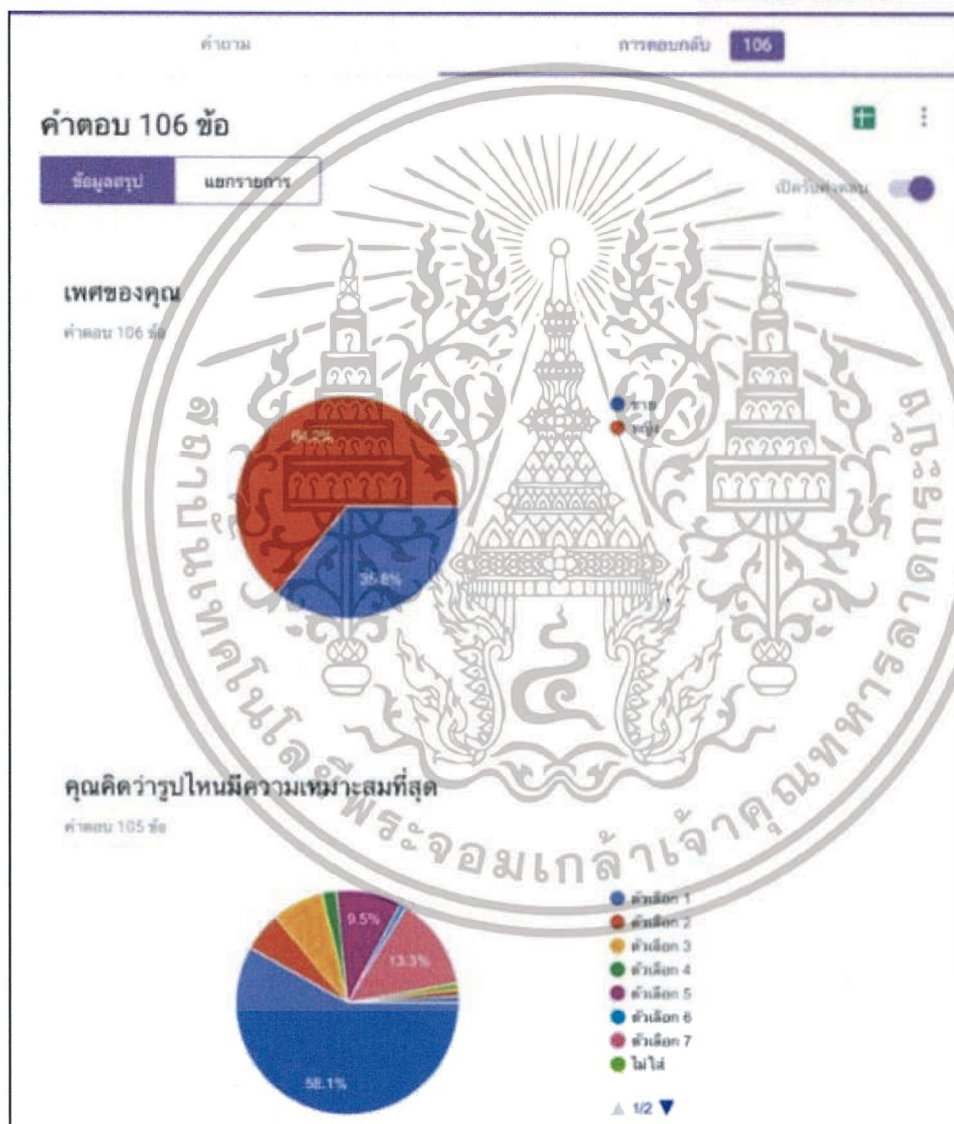


การรับinputนั้นจะเป็นการรับภาพผ่านทางกล้องweb camera โดยจะนำภาพไปเข้าสู่ระบบimage processing เพื่อวัดอัตราส่วนต่างๆของใบหน้าผู้ใช้งาน จากนั้นจะทำการส่งค่าอัตราส่วนที่ได้จากกระบวนการนี้ไป โดยเป็นการส่งค่าเป็น float ไปยัง AI model ที่เลือกไว้ (Neural Network, Decision Tree, SVM) โดย AI model ต่างๆ นั้นต้องผ่านการ train มาจนแม่นยำ เพื่อให้ AI Model ต่างๆ ของเราสามารถระบุลักษณะโครงหน้าได้ว่าเป็นรูปแบบใดและแสดงรูปแบบของแว่นตาที่เหมาะสมกับโครงหน้าของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การหาแว่นตาที่เหมาะสมกับแต่ละโครงหน้า

เนื่องจากว่ามุมมองความเหมาะสมของแต่ละคนค่อนข้างแตกต่างกัน ทางผู้จัดทำจึงทำแบบสำรวจขึ้นมาเพื่อใช้เป็นแหล่งอ้างอิงในการเลือกแว่นตาที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานโปรแกรมมากที่สุด โดยแบบสำรวจของเราจะมีการนำโครงหน้าต่างๆแยกเป็น 2 เพศและลองใส่แว่นตาครบทุกทรง เพื่อให้ผู้เข้าทำแบบสำรวจเลือกว่ารูปไหนมีความเหมาะสมคู่มือที่สุด ใน 7 ทรงแว่นหลักๆ และนำมาจัดลำดับ top 3 ให้เป็นแว่นที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้มากที่สุด โดยแบบสำรวจของเรามีผู้ทำแบบสำรวจมากถึง 100 กว่าคน ทำให้เป็นแหล่งอ้างอิงที่มีความเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง



รูป 3.3.1 ผลPollแบบแว่นตาที่เหมาะสมกับแต่ละโครงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปจากผลสำรวจก็จะได้ข้อมูลดังนี้

ผู้หญิงหน้ากลม เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงก้นกลม 3. ทรงกลม

ผู้ชายหน้าทรงกลม เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงนักบิน 3. ทรงกลม

ผู้หญิงหน้ารูปไข่ เหมาะกับแว่น

1. ทรงเหลี่ยม 2. ทรงหยดน้ำ 3. ทรงเหลี่ยมเล็ก

ผู้ชายหน้ารูปไข่ เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงนักบิน 3. ทรงเหลี่ยมเล็ก

ผู้หญิงหน้ารูปหัวใจ เหมาะกับแว่น

1. ทรงนักบิน 2. ทรงหยดน้ำ 3. ทรงเหลี่ยม

ผู้ชายหน้ารูปหัวใจเหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงนักบิน 3. ทรงเหลี่ยม

ผู้หญิงหน้าเหลี่ยม เหมาะกับแว่น

1. ทรงนักบิน 2. ทรงหยดน้ำ 3. ทรงเหลี่ยม

ผู้ชายหน้าเหลี่ยม เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงเหลี่ยมเล็ก 3. ทรงเหลี่ยมใหญ่

ผู้ชายหน้ายาว เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงนักบิน 3. ทรงกลม

ผู้หญิงหน้ายาว เหมาะกับแว่น

1. ทรงกลม 2. ทรงเหลี่ยม 3. ทรงหยดน้ำ

ผู้หญิงหน้ารูปเพชร เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงนักบิน 3. ทรงเหลี่ยม

ผู้ชายหน้ารูปเพชร เหมาะกับแว่น

1. ทรงหยดน้ำ 2. ทรงนักบิน 3. ทรงเหลี่ยม

3.4 dataที่ใช้ในการtrain machine learning

ทางผู้จัดทำใช้รูปใบหน้าจากในinternetโดยใช้รูปภาพรวมทั้งสิ้นประมาณ500รูปและนำไปให้บุคคลที่ผ่านการให้ความรู้เรื่องการแบ่งโครงหน้าทั้งหมด7คนทำการคัดแยกก่อนจะนำเข้าไปtrainที่ machine learning nodelต่างๆเพื่อวิเคราะห์หาmodelที่มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยชุดข้อมูลที่นำมาtrainจะมีการจัด ลำดับตามภาพนี้

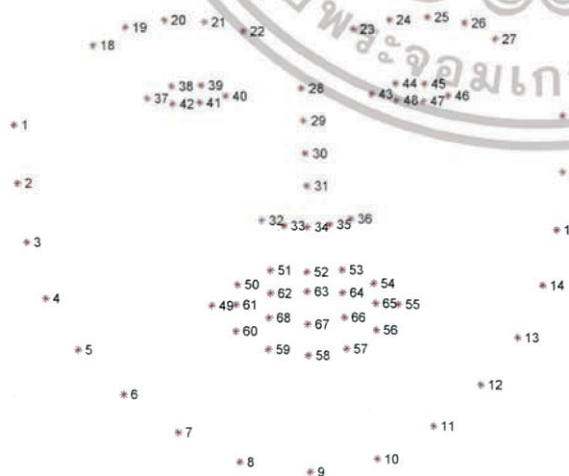
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a	b	c	d	f	g	h	i	j	k	l	type
260	18	127	223	38	215	96	184	76	22	64	oval
195	2	87	177	25	175	106	161	61	19	66	long
264	23	98	223	37	206	92	219	88	30	66	square
214	20	85	168	40	182	69	165	74	21	48	diamond
205	18	87	179	31	178	81	179	70	31	56	round

รูป 3.4.1 แสดงdataของโครงหน้า

เลขจุดบนใบหน้า แกน

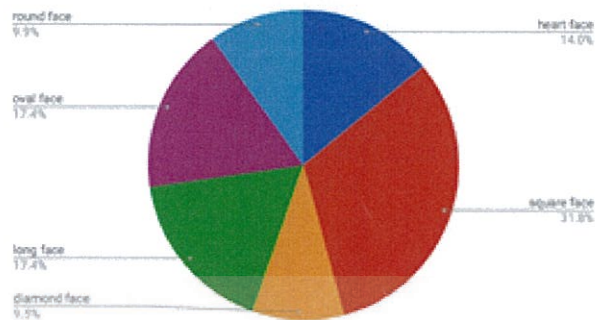
a=ความกว้างใบหน้าช่วงบน	17-1	x
b = ระยะห่างระหว่างโหนกแก้มถึงกราม	5-2	x
c = ระยะห่างระหว่างกรามถึงปลายคาง	9-5	x
d = ระยะห่างระหว่างกราม	13-5	x
f = ระยะห่างระหว่างคิ้ว	23-22	x
g = ระยะห่างระหว่างหางคิ้ว	27-18	x
h = ระยะห่างระหว่างมุมปาก	55-49	x
i = ความสูงใบหน้า	9-28	y
j = ความสูงจมูก	34-28	y
k = ระยะเพดานปาก	52-34	y
l = ปากล่างถึงปลายคาง	9-58	y



รูป 3.4.2 Pointบนใบหน้าที่ใช้ในการคำนวณ

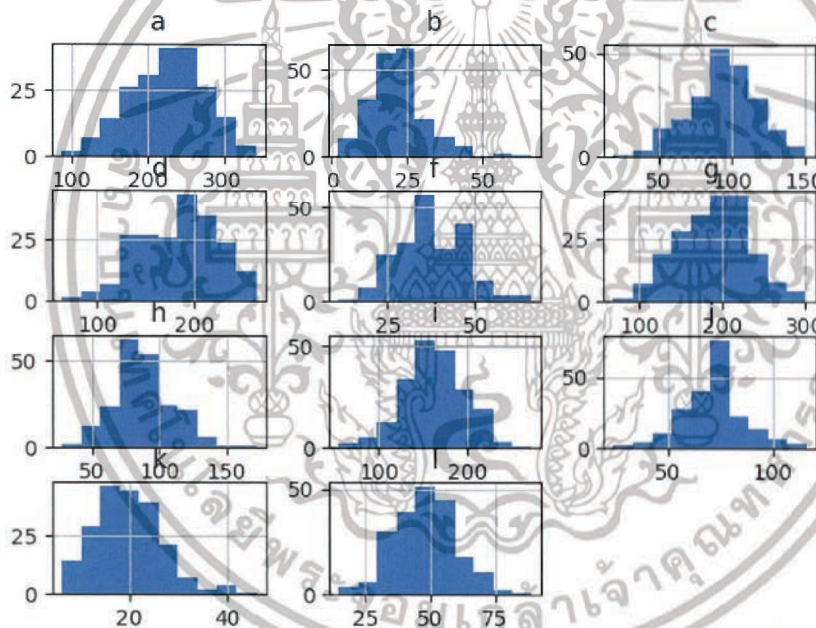
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

data ที่นำมา train machine learning ทั้งหมด 500 ชุด ข้อมูลสามารถแบ่งได้ดังนี้



รูป 3.4.3 แสดงผล data ที่นำเข้าไป train Machine Learning Model

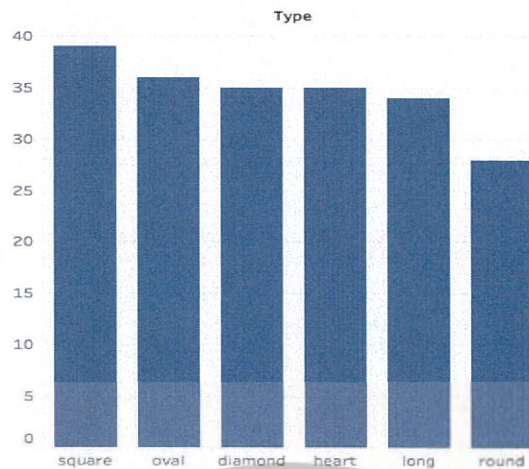
สามารถนำไปจัดทำ histogram แสดงข้อมูลตัวแปรทั้งหมดได้ดังนี้



รูป 3.4.4 Histogram ของการกระจายตัวของข้อมูล

histogram ของข้อมูลแต่การกระจายตัวของข้อมูลที่เก็บมา ซึ่งเป็นทรง bell curve แทบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.4.5 HistogramการกระจายตัวของDataจากแบบสอบถามที่นำไปTrain Machine Learning

3.5 codeการทำงานของMachine Learning Modelจากsklearn

```
df = pd.read_csv('datasetCE_clean')
X = df[['a','b','c','d','f','g','h','i','j','k','l']]
Y = df[['type']]
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, Y, test_size=.4, random_state=42)
print "Dataset Lenght:: ", len(df)
print "y_test : ", len(y_test)
print " y_train", len(y_train)
clf = tree.DecisionTreeClassifier()
clf = clf.fit(X_test, y_test)
prediction = clf.predict(X_test)
acc = accuracy_score(y_test,prediction)
print()
print(acc)
```

รูป 3.5.1Code Decision Tree Model

```
df = pd.read_csv('datasetCE_clean')
X = df[['a','b','c','d','f','g','h','i','j','k','l']]
Y = df[['type']]
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, Y, test_size=.4, random_state=42)
print "Dataset Lenght:: ", len(df)
print "y_test : ", len(y_test)
print " y_train", len(y_train)
clf = svm.SVC()
clf = clf.fit(X_test,y_test)
prediction = clf.predict(X_test)
acc = accuracy_score(y_test,prediction)
print(acc)
```

รูป 3.5.2Code SVM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

df = pd.read_csv('datasetCE_clean')
X = df[['a','b','c','d','f','g','h','i','j','k','l']]
Y = df[['type']]
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, Y, test_size=.4, random_state=42)
clf = MLPClassifier(solver='lbfgs', alpha=1e-5,
hidden_layer_sizes=(6, 5), random_state=1)
clf.fit(X_train, y_train)
prediction = clf.predict(X_test)
acc = accuracy_score(y_test, prediction)
print(acc)

```

รูป 3.5.3 Code Neural Network

3.6 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

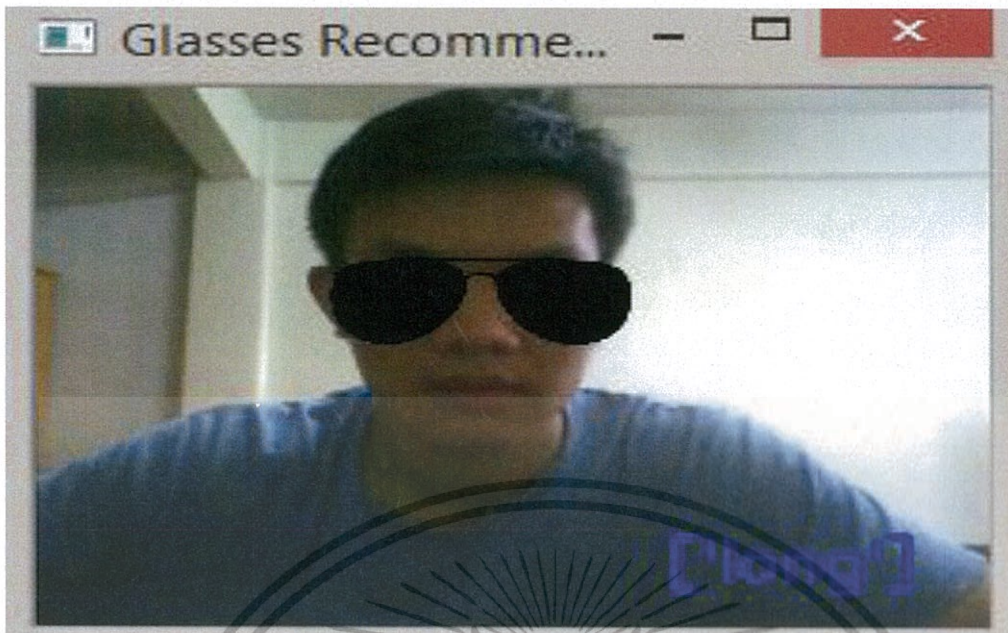
หน้าแรกของโปรแกรมจะเป็นหน้าเริ่มต้น ให้ผู้ใช้กดปุ่มstart เมื่อพร้อมใช้งาน



รูป 3.6.1 First page of program

เมื่อกดปุ่มstartเพื่อเริ่มต้นใช้งาน โปรแกรมและcaptureหน้าของผู้ใช้งาน จากนั้นกดspacebarเพื่อดูว่า
โครงหน้าของผู้ใช้งานนั้นตรงกับface shapeแบบใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.6.2 Demo of program

เมื่อเลือกประเภทแว่นตาที่ต้องการแล้วโปรแกรมจะแสดงแว่นตาที่ต้องการในรูปแบบต่างๆที่เหมาะสมกับรูปหน้าของผู้ใช้ให้เลือกทดลองใส่และยังสามารถกดspacebarเพื่อเลือกดูแว่นตาแบบอื่นๆได้ด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การตรวจจับใบหน้าและการจำลองโปรแกรมในส่วนของimage processing

ในการทดลองการตรวจจับใบหน้านั้นเป็นการรับinputมาจากweb cameraแล้วนำมาเข้าสู่ระบบ image processing เพื่อหาอัตราส่วนต่างๆบริเวณใบหน้า โดยใช้การนำmodelที่เหมาะสมมาใช้ในกระบวนการpredictจุดต่างๆบนใบหน้า จากนั้นระบบจะนำอัตราส่วนต่างๆบนใบหน้าส่งไปยังAI Modelเพื่อประมวลผลรูปแบบโครงหน้าและทรงแว่นตาที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน และการทดลองต่อไปนี้ ต้องนำแว่นตาที่เลือกมาใส่บริเวณใบหน้าผู้ใช้งานและขยับได้แบบเรียลไทม์โดยในการทดลองเราจะให้แว่นมาอยู่ตรงตาได้ ต้องคำนวณจุดกึ่งกลางของตา โดยคำนวณจากจุด facial landmark ที่อยู่รอบดวงตา จากนั้นนำภาพแว่นมาใส่แล้วปรับขนาดให้เหมาะสม



รูป 4.1.1 Detection Point By Image Processing

ผลการทดลอง

สำหรับการทดลองใช้machine learning ทั้ง3แบบซึ่งได้แก่ SVM,Neural Network,Decision Tree พบว่า modelที่มีความแม่นยำที่สุดสำหรับการทำงานนี้คือ Decision Tree แต่ในขณะเดียวกันModel อื่นๆก็ให้ความแม่นยำที่ค่อนข้างสูงเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1.2 การทำงานของโปรแกรมในการปรับขนาดแว่นตาและจัดวาง



รูป 4.1.3 แสดงความสามารถdetectและแสดงภาพได้



รูป 4.1.4 แสดงผลface shapeและทำการเลือกแว่นตาที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

โปรแกรมแนะนำแว่นตาเป็น โปรแกรมที่สามารถช่วยเลือกแว่นตาให้แก่ผู้ใช้งานได้อย่างชาญฉลาดและได้แว่นตาที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่สุด โดยการคำนวณและการช่วยเลือกแว่นตานี้ทำโดยปัญญาประดิษฐ์ที่ผ่านการtrainมากับตัวอย่างเป็นจำนวนมากดังนั้นจึงมีความแม่นยำค่อนข้างสูง และผู้ใช้อย่างไม่ต้องทดลองใส่แว่นจริงๆเนื่องจากโปรแกรมนี้อาศัยระบบImage Processingดังนั้น โปรแกรมจึงสามารถจำลองการใส่แว่นตากับรูปหน้าได้อย่างเหมาะสมและ Machine Learning Modelที่มีความแม่นยำที่สุดเมื่อนำมาใช้กับการวิเคราะห์โครงหน้าคือ Model Decision Tree

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนั้นต้องเรียนรู้หลายส่วนในการพัฒนาจึงทำให้การทำงานในช่วงแรกๆเป็นไปได้ช้า การเลือกใช้ Model ของ AI ที่เหมาะสมกับงานนี้เป็นส่วนที่ต้องใช้เวลาเนื่องจากต้องการความแม่นยำและความเหมาะสมจึงต้องทำ AI Model ขึ้นมาทั้ง 3 แบบ (Neural Network, Decision Tree, SVM) จึงเป็นส่วนที่ใช้เวลามากที่สุด ในส่วนของ Image Processing นั้นมีปัญหาในช่วงแรกในการ detect ใบหน้าโดยในบางครั้งโปรแกรม detect รังนกแทนดวงตา แต่หลังจากการปรับปรุงอยู่ช่วงเวลาหนึ่งก็สามารถสร้างการ detect ที่ค่อนข้างแม่นยำออกมาได้

5.3 แผนการดำเนินงานในอนาคต

เนื่องจากในตอนนี โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการแล้วแต่ยังขาดความสวยงามและควรมีการเข้าถึงโปรแกรมได้ง่ายกว่านี้ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไปในอนาคตควรมีการพัฒนาทำลง application มือถือเพราะจะสามารถทำหน้า UI ให้มีความสวยงามมากกว่าที่เป็นอยู่และผู้ใช้งานทั่วโลกก็สามารถเข้าถึง โปรแกรมนี้ได้ง่ายขึ้นด้วยนั่นเอง

บรรณานุกรม

Face shape(online)

Available :<https://goo.gl/oHLfDT>

Neural Network(online)

Available :<https://goo.gl/Yrz7Vp>

<https://goo.gl/YBpY3i>

SVM(online)

Available :<https://goo.gl/gcR5GG>

<https://goo.gl/zyWmZh>

Decision Tree(online)

Available :<https://goo.gl/H9DYRo>

Open CV(online)

Available :<https://goo.gl/bQ117K>

Sklearn(online)

Available : <https://goo.gl/btw5Xt>

Image Processing

Available :<https://goo.gl/x87Gpy>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

