ระบบคัดกรองใบหน้าของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองด้วยข้อมูลคุณลักษณะของใบหน้า โดยหลักการเรียนรู้ของเครื่อง

อันธิกา ดิศพัฒนพันธุ์[1*], ศิริสรรพ เหล่าหะเกียรติ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลภาพใบหน้า ซึ่งใบหน้าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สามารถใช้ประเมินผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เนื่องจากโรคหลอดเลือดสมองและโรคกล้ามเนื้อใบหน้าอ่อนแรง มีลักษณะอาการบนใบหน้าคล้ายคลึงกัน งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจำแนกโรคหลอดเลือดสมองทางใบหน้าด้วยอัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่อง โดยใช้ข้อมูลภาพใบหน้าของผู้ป่วยและบุคคลปกติที่รวบรวมจากชุดข้อมูล หลักการวิเคราะห์ใช้การแสดงออกทางใบหน้าในลักษณะการยิ้ม โดยเลือกใช้ภาพใบหน้าที่แสดงรอยยิ้มในการตรวจจับความผิดปกติผ่านวิธีการระบุจุดสำคัญบนใบหน้า (Facial Mapping Landmark) เพื่อตรวจสอบจุดสำคัญบนใบหน้าและคำนวณคุณลักษณะสำหรับฝึกอบรมอัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่อง เช่น Support Vector Machine (SVM), k-nearest Neighbor (KNN), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Logistic Regression (LR), AdaBoost (AD) และ Bayesian Classifier (BC) ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า Random Forest มีประสิทธิภาพสูงสุดในการจำแนกโรค โดยประเมินจากตัวชี้วัด เช่น (Accuracy), (Precision), (Recall) และ F1-score งานวิจัยนี้จึงเสนอให้ใช้ Random Forest เป็นอัลกอริธึมหลักในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองจากการแสดงออกทางใบหน้า ด้วยศักยภาพของการเรียนรู้ของเครื่องที่ช่วยตรวจจับความผิดปกติ เช่น การเบี้ยวของปากหรือการเปลี่ยนแปลงบริเวณดวงตาได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว วิธีการนี้ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการวินิจฉัยทางการแพทย์

คำสำคัญ : โรคหลอดเลือดสมอง, การเรียนรู้ของเครื่อง, การวิเคราะห์ใบหน้า, โรคหลอดเลือดสมองทางใบหน้า

---

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

[2] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

* Corresponding author:Tel.: 096-8608783 E-mail address: antika.dit@g.swu.ac.th

FACIAL STROKE CLASSIFICATION FROM FACE FEATURES BY MACHINE LEARNING

Antika Ditpattnaphan[1*], Sirisup Laohakiat[2]

Abstract

This research aims to diagnose stroke through facial image analysis, leveraging the critical role of facial features in assessing stroke patients. Stroke and Bell's palsy share similar facial symptoms, complicating diagnosis. The study proposes a machine learning-based approach to classify stroke symptoms using facial images of patients and healthy individuals collected from datasets. The analysis focuses on facial expressions, particularly smiling, utilizing images of smiling faces to detect abnormalities through facial mapping landmarks. This method identifies key facial points and computes features for training machine learning algorithms, including Support Vector Machine (SVM), k-nearest Neighbor (KNN), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Logistic Regression (LR), AdaBoost (AD), and Bayesian Classifier (BC). The experimental results demonstrate that Random Forest achieves the highest performance in stroke classification, evaluated by metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. The study recommends Random Forest as the primary algorithm for diagnosing strokes based on facial expressions. The machine learning approach shows potential in detecting abnormalities, such as mouth asymmetry or changes around the eyes, with high accuracy and efficiency. This method reduces diagnostic errors and enhances medical decision-making, offering a rapid and reliable tool for stroke diagnosis through facial image analysis.

Keywords : Stroke, Machine Learning, Facial Image Analysis, Facial Stroke

[1] Data Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, 10110, Thailand

[2] Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, 10110, Thailand

* Corresponding author:Tel.: 096-8608783 E-mail address: antika.dit@g.swu.ac.th

บทนำ

โรคหลอดเลือดสมองเป็นปัญหาที่สำคัญทั่วโลก ซึ่งพบว่าปัจจุบันนี้มีผู้ป่วยที่คาดว่าจะมีความเสี่ยงสูงในการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (STROKE) พบร้อยละ 80 อาการที่สำคัญของโรคนี้คือ อ่อนแรงหรือชาครึ่งซีก พูดไม่ได้ กลืนลำบาก มองเห็นภาพซ้อนหรือมองไม่เห็น เดินเซ โรคหลอดเลือดสมองมักจะมีลักษณะของอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงบนใบหน้าหรืออัมพาตบนใบหน้า คือความพิการของการเคลื่อนไหวของใบหน้าในด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านของบริเวณใบหน้า และลักษณะใบหน้าที่ชัดเจนที่สุดของโรคหลอดเลือดสมองคือความไม่สมดุลในการแสดงออกและปากเบี้ยว ซึ่งอาการโรคหลอดเลือดสมองทางใบหน้ามีลักษณะคล้ายคลึงกับโรคกล้ามเนื้อใบหน้าอ่อนแรง (Bell’s Palsy) จากการศึกษาพบว่า BELL'S PALSY เป็นเพียงอัมพาตชั่วคราวของกล้ามเนื้อบนใบหน้าทำให้ข้างใดข้างหนึ่งของใบหน้าหย่อนคล้อยและอ่อนแรง เช่น กล้ามเนื้ออ่อนแรงหรืออัมพาตด้านหนึ่งของใบหน้า การพูดหรือกลืนลำบาก และการเปลี่ยนแปลงในการแสดงออกทางใบหน้า ในทางกลับกัน โรคหลอดเลือดสมองทางใบหน้าเป็นอัมพาตหรืออาการกระตุกที่ส่งผลต่อกล้ามเนื้อใบหน้าข้างใดข้างหนึ่ง เกิดจากการไหลเวียนของเลือดในสมองที่ผิดปกติซึ่งอาจส่งผลให้กล้ามเนื้อใบหน้าข้างใดข้างหนึ่งอ่อนแรงหรืออัมพาต อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนการตรวจสอบโรคหลอดเลือดสมองขาดเลือดมีค่าใช้จ่ายสูงและมีโอกาสเกิดการวินิจฉัยที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นเทคนิคการวินิจฉัยทางการแพทย์โดยอัตโนมัติจึงถูกเสนอโดยใช้วิสัยทัศน์คอมพิวเตอร์และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในการวิเคราะห์ภาพใบหน้าของผู้ป่วยและระบุความผิดปกติที่อาจเป็นสัญญาณของโรคหลอดเลือดสมองหรือภาวะทางการแพทย์อื่นๆ การตรวจจับสัญญาณความไม่สมดุลของใบหน้าโดยอัตโนมัติ ในปัจจุบันการประเมินโดยให้ผู้ป่วยทำการเคลื่อนไหวใบหน้าที่เฉพาะเจาะจงหลายอย่าง

ดังนั้นส่วนของงานวิจัยนี้จะนำเสนอในเรื่องของการพัฒนาวิเคราะห์ใบหน้าของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองรูปแบบสองมิติโดยใช้พื้นฐานของการเรียนรู้ของเครื่องนำมาพัฒนาเพื่อหาความถูกต้องแม่นยำของการทำนายความผิดปกติที่มีความน่าเชื่อถือได้

วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition)

ใช้ข้อมูลรูปภาพทั้งหมดจาก Kaggle โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

1.1. ใช้ข้อมูลรูปภาพใบหน้าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจาก Kaggle

(https://www.kaggle.com/kaitavmehta/facial-droop-and-facial-paralysis-image)

1.2. ใช้ข้อมูลรูปภาพใบหน้าคนปกติจาก Kaggle

(https://www.kaggle.com/astraszab/facial-expression-dataset-image-folders-fer2013)

ขั้นตอนที่ 2 การคัดกรองข้อมูล (Data Filtering)

คัดเลือกรูปภาพที่มีใบหน้าตรงและเห็นหน้าชัดเจน จากนั้นทำการจัดกลุ่มของรูปภาพตามอาการที่แสดงออกใบหน้าของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยใช้รูปภาพเห็นฟัน ยิ้มเบาๆ ลืมตา โดยเลือกเฉพาะภาพที่มีการแสดงการยิ้ม จำนวน 1,600 ภาพ ซึ่ง

ถูกแบ่งออกเป็นชุดฝึกฝนและชุดทดสอบในอัตราส่วน 80:20 (1,280 ภาพสำหรับการฝึกฝน และ 320 ภาพสำหรับการทดสอบ)

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

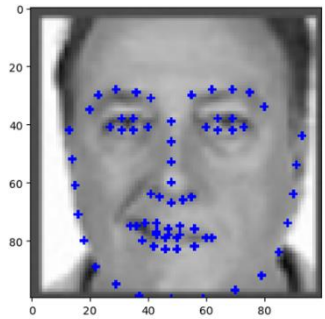
3.1. รูปภาพที่ได้มาจะมีทั้งรูปภาพสีและขาวดำรวมกัน และขนาดของรูปภาพที่ไม่เท่ากัน จึงต้องทำการแปลงรูปภาพสีให้เป็นขาวดำทั้งหมด และทำการปรับให้ได้ขนาดที่เท่ากันทั้งหมด ทั้งรูปภาพของคนปกติและรูปภาพของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง เพื่อให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันทั้งหมด

ตัวอย่างรูปภาพใบหน้าของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองและรูปภาพคนปกติ

3.2. ปรับใบหน้าให้ตรงโดยใช้การตรวจจับใบหน้า ทำการ CROP รูปภาพเฉพาะส่วนของใบหน้าเท่านั้น เพื่อให้โมเดลทำการโฟกัสเฉพาะใบหน้ามากขึ้น และทำให้สมมาตรมากขึ้น

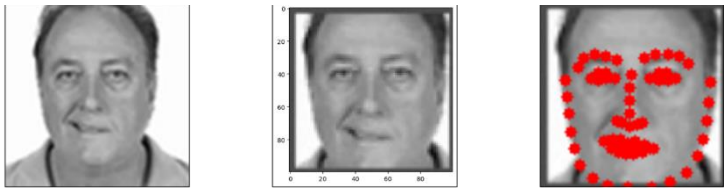
ขั้นตอนที่ 4 การคัดเลือกฟีเจอร์ (Feature Selection)

4.1. คำนวณจุดสังเกตบนใบหน้า (Facial Landmark Points) เช่น ดวงตา จมูก ปาก เป็นต้น



รูปภาพที่ทำการสร้างจุดสำคัญบนใบหน้า

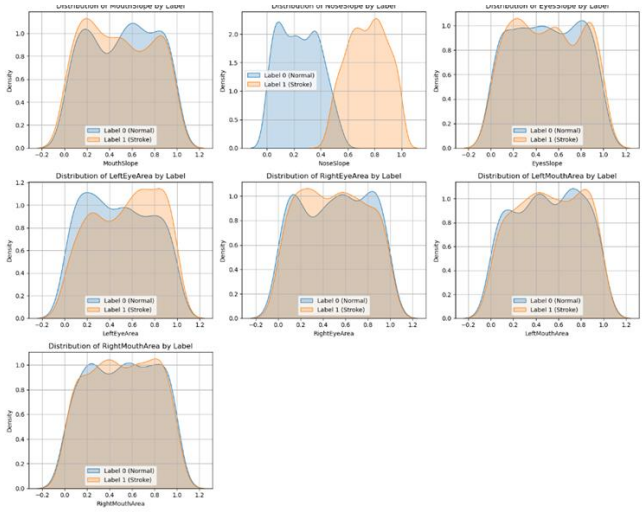
4.2. การวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของใบหน้า โดยคำนวณลักษณะสำคัญ ได้แก่ ความเอียงของปาก (Slope of the mouth), ความเอียงของจมูก (Slope of the nose), ความเอียงของดวงตาทั้งสองข้าง (Slope of both eyes), ขนาดพื้นที่ของดวงตาซ้ายและขวา (Area of the left and right eye), ขนาดพื้นที่ของปากซ้ายและขวา (Area of the left and right mouth)



(a) (b) (c)

ตัวอย่างของรูปภาพใบหน้าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (a) การแปลงเป็นภาพระดับสีเทา, (b) การปรับใบหน้าให้อยู่ในแนวตรง, และ (c) การคำนวณจุดตำแหน่งสำคัญบนใบหน้า

4.3. การกระจาย (Distribution) ของแต่ละคุณลักษณะฟีเจอร์จากกราฟ Density Plot ของ Feature เช่น MouthSlope, NoseSlope, EyeSlope, LeftEyeArea, RightEyeArea, LeftMouthArea และ RightMouthArea โดยแยกตาม Label (0 สำหรับคนปกติ, 1 สำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง)



Feature Distribution of Normal vs Stroke

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างแบบจำลอง (Modeling)

ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อค้นหาแบบจำลองที่ดีที่สุดในการจำแนกอาการผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง อัลกอริทึมที่ใช้ประกอบด้วย Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Logistic Regression (LR), AdaBoost (AD) และ Bayesian Classifier (BC) แบบจำลองทั้งหมดถูกฝึกฝนด้วยข้อมูลลักษณะเฉพาะของใบหน้า

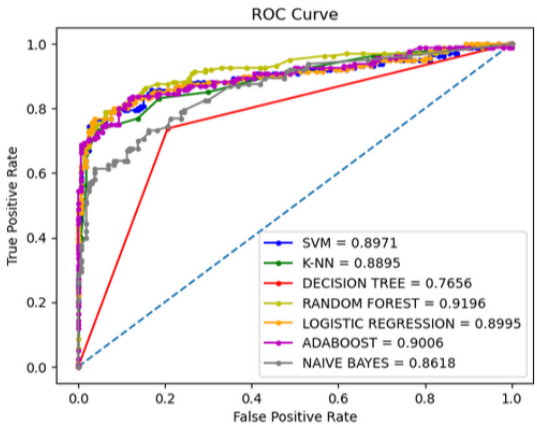
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ใช้ภาพที่แสดงการยิ้มจำนวน 1,280 ภาพ รวมทั้งภาพของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองและใบหน้าปกติ ภาพเหล่านี้ถูกดึงจุดสังเกตบนใบหน้า (Facial Landmark Points) เพื่อคำนวณคุณลักษณะ 7 ประการ ได้แก่ ความเอียงของปาก, ความเอียงของจมูก, ความเอียงของดวงตาทั้งสองข้าง, พื้นที่ของดวงตาซ้าย, พื้นที่ของดวงตาขวา, พื้นที่ของปากด้านซ้าย และ พื้นที่ของปากด้านขวา ทำให้ได้ข้อมูลรวมทั้งสิ้น 8,960 label จากข้อมูลคุณลักษณะใบหน้าทั้งหมด 80% ถูกใช้สำหรับการฝึกฝนอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องทั้ง 7 แบบ โดยผลการฝึกฝนพบว่า Random Forest มีค่าความแม่นยำสูงสุดที่ 86.88% ตามตางรางผลการทดลอง

Machine Learning Algorithm	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
SVM	84.69%	91.11%	76.88%	83.39%
KNN	84.38%	**94.35%**	73.12%	82.39%
DT	76.56%	78.15%	73.75%	75.88%
RF	**86.88%**	90.41%	**82.50%**	**86.27%**
LG	85.31%	91.24%	78.12%	84.18%
AD	83.12%	88.97%	75.62%	81.76%
BC	78.12%	81.69%	72.50%	76.82%

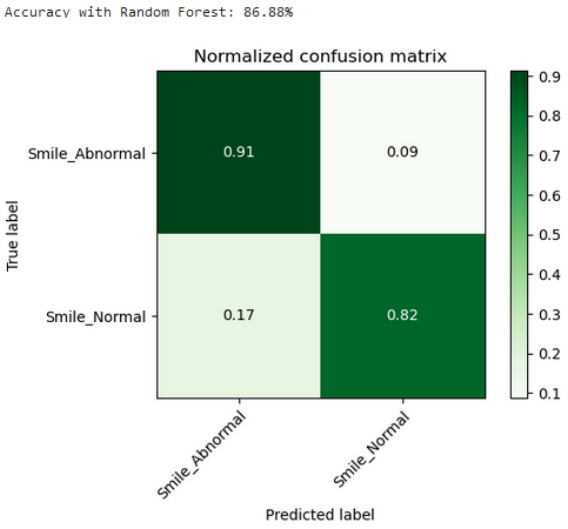
ผลการทดลองของการเรียนรู้ของเครื่องทั้งหมดอัลกอริทึมได้รับการทดสอบและประเมินจากคุณลักษณะของใบหน้า

จากการทดสอบด้วยข้อมูลคุณลักษณะใบหน้าที่เหลืออีก 20% พบว่าค่า Precision ของ Random Forest (90.41%) ต่ำกว่า K-Nearest Neighbor (94.35%) อย่างไรก็ตาม Random Forest มีค่า Recall (82.50%) และ F1-Score (86.27%) สูงกว่า K-Nearest Neighbor นอกจากนี้ ประสิทธิภาพการจำแนกถูกประเมินด้วยกราฟ ROC Curve ซึ่ง Random Forest มีค่า AUC สูงสุดที่ 91.96% (ตามภาพ ROC Curve)



ROC Curve แสดงผลการเปรียบเทียบผลการทดลองของแต่ละโมเดล

จากผลลัพธ์ใน Confusion Matrix ของ Random Forest (ตามภาพ Normailzed confusion matrix of Random Forest)



ภาพ Normailzed confusion matrix of Random Forest

ค่าการพยากรณ์ถูกต้องสำหรับใบหน้าผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองอยู่ที่ 91% และค่าการพยากรณ์ถูกต้องสำหรับใบหน้าปกติอยู่ที่ 82% มีค่า False-Positive มากกว่า False-Negative ข้อผิดพลาดที่พบในการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลอง Random Forest มีความเสี่ยงต่ำในการวินิจฉัยผิดพลาดเมื่อผู้ป่วยมีความเสี่ยงโรคหลอดเลือดสมอง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเสนอให้ใช้ Random Forest เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับการจำแนกอาการผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจากใบหน้าด้วยคุณลักษณะใบหน้าขณะยิ้ม

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ศึกษาการวิเคราะห์หาความผิดปกติบนใบหน้าของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง จากการรวบรวมข้อมูลรูปภาพความผิดปกติบนใบหน้าของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจากชุดข้อมูล โดยเลือกภาพการแสดงออกของรอยยิ้มเพื่อคำนวณคุณลักษณะใบหน้า เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการดึงคุณลักษณะของใบหน้าด้วยวิธีการกำหนดจุดสังเกตบนใบหน้า (Facial Mapping Landmark) เช่น ความเอียงของปาก, ความเอียงของจมูก, ความเอียงของดวงตาทั้งสองข้าง, พื้นที่ของดวงตาซ้าย, พื้นที่ของดวงตาขวา, พื้นที่ของปากด้านซ้าย และ พื้นที่ของปากด้านขวา ได้คำนวณคุณลักษณะของใบหน้าสำหรับการฝึกฝนและทดสอบอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งประกอบด้วย Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Logistic Regression (LR), AdaBoost (AD), Bayesian Classifier (BC) แบบจำลองทั้งหมดได้รับการฝึกฝนเพื่อหาค่าความแม่นยำ (Accuracy) และประเมินผลด้วยเกณฑ์ต่างๆ ได้แก่ Accuracy, Precision, Recall, F1-Score รวมถึงการใช้กราฟ ROC Curve และ Confusion Matrix เพื่อแสดงประสิทธิภาพในการจำแนกประเภท จากผลการทดลอง พบว่า Random Forest เป็นอัลกอริทึมที่มีค่าความแม่นยำในการฝึกฝนและทดสอบสูง

ที่สุด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงขอเสนอให้ใช้ Random Forest เป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพที่สุดสำหรับการจำแนกอาการผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจากคุณลักษณะใบหน้าขณะยิ้ม

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิจัยได้รับการสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการนำเสนอผลงานวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Cui, H., Zhong, W., Zhu, M., Jiang, N., Huang, X., Lan, K., . . . Li, G. (2020, 20-24 July 2020). Facial Electromyography Mapping in Healthy and Bell's Palsy Subjects: A High-Density Surface EMG Study. Paper presented at the 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC).

[2] Healthcare, P., & Jyotir Jani, M. D. (2022). The difference between Bell's palsy and a stroke. Retrieved from https://www.piedmont.org/living-better/the-difference-between-bells-palsy-and-a-stroke

[3] Kaewmahanin, W., Rassameecharoenchai, T., Jutharee, W., Tongskulroongruang, T., Wiphunawat, P., Jennawasin, T., & Kaewkamnerdpong, B. (2022, 24-27 May 2022). Automatic Facial Asymmetry Analysis for Elderly Stroke Detection by using Cosine Similarity. Paper presented at the 2022 19th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON).

[4] Thevenot, J., López, M. B., & Hadid, A. (2018). A Survey on Computer Vision for Assistive Medical Diagnosis From Faces. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 22(5), 1497-1511.

[5] ผดุงวณิชย์กุล, แ. (2017). โรคหลอดเลือดสมอง (Stroke). Retrieved form http://www.med.nu.ac.th/dpMed/fileKnowledge/106_2017-08-19.pdf

[6] โรงพยาบาลศิริราช, ศ. (2016). สถานการณ์ปัจจุบันของโรคหลอดเลือดสมอง. Retrieved form https://www.si.mahidol.ac.th/siriraj_online/thai_version/Health_detail.asp?id=1256