



Original Article

# การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับช่วยวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมอง โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบการเรียนรู้เชิงลึกบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

## Development of a web application for stroke diagnosis assistance using deep learning artificial intelligence on computed tomography image

ฐิติพงษ์ แก้วเหล็ก<sup>1,2\*</sup> • เก็จมณี สิตินวรรณ<sup>1</sup> • คุณากรณ์ เหลืองอรุณ<sup>1</sup> • วศิตา แสนสุริยวงศ์<sup>1</sup> • รวีวรรณ พัทธวีรกุล<sup>3</sup>  
ธัชชัย สันตระกูล<sup>3</sup> • ภูวิศ ชินวัฒนวงศ์วาน<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

<sup>2</sup>หน่วยวิจัยด้านสหวิทยาการสุขภาพและวิทยาศาสตร์ข้อมูล คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

<sup>3</sup>ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000 ประเทศไทย

Titipong Kaewlek<sup>1,2\*</sup> • Ketmanee Sitinwan<sup>1</sup> • Kunaporn Lueangaroon<sup>1</sup> • Wasita Sansuriyawong<sup>1</sup>  
Rawiwan Pattaweerakul<sup>3</sup> • Thatchai Hantrakul<sup>3</sup> • Bhuwid Chinwatanawongwan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand

<sup>2</sup>Interdisciplinary Health and Data Sciences Research Unit, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand

<sup>3</sup>Department of Radiology, Faculty of Medicine, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand

ผู้รับผิดชอบบทความ: ฐิติพงษ์ แก้วเหล็ก | Corresponding author: Titipong Kaewlek (titipongk@nu.ac.th)

Received: 8 December 2023 | Revised: 16 February 2024 | Accepted: 19 February 2024

Thai J Rad Tech 2024;49(1):40-47

### บทคัดย่อ

**บทนำ:** โรคหลอดเลือดสมองมีความเสี่ยงสูงในผู้สูงอายุ การวินิจฉัยด้วยภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์มีความต้องการความแม่นยำ ความเชี่ยวชาญในการแปลผลเป็นสิ่งจำเป็น และปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนช่วยให้รังสีแพทย์แปลผลถูกต้องมากขึ้นในปัจจุบัน **วัตถุประสงค์:** งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับตรวจหาโรคหลอดเลือดสมองในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองโดยอาศัยปัญญาประดิษฐ์ในการแยกภาพโรคหลอดเลือดสมอง **วิธีการศึกษา:** ข้อมูลภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองจำนวน 1,636 ภาพ (1,111 ภาพปกติ และ 525 ภาพโรคหลอดเลือดสมอง) ถูกใช้ในงานวิจัยนี้ ภาพประมาณร้อยละ 70 (1,175 ภาพ) ของภาพทั้งหมดถูกใช้ในการฝึกฝนโมเดล ร้อยละ 20 (329 ภาพ) ใช้ในการตรวจสอบ และร้อยละ 10 (132 ภาพ) ใช้ในการทดสอบปัญญาประดิษฐ์โดยใช้โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกวีจีจี-16 ค่าความถูกต้อง ความไว ความจำเพาะ เอพวัน-สกอร์ และพื้นที่ใต้กราฟ ถูกใช้ในประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชัน และทำการประเมินการออกแบบและการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันด้วยการให้คะแนน 5 ระดับ โดยรังสีแพทย์ 3 ท่าน **ผลการศึกษา:** ผลการวิจัยพบว่าค่าความถูกต้อง ความไว ความจำเพาะ เอพวัน-สกอร์ และพื้นที่ใต้กราฟ มีค่าเท่ากับ 0.969 0.952 0.978 0.952 และ 0.965 ตามลำดับ คะแนนการออกแบบและการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันโดยรังสีแพทย์มีค่าเท่ากับ 4.13±0.38 และ 4.37±0.33 ตามลำดับ **สรุปผลการศึกษา:** เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองในภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองและง่ายต่อการใช้งานบนระบบอินเทอร์เนต

**คำสำคัญ:** ปัญญาประดิษฐ์, คอมพิวเตอร์ช่วยวินิจฉัย, การเรียนรู้เชิงลึก, โรคหลอดเลือดสมอง, เว็บแอปพลิเคชัน

## Abstract

**Introduction:** Stroke causes a high risk among the elderly. Accurate diagnosis using computed tomography (CT) imaging is essential, and expert interpretation is required. Artificial intelligence (AI) has increasingly contributed to improving the accuracy of radiologists' interpretations. **Objective:** This study aimed to develop a web application for stroke detection in brain CT images using artificial intelligence. **Methods:** A total of 1,636 brain CT images (1,111 normal images and 525 stroke images) were used in this study. Approximately 70% (1,175 images) of the dataset were used for model training, 20% (329 images) for validation, and 10% (132 images) for testing the deep learning model (VGG-16). Accuracy, sensitivity, specificity, F1-score, and area under the curve (AUC) were used to evaluate the performance of the web application. Design and usability were evaluated using a 5-point Likert scale by three radiologists. **Results:** The results shows that the accuracy, sensitivity, specificity, F1-score, and AUC were 0.969, 0.952, 0.978, 0.952, and 0.965, respectively. The design and usability scores evaluating by radiologists were  $4.13 \pm 0.38$  and  $4.37 \pm 0.33$ , respectively. **Conclusion:** The developed web application demonstrated high performance in diagnosing stroke from brain CT images and is easy to use via internet-based platforms.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Computer aided detection, Deep Learning, Stroke, Web Application

## บทนำ

โรคหลอดเลือดสมองเป็นโรคที่มีสถิติการเสียชีวิตเป็นอันดับสองของโลกตามรายงานขององค์การอนามัยโลก<sup>[1]</sup> และกระทรวงสาธารณสุขแห่งประเทศไทยได้รายงานไว้ว่าโรคหลอดเลือดสมองเป็นโรคที่คนไทยเสียชีวิตเป็นอันดับสองเช่นกัน มีอัตราผู้เสียชีวิต 58 ราย ต่อประชากร 1 แสนคน<sup>[2]</sup> การตรวจวินิจฉัยใช้การตรวจร่างกายทางกายภาพ และการตรวจด้วยเครื่องมือสร้างภาพทางการแพทย์ เช่น เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า การใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สามารถช่วยให้การตรวจวินิจฉัยทำได้อย่างรวดเร็ว<sup>[3, 4]</sup> อีกทั้งในปัจจุบันมีการนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยให้แพทย์สามารถตรวจพบรอยโรคได้รวดเร็วมากขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีหลายบริษัทพัฒนาและจัดจำหน่ายโปรแกรมช่วยในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมอง ทั้งรูปแบบที่ต้องติดตั้งในอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ หรือ แท็บเล็ต<sup>[5-7]</sup> แต่การเข้าใช้งานต้องเสียค่าบริการในการเข้าใช้งาน หากจะนำมาช่วยบุคลากรทางการแพทย์ให้มีเครื่องช่วยวินิจฉัยรอยโรคได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำก็ต้องใช้งบประมาณจากรัฐบาลในการดำเนินการ คณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นและอยากให้นักวิชาการทางการแพทย์ไทยได้เข้าถึงการใช้งานโปรแกรมที่ช่วยในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย และไม่มีค่าใช้จ่าย ช่วยลดเวลาในการทำงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้มากขึ้น งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับช่วยวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมองบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

## วิธีดำเนินการศึกษา

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็นสองส่วน คือการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในการช่วยวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมอง และการประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ

### การพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในการช่วยวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมอง

#### การออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

เว็บแอปพลิเคชันออกแบบให้สามารถใช้งานได้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเบราว์เซอร์ สามารถรองรับการทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ มือถือ และแท็บเล็ต โดยการเข้าใช้งานต้องดำเนินการสมัครเพื่อใช้งานด้วยอีเมล โดยเว็บแอปพลิเคชันมีฟังก์ชันใช้งาน ดังนี้

- สามารถนำภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เข้าได้ทั้งแบบที่ละเอียดและได้ทั้งโฟลเดอร์ (Folder)
- สามารถรองรับการทำงานกับไฟล์ภาพนามสกุล .dcm, .jpg, .png และ .gif
- สามารถปรับความสว่าง (Brightness), ความต่างของภาพ (Contrast)
- สามารถแสดงผลลัพท์การวินิจฉัยในหน้าแสดง
- สามารถดาวน์โหลดผลลัพท์ในรูปแบบไฟล์ PDF (แสดงภาพและผลลัพท์)
- สามารถส่งผลลัพท์ในรูปแบบไฟล์ PDF (แสดงภาพ และผลลัพท์) ไปยังอีเมลที่ทำการสมัคร

**อัลกอริทึมการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน**

อัลกอริทึมของเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบด้วยสองส่วน คือ อัลกอริทึมสำหรับการแยกเนื้อเยื่อสมองออกจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และอัลกอริทึมสำหรับการพยากรณ์ผลลัพธ์ (รูปที่ 1) ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันจะสามารถบอกผลลัพธ์ได้ว่าเป็นภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปกติ หรือภาพที่มีรอยโรคหลอดเลือดสมอง

อัลกอริทึมสำหรับการแยกเนื้อเยื่อสมองออกจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ จะใช้สถาปัตยกรรมที่ชื่อว่า U-Net ซึ่งปรับกระบวนการทำงานจากงานของ Pandey<sup>[8]</sup> โดยภาพที่ใช้ในการฝึกฝนปัญญาประดิษฐ์จะถูกแยกเนื้อเยื่อสมองจากกะโหลกศีรษะบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้เหลือเฉพาะเนื้อเยื่อสมองเท่านั้น

เมื่อได้ภาพเนื้อเยื่อสมองทั้งหมด 1,636 ภาพ ซึ่งประกอบด้วย ภาพที่มีโรคหลอดเลือดสมอง จำนวน 525 ภาพ และ ภาพเนื้อเยื่อสมองปกติ จำนวน 1,111 ภาพ นำภาพทั้งหมดมาแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ 1 สำหรับการฝึกฝนปัญญาประดิษฐ์ ร้อยละ 70 (1,175 ภาพ) ส่วนที่ 2 ใช้ในการตรวจสอบ ร้อยละ 20 (329 ภาพ) และส่วนที่ 3 ใช้ในการทดสอบ ร้อยละ 10 (132 ภาพ) ข้อมูลทั้งหมด ซึ่งได้รวบรวมมาจากฐานข้อมูลออนไลน์ชื่อว่า Kaggle<sup>[9, 10]</sup> ข้อมูลภาพทั้งหมดเป็นภาพในแนวตัดขวาง (Axial plane) ตามลักษณะการถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองปกติ เป็นภาพที่ไม่มีสารทึบรังสี (Non-contrast) ปรากฏในภาพ เพื่อให้ปัญญาประดิษฐ์เรียนรู้จากความแตกต่างกันของเนื้อเยื่อบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองเท่านั้น ภาพทั้งหมดมีการระบุผลการพยากรณ์ว่าเป็นหรือไม่เป็นภาพที่มีโรคหลอดเลือดสมอง และมีขนาดของรอยโรคที่ชัดเจน ไม่มีรอยโรคชนิดอื่นปะปน

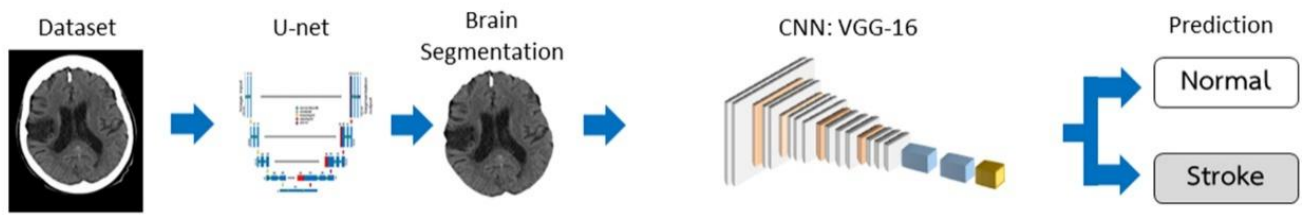
จากงานวิจัยก่อนหน้านี้<sup>[11]</sup> ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของปัญญาประดิษฐ์รูปแบบปัญญาประดิษฐ์แบบการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) 4 รูปแบบ คือ CNN-2 / LeNet / GoogleNet และ VGG16 พบว่า VGG 16 ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้จึงเลือกปรับ

ใช้ VGG-16<sup>[12]</sup> ซึ่งองค์ประกอบภายในของ VGG-16 ถูกปรับเพื่อให้สำหรับงานวิจัยนี้ รายละเอียดขององค์ประกอบของ VGG 16 แสดงดังในตารางที่ 1 องค์ประกอบของชั้นรับเข้าข้อมูล (Input layer) จะตั้งค่าขนาดภาพตั้งต้นไว้ที่ขนาด 256x256x1 บล็อกที่ 1 จะมีชั้นคอนโวลูชัน (Convolution layer) 2 ชั้น แล้วตามด้วยชั้นแมกพูลลิง (MaxPooling) 1 ชั้น บล็อกที่ 2 จะมีชั้นลักษณะเดียวกับบล็อกที่ 1 บล็อกที่ 3-5 จะมีชั้นคอนโวลูชัน (Convolution layer) 3 ชั้น และตามด้วยชั้นแมกพูลลิง (MaxPooling) 1 ชั้น และส่วนของชั้นฟูลลี่คอนเนคเตด (Fully connected layer) มี 3 ชั้น ชั้นที่ 1 และ 2 มีขนาด 4096 และกำจัดข้อมูลด้วย Dropout rate 0.5 ทั้ง 2 ชั้น ส่วนชั้นสุดท้ายมีขนาด 2

นำภาพส่วนที่ 1-3 ที่เตรียมไว้ข้างต้นมาฝึกฝนโมเดล ตรวจสอบ และทดสอบการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ในการแยกภาพโรคหลอดเลือดสมองกับภาพปกติของเว็บแอปพลิเคชัน โดยลักษณะการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในการพยากรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 1

ตารางที่ 1. โครงสร้างของ VGG-16 model.

Layer	Size	Kernel size	Activation
Input	Image	256x256x1	-
2xConv2D	256x256x64	3x3	Relu
MaxPooling	128x128x64	3x3	Relu
2xConv2D	128x128x128	3x3	Relu
MaxPooling	64x64x128	3x3	Relu
3xConv2D	64x64x256	3x3	Relu
MaxPooling	32x32x256	3x3	Relu
3xConv2D	32x32x512	3x3	Relu
MaxPooling	16x16x512	3x3	Relu
3xConv2D	16x16x512	3x3	Relu
MaxPooling	8x8x512	3x3	Relu
FC(Dense)	4096	-	Relu
FC(Dense)	4096	-	Relu
Output	FC(Dense)	2	Softmax



รูปที่ 1. ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์ในการแยกภาพโรคหลอดเลือดสมองกับภาพปกติ

**การประเมินประสิทธิภาพในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมอง**

การประเมินผลประสิทธิภาพในการพยากรณ์จะพิจารณาผลของการทดสอบโดยใช้กลุ่มภาพส่วนที่ 3 โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาตาม 4 รูปแบบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ.

Parameters	Predicted Positive (Stroke)	Predicted Negative (Normal)
Actual Positive (Stroke)	True Positive (TP)	False Negative (FN)
Actual Negative (Normal)	False Positive (FP)	True Negative (TN)

แล้วคำนวณหาความถูกต้อง (Accuracy), Sensitivity (ความไว), Specificity (ความจำเพาะ), ค่า F1-score, ค่าพื้นที่ใต้กราฟ (Area under curve)

**การประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ (รังสีแพทย์ 3 ท่าน)**

การประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ (รังสีแพทย์ 3 ท่าน) จะทำการประเมิน 2 หัวข้อ คือ ด้านการออกแบบ และด้านประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน

**ด้านการออกแบบ**

1. การออกแบบหน้าต่างแสดงผลภาพ
2. การจัดวางเมนู
3. การทำงานของปุ่มกดในการใช้งาน
4. ขนาดตัวอักษรบนแอปพลิเคชัน
5. การใช้สีพื้นบนแอปพลิเคชัน

**ด้านประสิทธิภาพการทำงานของแอปพลิเคชัน**

1. ความสะดวกในการนำเข้าภาพสู่แอปพลิเคชัน
2. ความสะดวกในการประมวลผลการพยากรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน
3. ความสะดวกในการบันทึกผลการพยากรณ์ (pdf file)

4. ความสะดวกในการดาวน์โหลดผลการพยากรณ์
5. ความสะดวกในการปรับ contrast และ brightness
6. ความสะดวกในการใช้แถบเลื่อนสำหรับเลื่อนดูภาพ
7. ความเร็วในการประมวลผลพยากรณ์
8. ความสะดวกในการใช้งานระบบแอปพลิเคชันในภาพรวม
9. คู่มือการใช้งาน มีเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย
10. ข้อมูล คำอธิบาย (information) มีเนื้อหาเหมาะสม

**การวิเคราะห์ข้อมูล**

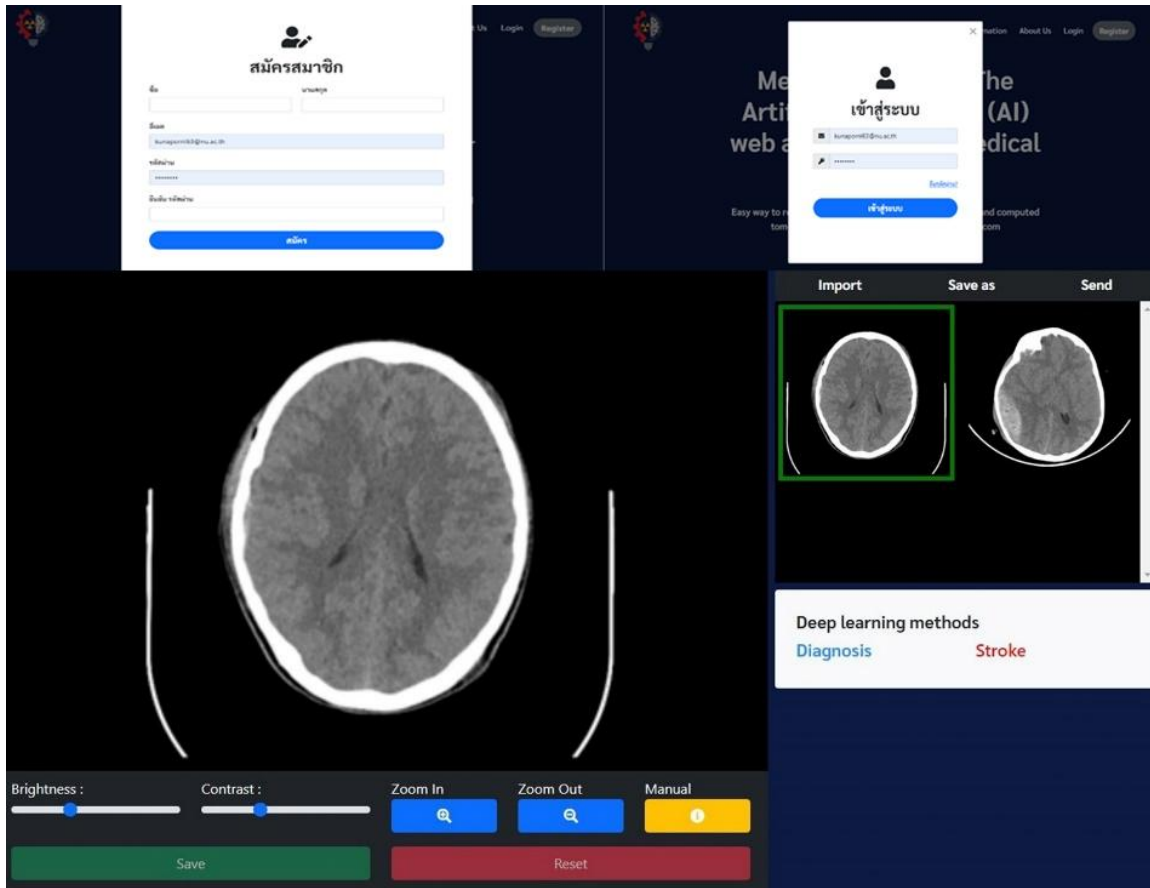
การประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน เป็นการประเมินแบบการให้คะแนนความคิดเห็นตามกฎของลิเคิร์ต (Likert Scale)<sup>[13-15]</sup> แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- |                 |                         |   |
|-----------------|-------------------------|---|
| ระดับมากที่สุด  | ให้น้ำหนักหรือคะแนนเป็น | 5 |
| ระดับมาก        | ให้น้ำหนักหรือคะแนนเป็น | 4 |
| ระดับปานกลาง    | ให้น้ำหนักหรือคะแนนเป็น | 3 |
| ระดับน้อย       | ให้น้ำหนักหรือคะแนนเป็น | 2 |
| ระดับน้อยที่สุด | ให้น้ำหนักหรือคะแนนเป็น | 1 |

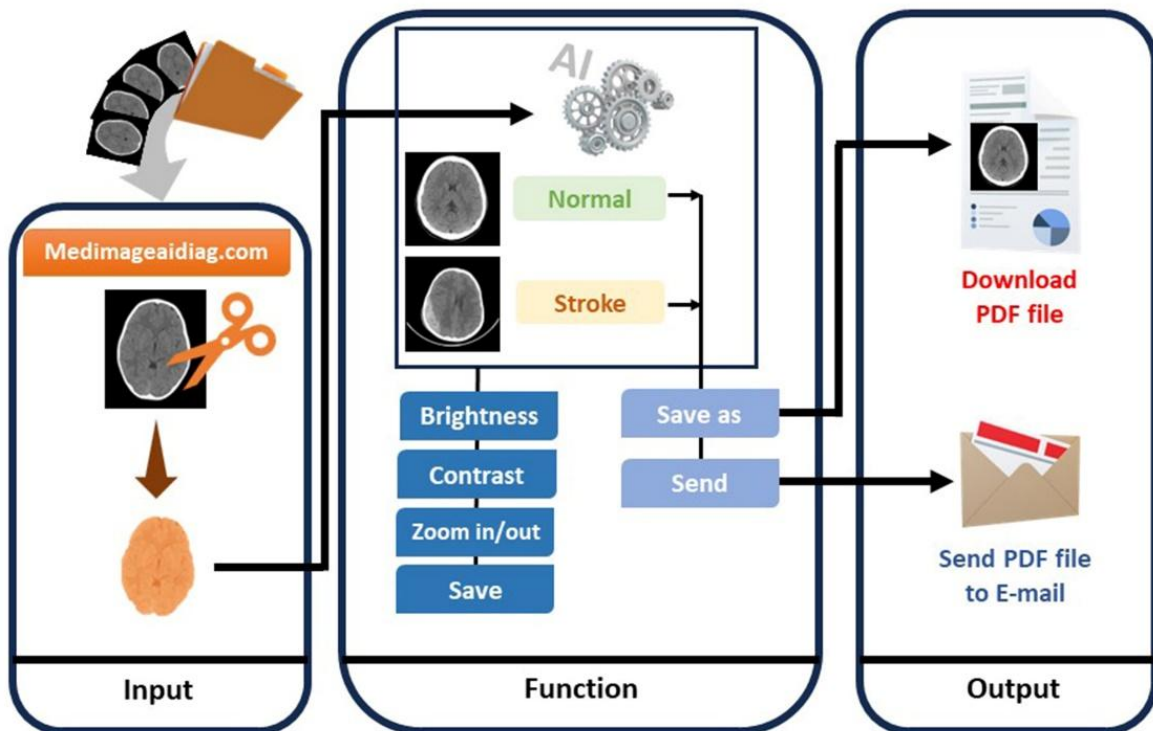
ผลที่ได้จากการประเมินจะนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในแต่ละข้อ

**ผลการศึกษา**

ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันมีหน้าต่างการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันสามารถเข้าสมัครสมาชิก และเข้าใช้งานระบบได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และใช้งานได้กับไฟล์ภาพดังที่กำหนด คือไฟล์ภาพนามสกุล .dcm, .jpg, .png และ .gif สามารถใช้งานได้ทั้งภาพเดี่ยวหรือหลายภาพสามารถเลื่อนเพื่อเลือกภาพที่ต้องการ ผลลัพธ์จะแสดงภาพในช่องแสดงผลลัพธ์ สามารถปรับความสว่าง ความแตกต่างของสีภาพ สามารถขยายและย่อภาพ สามารถเข้าศึกษาวิธีการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน สามารถดาวน์โหลดผลการพยากรณ์ในรูปแบบไฟล์ PDF และส่งผลกลับไปยังอีเมลที่สมัครใช้งานในรูปแบบไฟล์ PDF ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3



รูปที่ 2. ตัวอย่างหน้าต่างการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น (www.medimageaidiag.com).



รูปที่ 3. ขั้นตอนการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแยกโรคหลอดเลือดสมองด้วยภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์.

ตารางที่ 3 แสดงผลการพยากรณ์ของ VGG-16 และตารางที่ 4 แสดงให้เห็นผลการประเมินประสิทธิภาพการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองที่มีค่าความถูกต้อง เท่ากับ 0.969 ค่าความไว เท่ากับ 0.952 ค่าความจำเพาะ เท่ากับ 0.978 ค่า F1-score เท่ากับ 0.952 และ ค่าพื้นที่ใต้กราฟ เท่ากับ 0.965

ตารางที่ 3. ผลการพยากรณ์ของโมเดล VGG-16

Parameters	Predicted Positive (Stroke)	Predicted Negative (Normal)
Actual Positive (Stroke)	40	2
Actual Negative (Normal)	2	88

ตารางที่ 4. ประสิทธิภาพของโมเดลในการแยกภาพโรคหลอดเลือดสมองกับภาพปกติโดยแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

Model	Accuracy	Sensitivity	Specificity	F-1 score	AUC
VGG-16	0.969	0.952	0.978	0.952	0.965

\*AUC = Area under curve

ตารางที่ 5. ผลการประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยรังสีแพทย์

หัวข้อในการประเมิน	ค่าเฉลี่ย
<b>ด้านการออกแบบ</b>	
การออกแบบหน้าต่างแสดงผลภาพ	3.67±1.15
การจัดวางเมนู	4.00±1.00
การทำงานของปุ่มกดในการใช้งาน	4.33±1.15
ขนาดตัวอักษรบนแอปพลิเคชัน	4.67±0.58
การใช้สีบนแอปพลิเคชัน	4.00±1.00
<b>ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบ</b>	<b>4.13±0.38</b>
<b>ด้านประสิทธิภาพการทำงานแอปพลิเคชัน</b>	
ความสะดวกในการนำเข้าภาพสู่แอปพลิเคชัน	4.33±0.58
ความสะดวกในการประมวลผลการพยากรณ์ผ่านแอปพลิเคชัน	4.33±0.58
ความสะดวกในการบันทึกผลการพยากรณ์ (pdf file)	4.67±0.58
ความสะดวกในการดาวน์โหลดผลการพยากรณ์	4.67±0.58
ความสะดวกในการปรับ contrast และ brightness	4.67±0.58
ความสะดวกในการใช้แถบเลื่อนสำหรับเลื่อนดูภาพ	4.67±0.58
ความเร็วในการประมวลผลพยากรณ์	4.00±1.00
ความสะดวกในการใช้งานระบบแอปพลิเคชันในภาพรวม	3.67±1.53
คู่มือการใช้งาน มีเนื้อหาเหมาะสม เข้าใจง่าย	4.33±1.15
ข้อมูล คำอธิบาย (information) มีเนื้อหาเหมาะสม	4.33±1.15
<b>ค่าเฉลี่ยด้านประสิทธิภาพการทำงานแอปพลิเคชัน</b>	<b>4.37±0.33</b>

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ (รังสีแพทย์ 3 ท่าน) ผลการประเมินด้านการออกแบบอยู่ในระดับ มาก (4.13±0.38) ระดับผลการประเมินที่

มีระดับคะแนนสูงสุด คือ ขนาดตัวอักษรบนแอปพลิเคชัน (4.67±0.58) และคะแนนต่ำสุดคือ การออกแบบหน้าต่างแสดงผลภาพ(3.67±1.15)

ด้านประสิทธิภาพการทำงานแอปพลิเคชัน อยู่ในระดับมาก (4.37±0.33) โดยระดับคะแนนสูงสุด อยู่ในระดับมาก คือ 4.67±0.58 ในด้านความสะดวกในการบันทึกผลการพยากรณ์ (pdf file) ความสะดวกในการดาวน์โหลดผลการพยากรณ์ ความสะดวกในการปรับ contrast และ brightness และ ความสะดวกในการใช้แถบเลื่อนสำหรับเลื่อนดูภาพ ส่วนระดับคะแนนที่ต่ำสุด อยู่ที่ระดับปานกลาง คือ 3.67±1.53 ในด้านของ ความสะดวกในการใช้งานระบบแอปพลิเคชันในภาพรวม

## อภิปรายผลการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการช่วยวินิจฉัยโรคหลอดเลือดสมอง โดยสามารถทำงานได้บนระบบเครือข่าย สามารถใช้งานได้บนเครื่องมือที่หลากหลาย ทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ มือถือ และแท็บเล็ต ผู้ใช้งานสามารถสมัครใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

เว็บแอปพลิเคชันทำงานโดยใช้ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์แบบการเรียนรู้เชิงลึก โดยมี 2 ขั้นตอน คือการแยกข้อมูลภาพเนื้อเยื่อสมองออกจากภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ สมอง ด้วยสถาปัตยกรรม U-Net แล้วนำไปฝึกฝน ตรวจสอบ และทดสอบด้วยปัญญาประดิษฐ์ชื่อว่า VGG-16 ที่ได้ปรับปรุงโครงสร้างเฉพาะสำหรับงานวิจัยนี้

จากการทดสอบประสิทธิภาพการพยากรณ์ ของปัญญาประดิษฐ์บนเว็บแอปพลิเคชันนี้ มีความถูกต้อง ค่าความไว ค่าความจำเพาะที่สูง ที่ค่าเท่ากับ ร้อยละ 96.9 95.2 และ 97.8 ตามลำดับ และมีค่า F1-score และค่าพื้นที่ใต้กราฟซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถในการพยากรณ์ของเว็บแอปพลิเคชันนี้ว่าสามารถใช้ในการช่วยพยากรณ์ได้อยู่ในระดับสูง เท่ากับ 0.952 และ 0.965 ตามลำดับ

จากหลายงานวิจัย<sup>[16-23]</sup> ที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมอง สำหรับงานวิจัยที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์วิธีการ VGG-16 เช่นงานวิจัยของ Ammar และคณะ<sup>[24]</sup> ได้ศึกษาเปรียบเทียบการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมอง หลายวิธีการ (ResNet50, VGG-16, Xception, InceptionV3, and InceptionResNetV2) ในงานวิจัยของ Ammar พบว่า VGG-16 มีความถูกต้องมากที่สุดและใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ที่ร้อยละ 96 และงานวิจัยของ Vamsi<sup>[25]</sup> และคณะ ได้ใช้วิธีการ VGG-16 ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ชนิด Random

Forest จากงานวิจัยนี้มีความถูกต้องในการพยากรณ์ใกล้เคียงกันที่ร้อยละ 97.81

จากผลประเมินการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันผู้เชี่ยวชาญให้คะแนนด้านการออกแบบที่ระดับมาก ( $4.13 \pm 0.38$ ) และผลคะแนนด้านประสิทธิภาพการทำงานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ( $4.37 \pm 0.33$ ) เช่นกัน มีข้อเสนอแนะการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันที่ให้ผลดีมักเกิดกับภาพที่มีรอยโรคของโรคหลอดเลือดสมองที่ชัดเจน

ในปัจจุบันในท้องตลาดมีแอปพลิเคชันและโปรแกรมที่สร้างเพื่อให้บริการอยู่หลายยี่ห้อ<sup>[26]</sup> เช่น แอปพลิเคชัน Aidoc โปรแกรม Brainomix และ โปรแกรม Viz.ai เป็นต้น โปรแกรมเหล่านี้จะต้องทำการติดตั้งบนเครื่องมือเช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ มือถือ หรือ แท็บเล็ต และมีค่าบริการในการใช้งานฟังก์ชันที่สำคัญ ส่วนเว็บแอปพลิเคชันที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องทำการติดตั้ง เพียงเข้าระบบเครือข่ายผ่านเบราว์เซอร์ แล้วเข้าใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่าย เพียงสมัครด้วยอีเมลก็สามารถใช้งานได้

### ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยยังพบว่าภาพที่ใช้ในการฝึกฝนปัญญาประดิษฐ์อาจจะยังไม่หลากหลาย ซึ่งส่วนมากเป็นภาพที่มีขนาดรอยโรคที่มีความชัดเจน ขนาดใหญ่ จึงอาจจะเกิดข้อจำกัดในการใช้งานสำหรับการพยากรณ์ภาพที่มีรอยโรคขนาดเล็ก ๆ ได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงจะทำการสืบค้นข้อมูลภาพให้มีลักษณะของรอยโรคที่มีความแตกต่างกัน มาใช้ในการฝึกฝนปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและครอบคลุมรอยโรคลักษณะอื่นๆ มากขึ้น

### ข้อจำกัด

จากข้อมูลที่คัดเลือกมาใช้สำหรับการฝึกฝนของปัญญาประดิษฐ์ เป็นชุดรูปภาพที่มีลักษณะของรอยโรคที่เห็นเด่นชัดบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ จึงอาจจะทำให้ไม่ได้ยากสำหรับการพิจารณาผลพยากรณ์ด้วยสายตาของรังสีแพทย์ รวมทั้งความสามารถในการแยกแยะภาพของปัญญาประดิษฐ์ในกรณีรอยโรคขนาดเล็กอาจจะทำให้ผลมีความคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านข้อมูลของชุดข้อมูลภาพจึงไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าปัญญาประดิษฐ์ของเว็บแอปพลิเคชันนี้ได้ผลดีเพียงใดในภาพที่มีรอยโรคขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามในอนาคตคณะผู้จะหาชุดข้อมูลภาพที่มีความหลากหลายเพื่อให้

ปัญญาประดิษฐ์ของเว็บแอปพลิเคชันมีความสามารถครอบคลุมทุกลักษณะของรอยโรคหลอดเลือดสมองบนภาพเอกซเรย์

### สรุปผลการศึกษา

เว็บแอปพลิเคชันที่ใช้ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์แบบการเรียนรู้เชิงลึกช่วยในการพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมองบนภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้องสูง ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าเว็บแอปพลิเคชันมีความสามารถในการใช้งานอยู่ในระดับมาก เว็บแอปพลิเคชันเหมาะสมในการใช้ช่วยในการคัดกรองภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมอง

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการทำวิจัยจาก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุนอุดหนุนนักวิจัยทั่วไปสำหรับบุคลากรสายวิชาการ (หมายเลข AH-66-01-005) ปีงบประมาณ 2566 และ ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ประเภทพัฒนานิสิตผู้วิจัย ปีงบประมาณ 2566

### เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization (WHO). World stroke day 2022 [cited 2022 November 17]. Available from: <https://www.who.int/srilanka/news/detail/29-10-2022-world-stroke-day-2022>
- [2] The Ministry of Public Health of Thailand, Public Health Statistics A.D. 2022. [cited 2022 May 14]. Available from: <https://spd.moph.go.th/wp-content/uploads/2023/11/Hstastic65.pdf>
- [3] González RG. Current State of Acute Stroke Imaging. Stroke. 2013; 44(11):3260-3264 <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.003229>
- [4] Birenbaum D, Bancroft LW, Felsberg GJ. Imaging in Acute Stroke. West J Emerg Med. 2011;12(1):67-76.
- [5] Guberina N, Dietrich U, Radbruch A, et al. Detection of early infarction signs with machine learning based diagnosis by means of the Alberta Stroke Program Early CT score (ASPECTS) in the clinical routine. Neuroradiology. 2018; 60:889-901.
- [6] Kuang H, Najm M, Chakraborty D, et al. Automated ASPECTS on noncontrast CT scans in patients with acute ischemic stroke using machine learning. American Journal of Neuroradiology 2019; 40:33-38

- [7] Shafaat O, Bernstock DJ, Shafaat A, et al. Leveraging artificial intelligence in ischemic stroke imaging. *Journal of Neuroradiology*. 2022; 49; 343–351.
- [8] Pandey N. Lung segmentation from Chest X-Ray dataset. Kaggle Inc [cited 2022 April 28]. Available from: <https://www.kaggle.com/code/nikhilpandey/360/lung-segmentation-from-chest-x-ray-dataset/notebook>
- [9] TASNIA N. brain-stroke-prediction-ct-scan-image-dataset. [cited 2022 May 1]. Available from: <https://www.kaggle.com/datasets/noshintasnia/brain-stroke-prediction-ct-scan-image-dataset>
- [10] Vbookshelf. Brain CT Images with Intracranial Hemorrhage Masks. [cited 2022 May 1]. Available from: <https://www.kaggle.com/datasets/vbookshelf/computed-tomography-ct-images>
- [11] Kaewlek T, Sitinwan K, Lueangaroon K, Sansuriyawong W. Comparative analysis of deep learning techniques for accurate stroke detection. *Journal of Associated Medical Sciences*. 2024; 57(2), 49–55.
- [12] Varshney P. VGGNet-16 Architecture: A Complete Guide. [cited 2022 January 13]. Available from: <https://www.kaggle.com/code/blurredmachine/vggnet-16-architecture-a-complete-guide>
- [13] Vogt WP. *Dictionary of statistics and methodology*. 1999, 2<sup>nd</sup> ed, Sage: Thousand Oaks, California.
- [14] Joshi A, Kale S, Chandel S, Pal DK. Likert Scale: Explored and Explained. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 2015; 7(4), 396–403.
- [15] Mcleod S. Likert Scale Questionnaire: Examples & Analysis. [cited 2023 August 13]. Available from: <https://www.simplypsychology.org/likert-scale.html>
- [16] Chen YT, Chen YL, Chen YY, Huang YT, Wong HF, Yan JL, et al. Deep Learning–Based Brain Computed Tomography Image Classification with Hyperparameter Optimization through Transfer Learning for Stroke. *Diagnostics* 2022; 12, 807.
- [17] Ozaltin O, Coskun O, Yeniay O, Subasi A. A Deep Learning Approach for Detecting Stroke from Brain CT Images Using OzNet. *Bioengineering* 2022; 9: 783.
- [18] Li S, Zheng J, Li D. Precise segmentation of non-enhanced computed tomography in patients with ischemic stroke based on multi-scale U-Net deep network model. *Computer methods and programs in biomedicine*. 2021; 208:106278.
- [19] Guerrero R, Qin C, Oktay O, Bowles C, Chen L, Joules R, et al. White matter hyperintensity and stroke lesion segmentation and differentiation using convolutional neural networks. *Neuroimage Clin*. 2018; 17:918-34.
- [20] Phong TD, Duong HN, Nguyen HT, Trong NT, Nguyen VH, Hoa TV, et al. Brain hemorrhage diagnosis by using deep learning. *Proceedings of the 2017 International Conference on Machine Learning and Soft Computing*; Ho Chi Minh City, Vietnam. Association for Computing Machinery; 2017. p. 34–9.
- [21] Gaidhani BR, Rajamenakshi RR, Sonavane S. Brain stroke detection using convolutional neural network and deep learning models. 2019, 2nd international conference on intelligent communication and computational techniques (ICCT); 2019; Sept 28-29. Jaipur, India. 2019.
- [22] Mouridsen K, Thurner P, Zaharchuk G. Artificial intelligence applications in stroke. *Stroke*. 2020; 51(8):2573-9.
- [23] Ding L, Liu C, Li Z, Wang Y. Incorporating artificial intelligence into stroke care and research. *Stroke*. 2020; 51(12): e351-e4.
- [24] Ammar M, Lamria MA, Mahmoudib S, Laidia A. Deep Learning Models for Intracranial Hemorrhage Recognition: A comparative study. *Procedia Computer Science*. 2022;196: 418–425.
- [25] Vamsi B, Bhattacharyya D, Midhunchakkavarthy D, Kim JY. Early Detection of Hemorrhagic Stroke Using a Lightweight Deep Learning Neural Network Model. *Traitement du signal*. 2021;38(6): 1727-1736.
- [26] Soun JE, Chow DS, Nagamine M, Takhtawala RS, Filippi CG, Yu W, et al. Artificial intelligence and acute stroke imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2021; 42(1): 2-11.