

การจำแนกประเภทของหูชั้นกลางอักเสบในเด็กจากภาพออสโคป
CLASSIFICATION OF CHILDREN'S OTITIS MEDIA TYPE FROM
OTOSCOPE IMAGE



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์
ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-SC-M-017-037

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLASSIFICATION OF CHILDREN'S OTITIS MEDIA TYPE FROM
OTOSCOPE IMAGE



NOPAVIT SRIPHOONGA

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN DATA SCIENCE AND ANALYTICS
KMITL DIGITAL ANALYTICS AND INTELLIGENCE CENTER SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2023-SC-M-017-037



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การจำแนกประเภทของหูชั้นกลางอักเสบในเด็กจากภาพ ออดิโอสโคป
ชื่อนักศึกษา	นพวิทย์ ศรีภูงา
รหัสประจำตัว	64605055
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์) ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รองศาสตราจารย์.ดร. ละออ บุญเกษม

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการจำแนกหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media) ในเด็กโดยใช้ภาพ Otoscope ยังคงอาศัยประสบการณ์ของแพทย์เฉพาะทางเป็นหลักในการวินิจฉัยที่แม่นยำ อย่างไรก็ตาม กระบวนการวินิจฉัยอาจแตกต่างกันไปตามระยะเวลา และแพทย์ที่ไม่มีประสบการณ์อาจต้องตรวจหลายครั้งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหา งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคการจำแนกประเภทของคุณสมบัติต่าง ๆ ของโรคหูชั้นกลางอักเสบในเด็ก เพื่อช่วยแพทย์ที่ไม่มีประสบการณ์ในการวินิจฉัยเบื้องต้น เทคนิคนี้ใช้ Convolutional Neural Network (CNN) โดยเฉพาะสถาปัตยกรรม MobileNetV2, InceptionV3 และ ResNet50 เพื่อจำแนกประเภทคุณสมบัติต่าง ๆ ของโรคหูชั้นกลางอักเสบในเด็กโดยใช้ภาพ Otoscope แบบจำลองเหล่านี้ได้รับการฝึกฝนให้ทำนายคุณลักษณะพื้นฐานห้าประการของหูชั้นกลางอักเสบ ได้แก่ Color, Transparency, Fluid, Retraction และ Perforation จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายคุณลักษณะมารวมกันและจำแนกประเภทของโรคหูชั้นกลางอักเสบโดยใช้ Decision Tree เทคนิคที่นำเสนอนี้มีความแม่นยำในการจำแนกถึง 80.56%

คำสำคัญ : โรคหูชั้นกลางอักเสบ, ภาพจากออดิโอสโคป, คุณลักษณะของสี, คุณลักษณะความโปร่งใส, คุณลักษณะของปริมาณของเหลว, คุณลักษณะของการหดตัว, คุณลักษณะของการทะลุ, การเรียนรู้เชิงลึก, โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, โมเดลต้นไม้ตัดสินใจ

Independent Study Title	Classification Of Children’s Otitis Media Type From Otoscope Image
Student Name	Mr. Nopavit Sriphoonga
Student ID	64605055
Degree	Master of Science (Data Science and Analytics) KMITL-Digital Analytics and Intelligence Center
Year	2023
Independent Study Advisor	Assoc.Prof.Dr.Laor Boongasame

Abstract

Currently, the classification of middle ear infection (Otitis Media) in children based on Otoscope images still heavily relies on the experience of specialized doctors for accurate diagnosis. However, the diagnostic process can vary in duration, and inexperienced doctors may require multiple examinations to achieve accurate results. To address this issue, this independent study is proposed a classification technique to help inexperienced doctors in preliminary diagnosis. The technique utilizes Convolutional Neural Network (CNN), specifically the MobileNetV2, InceptionV3, and ResNet50 architectures, to classify Otitis Media types in children based on otoscope images. These models are trained to predict five basic characteristics of Otitis Media from Otoscope images. These characteristics include the prediction of Color, Transparency, Fluid, Retraction, and Perforation. Subsequently, all the predicted characteristics were combined and classify using Decision Tree. This proposed technique achieves classification accuracy of 80.56%.

Keywords : Otitis Media, Otoscope Image, Color, Transparency, Fluid, Retraction, Perforation, Deep learning, Convolutional Neural Network, Decision Tree

กิตติกรรมประกาศ

งานค้นคว้าอิสระ การจำแนกประเภทของโรคหูชั้นกลางอักเสบในเด็กจากภาพอโตสโคป โดยใช้วิธีการเรียนรู้เชิงลึกในระดับปริญญาโทนี้สามารถสำเร็จจุล่งไปด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ละออ บุญเกษม และอาจารย์ ดร.อัคเดช อุดมชัยพร ที่ได้ให้คำชี้แนะ แนวทางการแก้ไขปัญหา และส่งเสริมให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทางการสร้างแบบทำนาย และการประยุกต์ใช้ความรู้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ขอขอบพระคุณ ศ.พญ.กิติรัตน์ อังกานนท์ จาก ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ที่ได้รวบรวมข้อมูลของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบในเด็กจากภาพอโตสโคปพร้อมคำอธิบาย และให้คำปรึกษาทางด้านการแพทย์ที่สามารถนำมาประยุกต์ เพื่อส่งผลให้ประสิทธิภาพของโมเดลเพิ่มขึ้น

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และผู้ปกครองที่มอบโอกาสให้ได้เข้าศึกษาในสถาบันแห่งนี้ ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้ได้พบกับคณาจารย์ที่มีศักยภาพ ในการช่วยพัฒนาทักษะและมอบความรู้ให้แก่นักศึกษา

นพวิทย์ ศรีภูงา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่ออังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 วิธีการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 โรคหูชั้นกลางอักเสบ	5
2.1.1 โรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media)	5
2.1.2 ประเภทของโรคหูชั้นกลางอักเสบ	5
2.2 คุณลักษณะในการวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบ	6
2.3 องค์ประกอบของรูปภาพ	6
2.3.1 ข้อมูล Pixel	6
2.3.2 ข้อมูลของสี RGB	7
2.4 DATA AUGMENTATION	8
2.5 MACHINE LEARNING	8
2.5.1 Machine Learning	8
2.6 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล	9
2.6.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล (Convolution Neutron network)	9
2.7 TRANSFER LEARNING	11
2.8 DECISION TREE	13
2.9 การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
2.10.1 Investigating the use of a two-stage attention-aware convolutional neural network for the automated diagnosis of otitis media from tympanic membrane images: a prediction model development and validation study	15
2.10.2 Deep learning for Classification of Pediatric Otitis Media	15
2.10.3 Automated diagnosis of ear disease using ensemble deep learning with a big Otoendoscopy image database	16
2.10.4 Development of an Automatic Diagnostic Algorithm for Pediatric Otitis Media	16
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	17
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	17
3.1.1 ศึกษาลักษณะของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	17
3.1.2 จัดเตรียมชุดข้อมูลรูปภาพจากกล้องออสโคป (Otoscope)	18
3.1.3 ศึกษาข้อมูลเพื่อจะจัดกลุ่มของคำตอบในแต่ละคุณลักษณะ	22
3.1.4 จำแนกจำนวนข้อมูลสำหรับเรียนรู้ และ ข้อมูลทดสอบ	25
3.1.5 การเพิ่มจำนวนของชุดข้อมูล (Data Augmentation)	25
3.1.6 สร้างโมเดลเพื่อจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ	29
3.1.7 ทดลองปรับปรุงโมเดล	31
3.1.8 ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพโมเดล	32
3.2 เครื่องมือที่ใช้	32
3.2.1 เครื่องมือ	32
3.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software)	32
บทที่ 4 ผลการทดลอง	33
4.1 ผลลัพธ์ของโมเดลจำแนกลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง	33
4.2 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง	38
4.3 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	44
4.4 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง	49
4.5 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกการทะลุของแก้วหู	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ	59
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	67
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	67
5.2 ข้อเสนอแนะ	69
5.2.1 เพิ่มจำนวนข้อมูลรูปภาพ	69
5.2.2 เพิ่มข้อมูลทางกายภาพ	69
5.2.3 กำหนดพื้นที่ของคำตอบให้โมเดลเรียนรู้	69
5.2.4 เพิ่มคุณลักษณะการเคลื่อนไหวของหู (Mobility)	69
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	73
ประวัติผู้เขียน	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงจำนวนข้อมูลที่ได้รับจากโรงพยาบาลศิริราช	2
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงจำนวนชุดข้อมูลดิบของโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละประเภท	18
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงจำนวนชุดข้อมูลรูปภาพของโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละประเภท	18
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงจำนวนข้อมูลรูปภาพก่อนทำ และหลังทำ Data Augmentation	26
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงพารามิเตอร์ของการทำนายโมเดลคุณลักษณะต่างๆ	30
ตารางที่ 4.1 ตารางผลลัพธ์การทดสอบ Hidden Layer ของการทำนายคุณลักษณะสี่ของเหลวในหูชั้นกลาง	34
ตารางที่ 4.2 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะของสี่ของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Validation Dataset	34
ตารางที่ 4.3 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะของสี่ของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Validation Dataset	35
ตารางที่ 4.4 ตารางผลลัพธ์การทดสอบ Hidden Layer ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง	39
ตารางที่ 4.5 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset	39
ตารางที่ 4.6 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลางกับข้อมูล Validation Dataset	40
ตารางที่ 4.7 ตารางผลลัพธ์การทดสอบ Hidden layer ของการทำนายปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	44
ตารางที่ 4.8 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.9 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Validation Dataset	45
ตารางที่ 4.10 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 การทำนายคุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset	50
ตารางที่ 4.11 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของโมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset	50
ตารางที่ 4.12 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะลุของหูกับข้อมูล Validation Dataset	55
ตารางที่ 4.13 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะลุของหู กับข้อมูล Validation Dataset	55
ตารางที่ 4.14 ตารางผลลัพธ์ของการทำนายคุณลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องสำหรับวินิจฉัยประเภทหูชั้นกลางอักเสบ	66
ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงผลลัพธ์ของโมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ	66

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 2.1 แผนภาพตัวอย่างของค่า Pixel ในภาพ	7
ภาพที่ 2.2 แผนภาพการผสมสีในระบบสี RGB การรวมกันของทั้งสามสีแดง เขียวและน้ำเงิน	7
ภาพที่ 2.3 แผนภาพตัวอย่างการเพิ่มจำนวนข้อมูลรูปภาพด้วยเทคนิคต่างๆ	8
ภาพที่ 2.4 แผนภาพแสดงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม	10
ภาพที่ 2.5 แผนภาพโครงสร้างของ Depthwise Convolution และ Pointwise Convolution	11
ภาพที่ 2.6 แผนภาพแสดงโครงสร้างของโมเดล Inception-V3	12
ภาพที่ 2.7 แผนภาพแสดงชั้นเลเยอร์ของสถาปัตยกรรม ResNet50	12
ภาพที่ 2.8 แผนภาพแสดงโครงสร้างของ Decision Tree	13
ภาพที่ 2.9 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix	14
ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของงานค้นคว้าวีธีสระ	17
ภาพที่ 3.2 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหู	19
ภาพที่ 3.3 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะการหดตัวของหู	19
ภาพที่ 3.4 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลคุณลักษณะสี่ของเหลวในหู	20
ภาพที่ 3.5 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะความโปร่งใสของหู	21
ภาพที่ 3.6 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะหูทะลุและไม่ทะลุ	21
ภาพที่ 3.7 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่	23
ภาพที่ 3.8 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะการหดตัวของหูหลังจัดกลุ่มใหม่	24
ภาพที่ 3.9 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของลักษณะของสี่ของเหลวในหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่	24
ภาพที่ 3.10 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะความใสของหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่	25
ภาพที่ 3.11 แผนภาพแสดงข้อมูลรูปภาพหลังจากผ่านการทำ Data Augmentation	26
ภาพที่ 3.12 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูหลังกระบวนการ Data Augmentation	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 3.13 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะการหดตัวในหูชั้นกลางหลังกระบวนการ Data Augmentation	27
ภาพที่ 3.14 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลางหลังกระบวนการ Data Augmentation	28
ภาพที่ 3.15 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะความโปร่งใสในหูชั้นกลางหลังกระบวนการ Data Augmentation	28
ภาพที่ 3.16 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะหูทะลุในหูชั้นกลางหลังกระบวนการ Data Augmentation	29
ภาพที่ 3.17 แผนแสดงภาพขั้นตอนการทำงานโมเดลของการค้นคว้าอิสระนี้	30
ภาพที่ 4.1 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกคุณลักษณะสีของเหลวของหูชั้นกลาง	33
ภาพที่ 4.2 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำงานคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง	35
ภาพที่ 4.3 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำงานคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง	36
ภาพที่ 4.4 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำงานคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง	36
ภาพที่ 4.5 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset	37
ภาพที่ 4.6 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของทำนายลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset	38
ภาพที่ 4.7 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง	38
ภาพที่ 4.8 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำงานคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.9 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเห็ดหูชั้นกลาง	40
ภาพที่ 4.10 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเห็ดหูชั้นกลาง	41
ภาพที่ 4.11 แผนภาพแสดงผลรูปภาพจากข้อมูล Validation Dataset ที่โมเดล ResNet50 จำแนกคุณลักษณะของความโปร่งใสผิดพลาด	42
ภาพที่ 4.12 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเห็ดหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset	43
ภาพที่ 4.13 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเห็ดหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset	43
ภาพที่ 4.14 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	44
ภาพที่ 4.15 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	46
ภาพที่ 4.16 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	46
ภาพที่ 4.17 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	46
ภาพที่ 4.18 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 (ซ้าย) และโมเดล InceptionV3 (ขวา) สำหรับการทำนายลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูลกับข้อมูล Test Dataset	47
ภาพที่ 4.19 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall การทดสอบโมเดล MobileNetV2 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Test Dataset	48
ภาพที่ 4.20 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall การทดสอบโมเดล InceptionV3 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Test Dataset	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.21 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกการหัตถ์ของเห็หูชั้นกลาง	49
ภาพที่ 4.22 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเห็หูชั้นกลาง	51
ภาพที่ 4.23 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเห็หูชั้นกลาง	51
ภาพที่ 4.24 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเห็หูชั้นกลาง	51
ภาพที่ 4.25 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเห็หูชั้นกลางกับข้อมูลกับข้อมูล Test Dataset	52
ภาพที่ 4.26 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเห็หูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset	53
ภาพที่ 4.27 แผนภาพแสดงภาพลักษณะแก้วหูหู ที่โมเดลจำแนกคุณลักษณะการหัตถ์ทำนายผลลัพธ์ผิดพลาด	53
ภาพที่ 4.28 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกการทะเลของแก้วหู	54
ภาพที่ 4.29 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหู	56
ภาพที่ 4.30 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหู	56
ภาพที่ 4.31 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหู	56
ภาพที่ 4.32 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหูกับข้อมูล Test Dataset	57
ภาพที่ 4.33 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหูกับข้อมูล Test Dataset	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.34 แผนภาพแสดงผลรูปภาพจากข้อมูล Test Dataset ที่โมเดล ResNet50 ทำนายผลลัพธ์การทะลุของหูดัดพลาด	58
ภาพที่ 4.35 แผนภาพชุดข้อมูลของโมเดลการจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ	59
ภาพที่ 4.36 แผนภาพแสดงผังการจำแนกคุณลักษณะแต่ละตัวของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ	60
ภาพที่ 4.37 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Validation Dataset	61
ภาพที่ 4.38 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Validation Dataset	61
ภาพที่ 4.39 แผนภาพแสดงตารางการรวมผลลัพธ์ระหว่างโมเดลทำนายคุณลักษณะทั้ง 5 โมเดล ในหัวข้อที่ 4.1-4.5	62
ภาพที่ 4.40 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Test Dataset	62
ภาพที่ 4.41 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Test Dataset	63
ภาพที่ 4.42 แผนภาพแสดงอันดับความสำคัญของตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายโมเดล จำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ	63
ภาพที่ 4.43 แผนภาพแสดงผังการจำแนกคุณลักษณะแต่ละตัวของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ โดยที่ไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวประกอบ	64
ภาพที่ 4.44 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดั้งกลางอักเสบ โดยที่ไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวประกอบ จากชุดข้อมูล Test Dataset	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.45 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหุชั้นกลางอักเสบ โดยที่ไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวประกอบ จากชุดข้อมูล Test Dataset

65



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media) คือ การอักเสบในหูชั้นกลาง มักเรียกว่าโรคหูน้ำหนวก การติดเชื้อในหูชั้นกลางเป็นภาวะที่พบได้บ่อยทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งโรคหูชั้นกลางอักเสบเป็นปัญหาสุขภาพสำคัญของเด็กทั่วโลก เนื่องจากส่งผลถึงปัญหาต่อการพูด การได้ยิน ซึ่งจะส่งผลถึงการเรียนและพัฒนาการของเด็ก

การวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบจะใส่เครื่องมือออสโคป (Otoscope) เข้าไปในช่องหูของผู้ป่วย เพื่อตรวจดูแก้วหูและหูชั้นกลาง ซึ่งปัญหาของการตรวจแก้วหูด้วยเครื่องมือออสโคป ส่วนมากจะเกิดกับการตรวจในเด็ก เนื่องจากเด็กมีช่องหูเล็ก ขี้หูมาก หรือเกิดจากเด็กไม่ร่วมมือในการตรวจและการทำความสะอาดช่องหู แพทย์ผู้ตรวจจึงตรวจได้เพียงช่วงเวลาสั้นๆ หากแพทย์ไม่มีความชำนาญเพียงพอ ก็อาจจะส่งผลให้เกิดปัญหาของผลลัพธ์ในการวินิจฉัยที่ไม่ชัดเจนและไม่แม่นยำ ทำให้ผู้ป่วยต้องมาตรวจหลายครั้งหรือผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาทันที่ ส่งผลถึงโรคอาจจะเพิ่มระดับความรุนแรงได้ หากปล่อยไว้นานก็จะส่งผลถึงการรักษาที่ซับซ้อนมากขึ้น

แพทย์ผู้ตรวจโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละท่านที่สามารถวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบด้วยเครื่องมือออสโคป มีประสบการณ์ในการฝึกหัดวินิจฉัยแก้วหูเป็นระยะเวลาไม่เท่ากัน ถ้าแพทย์ผู้ตรวจไม่มีประสบการณ์ในการตรวจแก้วหูที่เพียงพอ อาจส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลาตรวจหลายครั้งเพื่อที่จะได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำ ด้วยเหตุนี้การนำเทคโนโลยีที่สามารถเข้ามาช่วยในวินิจฉัยเบื้องต้นได้จะเป็นประโยชน์ต่อแพทย์ที่ยังไม่มีความชำนาญเพียงพอ

ในปัจจุบันมีการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการแพทย์อย่างแพร่หลาย โดยนำปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคเบื้องต้นในหลายสาขา เช่น รังสีวิทยา ตจวิทยา และอายุรศาสตร์ ซึ่งจะเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยแบ่งเบาภาระของแพทย์ในการจำแนกผู้ป่วยเบื้องต้นของผู้ที่เป็นโรคและไม่เป็นโรคปัญญาประดิษฐ์นั้นสามารถที่จะเรียนรู้การจำแนกโรคจากข้อมูลที่นำเข้า และสามารถจะให้ผลลัพธ์ของการจำแนก ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว

เนื่องจากปัญหาของการตรวจแก้วหู และในการวินิจฉัยของโรคหูชั้นกลางอักเสบ ผู้จัดทำจึงได้การศึกษาความเป็นไปได้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเทคโนโลยีที่สามารถนำมาปรับใช้กับงานวิจัยนี้ก็คือ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เนื่องจากมีความสามารถในการเรียนรู้ชุดข้อมูลจำนวนมากและสามารถคาดหวังความแม่นยำในระดับที่สามารถนำไปปรับใช้ในระบบการแพทย์จริงได้ ซึ่งทางผู้จัดทำจะนำข้อมูลรูปภาพของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ ที่ได้จากเครื่องมือออสโคปมาทำการสร้างอัลกอริทึมเพื่อเรียนรู้ข้อมูลย้อนหลังจากผู้ป่วยในอดีต และประมวลผลลักษณะความแตกต่างของภาพโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละชนิด และนำอัลกอริทึมนั้นมาช่วยในการวินิจฉัยและจำแนกผู้ป่วยของโรคหูชั้นกลางอักเสบที่จะเข้ามาทำการรักษาที่โรงพยาบาลในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 ทหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการจัดการข้อมูลชนิดรูปภาพและวิดีโอ
- 1.2.2 พัฒนาโมเดลเพื่อจำแนกองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุของโรคหูชั้นกลางอักเสบ
- 1.2.3 ลดระยะเวลาในการวินิจฉัยโรคโดยที่ผลการวินิจฉัย ต้องยังคงความถูกต้องและความแม่นยำ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1 ภาพที่นำมาให้โมเดลเรียนรู้ เป็นภาพผลการวินิจฉัยแก้วหูจากเครื่องมือออสโคปจากโรงพยาบาลศิริราช ซึ่งมีจำนวนภาพ 82 ภาพ และวิดีโอ 99 วิดีโอ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงจำนวนข้อมูลที่ได้รับจากโรงพยาบาลศิริราช

รายละเอียด	จำนวนรูปภาพ	จำนวนวิดีโอ	จำนวนรวม
หูชั้นกลางปกติ	4	19	23
เคยเป็นโรคหูชั้นกลางอักเสบมาก่อน	6	24	30
โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู	62	43	105
โรคหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน	5	4	9
โรคหูชั้นกลางทะลุ	5	9	14
รวม	82	99	181

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 การศึกษาของงานวิจัยจะจำแนกโรคหูชั้นกลางอักเสบ ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างโมเดลเพื่อแยกแยะองค์ประกอบของโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู (Otitis Media with Effusion) โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลัน (Acute Otitis Media with Effusion) และ โรคหูชั้นกลางทะลุ (Chronic Suppurative Otitis Media) และผู้ที่มีระบบแก้วหูปกติ (Normal) ซึ่งองค์ประกอบของโรคหูชั้นกลางอักเสบมีคุณลักษณะสำหรับการวินิจฉัยมีดังนี้

- 1) ปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง (Fluid)
- 2) การหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง (Position Retraction)
- 3) สีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color)
- 4) ความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency)
- 5) การทะลุของหู (Perforation)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการจัดการข้อมูลชนิดรูปภาพและวิดีโอ
- 1.4.2 สามารถจำแนกองค์ประกอบของโรคหูชั้นกลางอักเสบ โดยใช้โมเดลที่เหมาะสม
- 1.4.3 สามารถวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบ เบื้องต้นในระยะเวลาที่เร็วขึ้น ส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาได้ทันที่

1.5 วิธีการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโรคหูชั้นกลางอักเสบที่ได้จากเครื่องมืออัตโนมัติจากผู้เชี่ยวชาญ
- 1.5.2 ค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างปัญญาประดิษฐ์เพื่อที่จะทำการสร้างโมเดลสำหรับการเรียนรู้ข้อมูลและวิเคราะห์ผลการจำแนกประเภท
- 1.5.3 รวบรวมชุดข้อมูลที่ได้จากเครื่องมืออัตโนมัติ และทำการส่งเก็บภาพจากวิดีโอ
- 1.5.4 ดำเนินการเพิ่มจำนวนของชุดข้อมูลโดยใช้เทคนิค Data Augmentation
- 1.5.5 ดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อที่จะเตรียมข้อมูลให้พร้อมก่อนที่จะนำเข้าสู่โมเดล
- 1.5.6 แบ่งชุดข้อมูลเป็น 3 ชุด
 - 1) ข้อมูลเรียนรู้ (Train Dataset) เพื่อให้โมเดลเรียนรู้ชุดข้อมูลนำเข้า
 - 2) ข้อมูลชุดทดสอบขั้นต้น (Validation Set) เพื่อไว้สำหรับการประมวลผลแม่นยำของโมเดลขั้นต้น
 - 3) ข้อมูลทดสอบ (Test Set) เพื่อไว้สำหรับการประมวลผลความแม่นยำของผลลัพธ์ภาพรวมของการทำนาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.5.7 นำชุดข้อมูลการเรียนรู้ของโรคหูชั้นกลางอักเสบเข้าสู่โมเดล โดยจะนำโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล (Convolution Neutron network) เข้ามาเป็นโมเดลที่ใช้ทดลองในการเรียนรู้
- 1.5.8 ทดลองปรับปรุงค่าของโมเดล เพื่อพัฒนาด้านความแม่นยำของการจำแนก
- 1.5.9 ประเมินผลลัพธ์ความแม่นยำของอังกฤษริทิม
- 1.5.10 สรุปผลการวิจัยและสิ่งที่จำเป็นต้องปรับปรุงของงานวิจัยนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เป็นแนวทางของงานค้นคว้าอิสระนี้ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำนายการจำแนกชนิดของโรคหูชั้นกลางอักเสบ

2.1 โรคหูชั้นกลางอักเสบ

2.1.1 โรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media)

โรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media) [1,2] เป็นโรคติดเชื้อที่มีการอักเสบของหูส่วนกลาง ซึ่งภายในหูส่วนกลางมีทางเชื่อมต่อกับ โพรงจมูกเพดานปากและลำคอโดยท่อยูสเทเชียน (Eustachian) โรคนี้เป็นโรคที่พบได้ทุกเพศทุกวัย แต่จะพบได้บ่อยในเด็กอายุ 3 เดือน ถึง 3 ปี

2.1.2 ประเภทของโรคหูชั้นกลางอักเสบ

ประเภทของโรคหูชั้นกลางอักเสบจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) โรคหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน (Acute Otitis Media with Effusion : AOM) [3] คือ การอักเสบของหูชั้นกลางอักเสบอย่างเฉียบพลันการมีของเหลวเหลืออยู่ในหูชั้นกลางเป็นโรคที่สามารถมีการเกิดซ้ำๆ หากเกิดอาการรุนแรงจะส่งผลให้มีปัญหาการได้ยิน

2) โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู (Otitis Media with Effusion : OME) [4] คือ เป็นภาวะที่มีน้ำขังอยู่ในหูชั้นกลางโดยที่ไม่มีอาการแสดงของการอักเสบหรือติดเชื้อผู้ป่วยมักจะมีอาการหูอื้อ การได้ยินลดลง แต่ไม่มีอาการปวดหูและไม่มีไข้ เมื่อตรวจดูในหูจะไม่พบการบวมแดงของแก้วหู แต่จะมีการขยับของเยื่อแก้วหูลดลง (เพราะมีน้ำขังอยู่ด้านหลัง)

3) โรคหูชั้นกลางทะลุ (Chronic Suppurative Otitis Media : CSOM) [4] เป็นภาวะที่มีการทะลุของเยื่อแก้วหูและมีน้ำหนวกไหลแบบเรื้อรังโดยอาจเป็นผลมาจากหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลันหรือมาจากการได้รับบาดเจ็บแก้วหูทะลุก็ได้ และบางครั้งอาจพบ ร่วมกับผู้ที่เป็นไซนัสอักเสบเรื้อรัง ทอนซิลอักเสบเรื้อรัง ผนังกันช่องจมูกคด ริดสีดวงจมูก

ซึ่งการวินิจฉัยโรค แพทย์จะทำการใช้กล้องออตสโคป (Otoscope) ในการส่องดูหู ช่องคอ และโพรงจมูกนอกจากนั้นแพทย์จะทำการฟังอัตราการหายใจของเด็กด้วยเครื่องฟังตรวจ (Stethoscope) แพทย์ และจะใช้อุปกรณ์เฉพาะทางในการส่องกล้องเพื่อตรวจเยื่อแก้วหู (Pneumatic Otoscope) สำหรับการวินิจฉัยการติดเชื้อในหู อุปกรณ์ดังกล่าวจะช่วยให้แพทย์สามารถเห็นด้านในหู

และสังเกตของเหลวด้านหลังแก้วหู [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณลักษณะในการวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบ

โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู จะมีลักษณะที่สามารถจะทำการวินิจฉัย 5 ลักษณะ

1) คุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง (Fluid) จะเป็นการสังเกตปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางว่ามีปริมาณอย่างไร ซึ่งจะมีลักษณะที่เป็นไปได้คือ มีของเหลวเต็มบริเวณหูชั้นกลาง (Full) มีของเหลวและมีฟองอากาศ (Bubble) มีของเหลวมีระดับปานกลาง (Level) และ ไม่มีของเหลวในหูชั้นกลาง (None)

2) คุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง (Retraction) จะสังเกตว่าเยื่อหูชั้นกลางมีการหดตัวในลักษณะใด ซึ่งลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลางที่เป็นไปได้คือ หดตัวเล็กน้อย (Mild) หดตัวปานกลาง (Moderate) หดตัวรุนแรง (Severe) แก้วหูบุน (Bulging) และ ไม่มีการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง (None)

3) คุณลักษณะสีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color) จะสังเกตลักษณะสีของเยื่อหูชั้นกลาง ซึ่งมีสีที่เป็นไปได้คือ สีขาว (White) สีน้ำตาลทอง (Amber) สีน้ำเงิน (Blue) สีขาวมุก (Pearly White) สีขุ่นมัว (Milky) สีเหลืองสว่าง (Light Yellow) สีแดง (Red) และสีปกติ (Normal)

4) คุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency) จะสังเกตความโปร่งใสของหูชั้นกลาง ซึ่งระดับความโปร่งใสที่เป็นไปได้คือ โปร่งใสดี (Clear) ขุ่นมัว (Dull) ขุ่นมัวเต็มบริเวณหู (Opaque) และเป็นพังผืด (Tympanosclerosis)

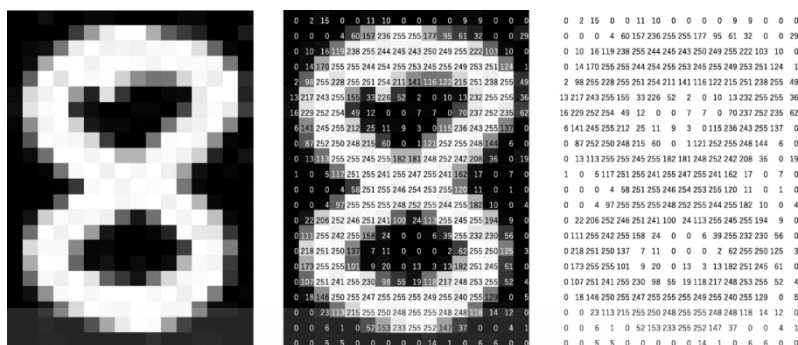
5) คุณลักษณะการทะลุของหูชั้นกลาง (Perforation) จะเป็นการสังเกตลักษณะการทะลุของหู ซึ่งจะมี 2 คำตอบที่เป็นไปได้ คือหูทะลุ และหูไม่ทะลุ

2.3 องค์ประกอบของรูปภาพ

องค์ประกอบของรูปภาพจะมีอยู่ 2 ส่วนหลัก คือ ข้อมูล Pixel และข้อมูลของสี RGB

2.3.1 ข้อมูล Pixel

Pixel มาจากคำว่า Picture (ภาพ) กับคำว่า Elements (พื้นฐาน) ซึ่ง Pixel คือหน่วยพื้นฐานซึ่งเล็กที่สุดของภาพดิจิทัล โดยข้อมูลดิจิทัลแต่ละภาพจะประกอบด้วยตารางเมตริกซ์เหลี่ยมเล็กๆ เรียงต่อกัน ซึ่งแต่ละเมตริกซ์จะเล็กกว่าค่า Pixel ซึ่งภายในแต่ละ Pixel จะเก็บค่าเป็นตัวเลขตามความสว่างซึ่งค่า Pixel หลายจุดที่เรียงชิดติดกันจะทำให้เกิดเป็นรูปภาพ โดยข้อมูลภาพจะเก็บเป็นตารางเมตริกซ์ ที่มีขนาดเท่ากับขนาดของภาพ ซึ่งจะแทนค่าความสว่างของเมตริกซ์ Pixel นั้น [5]

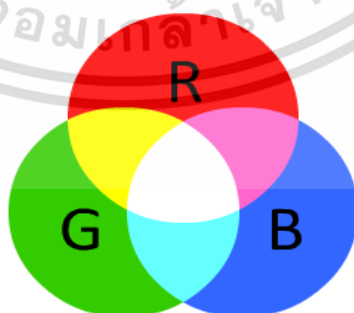


ภาพที่ 2.1 แผนภาพตัวอย่างของค่า Pixel ในภาพ

2.3.2 ข้อมูลของสี RGB

RGB [6] เป็นระบบสีที่เกิดจากการผสมแม่สี คือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน มารวมกันในปริมาณของสีที่แตกต่างกันเพื่อสร้างเป็นช่วงของสีที่มีความกว้างขึ้น โดยระบบสีนี้มาจากสีหลักสามสีที่ใช้เป็นส่วนผสมให้เกิดสีต่างๆ กัน และระบบสี RGB นั้นมีวัตถุประสงค์คือเพื่อสร้างการรับรู้การนำเสนอและการแสดงผลรูปภาพในระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรทัศน์ คอมพิวเตอร์และการถ่ายภาพ

RGB เป็นระบบสีที่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ถ่ายภาพและแสดงผล อุปกรณ์ที่แตกต่างกันจะตรวจจับและให้ค่าสีในระบบ RGB ที่ต่างกันไปด้วย เนื่องจากแต่ละอุปกรณ์จะมีการตอบสนองต่อระดับของค่าสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน แตกต่างกันไป ดังนั้นค่า RGB จึงไม่สามารถให้สีที่เหมือนกันในอุปกรณ์ต่างๆ ได้โดยปราศจากการจัดการเทียบสีระหว่างอุปกรณ์

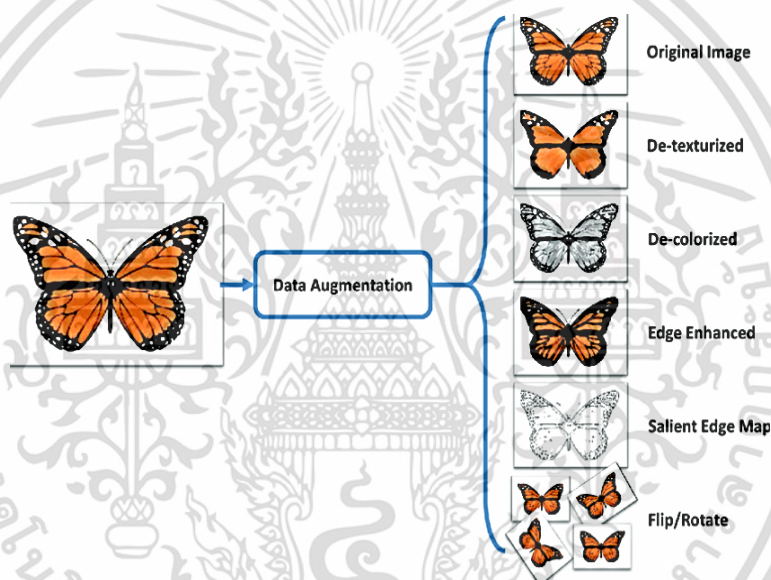


ภาพที่ 2.2 แผนภาพการผสมสีในระบบสี RGB การรวมกันของทั้งสามสีแดง เขียวและน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Data Augmentation

. Data Augmentation [6] เป็นการขยายชุดของข้อมูลเพื่อเพิ่มจำนวนข้อมูลให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการนำไปใช้งาน จะใช้การขยายข้อมูลเมื่อข้อมูลมีจำนวนจำกัด และไม่เพียงพอต่อการทำนายผลลัพธ์จากการใช้โมเดลจะสร้างขึ้น โดยหลักการใช้การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) เมื่อมีข้อมูลจำนวนมากก็จะส่งผลถึงการเรียนรู้ที่มากขึ้นและประสิทธิภาพในการทำนายจะสูงขึ้น หากชุดข้อมูลเป็นข้อมูลรูปภาพ การขยายข้อมูลสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การหมุนรูปภาพเดิม เปลี่ยนสภาพแสงในภาพ กรอบตัดภาพ ดังนั้นภาพหนึ่งภาพสามารถสร้างเป็นข้อมูลภาพที่แตกต่างกันหลายๆ ภาพได้ตามเทคนิคที่ใช้ในการขยายข้อมูล



ภาพที่ 2.3 แผนภาพตัวอย่างการเพิ่มจำนวนข้อมูลรูปภาพด้วยเทคนิคต่างๆ

2.5 Machine Learning

2.5.1 Machine Learning

Machine Learning [7] คือ เป็นการทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้และพัฒนาตัวเองได้จาก“ประสบการณ์” ซึ่งก็คือข้อมูลตัวอย่างที่ป้อนเข้าไปและสร้างโมเดลที่สามารถทำนายและตัดสินใจได้ด้วยตนเองอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยมนุษย์ ซึ่ง Machine learning สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ซึ่งตอนที่นำข้อมูลเข้าทำการเรียนรู้จะมีการกำหนดตัวแปรตาม หรือกำหนดผลลัพธ์ก่อน ว่าคืออะไร ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ Regression และ Classification

2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน ซึ่งในการนำข้อมูลเข้าจะไม่มีตัวแปรตามกำกับข้อมูล หรือไม่กำหนดผลลัพธ์ให้กับโมเดลก่อน โดยคอมพิวเตอร์จะทำการหาคุณลักษณะของข้อมูลที่คล้ายคลึงกันนำมาจัดกลุ่ม

3) การเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก (Reinforcement Learning) คือการเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก และพิจารณาพฤติกรรมว่าเป็นสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ถ้าต้องการก็จะทำให้คะแนนเป็นบวก ถ้าไม่ก็จะให้เป็นลบ

2.6 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล

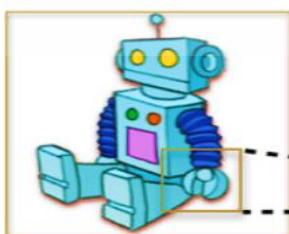
2.6.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล (Convolution Neutron network)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล [8] เป็นการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ประเภทหนึ่ง ซึ่งจะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นย่อยซึ่งการมองเห็นพื้นที่ย่อยของพื้นที่ย่อยมาพิจารณารวมกัน เพื่อให้ได้รายละเอียดว่าวัตถุหรือภาพนั้นเป็นวัตถุอะไร

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การดึงลักษณะเด่น (Feature Extraction) คือการดึงลักษณะเด่นของวัตถุที่อยู่ภาพออกมา เช่น เส้นขอบเส้นโค้ง เส้นเอียง และ โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) สำหรับการทำ Classification

ซึ่งทั่วไป โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล จะมีลักษณะความลึกของชั้นเลเยอร์หลายชั้น มีดังนี้

1) ข้อมูลนำเข้า (Input) เป็นข้อมูลที่ป้อนเข้าระบบ เพื่อทำการทำนาย โดยถ้าเป็นภาพโทนเทาจะมีมิติด้านลึกเป็น 1 ช่องสี (Channel) แต่ถ้าเป็นภาพสีจะมีมิติด้านลึกเป็น 3 ช่องสี



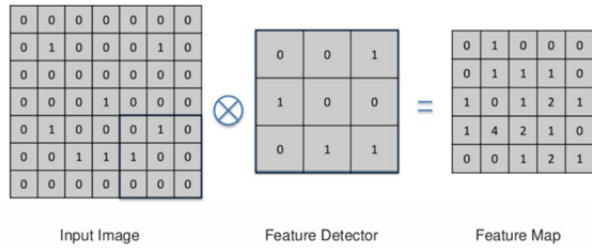
Input Image

0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

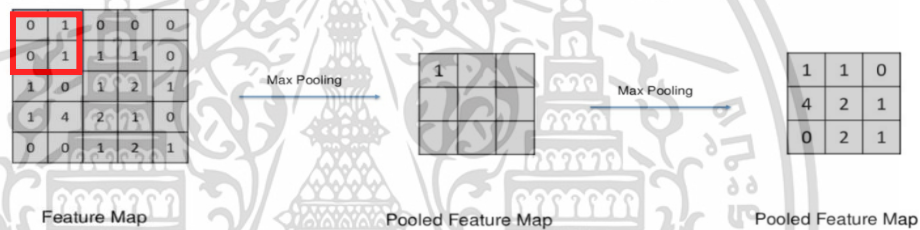
Input Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

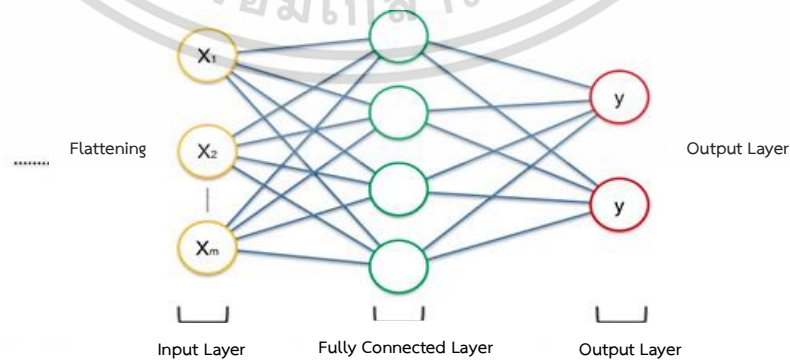
2) Convolution เป็นขั้นที่นำข้อมูลนำเข้า มาผ่านกระบวนการ Convolution ด้วย Kernel ซึ่งสามารถกำหนดขนาดได้ จะได้ผลลัพธ์เป็น Feature Map 1 ภาพต่อ 1 Kernel



3) Max Pooling เป็นขั้นที่นำ Feature Map มาลดขนาดลง โดย Max Pooling จะเป็นตัวกรองแบบหนึ่งที่หาค่าสูงสุดในบริเวณที่ตัวกรองหาอยู่มาเป็นผลลัพธ์ ซึ่งจะคงคุณลักษณะที่เด่นที่สุดไว้



4) Full Connection (FC) คือ ภาพ Feature Map ที่ได้จากชั้นก่อนหน้าจะมีข้อมูลเป็นหลายมิติ ดังนั้นระบบจะทำการจัดข้อมูลให้เป็นแบบ Vector (เมทริกซ์ 1 มิติ) เรียกว่า Flatten แล้วป้อนเข้าสู่ FC ซึ่งเป็นขั้นที่เป็นโครงข่ายประสาทเทียม ที่ทำหน้าที่ Classification ให้ผลลัพธ์เป็น Output



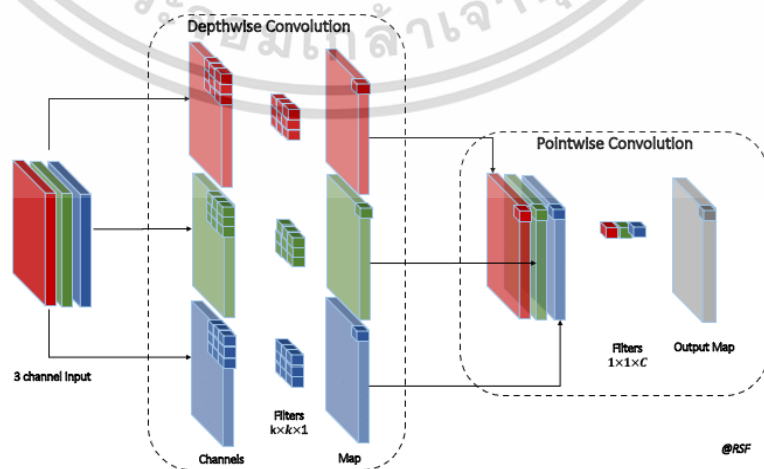
ภาพที่ 2.4 แผนภาพแสดงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Transfer Learning

เนื่องจากการเรียนรู้เชิงลึก จะมีปัญหาเรื่องใช้ระยะเวลาในการฝึก ตั้งแต่ต้นจนจบ กระบวนการที่นานและมีความซับซ้อน มีตัวแปรจำนวนมากซึ่งในการเริ่มต้นฝึกโมเดลเรียนรู้เชิงลึก ที่ซับซ้อนตั้งแต่ต้น การกำหนดการถ่วงน้ำหนักเริ่มต้นด้วยวิธีแบบสุ่ม ซึ่งถ้าชุดข้อมูลขนาดใหญ่จะใช้ระยะเวลาในการประมวลผลนาน ซึ่งอาจจะเป็นวันจนถึงนานหลายสัปดาห์กว่าจะได้โมเดลที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้ Transfer Learning จึงเทคนิคที่ช่วยลดเวลา การฝึกเรียนรู้เชิงลึกด้วยการนำบางส่วน of โมเดลที่ฝึกเรียบร้อยแล้วกับงานที่ใกล้เคียงกัน มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของโมเดลใหม่ [9] ซึ่งโมเดลที่ถูกนำมาช่วยในการทำนายโรคหุ้ชั้นกลางอีกเสบนี้จะใช้ 3 โมเดลเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ คือ MobileNet-V2 , Inception-V3 , ResNet50

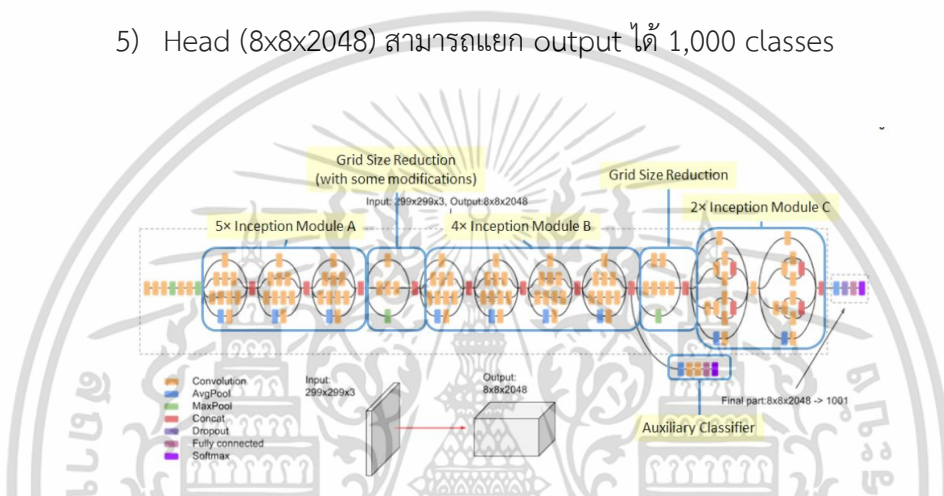
2.7.1 MobileNetV2 [10] ถูกพัฒนาขึ้นมาจาก MobileNet ที่ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก เน้นสำหรับประมวลผลได้รวดเร็ว ซึ่งตัวโมเดลมีขนาดเพียง 1X MB เท่านั้น ซึ่งประสิทธิภาพของ MobileNet ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีพอสมควร แต่เนื่องจากจะต้องทำให้โมเดลมีขนาดเล็ก จึงทำให้ประสิทธิภาพลดลงไปบ้าง โดย Convolution โดยทั่วไปจะทำงานในลักษณะ Channel-Wise และ Spatial-Wise ในแต่ละขั้นตอนกล่าวคือ ข้อมูลนำเข้า 3 ช่องสี ส่งเข้า Convolution ทั้งหมดเลย แต่ MobileNet ทำงานใน 2 ขั้นตอน Depthwise Convolution และ Pointwise Convolution โดย Depth-Wise จะทำงานในลักษณะแยก 1 ช่องสีต่อ 1 Filter (1สี คือ 1ช่องสี) เท่ากับว่ารูปภาพมี 3 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว ก็จะมี 3 ช่องสี เท่ากับว่าจะมี 3 Filter Convolution แยกกัน จากนั้นก็จะมารวมกันด้วย Pointwise Convolution ทำให้การประมวลผลเร็วกว่า มีขนาดเล็กกว่า แต่ประสิทธิภาพใกล้เคียงกับโมเดลตัวใหญ่ๆอย่าง VGG, ResNet ได้



ภาพที่ 2.5 แผนภาพโครงสร้างของ Depthwise Convolution และ Pointwise Convolution
เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเวลาหรับการเขียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญเตเห็นาเบเซประเขยนดานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 Inception-V3 [9] เป็นโมเดลที่ได้รับการพัฒนาโดย Google ซึ่งถูกต่อยอดจาก Inception รุ่นที่ 1 และ 2 โดยการลดโครงสร้างภายในออกเป็น 5 Step คือ Inception Module A จำนวน 5 Module คือ

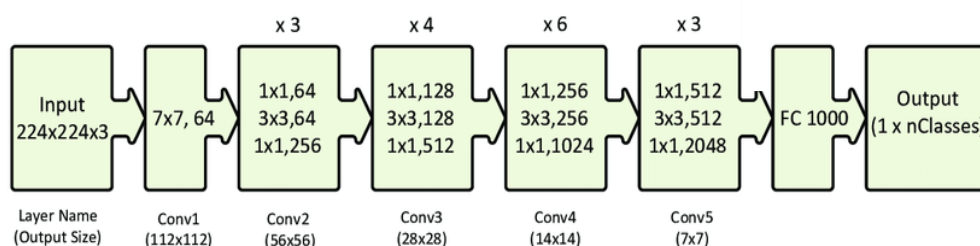
- 1) Grid Size of Reduction Step1 จำนวน 1 Module
- 2) Inception Module B จำนวน 4 Module
- 3) Grid Size of Reduction Step2 จำนวน 1 Module
- 4) Inception Module C จำนวน 2 Module(5)
- 5) Head (8x8x2048) สามารถแยก output ได้ 1,000 classes



ภาพที่ 2.6 แผนภาพแสดงโครงสร้างของโมเดล Inception-V3

Inception-v3 ถูกพัฒนาให้มี Parameter ลดลงจากเดิม แต่ยังคงมีประสิทธิภาพสูงโดยการปรับปรุง Convolutions เดิมที่ 5x5 ลงเหลือ 3x3 Pixels และ Maxpooling เดิมที่ 3x3 ลงเหลือ 2x2 pixels

2.7.3 ResNet50 หรือ Deep Residual Network [10] ได้รับความนิยมนำมาใช้งาน Computer vision มาก สถาปัตยกรรมรวมจะมีชั้น Convolution จำนวน 5 ชั้นแสดงดังภาพที่ 2.7. ซึ่งจะมีพารามิเตอร์ 25,636,712



ภาพที่ 2.7 แผนภาพแสดงชั้นเลเยอร์ของสถาปัตยกรรม ResNet 50

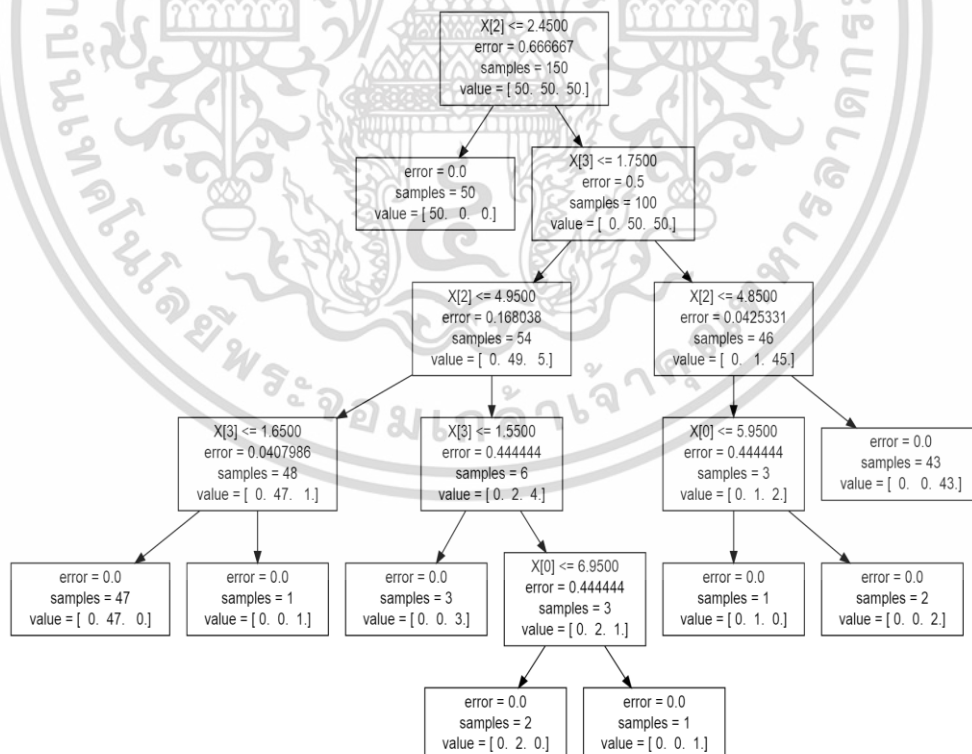
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้โดยไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งปกติแล้ว Deep Learning ที่มีจำนวนชั้นลึกมากๆ จะมีปัญหาเรื่อง Vanishing Gradient แต่ ResNet ได้นำเสนอการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการใช้วิธีทางลัดหรือกระโดดข้ามเครือข่ายบางชั้น

2.8 Decision Tree

วิธี Decision Tree [11] เป็นเทคนิคที่ค่อนข้างแพร่หลายเนื่องจากการตัดสินใจเป็นแบบโครงสร้างต้นไม้ ทำให้เข้าใจได้ง่าย โดยใช้หลักการของ Information Entropy คุณลักษณะของข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจแบ่งข้อมูลไปยังกลุ่มย่อยตรวจสอบ Normalized Information Gain ความแตกต่างในของการแบ่งข้อมูลโดยคุณลักษณะด้วย Normalized Information Gain

วิธี Rules-Based จะเป็นการใช้ชุดลำดับของกฎมาสร้างรูปแบบการแยกประเภทข้อมูล โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้กฎที่เป็น If...Then ซึ่งเป็นกฎอย่างง่าย แสดงเงื่อนไขการตัดสินใจและเลือกการทำงานหรือกระทำกิจกรรมภายใต้เหตุการณ์ของเงื่อนไขที่ระบุ วิธีการตัดสินใจแบบ Decision Table จะเป็นตาราง 2 มิติ



ภาพที่ 2.8 แผนภาพแสดงโครงสร้างของ Decision Tree

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

การประเมินประสิทธิภาพของแบบโมเดลโดยใช้ Confusion Matrix เพื่อคำนวณค่าความถูกต้อง ความแม่นยำ และค่าเรียกคืนของ โมเดลที่ต้องการทำนาย ในการวัดผลด้วย Confusion Matrix [12] นั้น จะแบ่งผลการทำนายออกเป็น 4 กรณี ได้แก่

- True Positive (TP) คือกรณีที่ทำนายว่าจริง และมีค่าที่ถูกต้องเป็นจริง
- False Positive (FP) คือกรณีที่ทำนายว่าจริงแต่มีค่าที่ถูกต้องเป็นไม่จริง
- True Negative (TN) คือกรณีที่ทำนายว่าไม่จริงและมีค่าที่ถูกต้องเป็นไม่จริง
- False Negative (FN) คือกรณีที่ทำนายว่าไม่จริง แต่มีค่าที่ถูกต้องเป็นจริง

		Predicted 0	Predicted 1
Actual 0		TN	FP
Actual 1		FN	TP

ภาพที่ 2.9 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix

ซึ่งค่าทั้ง 4 สามารถนำมาใช้คำนวณประสิทธิภาพได้หลายวิธีโดยในงานวิจัยนี้จะเน้นการวัดผลไปที่ค่า Accuracy Precision และ Recall

- ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความถูกต้องในการทำนายโมเดลของทุกคำตอบที่เป็นไปได้

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

- ค่าความแม่นยำ (Precision) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความถูกต้องของค่าที่ทำนายออกมาโดยคำนวณได้จาก

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าความไวของการทำนาย (Recall) เป็นค่าบ่งบอกถึงความสามารถในการตรวจพบ โดยคำนวณได้จาก

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำนายการจำแนกโรคหูชั้นกลางอักเสบจากงานวิจัยที่มีวิธีการและผลลัพธ์ ที่มีแนวโน้มจะสามารถนำไปปรับใช้กับชุดข้อมูลของงานค้นคว้าอิสระนี้

2.10.1 Investigating the use of a two-stage attention-aware convolutional neural network for the automated diagnosis of otitis media from tympanic membrane images: a prediction model development and validation study

มีจุดประสงค์คือการทำนายการจำแนกโรคหูชั้นกลางอักเสบ โดยใช้ภาพจากกล้องออสโคปจากแผนกโสตศอนาสิกแพทย์ (Otolaryngologist) ในประเทศจีน โดยมีชุดข้อมูลจำนวนภาพ 6,066 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยภาพเยื่อแก้วหู 4 ชนิด คือ แก้วหูปกติ หูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำในหู และ 2 ชนิดจาก หูชั้นกลางอักเสบชนิดเรื้อรัง โดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล ในการทดสอบและประเมินผลของข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องออสโคป โดยประสบความสำเร็จมีความแม่นยำของโมเดลถึง 93.4% เมื่อใช้ ResNet50 และใช้ 3-Fold Cross Validation ซึ่งในการจำแนก F1 Score แสดงผล 94.3% ในการจำแนกหูปกติ 96.8% ในการจำแนกหูชั้นกลางอักเสบและมีน้ำในหู และ 91.7% กับ 82.4% กับการจำแนกหูชั้นกลางอักเสบชนิดเรื้อรังทั้ง 2 ชนิดตามลำดับ และใช้ Heatmap CAM ในการอธิบายจุดที่โมเดลทำนายออกมา ซึ่งผลลัพธ์แสดงให้เห็นประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคเทียบเท่ากับแพทย์ในตำแหน่งรองศาสตราจารย์ในแผนกโสตศอนาสิกวิทยา [13]

2.10.2 Deep learning for Classification of Pediatric Otitis Media

มีจุดประสงค์ในการดำเนินการจำแนกโรคหูชั้นกลางอักเสบ จากรูปภาพจากเครื่องมือออสโคป ซึ่งนำการเรียนรู้เชิงลึก โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล และ Transfer Learning โดยใช้ Xception และ MobileNet-V2 ซึ่งแบ่งประเภทของการจำแนกออกเป็นการอักเสบของหูชั้นกลางอักเสบอย่างเฉียบพลัน, หูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำในหู และหูปกติ โดยใช้ 10,703 รูปภาพเป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ และ 1,500 รูปภาพ สำหรับการประเมินผลของโมเดล ซึ่งผลลัพธ์การวินิจฉัย หากใช้ Xception จะได้ค่าความแม่นยำอยู่ที่ 97.45% และค่าความแม่นยำของ MobileNet-V2 จะได้เท่ากับ 95.72% และมีการใช้ Class Activation Map เพื่อแสดงว่าส่วนที่โมเดลทำการประเมินผล ประเมินจากส่วนไหนในรูปภาพ [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3 Automated diagnosis of ear disease using ensemble deep learning with a big Otoendoscopy image database

มีจุดประสงค์ในการดำเนินการสร้างโมเดล สำหรับการวินิจฉัยโรคหูโดยใช้ Machine Learning และข้อมูลขนาดใหญ่จากเครื่องมือออตอสโคป โดยมีรูปภาพ 10,544 รูป และใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในการจำแนก และนำ Transfer Learning คือ Inception-v3 และ RetNet101 ในการจำแนก และใช้ 5-Folds Cross Validation สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งได้ความแม่นยำ 93.67% [15]

2.10.4 Development of an Automatic Diagnostic Algorithm for Pediatric Otitis Media

มีจุดประสงค์ในการดำเนินการสร้างโมเดล เพื่อทำการวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบในเด็ก และการจำแนกหูชั้นกลางอักเสบอย่างเฉียบพลัน กับหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำในหู จากรูปภาพจำนวน 1,230 ภาพ โดย 214 ภาพเป็นภาพการวินิจฉัยของหูชั้นกลางอักเสบอย่างเฉียบพลัน และข้อมูลในฐานะข้อมูลในส่วนที่เหลือจะเป็นภาพหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำในหู ซึ่งก่อนการเตรียมข้อมูลจะแบ่งข้อมูลออกเป็น ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ และข้อมูลสำหรับการประเมินผล จากนั้นคุณสมบัติต่างๆ ของภาพเช่น สี รูปร่าง จะได้รับการจำแนกออกมา โดยวิธี The Multitask Joint Sparse Representation-based Classification จะสกัดลักษณะเด่นที่แตกต่างกันของภาพ โดยผลลัพธ์ของวิธีนี้สามารถจำแนกความต่างของ โรคหูชั้นกลางอักเสบอย่างเฉียบพลัน จากโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำในหู ได้แม่นยำถึง 91.41% [16]

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงระเบียบวิธีวิจัยซึ่งเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดตั้งแต่เริ่มงานวิจัย โดยประกอบไปด้วยระเบียบวิธีวิจัย ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล และขั้นตอนการสร้างโมเดลจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media)

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนการศึกษาทฤษฎี การทดลอง และการประเมินผลมีลำดับการดำเนินงาน แสดงดังรูปที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการดำเนินงานของงานค้นคว้าอิสระ

3.1.1 ศึกษาลักษณะของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาลักษณะของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู จากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่จะสามารถนำมาช่วยในการจำแนกโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู ซึ่งทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ศึกษาก็คือ

- ทฤษฎีคุณลักษณะของรูปภาพ เช่น ค่าเม็ดสี (Pixel) และ ช่องสี (Channel)
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทฤษฎีการเพิ่มจำนวนของรูปภาพ เช่น Data Augmentation
- ทฤษฎีการจำแนกรูปภาพด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล (Convolutional Neural network : CNN)
- ทฤษฎีการประเมินประสิทธิภาพของโมเดล

3.1.2 จัดเตรียมชุดข้อมูลรูปภาพจากกล้องออสโคป (Otoscope)

ชุดข้อมูลที่ได้รับมาจากทางจากโรงพยาบาลศิริราช จะมี 2 ประเภท คือ ชุดข้อมูลที่เป็นวีดีโอ เคลื่อนไหว และชุดข้อมูลที่เป็นรูปภาพ ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลจะจำแนกตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงจำนวนชุดข้อมูลดิบของโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละประเภท

รายละเอียด	จำนวนรูปภาพ	จำนวนวีดีโอ	จำนวนรวม
หูชั้นกลางปกติ	4	19	23
เคยเป็นโรคหูชั้นกลางอักเสบมาก่อน	6	24	30
โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู	62	43	105
โรคหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน	5	4	9
โรคหูชั้นกลางทะลุ	5	9	14
รวม	82	99	181

ซึ่งชุดข้อมูลที่เป็นวีดีโอจะคัดเลือก Framework ที่สามารถแสดงลักษณะของหูชัดเจนที่สุด จำนวน 1 Framework เพื่อแปลงชุดข้อมูลจากวีดีโอให้เป็นรูปภาพทั้งหมด โดยโปรแกรมที่นำมาแปลงข้อมูล จะดำเนินการโดยโปรแกรม ACDSee Pro 10 (64-bit) ซึ่งหลังจากดำเนินการจะมีชุดข้อมูลดังตารางที่ 3.2

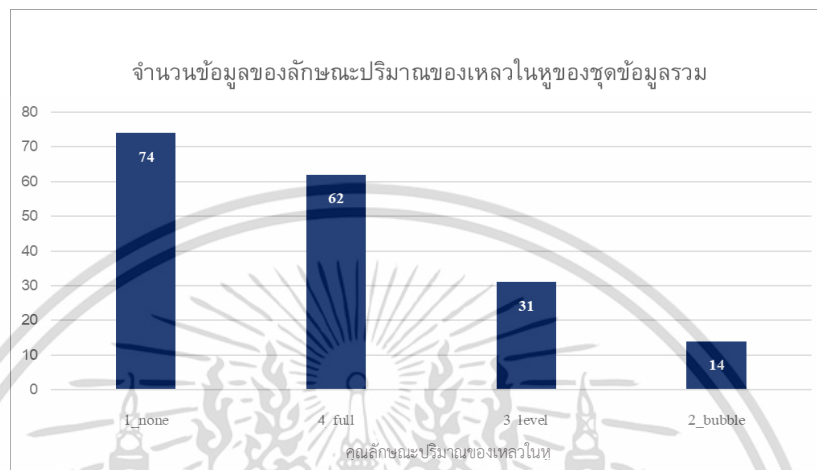
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงจำนวนชุดข้อมูลรูปภาพของโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละประเภท

รายละเอียด	จำนวนรูปภาพ
หูชั้นกลางปกติ	23
เคยเป็นโรคหูชั้นกลางอักเสบมาก่อน	30
โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังในหู	105
โรคหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน	9
โรคหูชั้นกลางทะลุ	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งชุดข้อมูลที่งานวิจัยนี้จะทำการทดลองจะทดลองสร้างปัญญาประดิษฐ์เพื่อจำแนกโรคหุชั้นกลางอักเสบ ซึ่งคุณลักษณะที่ใช้จำแนกจะแบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

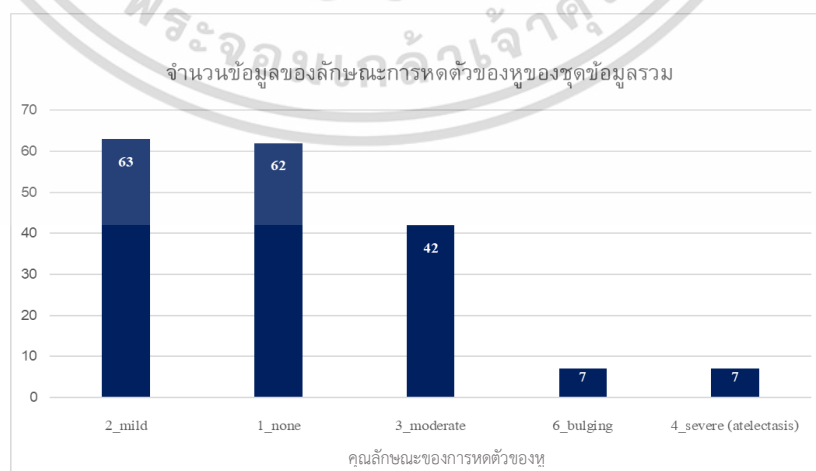
1) คุณลักษณะปริมาณของเหลวในหุชั้นกลาง (Fluid) ซึ่งลักษณะที่เป็นไปได้คือ



ภาพที่ 3.2 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหุ

- มีของเหลวเต็มบริเวณ (Full) มีชุดข้อมูลจำนวน 62 รูปภาพ
- มีของเหลวและมีฟองอากาศ (Bubble) มีชุดข้อมูลจำนวน 14 รูปภาพ
- มีของเหลวมีระดับปานกลาง (Level) มีชุดข้อมูลจำนวน 31 รูปภาพ
- ไม่มีของเหลวในหุชั้นกลาง (None) มีชุดข้อมูลจำนวน 74 รูปภาพ

2) คุณลักษณะการหดตัวในเยื่อหุชั้นกลาง (Retraction) ซึ่งลักษณะที่เป็นไปได้คือ

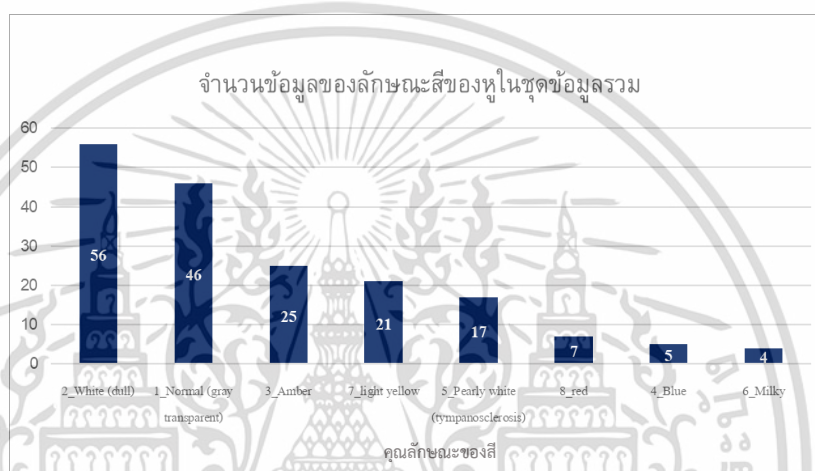


ภาพที่ 3.3 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะการหดตัวของหุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แก้วหูหดตัวเล็กน้อย (Mild) มีชุดข้อมูลจำนวน 63 รูปภาพ
- แก้วหูหดตัวปานกลาง (Moderate) มีชุดข้อมูลจำนวน 42 รูปภาพ
- แก้วหูหดตัวรุนแรง (Severe) มีชุดข้อมูลจำนวน 7 รูปภาพ
- แก้วหูบวม (Bulging) มีชุดข้อมูลจำนวน 7 รูปภาพ
- ไม่มีการหดตัว (None) มีชุดข้อมูลจำนวน 62 รูปภาพ

3) คุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color) ซึ่งลักษณะที่เป็นไปได้คือ

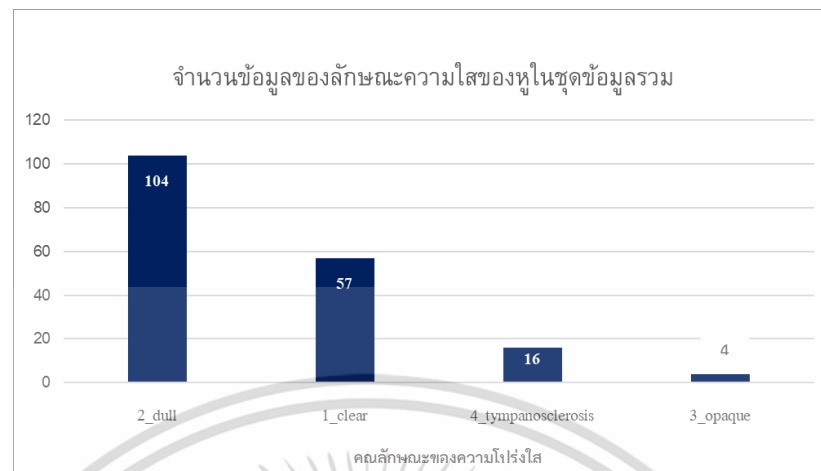


ภาพที่ 3.4 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลคุณลักษณะสีของเหลวในหู

- สีขาว (White) มีชุดข้อมูลจำนวน 56 รูปภาพ
- สีน้ำตาลทอง (Amber) มีชุดข้อมูลจำนวน 25 รูปภาพ
- สีน้ำเงิน (Blue) มีชุดข้อมูลจำนวน 5 รูปภาพ
- สีขาวมุก (Pearly White) มีชุดข้อมูลจำนวน 17 รูปภาพ
- สีขุ่นมัว (Milky) มีชุดข้อมูลจำนวน 4 รูปภาพ
- สีเหลืองสว่าง (Light Yellow) มีชุดข้อมูลจำนวน 21 รูปภาพ
- สีแดง (Red) มีชุดข้อมูลจำนวน 7 รูปภาพ
- สีปกติ (Normal) มีชุดข้อมูลจำนวน 46 รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

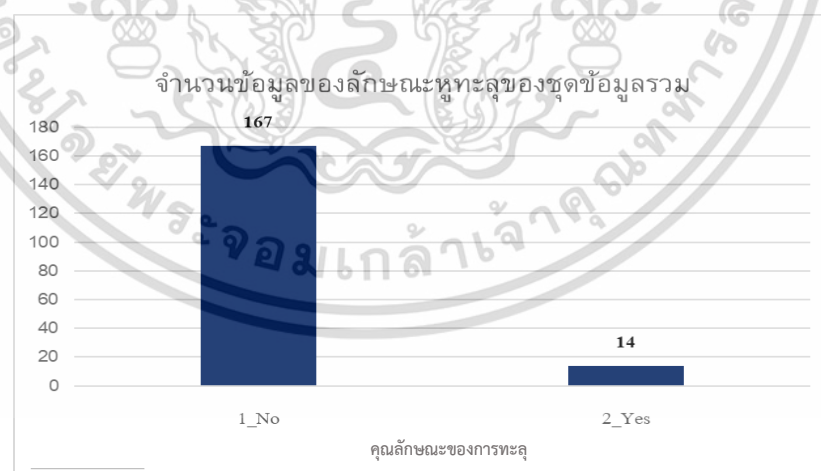
4) ความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency) ซึ่งลักษณะที่เป็นไปได้คือ



ภาพที่ 3.5 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะความโปร่งใสของหู

- โปร่งใส (Clear) มีชุดข้อมูลจำนวน 57 รูปภาพ
- ขุ่นมัว (Dull) มีชุดข้อมูลจำนวน 104 รูปภาพ
- ขุ่นมัวเต็มบริเวณหู (Opaque) มีชุดข้อมูลจำนวน 4 รูปภาพ
- เป็นพังผืด (Tympanosclerosis) มีชุดข้อมูลจำนวน 16 รูปภาพ

5) การทะลุของเยื่อหู (Perforation) ซึ่งลักษณะที่เป็นไปได้คือ



ภาพที่ 3.6 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะการทะลุและไม่ทะลุ

- บริเวณแก้วหูมีการทะลุ (Yes) มีชุดข้อมูลจำนวน 14 รูปภาพ
- บริเวณแก้วหูไม่มีการทะลุ (No) 167 รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากจะจำนวนชุดข้อมูลที่ได้รับ จำนวนชุดข้อมูลมีจำนวนน้อย สำหรับการเรียนรู้ของโมเดล โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำนาย หากจำนวนชุดข้อมูลมีจำนวนเพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของโมเดลที่เพิ่มขึ้นแปรผันตามกัน

3.1.3 ศึกษาข้อมูลเพื่อจะจัดกลุ่มของคำตอบในแต่ละคุณลักษณะ

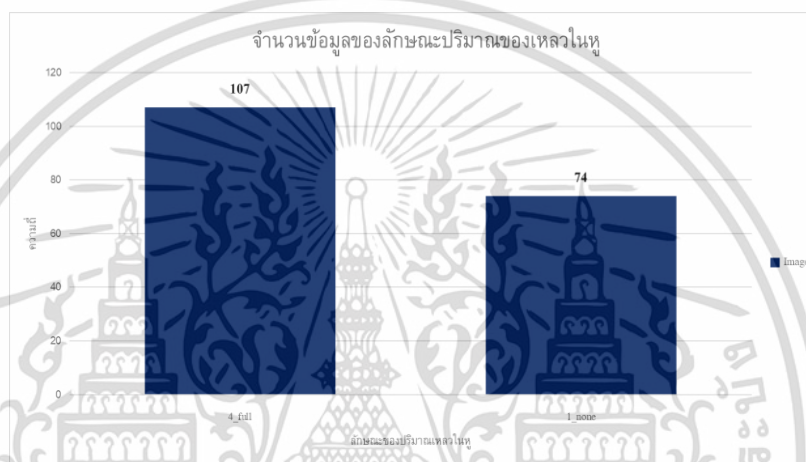
เนื่องจากจำนวนภาพของข้อมูลบางคุณลักษณะมีจำนวนน้อย จึงทำการสำรวจ ข้อมูลในแต่ละคุณลักษณะ และพบว่าจำนวนของคำตอบที่เป็นไปได้ในแต่ละคุณลักษณะมีจำนวนคำตอบที่สามารถจะจัดกลุ่มรวมกันได้ ซึ่งการจัดกลุ่มรวมกันจะไม่ส่งผลถึงคำตอบที่เป็นเป้าหมายหลักของงานค้นคว้าอิสระ คือ การจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media Classification) และหากจัดกลุ่มรวมคำตอบที่เป็นไปได้ของแต่ละคุณลักษณะจะส่งผลถึงแนวโน้มที่การเรียนรู้ของโมเดลที่ทำนายคุณลักษณะต่างๆ จะมีประสิทธิภาพในการทำนายเพิ่มขึ้น เนื่องจากคำตอบที่เป็นไปได้ลดลง ผู้จัดทำเลยทำการศึกษาข้อมูลเพื่อที่จะลดจำนวนลักษณะของแต่ละลักษณะลง ซึ่งจากการสำรวจจะสังเกตได้ดังนี้

- โรคหูชั้นกลางมีแก้วหูทะลุ สามารถสังเกตคุณลักษณะการทะลุของแก้วหู (Perforation) ได้เลยว่าทะลุ (Yes) หรือไม่ทะลุ (No)
- โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลัน (AOM) จะสังเกตจาก 2 คุณลักษณะ คุณลักษณะแรก คือ สังเกตจากการหดตัว (Retraction) ควรจะต้องเป็นแบบบูนูน (Bulging) และคุณลักษณะที่สอง คือ คุณลักษณะของปริมาณของเหลว (Fluid) ควรเป็นแก้วหูที่มีเหลวในหู ซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้คือ มีของเหลวและมีฟองอากาศ (Bubble) มีของเหลวมีระดับปานกลาง (Level) และมีของเหลวเต็มบริเวณ (Full)
- โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขัง (OME) จะสังเกตได้หลายคุณลักษณะซึ่งเริ่มแรกจะสังเกตจากคุณลักษณะปริมาณของเหลว (Fluid) ควรจะเป็นแก้วหูที่มีของเหลว รวมถึงลักษณะของความโปร่งใส (Transparency) จะมีความขุ่น และอาจจะมีฟองฟืดเกาะอยู่เป็นรอยสีขาวมุก ซึ่งของเหลวที่อยู่เป็นเวลานานในหูและความขุ่นหรือฟองฟืดเกาะบริเวณแก้วหู จะส่งผลถึงลักษณะของสีในของเหลวในหู (Color) ที่เปลี่ยนไปจากสีใสปกติ (Normal Color) และสุดท้ายการหดตัวแบบปานกลาง (Moderate) และการหดตัวมาก (Severe) ของแก้วหูจะเป็นข้อวินิจฉัยที่เป็นหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขังเช่นกัน
- หูชั้นกลางปกติ (Normal Type) จะไม่มีปริมาณน้ำในหูชั้นกลาง สีของหูชั้นมีสีใสปกติ มีความโปร่งใสบริเวณแก้วหู มักจะไม่มีอาการหดตัว และไม่มีการทะลุบริเวณหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

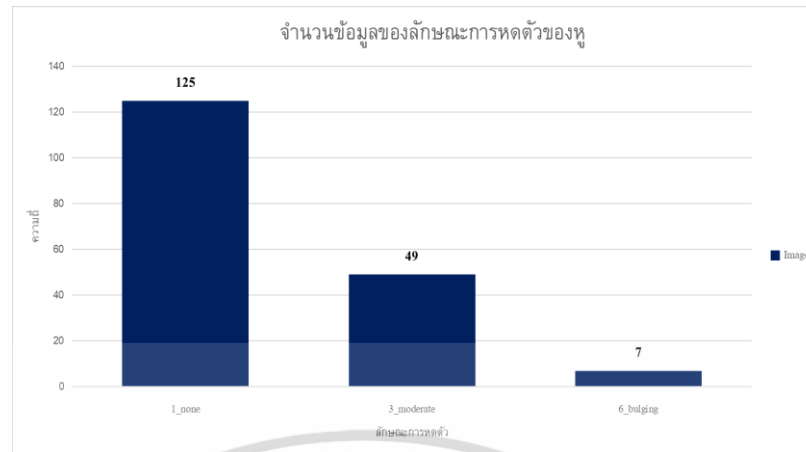
ซึ่งหลังจากทำการจัดกลุ่มรวมจำนวนคุณลักษณะของคำตอบแล้วในแต่ละลักษณะจะสามารถมีคำตอบที่เป็นไปได้ในแต่ละคุณลักษณะ ดังนี้

1) คุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง จะทำการจัดกลุ่มรวม คำตอบที่เป็นไปได้คือ มีของเหลวและมีฟองอากาศ (Bubble) และมีของเหลวมีระดับปานกลาง (Level) และมีของเหลวเต็มบริเวณ (Full) เป็นกลุ่มคำตอบเดียวกัน คือ กลุ่มมีของเหลวในหูชั้นกลาง ซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูหลังจากการจัดกลุ่ม คือ มีของเหลวในหูชั้นกลาง (Full) และไม่มีของเหลวในหูชั้นกลาง (None)



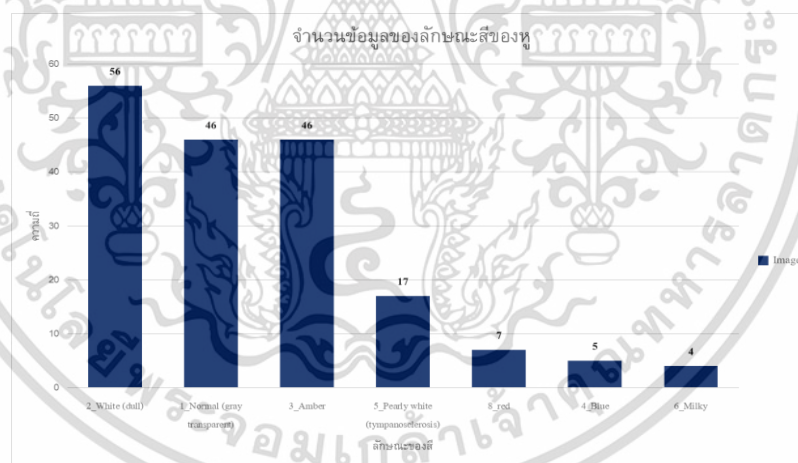
ภาพที่ 3.7 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่

2) คุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง จะทำการจัดกลุ่มรวมเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกคือกลุ่มที่ไม่มีการหดตัว ซึ่งจะจัดกลุ่มรวมระหว่างคำตอบที่เป็นไปได้คือ ไม่มีการหดตัว (None) และแก้วหูหดตัวเล็กน้อย (Mild) กลุ่มต่อมาจะเป็นการจัดกลุ่มของแก้วหูที่มีการหดตัวแบบยวบลง จะจัดกลุ่มระหว่าง การหดตัวแบบปานกลาง (Moderate) และการหดตัวมาก (Severe) และกลุ่มสุดท้ายจะแก้วหูบวม (Bulging) ซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง หลังจากการจัดกลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่มีการหดตัว (None) กลุ่มของแก้วหูที่มีการหดตัวยวบลง (Moderate) และกลุ่มแก้วหูบวม (Bulging)



ภาพที่ 3.8 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของลักษณะการหดตัวของหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่

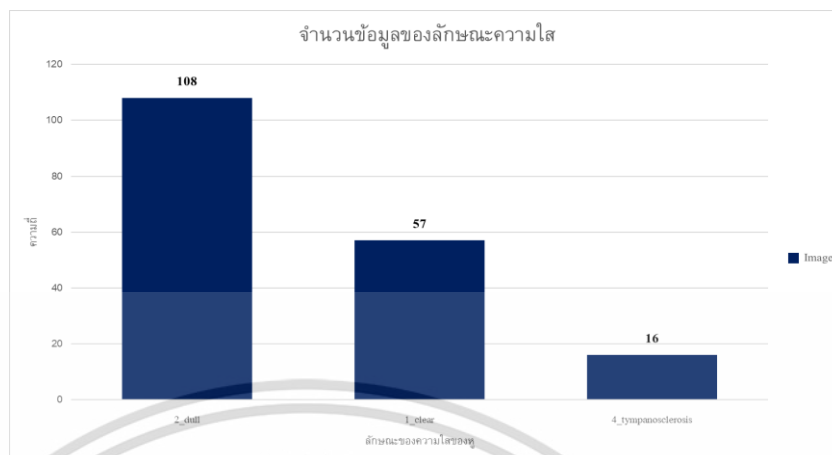
3) คุณลักษณะสีของเหลวในหูชั้นกลาง จะทำการจัดกลุ่มรวม สีน้ำตาลทอง (Amber) กับสีเหลืองสว่าง (Light Yellow) เป็นกลุ่มคำตอบเดียวกัน คือกลุ่มสีที่มีโทนน้ำตาลเหลือง เนื่องจากโทนสีคล้ายกัน แสงจากกล้อง Otoscope อาจจะมีผลต่อสีในรูปภาพ



ภาพที่ 3.9 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของลักษณะของสีของเหลวในหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่

4) คุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง จะทำการจัดกลุ่มรวมเป็นระหว่างขุ่นมัว (Dull) กับ ขุ่นมัวเต็มบริเวณหู (Opaque) เป็นกลุ่มคำตอบเดียวกัน คือ กลุ่มแก้วหูที่มีความขุ่นมัว ซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง หลังจากการจัดกลุ่ม คือ แก้วหูที่โปร่งใส (Clear) แก้วหูขุ่นมัว (Dull) และแก้วหูที่เป็นพังผืด (Tympanosclerosis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะความใสของหูหลังจัดกลุ่มข้อมูลใหม่

3.1.4 จำแนกจำนวนข้อมูลสำหรับเรียนรู้ และ ข้อมูลทดสอบ

ดำเนินการจำแนกชุดข้อมูลรูปภาพเป็น 2 ชุด คือ ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Train Set) ของโมเดล เพื่อให้โมเดลเรียนรู้ชุดข้อมูลนี้ และ ชุดข้อมูลสำหรับทดสอบ (Validation Set) เพื่อให้โมเดลทำนายข้อมูลที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน เพื่อประเมินผลว่าประสิทธิภาพของโมเดลจะมีความแม่นยำในการทำนายเท่าไร ซึ่งแต่ละคุณลักษณะจะจำแนกเป็น ข้อมูลเรียนรู้ 70 เปอร์เซ็นต์ และข้อมูลทดสอบ 30 เปอร์เซ็นต์ และชุดข้อมูลสำหรับทดสอบสุดท้าย (Test set) เพื่อประเมินภาพรวมของภาพรวมในการทำนายประเภทของโรค หูชั้น กลางอักเสบ (Otitis Media Type) 36 รูปภาพ

3.1.5 การเพิ่มจำนวนของชุดข้อมูล (Data Augmentation)

หลังจากทำการจำแนกข้อมูลเรียนรู้และข้อมูลทดสอบ จะสังเกตว่าข้อมูลสำหรับการเรียนรู้มีจำนวนน้อย ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ จึงนำเทคนิค Data Augmentation เข้ามาช่วยในการเพิ่มจำนวนของชุดข้อมูลทดสอบให้มีจำนวนมากขึ้น โดยจะนำรูปภาพต้นฉบับมาปรับ การหมุนภาพ (Rotation_Range), การขยับภาพในแกนตั้ง (Height_Shift_Range), การขยับภาพในแกนนอน (Width_Shift_Range), การเอียงภาพทำให้เอียงเล็กน้อย (Shear_Range), การกลับภาพในแกนนอน (Horizontal_Flip) และการขยายภาพ (Zoom_Range)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 แผนภาพแสดงข้อมูลรูปภาพหลังจากผ่านการทำ Data Augmentation

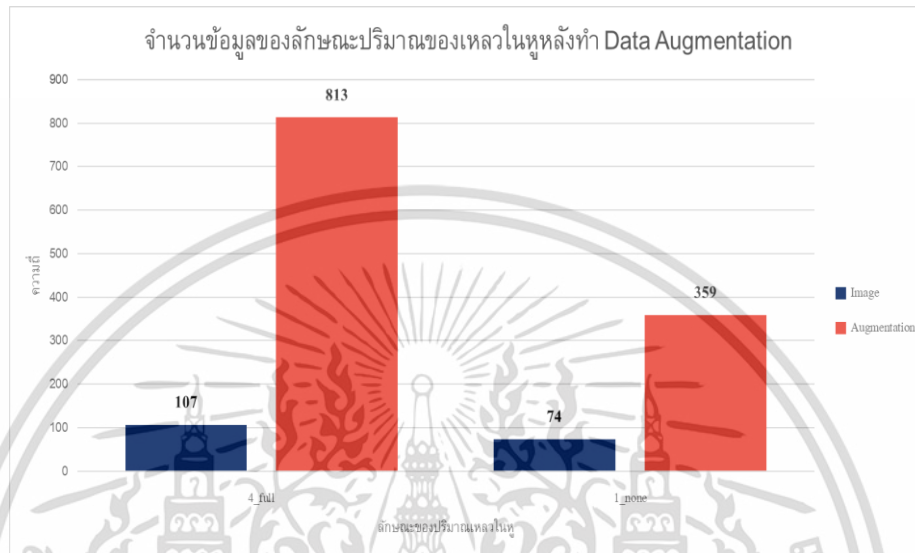
ซึ่งหลังจากการเพิ่มจำนวนรูปภาพโดยใช้เทคนิค Data Augmentation ข้อมูลจะมีการเพิ่มขึ้นซึ่งทางผู้จัดทำได้พยายามดำเนินการให้คำตอบของแต่ละคุณลักษณะของข้อมูล มีจำนวนที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้บางคุณลักษณะอาจจะต้องเพิ่มจำนวนรูปภาพจากเทคนิค Data Augmentation จำนวนมาก แต่ถ้าข้อมูลมีบางคำตอบของคุณลักษณะพอสมควรแล้วก็อาจจะทำการใช้เทคนิค Data Augmentation เพิ่มข้อมูลในจำนวนน้อย ซึ่งหลังจากการเพิ่มรูปภาพแล้ว จำนวนข้อมูลจะมีจำนวนตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงจำนวนข้อมูลรูปภาพก่อนทำ และหลังทำ Data Augmentation

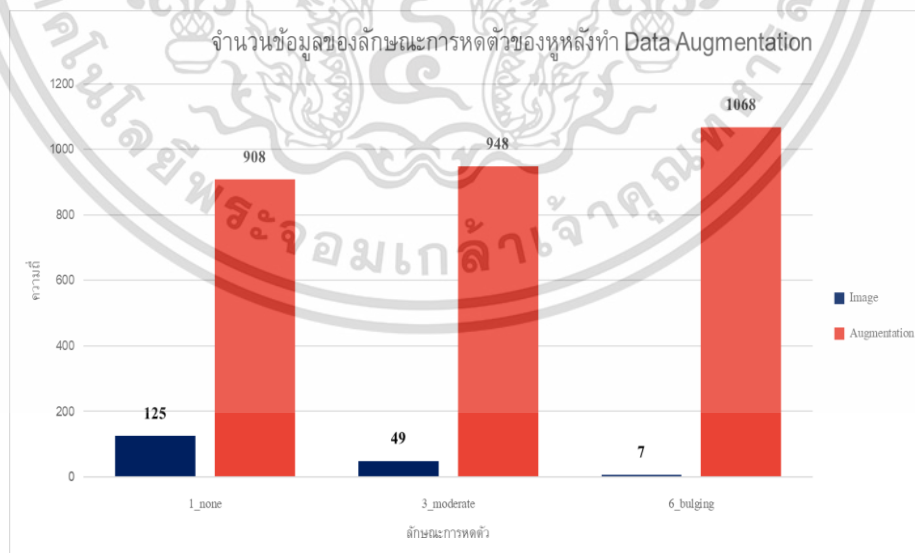
คุณลักษณะ	ก่อนทำ Data Augmentation	หลังทำ Data Augmentation
ปริมาณของเหลว	181	1,172
การหดตัว	181	2,924
สีของเหลว	181	4,180
ความใส	181	1,313
การทะลุ	181	768

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในคุณลักษณะของสีของเหลวในหู คุณลักษณะการทะลุของหู และการหดตัวของแก้วหู จะมีการเลือกรูปภาพ จากวิดีโอ 1 วิดีโอ จะทำการคัดเลือกภาพจำนวน 2 ภาพ ซึ่งจำนวนข้อมูลเมื่อเจาะลึกเข้าไปในแต่ละคำตอบที่เป็นไปได้จะมีจำนวนข้อมูลดังรูปภาพที่ 3.12-3.16

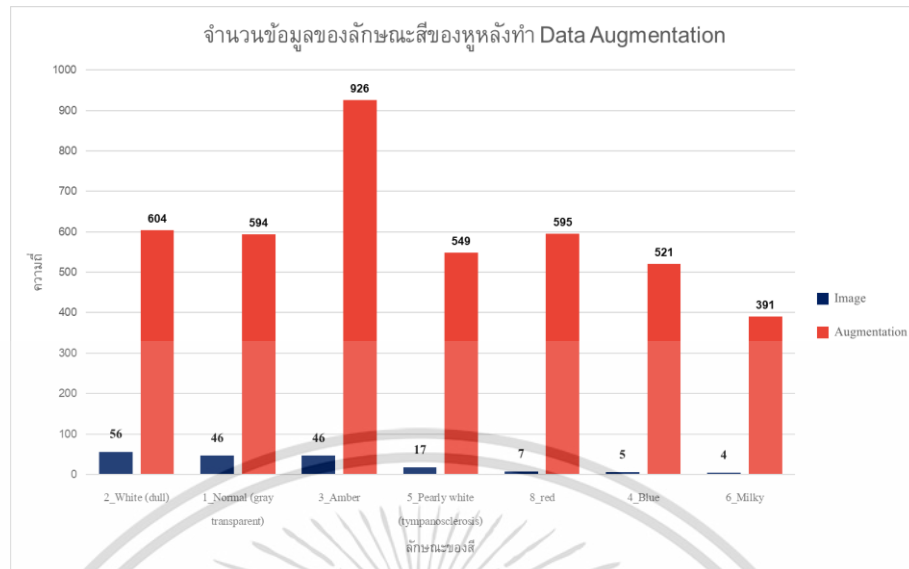


ภาพที่ 3.12 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูหลังกระบวนการ Data Augmentation

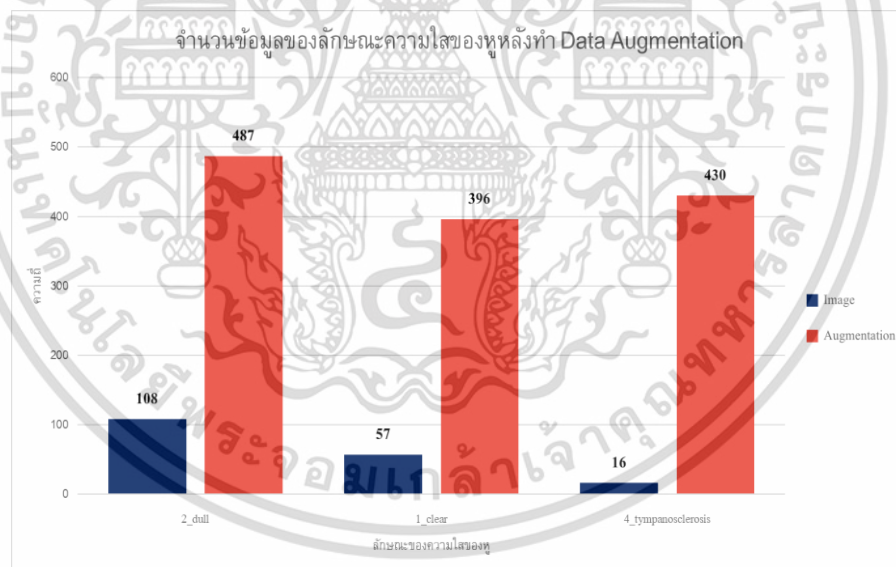


ภาพที่ 3.13 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะการหดตัวในหูหลังกระบวนการ Data Augmentation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

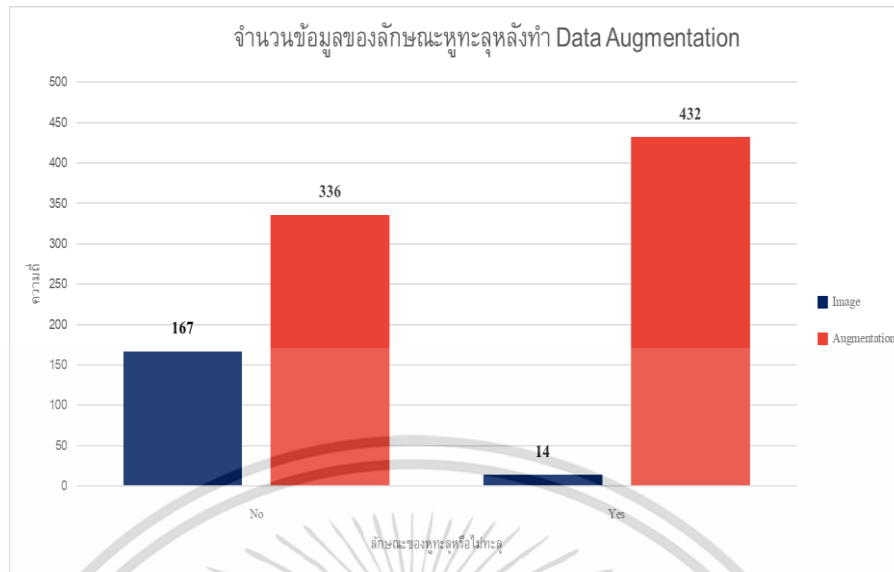


ภาพที่ 3.14 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะของสีของเหลวหลังกระบวนการ Data Augmentation



ภาพที่ 3.15 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะความโปร่งใสหลังกระบวนการ Data Augmentation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 แผนภาพแสดงจำนวนข้อมูลของคุณลักษณะหูทะลุหลังกระบวนการ Data Augmentation

3.1.6 สร้างโมเดลเพื่อจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ

โดยในการทำนายการจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบในแต่ละชนิด ปัจจุบัน แพทย์จะทำการวินิจฉัยคุณลักษณะ คือ คุณลักษณะสีของเหลวในแก้วหู คุณลักษณะความโปร่งใสในแก้วหู คุณลักษณะปริมาณของเหลวในแก้วหู คุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหู และคุณลักษณะการทะลุของหู ซึ่งจากคุณลักษณะข้างต้น งานค้นคว้าอิสระนี้จะสร้างโมเดล จำนวน 6 โมเดล สำหรับการทำนายการจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบแต่ละชนิด ดังนี้

- 1) โมเดลจำแนกคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color Model)
- 2) โมเดลจำแนกคุณลักษณะความโปร่งใสเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency Model)
- 3) โมเดลจำแนกคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง (Fluid Model)
- 4) โมเดลจำแนกคุณลักษณะการหดตัวของหูชั้นกลาง (Retraction Model)
- 5) โมเดลจำแนกคุณลักษณะการทะลุของหู (Perforation Model)
- 6) โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media Model)

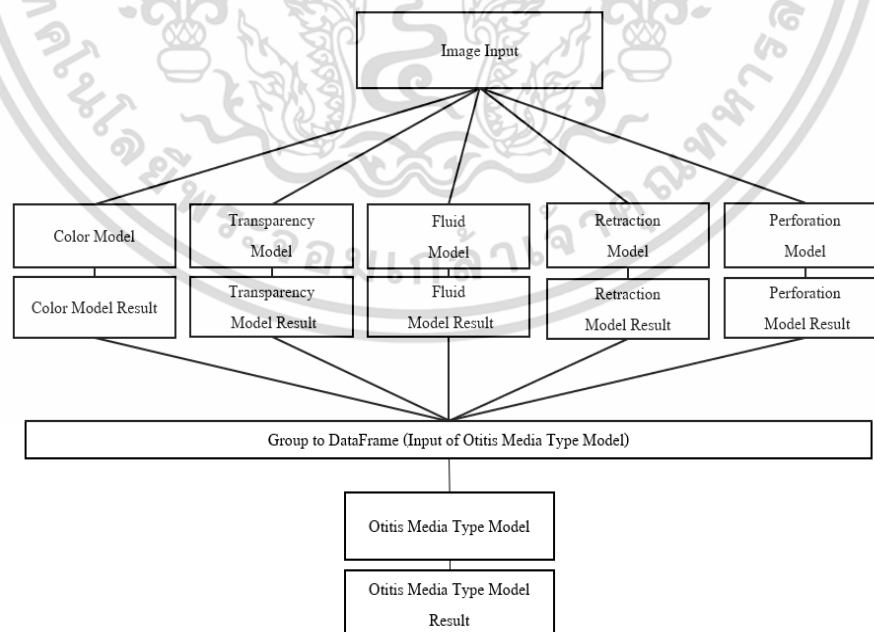
ซึ่งโมเดล 1-5 จะเป็นโมเดลที่นำโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอล (Convolution Neutron network) ซึ่งจะใช้พารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนอลดังตารางที่ 3.4 สำหรับการเรียนรู้ประมวลผลโมเดล โดยข้อมูลนำเข้าเป็นรูปภาพที่ได้รับจากกล้อง Otoscope และนำผลลัพธ์ของโมเดลที่ 1-5 มาเป็นข้อมูลนำเข้าของโมเดลที่ 6 ซึ่งจะนำโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เพื่อจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบชนิดต่างๆ และเลือกสถาปัตยกรรมโมเดล 3 สถาปัตยกรรม คือ ResNet50 และ InceptionV3 และ MobileNetV2 เข้ามาช่วยในการจำแนกลักษณะเด่นของรูปภาพ

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงพารามิเตอร์ของการทำนายโมเดลคุณลักษณะต่างๆ

Parameter	Value
Optimizer	Stochastic Gradient Descent
Model	MobileNetV2 , InceptionV3 , ResNet50
Learning Rate	0.0005 และ 0.001
Batch Size	16
Epoch	จำนวนรอบมากที่สุดคือ 500 รอบ
Loss	Categorical_Crossentropy
Activation (Hidden)	Relu
Activation (Output)	Softmax
Early Stopping	5
Regularization	L1



ภาพที่ 3.17 แผนแสดงภาพขั้นตอนการทำนายโมเดลของการค้นคว้าอิสระนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.7 ทดลองปรับปรุงโมเดล

การทดลองปรับปรุงประสิทธิภาพของโมเดลแต่ละโมเดลมีการปรับปรุงที่แตกต่างกัน ซึ่งจะปรับปรุงโมเดลจะมีตั้งแต่ การทดลองปรับลักษณะของการคัดเลือก Framework เพื่อดึงลักษณะเด่นของชุดข้อมูลออกมา การทดลองจัดกลุ่มคำตอบที่เป็นไปได้ในแต่ละคุณลักษณะของตัวแปรต้น และการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์อย่าง เช่น จำนวน Hidden Layer และทดลองปรับใช้สถาปัตยกรรมประเภท MobileNetV2, InceptionV3 และ ResNet50 เพื่อหาสถาปัตยกรรมที่สามารถให้ประสิทธิภาพความแม่นยำของโมเดลสูงสุด 94.3% โดยสาเหตุที่เลือกสถาปัตยกรรม ResNet50 เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของคุณ Yuexin Cai และคณะ [13] ที่ ResNet50 สามารถช่วยจำแนกลักษณะเด่นของรูปภาพจนส่งผลให้โมเดลมีความแม่นยำสูงสุด และสาเหตุที่เลือกนำสถาปัตยกรรม InceptionV3 มาปรับเข้ากับโมเดล เพราะอ้างอิงจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของคุณ Dongchul Cha และคณะ [15] ที่ InceptionV3 ช่วยเข้ามาดึงลักษณะเด่นของโมเดลจนส่งผลให้ความแม่นยำของงานวิจัยเท่ากับ 93.67% และเลือกนำ MobileNetV2 เข้ามาปรับใช้กับโมเดลเนื่องจากสถาปัตยกรรมประเภท MobileNetV2 มี Size ของโมเดลที่ ค่อนข้างเล็ก เพื่อในอนาคตอาจจะมีการนำโมเดลนี้ไปติดตั้งในแอปพลิเคชันของโทรศัพท์ การใช้ MobileNet ก็อาจจะเหมาะสมมากกว่าในเรื่องของขนาด

- 1) โมเดลจำแนกลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง
 - การทดลองปรับการคัดเลือกภาพ Framework จากวิดีโอ โดยทำการเพิ่มอัตราวิดีโอต่อรูปภาพจากเดิม 1:1 เป็น 1:2 ซึ่งจะนำรูปภาพที่คัดเลือกจากวิดีโอ จำนวน 1 ภาพมาทำการขยายรูปภาพให้เหลือเพียงในส่วนของแก้วหู
 - การทดลองปรับจำนวนโหนด ของ Hidden Layer
- 2) โมเดลจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง
 - การทดลองปรับจำนวนโหนด ของ Hidden Layer
- 3) โมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง
 - การทดลองปรับจำนวนโหนด ของ Hidden Layer
- 4) โมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง
 - การทดลองปรับการคัดเลือกภาพ Framework จากวิดีโอ โดยทำการเพิ่มอัตราวิดีโอต่อรูปภาพจากเดิม 1:1 เป็น 1:2 ซึ่งจะนำรูปภาพที่คัดเลือกจากวิดีโอ จำนวน 1 ภาพมาทำการขยายรูปภาพให้เหลือเพียงในส่วนของแก้วหู
 - การทดลองปรับจำนวนโหนด ของ Hidden Layer
- 5) โมเดลจำแนกการทะลุของหู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทดลองปรับการคัดเลือก Framework จากวิดีโอ โดยจะทำการเพิ่มอัตราวิดีโอต่อรูปภาพจากเดิม 1:1 เป็น 1:2 ซึ่งจะนำรูปภาพที่คัดเลือกจากวิดีโอ จำนวน 1 ภาพมาทำการขยายรูปภาพให้เหลือเพียงในส่วนของแก้วหู เพื่อจะได้เห็นการทะลุของหูได้ดีขึ้น
- การทดลองปรับจำนวนโหนด ของ Hidden Layer

3.1.8 ทดสอบและประเมินประสิทธิภาพโมเดล

มาตรวัดที่นำมาประเมินการสร้างโมเดลในแต่ละโมเดลมีทั้งหมด 3 มาตรวัด ได้แก่ Accuracy , Recall และ Precision ซึ่ง Accuracy จะเป็นการวัดผลในการทำนายทั้งหมดของชุดข้อมูลว่ามีความแม่นยำเพียงใด และมีการใช้ Recall เพื่อวัดความแม่นยำในแต่ละคำตอบที่เป็นไปได้ของแต่ละคุณลักษณะ และใช้ Precision เพื่อดูถึงการที่โมเดลอ่อนไหวในการทำนายค่าใดค่าหนึ่งเกินไปหรือไม่มีการทำนายคำตอบเกินค่าของคำตอบจริงไหม

3.2 เครื่องมือที่ใช้

3.2.1 เครื่องมือ

- Google Colab Pro+ : สำหรับการเขียนภาษา Python เพื่อจัดการข้อมูลและสร้างโมเดล
- ACDSee Pro 10 (64-bit) : สำหรับจับภาพจากวิดีโอเป็นรูปภาพ
- Microsoft Excel : สำหรับการบันทึกข้อมูล และสร้างกราฟ

3.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

- Python : ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมในงานวิจัย
- NVIDIA-SMI 525.85.12 : ชุดเครื่องมือสำหรับการประมวลผลแบบคู่ขนานโดยใช้ GPU
- Tensorflow Keras : สำหรับการพัฒนาโมเดลแบบจำลองที่ช่วยในการทำนายโดยใช้ Deep Learning
- Scikit Learn เป็นโมดูลสำหรับใช้ทำการเรียนรู้ของเครื่องจักร(Machine Learning) และ เหมืองข้อมูล (Data Mining) ในภาษา Python
- NumPy : สำหรับการจัดการข้อมูลทางคณิตศาสตร์
- Pandas: สำหรับการจัดการ DataFrame

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

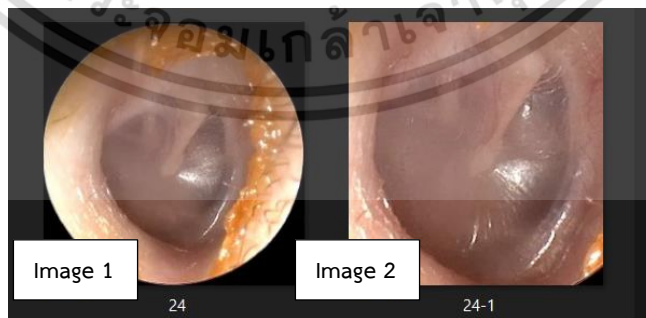
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงาน จากการทดลองสร้างโมเดลจำแนกคุณลักษณะผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ ทั้ง 5 ชนิด คือ ลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color Model), ลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency Model), ปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง (Fluid Model), การหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง (Retraction Model), การทะลุของหู (Perforation Model) โดยใช้สถาปัตยกรรมประเภท MobileNetV2, InceptionV3 และ ResNet50 และผลการดำเนินงานของการทำนายชนิดของโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media Model) โดยใช้โมเดลต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งในบทที่ 4 จะมีผลการดำเนินการสร้างโมเดล ซึ่งจะสร้าง Confusion Matrix ในการเปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์ของการทำนายและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง และนำผลลัพธ์จากตาราง Confusion Matrix ไปคำนวณหาตัววัดผล 3 ตัวคือ ความถูกต้อง (Accuracy) ความแม่นยำ (Precision) ความไว (Recall) เป็นตัววัดผลประสิทธิภาพของโมเดล

4.1 ผลลัพธ์ของโมเดลจำแนกคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง

จากการสร้างโมเดลจำแนกคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง โดยดำเนินการเก็บข้อมูล 2 ภาพต่อหูของคนไข้ 1 คน ซึ่งจะเป็นภาพแบบมุมกว้าง 1 ภาพ และอีกภาพจะเป็นภาพลักษณะที่ขยายแกนภาพให้เห็นเฉพาะสีของหู



ภาพที่ 4.1 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกคุณลักษณะสีของเหลวของหูชั้นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขั้นตอนเริ่มจะทำการทดสอบจำนวน Hidden Layer ที่เหมาะสมที่สุด โดยทดสอบตั้งแต่ กำหนด Layer จำนวนน้อยจนถึงจำนวน Layer จำนวนมากขึ้น และจะมีการใช้ Early Stopping ทุกรอบเพื่อป้องกันไม่ให้โมเดลเกิดการ Overfitting และมีการกำหนด Dropout ที่ 0.3 และ L1 = 0.001 โดยการทดสอบ Layer จะเลือกโมเดล MobileNetV2 มาทดสอบเพียงโมเดลเดียวเพราะว่าเป็นโมเดลที่ให้ผลลัพธ์ในระยะเวลาสั้นที่สุดจาก 3 โมเดล

ตารางที่ 4.1 ตารางผลลัพธ์การทดสอบ Hidden Layer ของการทำนายคุณลักษณะสีของเหลวในหูชั้นกลาง

Color Model			
Hidden layer	Loss	Accuracy	Epoch
512,1024	1.5649	0.5556	11
256,512,1024	1.1604	0.75	93
128,256,512,1024	1.6211	0.5778	14
64,128,256,512,1024	1.4093	0.6889	26
32,64,128,256,512,1024	1.2407	0.6444	23
16,32,64,128,256,512,1024	1.2841	0.6889	42
8,16,32,64,128,256,512,1024	1.6513	0.53333	28

จากตารางที่ 4.1 จะสังเกตว่าการกำหนด Hidden Layer 3 รอบ โดยให้โหนด 1024, 512, 256 ตามลำดับ จะได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ดีที่สุดที่ 0.7500 และ ค่า Loss จะอยู่ที่ 1.1604

จากนั้นจะนำผลลัพธ์ของ Hidden Layer ไปทดสอบกับ 3 โมเดล คือ MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 เพื่อหาผลลัพธ์ของโมเดลที่ดีที่สุดของชุดข้อมูล Validation Dataset และ ทั้ง 3 โมเดลไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ Test Dataset เพื่อให้โมเดลเจอกับชุดข้อมูลที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

ตารางที่ 4.2 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset

Color Model					
Model	Hidden layer	ValidationSet			
		Loss	Accuracy	Epoch	Support
MobileNetV2	256 , 512 , 1024	1.1604	0.75	93	48
InceptionV3	256 , 512 , 1024	1.5201	0.6875	91	48
ResNet50	256 , 512 , 1024	1.019	0.8542	83	48

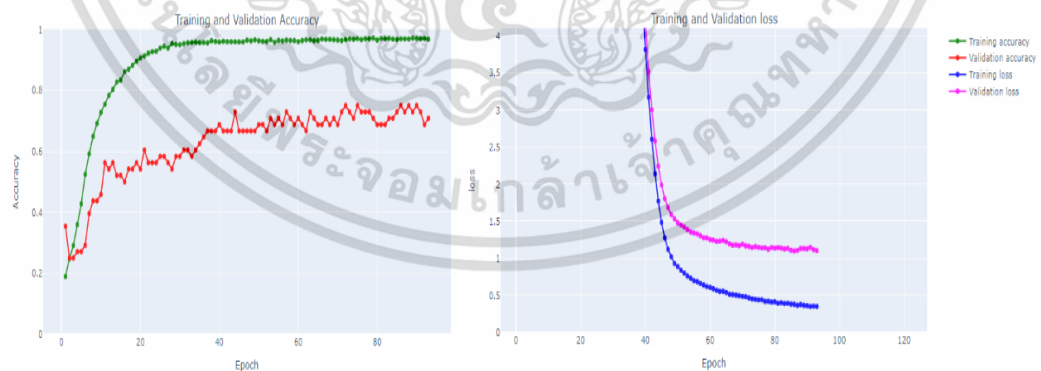
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สํารับการศึกษานําไปใช้โดยไม่หวังผลตอบแทนใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนําไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset

Color Model										
Model	Hidden layer	ValidationSet								
		Normal			White			Amber		
		Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support
MobileNetV2	256 , 512 , 1024	0.7692	0.8333	12	0.6923	0.7500	13	0.6667	0.8333	12
InceptionV3	256 , 512 , 1024	0.7273	0.6667	12	0.7143	0.7692	13	0.6000	0.75	12
ResNet50	256 , 512 , 1024	1.0000	0.7500	12	0.8667	1.0000	13	0.6875	0.9167	12

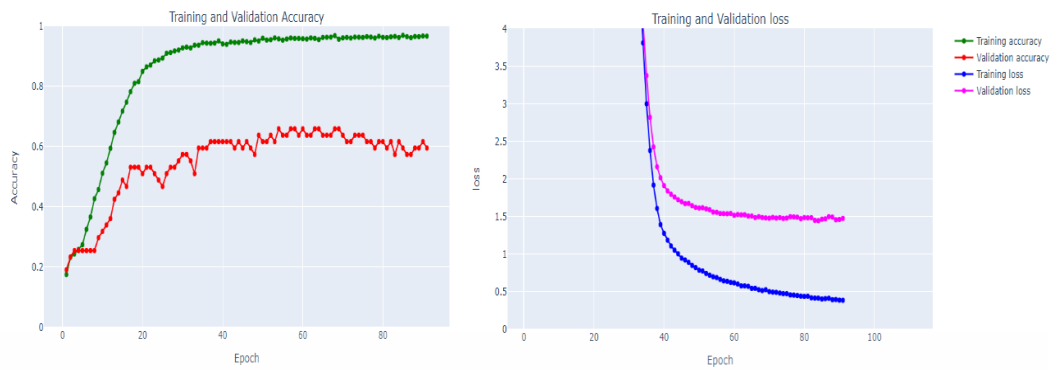
Model	Hidden layer	ValidationSet								
		Blue			Pearly White			Milky		
		Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support
MobileNetV2	256 , 512 , 1024	1.0000	1.0000	2	1.0000	0.5	4	1.0000	0.6667	3
InceptionV3	256 , 512 , 1024	1.0000	1.0000	2	1.0000	0.5	4	0.5000	0.6667	3
ResNet50	256 , 512 , 1024	1.0000	1.0000	2	1.0000	1.0000	4	1.0000	0.6667	3

Model	Hidden layer	ValidationSet		
		Red		
		Precision	Recall	Support
MobileNetV2	256 , 512 , 1024	0.0000	0.0000	2
InceptionV3	256 , 512 , 1024	0.0000	0.0000	2
ResNet50	256 , 512 , 1024	0.0000	0.0000	2

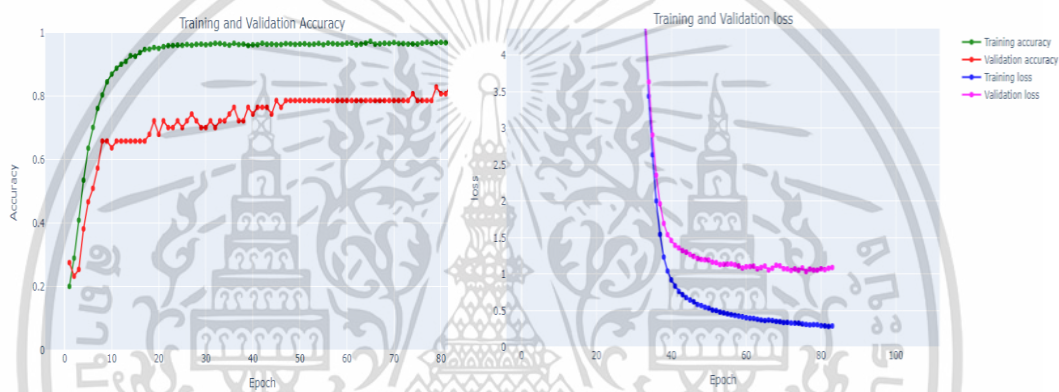


ภาพที่ 4.2 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง



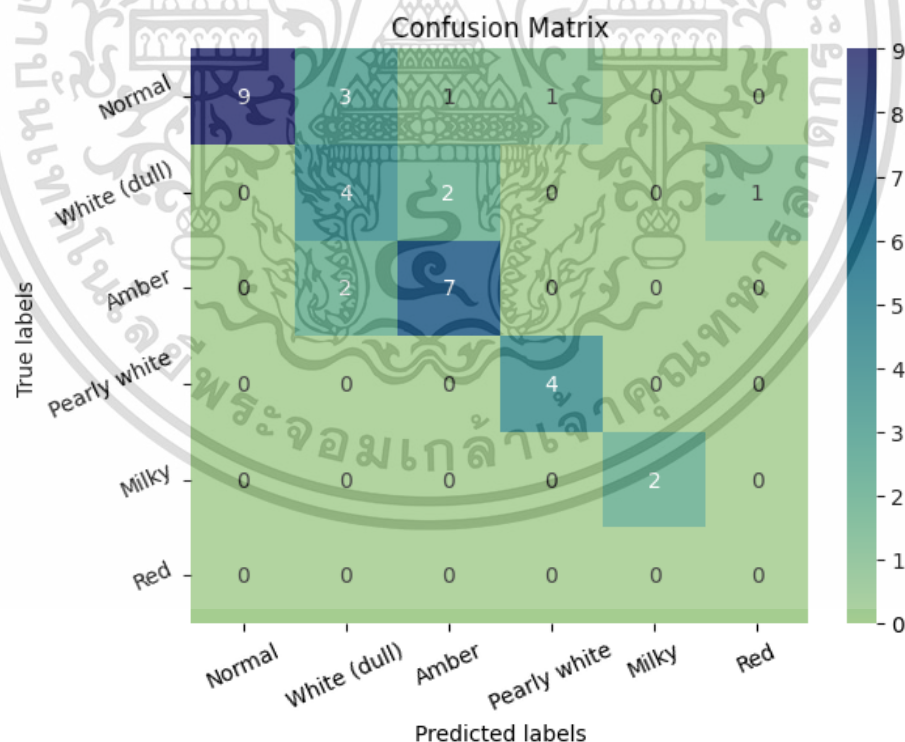
ภาพที่ 4.4 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง

จากตารางที่ 4.1-4.3 จะสรุปว่าจากข้อมูล Validation Dataset โมเดล ResNet50 เป็นโมเดลที่ดีที่สุดจากการทำนายคุณลักษณะของสีของเหลวในหู จากทั้ง 3 โมเดล ซึ่งมีผลลัพธ์ของค่า Accuracy เท่ากับ 0.8542 และค่า Loss เท่ากับ 1.019 แต่เมื่อตรวจสอบผลลัพธ์ในแต่ละคุณลักษณะของสีที่ทำนายออกมา จะพบว่าคุณลักษณะสีแดง จะไม่สามารถทำนายได้แม่นยำจากทั้ง 3 โมเดล ค่า ตัววัดผล Precision และ Recall เป็น 0 ทั้งสอง ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ท่านให้คำปรึกษาว่าคุณลักษณะสีแดงค่อนข้างที่จะทำนายยากถ้ามองจากภาพ ซึ่งคุณลักษณะสีแดง อาจเกิดจากการปั่นเวลาและหูของคนไข้ ซึ่งก็อาจจะเป็นการแดงแค่ชั่วคราว ไม่ได้เกิดจากโรคหูชั้นกลางอักเสบ ซึ่งอาจจะต้องอาศัยข้อมูลทางกายภาพของคนไข้ประกอบด้วย เช่น อุณหภูมิไขของผู้ป่วย อนาคตถ้าจะพัฒนาโมเดลการที่นำข้อมูลของคนไข้มาประกอบการวิเคราะห์ อาจส่งผลต่อการทำนายคุณลักษณะสีแดงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการทำนายคุณลักษณะสีอื่นจากโมเดล ResNet50 ซึ่งทางผู้จัดทำจะให้ผลลัพธ์จากค่า Recall มาก่อนลำดับแรกเนื่องจากสามารถบ่งบอกถึงความถูกต้องในการทำนาย ส่วนค่า Precision จะเป็นผลลัพธ์ที่นำมาประกอบเพื่อดูจากทำนายของโมเดลว่ามีการทำนายขาดหรือทำนายเกินจากความเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งผลลัพธ์คุณลักษณะของสีที่ทำนายได้แม่นยำที่สุดคือ สีขาว (White) สีน้ำเงิน (Blue) สีขาวมุก (Pearly White) ซึ่งมีค่า Recall เท่ากับ 1 ทั้งหมด แต่ทางผู้จัดทำตั้งข้อสังเกตว่าสองสีหลัง มีค่า Recall เยอะ เพราะว่าจำนวนของข้อมูลที่นำมาทดสอบน้อย ซึ่งถ้าจำนวนข้อมูลมากขึ้นก็อาจจะทำให้ความมั่นใจในการทำนายมากขึ้นเช่นกัน ต่อมาผลลัพธ์ที่มีผลลัพธ์ที่ตรงลงมาคือ สีน้ำตาลทอง (Amber) และสีใสปกติ (Normal) มีค่า Recall คือ 0.9167 และ 0.75 ตามลำดับ และสีที่มีค่า Recall อยู่ในเกณฑ์พอใช้ก็คือสีขาวนม (Milky) มีค่า Recall เท่ากับ 0.6667 ซึ่งค่าน้อยก็ตั้งข้อสังเกตว่าเป็นเพราะข้อมูลที่ทดสอบน้อยเช่นกัน โดยมีสีขาวนมให้โมเดลทำนาย 3 รูป และถูก 2 รูป

ซึ่งจากนั้นจะนำข้อมูล Test Dataset ทดสอบกับโมเดลที่ดีที่สุดคือ ResNet50 เพื่อวัดผลลัพธ์ของโมเดลอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในการทำนาย



ภาพที่ 4.5 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50

สำหรับการทำนายลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เนื่องจากข้อมูลคุณลักษณะสีน้ำเงินมีไม่เพียงพอสำหรับการแบ่งข้อมูลมาทดสอบในข้อมูล Test Dataset การวัดผลข้อมูลชุดนี้เลยไม่มีผลลัพธ์ของคุณลักษณะสีน้ำเงิน

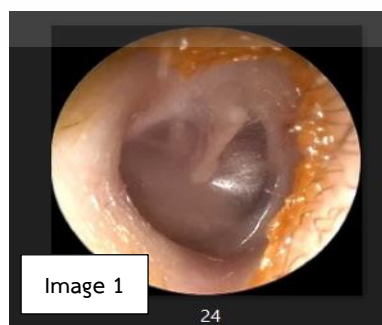
	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (1_Normal (gray transparent)) :	1.0000	0.6429	0.7826	14
Class 1 (2_White (dull)) :	0.4444	0.5714	0.5000	7
Class 2 (3_Amber)	0.7000	0.7778	0.7368	9
Class 3 (5_Pearly white (tympanosclerosis)) :	0.8000	1.0000	0.8889	4
Class 4 (6_Milky)	1.0000	1.0000	1.0000	2
Class 5 (red)	0.0000	0.0000	0.0000	0
accuracy			0.7222	36
macro avg	0.6574	0.6653	0.6514	36
weighted avg	0.7948	0.7222	0.7401	36

ภาพที่ 4.6 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของทำนายลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset

จากผลลัพธ์การทำนายคุณลักษณะของสีจากข้อมูล Test Dataset พบว่าค่า Accuracy จะได้ 0.7222 ซึ่งลดลงจากการทดสอบกับชุดข้อมูล Validation Dataset ที่มีผลลัพธ์คือ 0.8542 ซึ่งค่า Recall ของคุณลักษณะ สีใสปกติ สีขาว มีค่าเพียง 0.6429 และ 0.5714 ตามลำดับ ซึ่งผลลัพธ์การทำนายของทั้ง 2 สีอาจจะอยู่ในเกณฑ์ความถูกต้องอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่การทำนายคุณลักษณะสีน้ำตาลทอง สีขาวมุก และสีขาวนม มีค่า Recall อยู่ในระดับที่ดี ขณะที่คุณลักษณะสีแดงการทำนายไม่แม่นยำตั้งแต่การทำนายกับข้อมูลชุด Validation Dataset แล้ว

4.2 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง

จากการสร้างโมเดลจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง โดยดำเนินการเก็บข้อมูล 1 ภาพต่อหูของคนไข้ 1 คน ซึ่งจะเป็นภาพแบบมุมกว้าง 1 ภาพ และต้องเป็นภาพที่ไม่เกิดการยุบตัวของหู เพื่อให้มองเห็นลักษณะความโปร่งใสได้ชัดเจน



ภาพที่ 4.7 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยขั้นตอนเริ่มจะทำการทดสอบจำนวน Hidden Layer ที่เหมาะสมที่สุดเหมือนกับการทำนายคุณลักษณะของสี จะนำเพียงโมเดล MobileNetV2 มาทดสอบเพื่อหา Hidden Layer ที่ดีที่สุดเพราะโมเดล MobileNetV2 มีระยะเวลาในการทดสอบที่น้อยที่สุดจาก 3 โมเดล ซึ่งจะกำหนดค่า Early Stopping ทุกรอบเพื่อป้องกันไม่ให้โมเดลเกิดการ Overfitting และมีการกำหนด Dropout ที่ 0.3 และ L1 = 0.001

ตารางที่ 4.4 ตารางผลลัพธ์การทดสอบ Hidden Layer ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหุ้มชั้นกลาง

Transparency Model			
Hidden layer	Loss	Accuracy	Epoch
128,256,512,1024	29.2487	0.7872	36
32,512,1024	1.6235	0.8510	105
64,128,256,512,1024	8.3200	0.8510	115
32,64,128,256,512,1024	0.8058	0.766	9
16,32,64,128,256,512,1024	0.7662	0.7660	14

จากตารางที่ 4.4 จะสังเกตว่าการกำหนด Hidden Layer 3รอบ โดยให้โหนด 1024 512 32 ตามลำดับ จะได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ดีที่สุดที่ 0.8510 และ ค่า Loss จะอยู่ที่ 1.6235

จากนั้นจะนำผลลัพธ์ของ Hidden Layer ไปทดสอบกับ 3 โมเดล คือ MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 เพื่อหาผลลัพธ์ของโมเดลที่ดีที่สุดของชุดข้อมูล Validation Dataset และทั้ง 3 โมเดลไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ Test Dataset เพื่อให้โมเดลเจอกับชุดข้อมูลที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

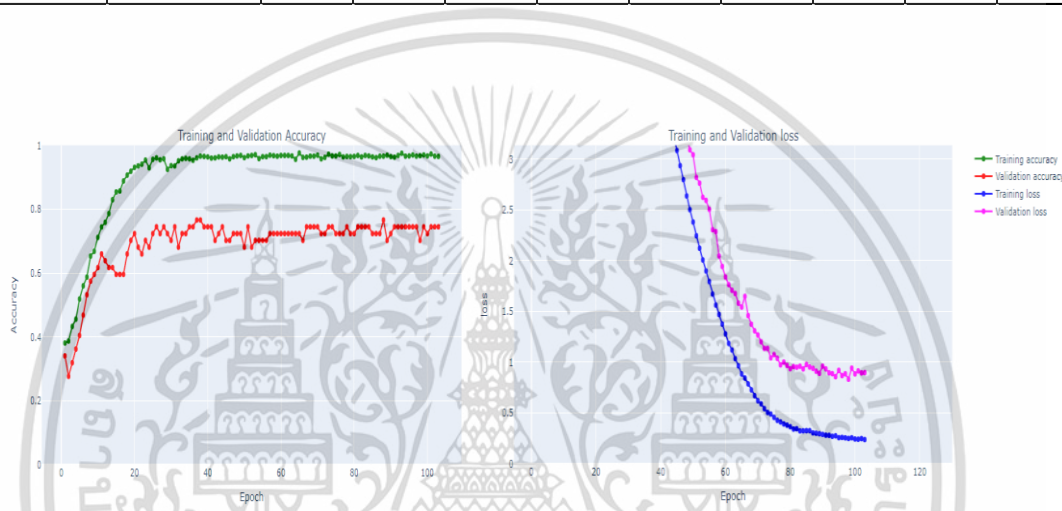
ตารางที่ 4.5 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหุ้มชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset

Transparency Model					
Model	Hidden layer	ValidationSet			
		Loss	Accuracy	Epoch	Support
MobileNetV2	32,512,1024	4.8678	0.7659	103	47
InceptionV3	32,512,1024	2.3612	0.8510	95	47
ResNet50	32,512,1024	4.4127	0.8297	75	47

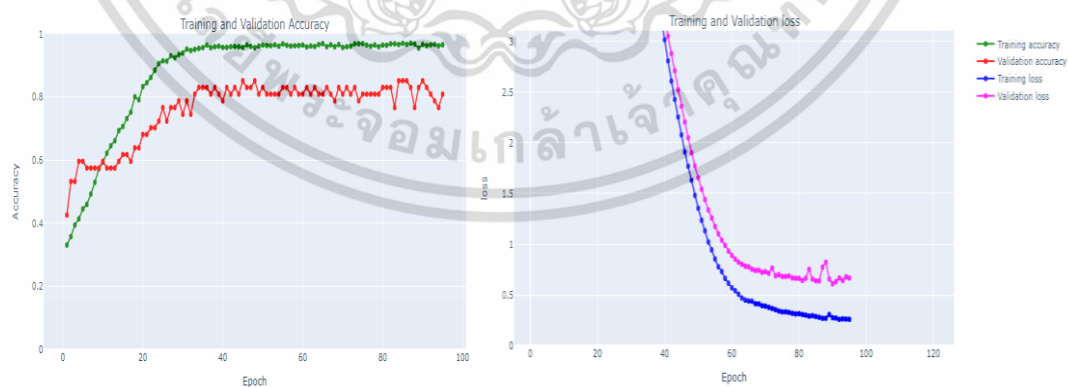
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset

Transparency Model										
Model	Hidden layer	ValidationSet								
		Clear			Dull			Tympanosclerosis		
		Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support
MobileNetV2	32,512,1024	0.6500	0.8125	16	0.8462	0.8148	27	1.0000	0.2500	4
InceptionV3	32,512,1024	0.8235	0.8750	16	0.8621	0.9259	27	1.0000	0.2500	4
ResNet50	32,512,1024	0.8000	0.7500	16	0.8571	0.8889	27	0.7500	0.7500	4

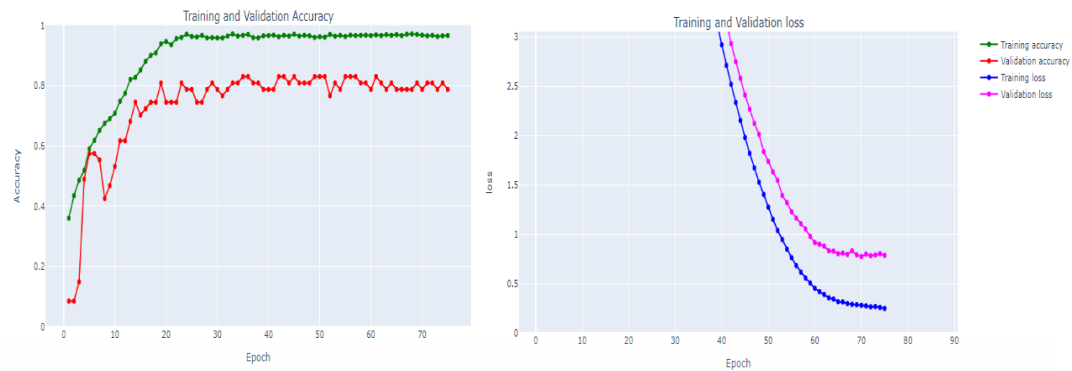


ภาพที่ 4.8 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง



ภาพที่ 4.9 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

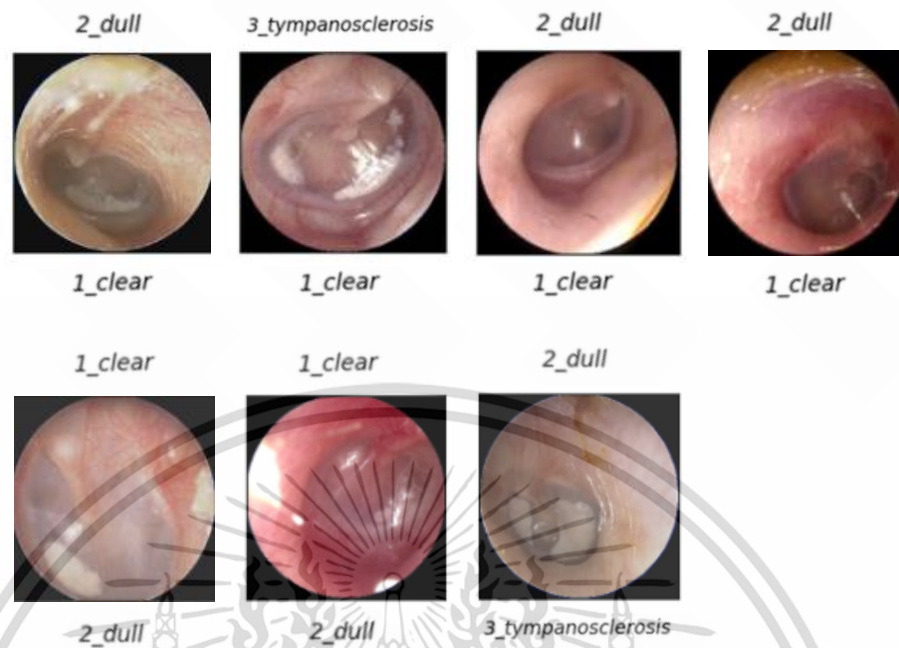


ภาพที่ 4.10 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง

จะพบว่าในตารางที่ 4.4 จากค่า Accuracy จากโมเดล MobileNetV2 ที่ Hidden Layer 3 ชั้น คือ 1024,512,32 และผลลัพธ์ในตารางที่ 4.5 ที่ดำเนินการโดยโมเดล และ Hidden Layer เดียวกันกลับได้ค่าไม่เท่ากัน เพราะว่าในตารางที่ 4.5 มีการเพิ่มจำนวนข้อมูลขึ้นจากเดิม ทำให้ผลลัพธ์ อาจจะมีความแม่นยำลดลงจากตารางที่ 4.4

จากตารางที่ 4.5 – 4.6 พบว่าโมเดล InceptionV3 เป็นโมเดลที่ดีที่สุดจากการทำนาย ลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง จากทั้ง 3 โมเดล ที่ค่า Accuracy เท่ากับ 0.8510 และค่า Loss เท่ากับ 2.3612 แต่เมื่อตรวจสอบเจาะลึกเข้าไปถึงความแม่นยำในแต่ละคุณลักษณะของความ โปร่งใส คือ ความใส (Clear) ความขุ่น (Dull) และเป็นพังผืด (Tympanosclerosis) จะพบโมเดล InceptionV3 นั้นจะมีค่า Recall ในการทำนายคุณลักษณะเป็นพังผืดเพียง 0.25 เท่านั้นซึ่งถือว่าเป็น ผลลัพธ์ที่ไม่ดี แต่เมื่อสังเกตที่โมเดล ResNet50 จะพบว่าการทำนายคุณลักษณะเป็นพังผืดมีค่า Recall ถึง 0.75 จากนั้นเมื่อสังเกตที่ผลการทำนายของคุณลักษณะของความใส และความขุ่นของ โมเดล ResNet50 และโมเดล InceptionV3 เทียบกันจะพบว่าค่า Recall ของโมเดล InceptionV3 มีผลลัพธ์ที่ดีกว่าทั้งคู่ แต่มีผลลัพธ์ของค่า Recall ต่างกันประมาณ 0.125 และ 0.037 ซึ่งถือทาง ผู้จัดทำได้วิเคราะห์ผลจากที่กล่าวเบื้องต้นและตัดสินใจเลือกโมเดล ResNet50 เป็นโมเดลที่ดีที่สุด แทน InceptionV3 เพราะว่าโมเดล ResNet50 มีความสมดุลของผลลัพธ์ที่แม่นยำเท่ากับของทุก คุณลักษณะของความโปร่งใสที่ทำนาย

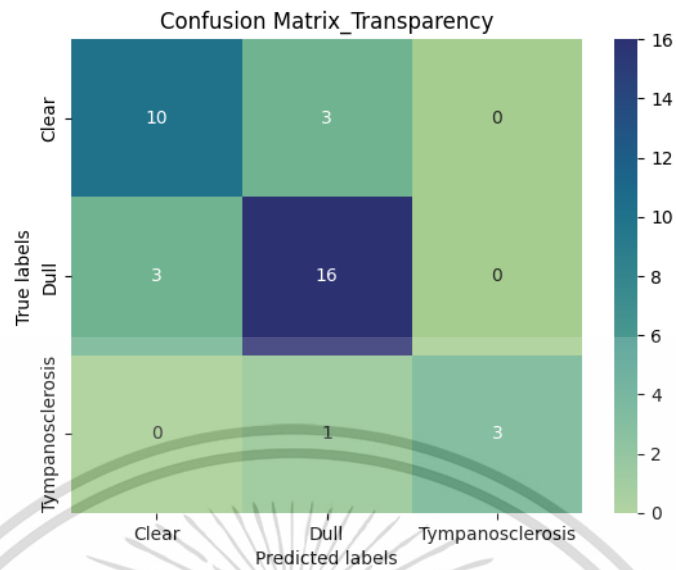
เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการทำนาย มีการนำภาพที่โมเดล ResNet50 ทำนายผิดมาช่วย ประกอบการตัดสินใจการเลือกโมเดล ResNet50 แทน โมเดล InceptionV3



ภาพที่ 4.11 แผนภาพแสดงผลรูปภาพจากข้อมูล Validation Dataset ที่โมเดล ResNet50 จำแนกคุณลักษณะของความโปร่งใสผิดปกติ (โดยข้อมูลคำตอบจริงจะอยู่ด้านล่างและข้อมูลผลลัพธ์จากโมเดลจะอยู่ด้านบน)

จากภาพที่ 4.11 จะพบว่าภาพที่ 1 แก้วหูค่อนข้างที่จะขุ่นเหมือนกันการที่โมเดลทำนายว่าเป็นลักษณะขุ่นก็ถือว่าใกล้เคียงแม้ผลลัพธ์จริงจะเป็นลักษณะโปร่งใส ส่วนภาพที่ 2 ก็พบว่าโมเดลทำนายคุณลักษณะเป็นพังผืด แต่ความจริงภาพนี้เป็นคุณลักษณะโปร่งใส แต่เมื่อสังเกตก็จะพบว่าจะเห็นจุดเล็กๆ ของแก้วหูที่มีพังผืดเกาะอยู่ แต่แก้วหูจะมีความโปร่งใสเยอะกว่า และสุดท้ายภาพที่ 4 โมเดลทำนายผิดจากคุณลักษณะโปร่งใส แต่โมเดลทำนายว่าเป็นคุณลักษณะขุ่น เมื่อสังเกตจากภาพอาจจะเห็นเพราะแก้วหูถูกถ่ายในระยะที่ไกลและมีแสงที่บ ทำให้อาจจะทำนายผลผิดพลาดได้

จากที่กล่าวข้างต้นทำให้ได้ผลสรุปว่าการเลือกโมเดล ResNet50 เป็นโมเดลที่ดีที่สุดสำหรับการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของหูชั้นกลาง ซึ่งจากนั้นจะนำข้อมูล Test Dataset ทดสอบกับโมเดล ResNet50 เพื่อวัดผลลัพธ์ของโมเดลอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในการทำนาย



ภาพที่ 4.12 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (1_clear)	0.7692	0.7692	0.7692	13
Class 1 (2_dull)	0.8000	0.8421	0.8205	19
Class 2 (4_tympanosclerosis)	1.0000	0.7500	0.8571	4
accuracy			0.8056	36
macro avg	0.8564	0.7871	0.8156	36
weighted avg	0.8111	0.8056	0.8061	36

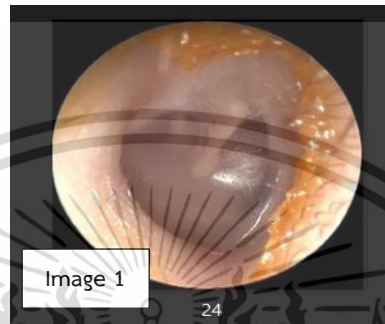
ภาพที่ 4.13 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset

จากผลลัพธ์การทำนายคุณลักษณะของสีจากข้อมูล Test Dataset พบว่าค่า Accuracy จะได้ 0.8056 ซึ่งลดลงจากการทดสอบกับชุดข้อมูล Validation Dataset ที่มีผลลัพธ์คือ 0.8297 ซึ่งผลลัพธ์ต่างกันไม่มาก ค่า Recall ของคุณลักษณะโปร่งใส ความขุ่น และพังผืด จะเท่ากับ 0.7692 0.8421 และ 0.75 ตามลำดับซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีทั้งหมดมีความแม่นยำ 75 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป โดยค่า Precision จะเท่ากับ 0.7692 0.80 1.000 ตามลำดับซึ่งก็คือว่าโมเดลมีการแจ้งเตือนมากเกินไปเกินความจริงค่อนข้างน้อย ซึ่งสรุปผลลัพธ์ของการทำนายลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลางนั้นมีผลลัพธ์ที่มีตัววัดผลทุกตัวมีค่ามากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง

จากการสร้างโมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง โดยดำเนินการเก็บข้อมูล 1 ภาพต่อหูของคนไข้ 1 คน ซึ่งจะเป็นภาพแบบมุมกว้าง 1 ภาพ และต้องเป็นภาพที่ไม่เกิดการยุบตัวของหู เพื่อให้มองเห็นลักษณะของเหลวในหูชั้นกลางชัดเจน



ภาพที่ 4.14 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง

โดยขั้นตอนเริ่มจะทำการทดสอบจำนวน Hidden Layer ที่เหมาะสมที่สุด โดยจะดำเนินการทดสอบโดยเริ่มจาก Hidden Layer ชั้นเดียว 1024 โหนด และเพิ่มจำนวนของ Hidden Layer ทุกรอบ แต่จะลดจำนวนโหนดลงครึ่งหนึ่งทุกรอบ และจะมีการใช้ Early Stopping ทุกรอบเพื่อป้องกันไม่ให้โมเดลเกิดการ Overfitting และมีการกำหนด Dropout ที่ 0.3 และ L1 = 0.001

ตารางที่ 4.7 ตารางผลลัพธ์การทดสอบ Hidden Layer ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง

Fluid Model					
Hidden layer	Loss	Accuracy	Epoch	รายละเอียดเพิ่มเติม	
1024	1.2635	0.6176	10	3 Class คือ None, Bubble, Full	
512,1024	0.7709	0.7353	9		
256,512,1024	0.8037	0.7059	23		
128,256,512,1024	0.9537	0.5588	19		
64,128,256,512,1024	0.7474	0.7059	27		
32,64,128,256,512,1024	1.1189	0.4412	7		
8,16,32,64,128,256,512,1024	1.1011	0.4412	60		
16,32,64,128,256,512,1024	3.2334	0.8529	97		
16,32,64,128,256,512,1024	0.8873	0.9000	163		2 Class คือ None, Full

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์บุรีรัมย์ ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 จะสังเกตว่าการกำหนด Hidden Layer 7 รอบ โดยให้โหนด 1024 512 256 128 64 32 16 ตามลำดับ จะได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ดีที่สุดที่ 0.8529 และ ค่า Loss จะอยู่ที่ 3.2334 และทำการทดลองลดคำตอบที่เป็นไปได้จากเดิมมี 3 คำตอบคือ ไม่มีของเหลวในหูชั้นกลาง(None) ของเหลวมีฟองอากาศ (Bubble) และของเหลวเต็มบริเวณหูชั้นกลาง (Full) และดำเนินการนำข้อมูลที่เป็นของเหลวมีฟองอากาศ ไปอยู่ในคำตอบของของเหลวเต็มบริเวณหูชั้นกลาง เพราะถ้ามีของเหลวมีฟองอากาศ ก็จะเป็นของเหลวอยู่ในหูเหมือนกัน ซึ่งผลลัพธ์จะส่งผลให้ค่าความถูกต้องจะเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.9000 และ ค่า Loss จะอยู่ที่ 0.8873

จากนั้นจะนำผลลัพธ์ของ Hidden Layer ไปทดสอบกับ 3 โมเดล คือ MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 เพื่อหาผลลัพธ์ของโมเดลที่ดีที่สุดของชุดข้อมูล Validation Dataset และทั้ง 3 โมเดลไปทดสอบกับข้อมูลทดสอบ Test Dataset เพื่อให้โมเดลเจอกับชุดข้อมูลที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

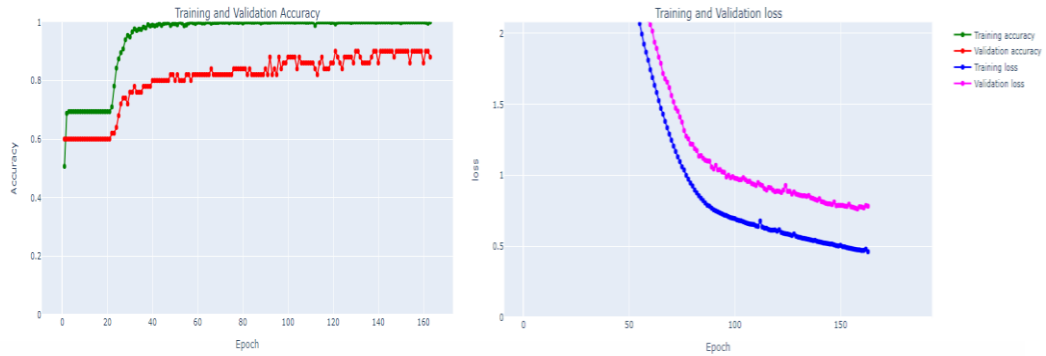
ตารางที่ 4.8 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง กับข้อมูล Validation Dataset

Fluid Model					
Model	Hidden layer	ValidationSet			
		Loss	Accuracy	Epoch	Support
MobileNetV2	16,32,64,128,256,512,1024	0.8873	0.9000	163	50
InceptionV3	16,32,64,128,256,512,1024	0.9841	0.9000	152	50
ResNet50	16,32,64,128,256,512,1024	2.8673	0.8600	95	50

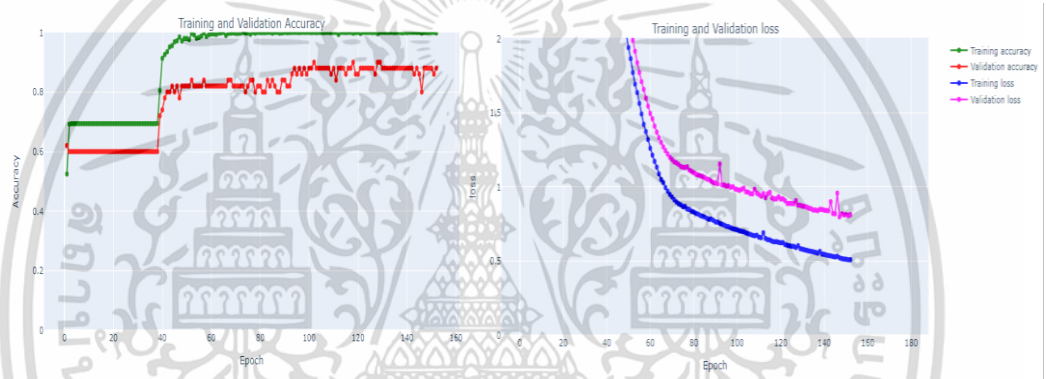
ตารางที่ 4.9 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Validation Dataset

Fluid Model							
Model	Hidden layer	ValidationSet					
		None			Full		
		Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support
MobileNetV2	16,32,64,128,256,512,1024	0.8571	0.9000	20	0.9310	0.9000	30
InceptionV3	16,32,64,128,256,512,1024	0.8000	1.0000	20	1.0000	0.8333	30
ResNet50	16,32,64,128,256,512,1024	0.8421	0.8000	20	0.8710	0.9000	30

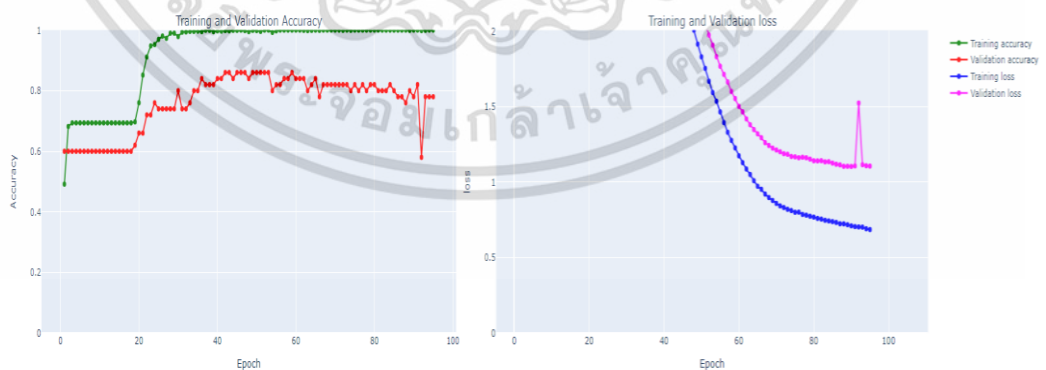
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง



ภาพที่ 4.16 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง

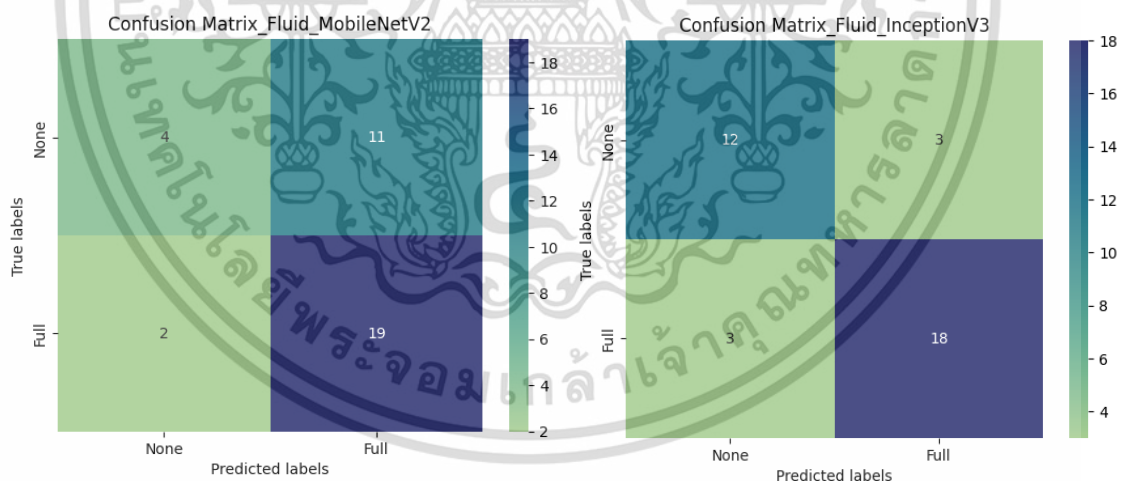


ภาพที่ 4.17 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8-4.9 จะสรุปว่าจากข้อมูล Validation Dataset โมเดล MobileNetV2 และ InceptionV3 เป็นโมเดลที่ดีที่สุดจากการทำนายปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางจากทั้ง 3 โมเดล ซึ่งมีผลลัพธ์ของค่า Accuracy เท่ากับ 0.90 ทั้งสองโมเดล และค่า Loss โมเดล MobileNetV2 เท่ากับ 0.8873 และโมเดล InceptionV3 เท่ากับ 0.9841 ต่างกันเพียง 0.0968 แต่เมื่อตรวจสอบผลลัพธ์ในแต่ละคุณลักษณะการมีของเหลวในหูชั้นกลาง จะพบว่าคุณลักษณะไม่มีน้ำในหูชั้นกลาง (None) ของโมเดล MobileNetV2 และ InceptionV3 จะมีค่า Recall 0.90 และ 1.00 ตามลำดับ และค่า Precision เท่ากับ 0.8571 และ 0.80 ตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะการมีน้ำในหูชั้นกลางจะมีค่า Recall 0.90 และ 0.8333 ตามลำดับ และ ค่า Precision จะเท่ากับ 0.9310 และ 1.00 ตามลำดับ

จากผลลัพธ์จะสังเกตว่าโมเดล MobileNetV2 จะมีสมมูลของความแม่นยำของคำตอบที่เป็นไปได้คือ คุณลักษณะไม่มีของเหลวในหูและคุณลักษณะมีของเหลวในหู ที่ดีกว่า ส่วนโมเดล InceptionV3 จะมีการทำนายคุณลักษณะที่ไม่มีของเหลวในหูแม่นยำกว่าเล็กน้อย แต่จะทำนายคุณลักษณะมีของเหลวในหูได้แม่นยำน้อยกว่า แต่ความแม่นยำของการทำนายทั้งหมดของทั้ง 2 โมเดลค่า Recall ค่อนข้างสูง 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปทั้งหมด จึงลองนำโมเดลทั้งสองโมเดลไปทดลองกับข้อมูล Test Dataset เพื่อสรุปผลการเลือกโมเดลที่ดีที่สุดอีกครั้ง



ภาพที่ 4.18 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 (ซ้าย) และโมเดล InceptionV3 (ขวา) สำหรับการทำนายลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูลกับข้อมูล Test Dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (1_none) :	0.6667	0.2667	0.3810	15
Class 1 (4_full) :	0.6333	0.9048	0.7451	21
accuracy			0.6389	36
macro avg	0.6500	0.5857	0.5630	36
weighted avg	0.6472	0.6389	0.5934	36

ภาพที่ 4.19 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Test Dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (1_none) :	0.8000	0.8000	0.8000	15
Class 1 (4_full) :	0.8571	0.8571	0.8571	21
accuracy			0.8333	36
macro avg	0.8286	0.8286	0.8286	36
weighted avg	0.8333	0.8333	0.8333	36

ภาพที่ 4.20 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล InceptionV3 ของการทำนายคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางกับข้อมูล Test Dataset

จากผลลัพธ์การทำนายคุณลักษณะของปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง จากข้อมูล Test Dataset พบว่าค่า Accuracy ที่ได้ของทั้งสองโมเดลจะมีผลลัพธ์ที่ต่างกันมาก ซึ่งค่า Accuracy ของโมเดล MobileNetV2 เท่ากับ 0.6389 และสำหรับโมเดล InceptionV3 มีค่าเท่ากับ 0.8333

ซึ่งเมื่อสังเกตเข้าไปในคำตอบที่เป็นไปได้สองคุณลักษณะของการทำนายปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางที่เป็นไปได้ คือคุณลักษณะไม่มีของเหลวในหูชั้นกลางและคุณลักษณะมีของเหลวในหูชั้นกลาง โดยคุณลักษณะมีของเหลวในหูชั้นกลางจากการทดสอบกับข้อมูล Validation Dataset ผลลัพธ์ของโมเดล MobileNetV2 จะมีค่า Recall ต่ำกว่าเพียง 0.0667 เมื่อเทียบกับโมเดล InceptionV3 และเมื่อนำโมเดลมาทดสอบกับ Test Dataset ก็ยังพบว่าโมเดล MobileNetV2 มีค่า Recall ต่ำกว่าโมเดล InceptionV3 ไม่มากเหมือนเดิม โดยมีค่าอยู่ที่ 0.9048 และ 0.8571 ต่างกันเพียง 0.0477 ซึ่งผลของชุดข้อมูลทั้งสองชุดสอดคล้องกัน แต่เมื่อตรวจสอบผลลัพธ์ของคุณลักษณะที่ไม่มีของเหลวในหู

จากการทดสอบกับข้อมูล Validation Dataset โมเดล InceptionV3 มีค่า Recall ต่างกันเพียง 0.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เมื่อทดสอบกับข้อมูล Test Dataset กลับพบว่า ค่า Recall ของโมเดล InceptionV3 เท่ากับ 0.80 และของโมเดล MobileNetV2 เท่ากับ 0.2667 จะเห็นว่าค่า Recall มีผลลัพธ์ที่แตกต่างกันสูงถึง 0.53

จะข้อมูลข้างต้นผลสรุปการเลือกโมเดลที่ดีที่สุดสำหรับโมเดลการทำนายลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง โมเดลที่ดีที่สุดก็คือโมเดล InceptionV3 ซึ่งมีช่วง Recall ตามที่กล่าวข้างต้น และมีค่า Precision ของคุณลักษณะไม่มีน้ำในหูและมีน้ำในหูอยู่ที่ 0.8 และ 0.8571 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าทั้งค่า Recall และ Precision สูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด

4.4 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง

จากการสร้างโมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง โดยดำเนินการเก็บข้อมูล 2 ภาพต่อหูของคนไข้ 1 คน ซึ่งจะเป็นภาพแบบมุมกว้าง 1 ภาพ และอีกภาพจะเป็นภาพที่ขยายส่วนให้เห็นแก้วหูและขอบแก้วหูอย่างชัดเจน



ภาพที่ 4.21 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง

จำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง ที่มีสามคำตอบที่เป็นไปได้คือคุณลักษณะหูที่ไม่มีการหดตัว (None) คุณลักษณะหูที่มีการหดตัว (Moderate) และคุณลักษณะหูบวม (Bulging)

การทดสอบ Hidden Layer เนื่องจากการทดสอบ Hidden Layer ที่วัดผลโดยค่า Accuracy แต่เมื่อมาตรวจสอบผลลัพธ์แบบรายคุณลักษณะกลับพบว่าถึงแม้ค่า Accuracy จะสูง แต่การวัดผลคุณลักษณะที่แม่นยำส่วนใหญ่มากับเป็นคุณลักษณะแบบไม่มีการหดตัว และคุณลักษณะแบบมีการหดตัว ส่วนคุณลักษณะแบบแก้วหูบวม กลับไม่มีความแม่นยำในการทำนายซึ่งมักจะมีค่า Recall ต่ำเลยดำเนินการลดขั้นตอนออกไป และวัดผลแบบนำค่า Recall ของทั้งสามคุณลักษณะมาช่วยในการตัดสินใจแทน และจะใช้ทั้ง 3 โมเดลคือ MobileNetV2 InceptionV3 และ ResNet50 ใน

การทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ข้อจำกัดของเวลาการรันของ GPU ในโปรแกรม Google Colab ทำให้ทางผู้จัดทำตัดสินใจว่า หากโมเดลไหนมีผลลัพธ์ของ Recall ของทั้งสามคุณลักษณะ ที่เกิน 0.80 แล้วจะไม่ทำการทดสอบเพิ่มเติม เนื่องจากต้องการที่จะประหยัดระยะเวลาการรัน

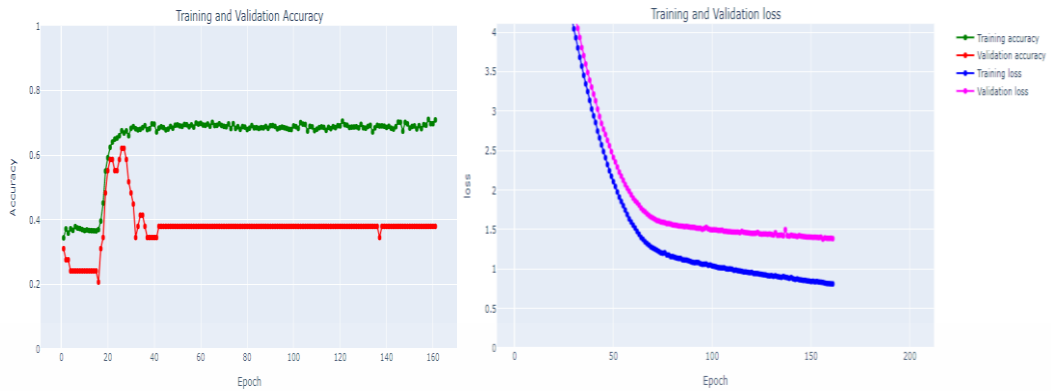
ตารางที่ 4.10 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 การทำนายคุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหุ้มชั้นกลางกับข้อมูล ValidationDataset

Retraction Model					
Model	Hidden layer	ValidationSet			
		Loss	Accuracy	Epoch	Support
MobileNetV2	64,128,256,512,1024	4.7699	0.6206	161	29
InceptionV3	64,128,256,512,1024	2.7857	0.8620	187	29
ResNet50	64,128,256,512,1024	2.2342	0.8275	190	29

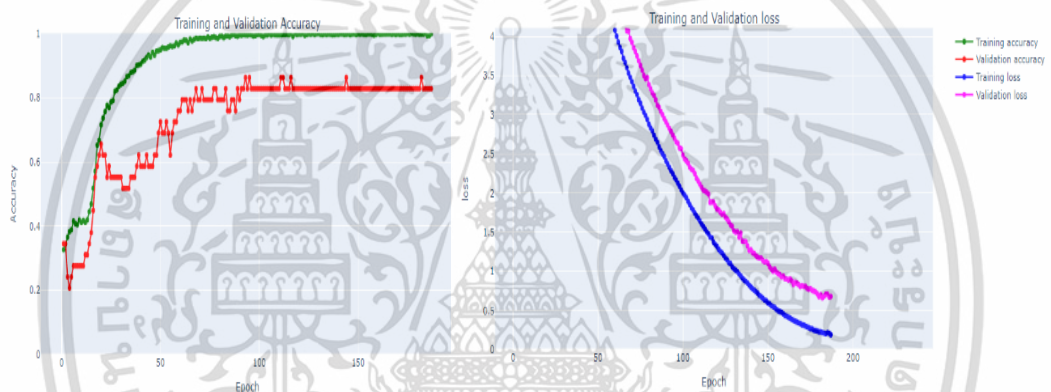
ตารางที่ 4.11 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหุ้มชั้นกลางกับข้อมูล Validation Dataset

Retraction Model										
Model	Hidden layer	ValidationSet								
		None			Moderate			Bulging		
		Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support
MobileNetV2	64,128,256,512,1024	0.6875	0.7333	15	0.4444	0.5714	7	1.0000	0.5714	7
InceptionV3	64,128,256,512,1024	0.7895	1.0000	15	1.0000	1.0000	7	1.0000	0.4286	7
ResNet50	64,128,256,512,1024	0.9231	0.8000	15	0.6667	0.8571	7	0.8571	0.8571	7

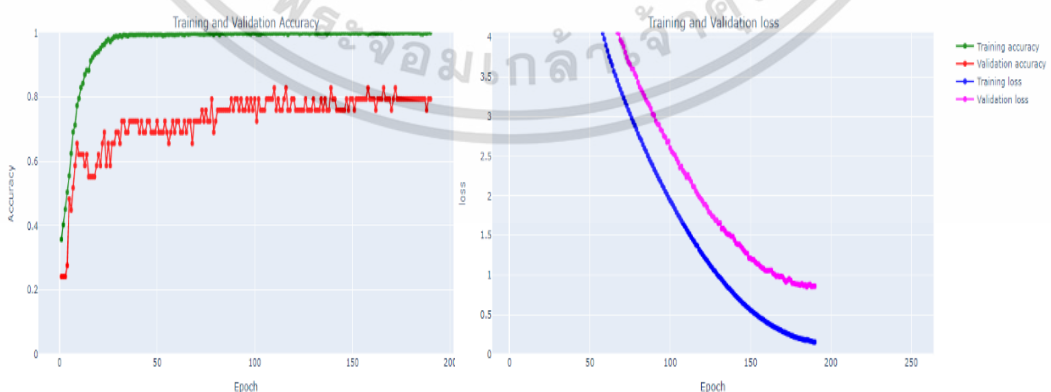
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเยื่อหูชั้นกลาง



ภาพที่ 4.23 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเยื่อหูชั้นกลาง

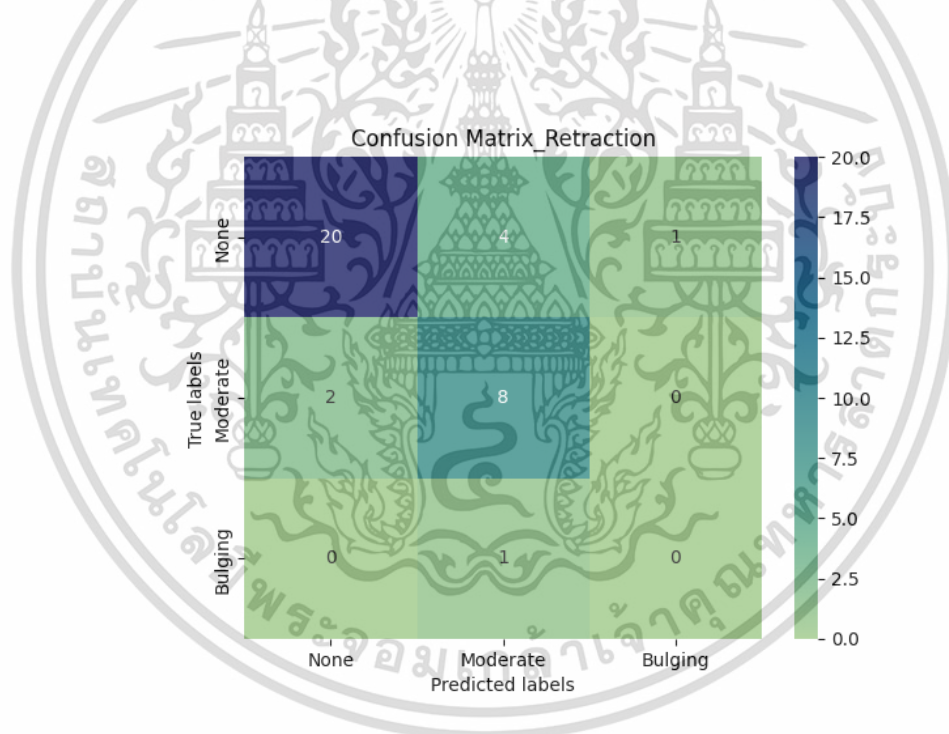


ภาพที่ 4.24 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการหัตถ์ของเยื่อหูชั้นกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.10-4.11 โมเดล InceptionV3 มีค่า Accuracy รวมสูงที่สุด 0.8620 แต่เมื่อสังเกตผลลัพธ์แบบรายคุณลักษณะของคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งสาม จะพบว่าโมเดล InceptionV3 จะทำนายคุณลักษณะแบบไม่มีการหดตัว และคุณลักษณะแบบมีการหดตัว ได้ค่อนข้างแม่นยำมีค่า Recall เท่ากับ 1.00 ทั้งคู่ แต่เมื่อสังเกตที่คุณลักษณะแบบแก้วหูบวม กลับพบว่าความแม่นยำในการทำนาย ค่า Recall อยู่เพียงแค่ 0.4286 เท่านั้น จากนั้นเลยสังเกตที่โมเดลที่มีค่า Accuracy อันดับสอง คือ ResNet50 ที่มีค่า Accuracy เท่ากับ 0.8275 กลับพบว่าความสมดุลความแม่นยำของทั้งสามคุณลักษณะคำตอบที่เป็นไปได้ มีค่า Recall มากกว่า 0.80 ทั้งสามคุณลักษณะ ทำให้ผู้จัดทำตัดสินใจเลือกโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายการจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง

จากที่กล่าวข้างต้นทำให้ได้ผลสรุปว่าการเลือกโมเดล ResNet50 เป็นโมเดลที่ดีที่สุดสำหรับการทำนายคุณลักษณะความโปร่งใสของหูชั้นกลาง ซึ่งจากนั้นจะนำข้อมูล Test Dataset ทดสอบกับโมเดล ResNet50 เพื่อวัดผลลัพธ์ของโมเดลอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในการทำนาย

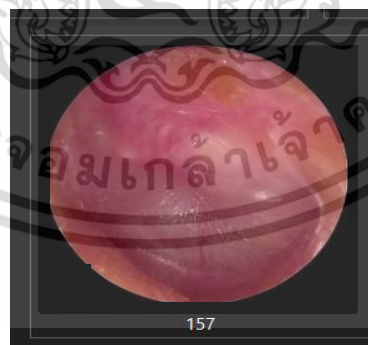


ภาพที่ 4.25 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายคุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลางกับข้อมูลกับข้อมูล Test Dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (1_none) :	0.9091	0.8000	0.8511	25
Class 1 (3_moderate) :	0.6154	0.8000	0.6957	10
Class 2 (6_bulging) :	0.0000	0.0000	0.0000	1
accuracy			0.7778	36
macro avg	0.5082	0.5333	0.5156	36
weighted avg	0.8023	0.7778	0.7843	36

ภาพที่ 4.26 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหุ้มชั้นกลาง กับข้อมูล Test Dataset

จากผลลัพธ์การทำนายคุณลักษณะของสีจากข้อมูล Test Dataset พบว่าค่า Accuracy จะได้ 0.7778 ซึ่งลดลงจากการทดสอบกับชุดข้อมูล Validation Dataset ที่มีผลลัพธ์คือ 0.8275 ซึ่งผลลัพธ์ต่างกันไม่มาก ค่า Recall ของคุณลักษณะที่ไม่มีอาการหดตัว (None) คุณลักษณะที่มีการหดตัว (Moderate) และคุณลักษณะที่มีแก้วหูบวม (Bulging) จะเท่ากับ 0.80 0.80 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งคุณลักษณะแบบแก้วหูบวม นั้นมีภาพสำหรับเข้าโมเดลทำนายเพียงแค่ภาพเดียว เนื่องจากจำนวนรูปภาพมีไม่มากเพียงพอ และภาพนั้นทำนายผิดเลยทำให้ผลลัพธ์ค่า Recall เท่ากับ 0 แต่สามารถใช้ข้อมูลการทำนายจาก Validation Dataset ควบคุมกันไปได้ซึ่งคุณลักษณะแบบแก้วหูบวม นั้นมีค่า Recall เท่ากับ 0.8571



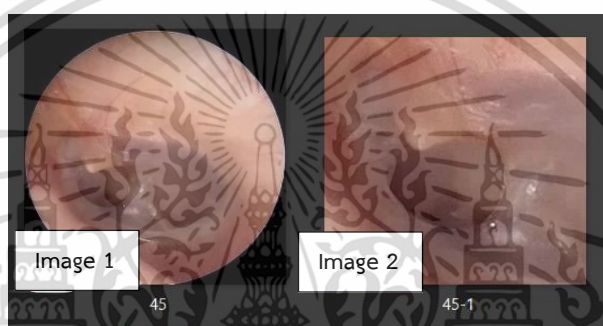
ภาพที่ 4.27 แผนภาพแสดงภาพลักษณะแก้วหูบวม ที่โมเดลจำแนกคุณลักษณะการหดตัว ทำนายผลลัพธ์ผิดพลาด

จากภาพ 4.27 เมื่อตรวจสอบภาพคุณลักษณะแบบการปวดตัวที่ทำนายผิด พบว่าภาพที่นำเข้าไปให้โมเดลทำนายมีลักษณะการปวดตัวที่ไม่ได้ชัดเจนมาก ซึ่งอนาคตถ้าอยากให้โมเดลทำนายภาพเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะนี้ถูกต้องก็อาจจะต้องหาภาพลักษณะนี้ นำเข้าสู่ชุดข้อมูลฝึกฝน (Train dataset) เพื่อให้โมเดลได้เรียนรู้ภาพลักษณะนี้ว่าเป็นลักษณะแก้วหู

4.5 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกการทะลุของแก้วหู

จากการสร้างโมเดลจำแนกการทะลุของหู โดยดำเนินการเก็บข้อมูล 2 ภาพต่อหูของคนไข้ 1 คน ซึ่งจะเป็นภาพแบบมุมกว้าง 1 ภาพ และภาพที่ขยายให้เห็นแก้วหูเท่านั้น แต่หากเป็นรูปที่หูทะลุ จะขยายจากเดิมที่เก็บภาพบริเวณแค่แก้วหู จะดำเนินการขยายเข้าไปบริเวณรูหูที่มีการทะลุ



ภาพที่ 4.28 แผนภาพแสดงข้อมูลนำเข้าของโมเดลจำแนกการทะลุของแก้วหู

เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องเวลา Runtime ของ GPU ที่มีอย่างจำกัด ทำให้การทดสอบจำนวน Hidden Layer ที่เหมาะสมที่สุด หากพบว่าการทดสอบมีค่า Accuracy มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์แล้วก็จะไม่ทำการทดสอบเพิ่มเติม เพื่อประหยัดการ Runtime

โมเดลจำแนกการทะลุของหูที่มีสองคำตอบที่เป็นไปได้คือคุณลักษณะหูไม่ทะลุ และคุณลักษณะหูทะลุ ข้อมูลสำหรับ Validation Dataset ข้อมูลของข้อมูลหูทะลุมีจำนวนไม่มากสำหรับการทดสอบมีเพียง 9 ภาพและนำ 9 ภาพมาขยายภาพให้เห็นเฉพาะแก้วหูเพื่อให้เห็นการทะลุชัดเจนขึ้น ซึ่งรวมกันเป็น 18 ภาพ ส่วนข้อมูลของหูไม่ทะลุมี 35 ภาพ ซึ่งเป็นจำนวนที่ต่างกันมาก การทำที่จะเลือก Hidden Layer ที่ดีที่สุดจึงเน้นไปที่ความแม่นยำของคุณลักษณะของการทะลุมากกว่า ซึ่งจะมองผลลัพธ์ของตัว Recall ของคุณลักษณะของหูทะลุเป็นหลัก เพราะว่าโมเดลนี้ต้องการเน้นที่การทำนายการทะลุของหูชั้นกลางเป็นหลัก และหากมองเพียงค่า Accuracy โมเดลอาจจะให้น้ำหนักในการทำนายกับคุณลักษณะของหูไม่ทะลุมากกว่า

และเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องเวลา Runtime ของ GPU ที่มีอย่างจำกัด ทำให้การทดสอบจำนวน Hidden Layer ที่เหมาะสมที่สุด หากพบว่าการทดสอบมีค่า Accuracy มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85 เปอร์เซนต์แล้วก็จะไม่ทำการทดสอบเพิ่มเติม เพื่อประหยัดการ Runtime และจากข้อจำกัดนี้ การทดสอบจำนวน Hidden Layer ที่ดีที่สุด จะกำหนดว่าหากค่า Recall ที่มากกว่า 85 เปอร์เซนต์ ของการทำนายคุณลักษณะของหุทะเล จะเพียงพอต่อการทดสอบ แทนค่า Accuracy และจะทดสอบพร้อมกันทั้ง 3 โมเดลซึ่งต่างกับการทำนายที่ผ่านมาในหัวข้อ 4.1-4.4 ที่จะเลือกแค่โมเดล MobileNetV2 มาทดสอบค่า Hidden Layer ที่เหมาะสมที่สุด

โดยทดสอบตั้งแต่กำหนด Layer จำนวนน้อยจนถึงจำนวน Layer จำนวนมากขึ้น และจะมีการใช้ Early Stopping ทุกรอบเพื่อป้องกันไม่ให้โมเดลเกิดการ Overfitting และมีการกำหนด Dropout ที่ 0.3 และ L1 = 0.001

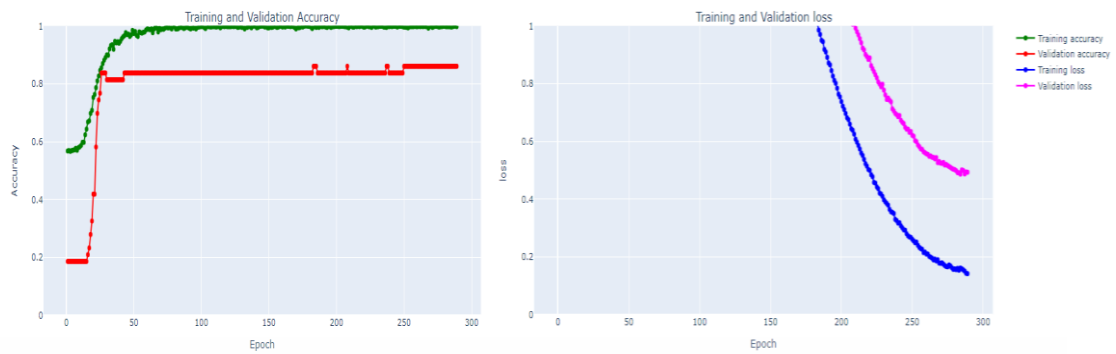
ตารางที่ 4.12 ตารางผลลัพธ์ Precision Recall ของการทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการ จำแนกการทะเลของหุกับข้อมูล Validation Dataset

Perforation Model							
Model	Hidden layer	ValidationSet					
		No			Yes		
		Precision	Recall	Support	Precision	Recall	Support
MobileNetV2	16,512,1024	0.7000	1.0000	35	1.0000	0.1667	18
InceptionV3	16,512,1024	0.7447	1.0000	35	1.0000	0.3333	18
ResNet50	16,512,1024	0.9375	0.8571	35	0.7619	0.8889	18

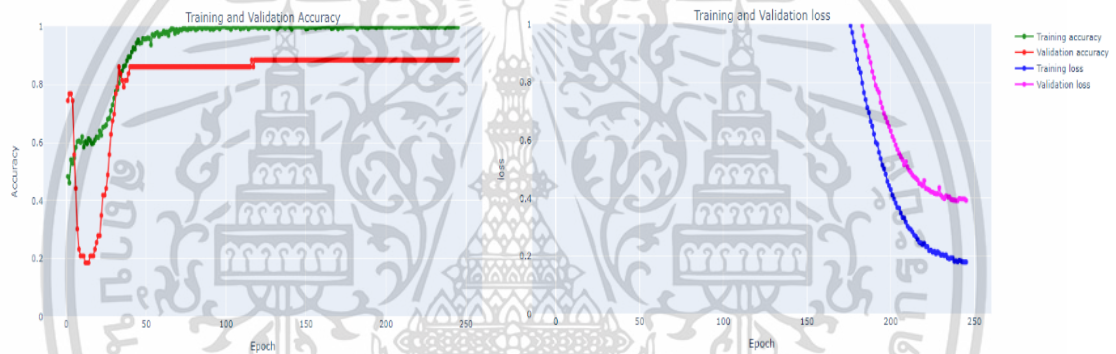
ตารางที่ 4.13 ตารางผลลัพธ์การทดสอบโมเดล MobileNetV2 InceptionV3 ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหุ กับข้อมูล Validation Dataset

Perforation Model					
Model	Hidden layer	ValidationSet			
		Loss	Accuracy	Epoch	Support
MobileNetV2	16,512,1024	1.6779	0.7169	289	41
InceptionV3	16,512,1024	4.7631	0.7735	245	41
ResNet50	16,512,1024	9.0057	0.8679	233	41

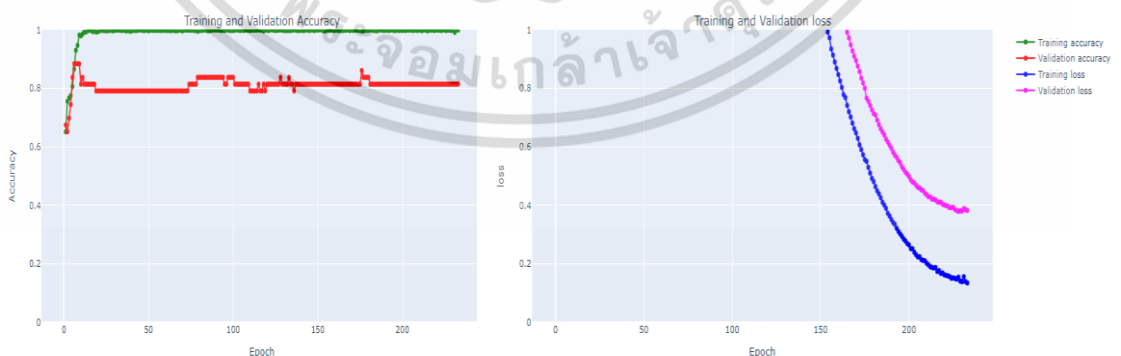
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล MobileNetV2 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหูก



ภาพที่ 4.30 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล InceptionV3 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหูก



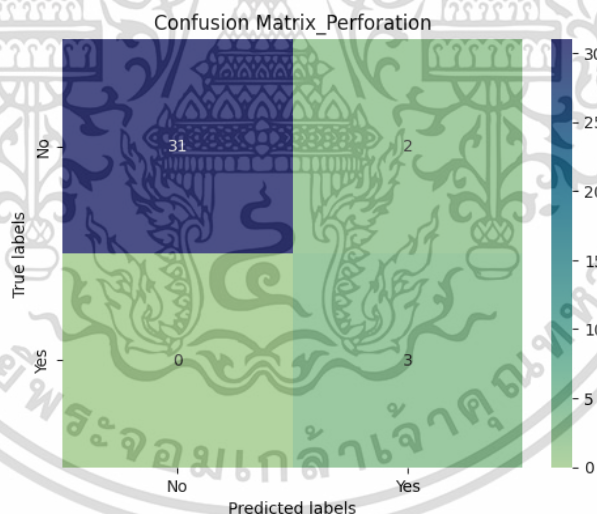
ภาพที่ 4.31 แผนภาพแสดงกราฟผลการทดสอบโมเดล ResNet50 ระหว่างค่า Accuracy และ loss ต่อ Epoch ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะเลของหูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12-4.13 พบว่าการทดลอง Hidden Layer ที่ 1024,512,16 เพียงรอบแรก ผลลัพธ์ที่ได้จากโมเดล ResNet50 นั้นมีค่า Recall ของคุณลักษณะของแก้วหูทะลุ (Yes) เท่ากับ 0.8889 และเมื่อสังเกตค่า Recall ของคุณลักษณะของแก้วหูไม่ทะลุ (No) เท่ากับ 0.8571 ซึ่งถือว่าเกิน 85 เปอร์เซ็นต์ทั้งสองคุณลักษณะที่ทำนาย จึงเพียงพอต่อการทดสอบ Hidden Layer เพียงรอบเดียว

โดยโมเดลที่ดีที่สุดในการทดสอบ Validation Dataset คือ ResNet50 ซึ่งมีค่า Recall ที่สูงสมดุกันทั้งสองคุณลักษณะแก้วหูทะลุ และแก้วหูไม่ทะลุ ส่วน MobileNetV2 และ InceptionV3 จะมีผลลัพธ์การทำนายโมเดลที่แม่นยำเพียงแค่ด้านเดียวคือคุณลักษณะแก้วหูไม่ทะลุ ซึ่งมีค่า Recall เท่ากับ 1 ทั้งคู่ แต่เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะแก้วหูทะลุกลับมีค่า Recall เพียงแค่ 0.1667 และ 0.3333 ตามลำดับ

จากที่กล่าวข้างต้นทำให้ได้ผลสรุปว่าการเลือกโมเดล ResNet50 เป็นโมเดลที่ดีที่สุดสำหรับโมเดลจำแนกการทะลุของแก้วหูชั้นกลาง ซึ่งจากนั้นจะนำข้อมูล Test Dataset ทดสอบกับโมเดล ResNet50 เพื่อวัดผลลัพธ์ของโมเดลอีกครั้งเพื่อความมั่นใจในการทำนาย



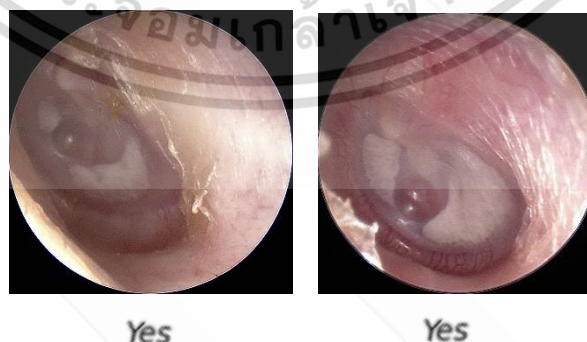
ภาพที่ 4.32 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของการทดสอบโมเดล ResNet50 สำหรับการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะลุของหูกับข้อมูล Test Dataset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (1_No) :	1.0000	0.9394	0.9688	33
Class 1 (2_Yes) :	0.6000	1.0000	0.7500	3
accuracy			0.9444	36
macro avg	0.8000	0.9697	0.8594	36
weighted avg	0.9667	0.9444	0.9505	36

ภาพที่ 4.33 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของการทดสอบโมเดล ResNet50 ของการทำนายคุณลักษณะการจำแนกการทะลุของหูกับข้อมูล Test Dataset

จากผลลัพธ์การทำนายคุณลักษณะของสีจากข้อมูล Test Dataset พบว่าค่า Accuracy จะได้ 0.9444 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการทดสอบกับชุดข้อมูล Validation Dataset ที่มีผลลัพธ์คือ 0.8679 ซึ่งเป็นเพราะชุดข้อมูล Validation Dataset มีภาพของคุณลักษณะแก้วหูทะลุจำนวน 18 ภาพ มากกว่า Test Dataset ในขณะที่ Test Dataset มีเพียง 3 ภาพ ทำให้ความแม่นยำของโมเดลจะให้น้ำหนักกับการทำนายคุณลักษณะของแก้วหูไม่ทะลุมากกว่า แต่เมื่อตรวจสอบค่า Recall ของคุณลักษณะแก้วหูทะลุและคุณลักษณะแก้วหูไม่ทะลุ เท่ากับ 1.0 และ 0.9394 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าแม่นยำมาก และเมื่อสังเกตค่า Precision เท่ากับ 0.60 และ 1.0 แสดงว่าโมเดลจะมีการทำนายว่าทะลุมากกว่าค่าจริงที่เป็นทะลุ ซึ่งเมื่อสังเกตจาก ภาพที่ 4.32 ตาราง Confusion Matrix จากภาพที่แก้วหูทะลุจริง 3 ภาพโมเดลมีการทำนายว่าเป็นแก้วหูทะลุ 5 ภาพ ซึ่งทำนายถูก 3 ภาพ ส่วนอีก 2 ภาพนั้นบอกว่าเป็นแก้วหูทะลุ แต่จริงแก้วหูกลับไม่ทะลุ ซึ่งอาจจะมีการแจ้งเตือนว่าแก้วหูทะลุมากเกินไป



ภาพที่ 4.34 แผนภาพแสดงผลรูปภาพจากข้อมูล Test Dataset ที่โมเดล ResNet50ทำนายผลลัพธ์ การทะลุของหูผิดปกติ (โดยข้อมูลคำตอบจริงจะอยู่ด้านล่าง และข้อมูลผลลัพธ์ จากโมเดลจะอยู่ด้านบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.34 จะพบว่าหากภาพมีการโปร่งพองของแก้วหูโมเดลก็จะทำนายว่าเป็นแก้วหูทะลุซึ่งถ้าจะพัฒนาผลลัพธ์ให้ดีกว่านี้อาจจะต้องเพิ่มข้อมูล หรือทำ Object Detection โดยกำหนดพื้นที่ Label ให้โมเดลเลย ซึ่งอาจจะทำให้โมเดลสามารถแยกการโปร่งพองจากการทะลุได้ดียิ่งขึ้น

ซึ่งสรุปจากผลลัพธ์ข้างต้นโมเดลที่ดีที่สุดที่จะช่วยในการทำนายโมเดลการจำแนกการทะลุของแก้วหูก็คือ ResNet50

4.6 ผลลัพธ์โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ

การทำนายการจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ ซึ่งในการวินิจฉัยจะจำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ หูปกติ (Not Disease), โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขัง (OME) โรคหูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลัน (AOM) และสุดท้ายเป็นโรคหูชั้นกลางแก้วหูทะลุ (Perforation) ซึ่งสังเกตจะคุณลักษณะ 5 ประเภทคือ คุณลักษณะสีของเหลวในหูชั้นกลาง คุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง คุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง คุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง และ คุณลักษณะการทะลุของเยื่อหูชั้นกลาง

ซึ่งโมเดลที่จะนำมาทดลองสำหรับการจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ จะนำโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) มาช่วยในการเรียนรู้ข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำมาให้โมเดลเรียนรู้จะเป็นข้อมูลแบบ Structure Data ในรูปแบบตาราง ซึ่งจำนวนข้อมูลที่เรียนรู้จะมีจำนวน 155 ข้อมูล

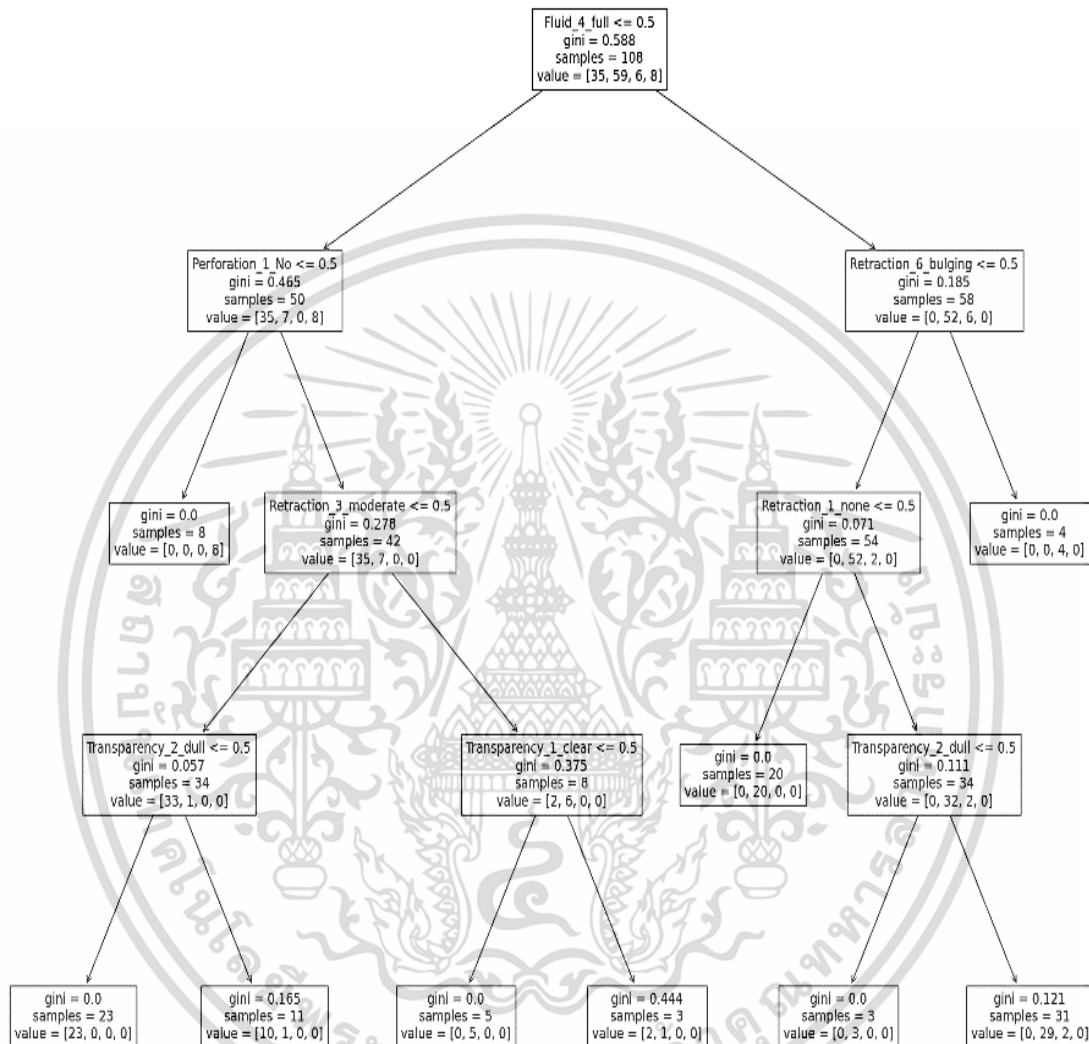
	Color	Transparency	Fluid	Retraction	Perforation	Diagnosis
0	1_Normal (gray transparent)	4_typanosclerosis	4_full	3_moderate	1_No	2_OME
1	2_White (dull)	2_dull	1_none	2_mild	1_No	1_Not Disease
2	2_White (dull)	2_dull	1_none	2_mild	1_No	1_Not Disease
3	3_Amber	2_dull	3_level 4_severe (atelectasis)	1_No	2_OME	
4	5_Pearly white (typanosclerosis)	1_clear	1_none	3_moderate	1_No	1_Not Disease
...
150	5_Pearly white (typanosclerosis)	4_typanosclerosis	1_none	2_mild	1_No	1_Not Disease
151	2_White (dull)	2_dull	4_full	2_mild	1_No	2_OME
152	2_White (dull)	2_dull	2_bubble	2_mild	1_No	2_OME
153	1_Normal (gray transparent)	1_clear	2_bubble	1_none	1_No	2_OME
154	3_Amber	2_dull	3_level	1_none	1_No	2_OME

ภาพที่ 4.35 แผนภาพชุดข้อมูลของโมเดลการจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ

จากนั้นจะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นสองชุด คือ ข้อมูลชุดฝึกฝนโมเดล และข้อมูลชุดทดสอบโมเดล ซึ่งข้อมูลชุดฝึกฝน (Train dataset) จะถูกแบ่งออกมา 70 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลรวม และข้อมูลชุดทดสอบ (Validation dataset) จะเป็น 30 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือ หลังจากนั้นจะนำข้อมูลชุดฝึกฝนเข้า

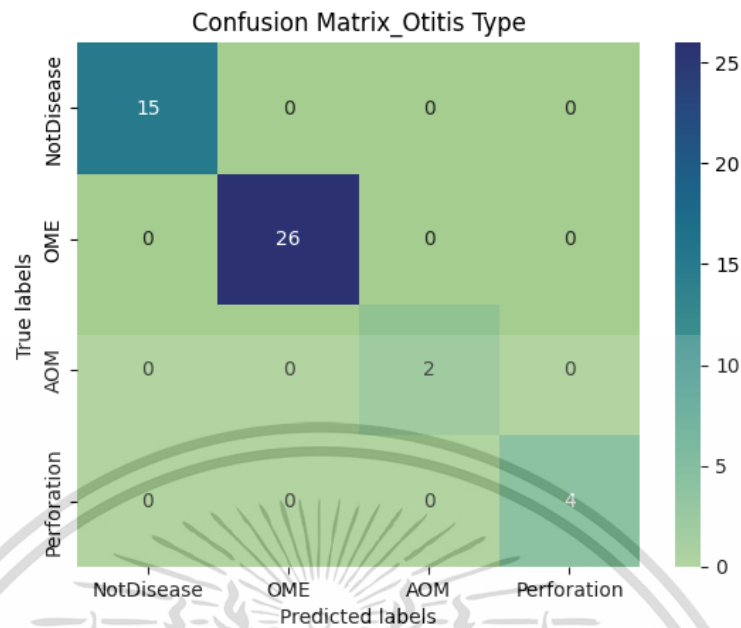
สู่โมเดล Decision Tree เพื่อให้โมเดลเรียนรู้ข้อมูลที่นำเข้าไป ซึ่งโมเดล Decision Tree ที่นำมาใช้จะไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการ Rule Based คือนำข้อมูลที่มีการตัดสินใจไว้ล่วงหน้าแล้วให้โมเดลเรียนรู้ เมื่อโมเดลได้รับข้อมูลใหม่มาโมเดลก็จะไปหา Pattern ที่โมเดลเคยเจอมาก่อนว่า ถ้า Pattern ของข้อมูลเป็นแบบนี้ คำตอบเป็นอย่างไร และคุณลักษณะไหนที่โมเดลควรจะให้มีความสำคัญก่อน



ภาพที่ 4.36 แผนภาพแสดงผังการจำแนกคุณลักษณะแต่ละตัวของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูดขึ้นกลางอกเสบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.37 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Validation Dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (NotDisease)	1.0000	1.0000	1.0000	15
Class 1 (OME)	1.0000	1.0000	1.0000	26
Class 2 (AOM)	1.0000	1.0000	1.0000	2
Class 3 (Perforation)	1.0000	1.0000	1.0000	4
accuracy			1.0000	47
macro avg	1.0000	1.0000	1.0000	47
weighted avg	1.0000	1.0000	1.0000	47

ภาพที่ 4.38 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Validation Dataset

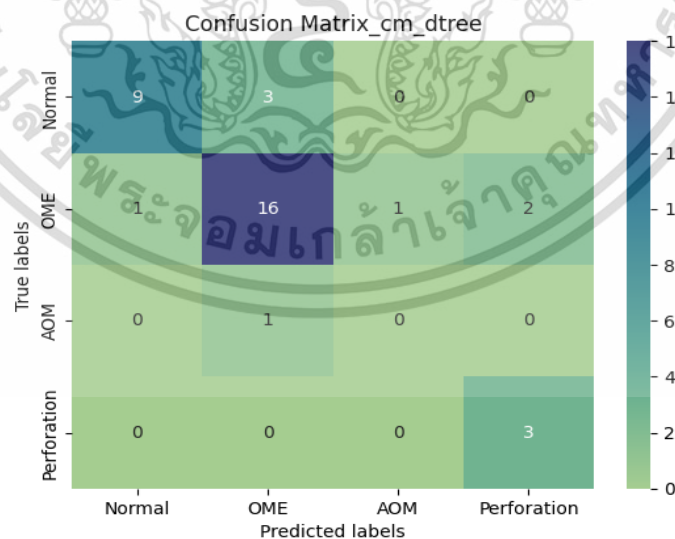
จากนั้นได้นำข้อมูล Test Dataset ที่ได้จากการทำนายโมเดลในหัวข้อที่ 4.1-4.5 นำผลลัพธ์มารวมกันให้เป็นข้อมูล Structure Data ในรูปแบบของตาราง (Data frame) ดังรูปที่ 4.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Color	Transparency	Fluid	Retraction	Perforation
0	2_White (dull)	2_dull	4_full	1_none	1_No
1	3_Amber	1_clear	4_full	6_bulging	1_No
2	2_White (dull)	2_dull	4_full	1_none	1_No
3	6_Milky	2_dull	4_full	3_moderate	1_No
4	6_Milky	2_dull	4_full	1_none	1_No
5	2_White (dull)	2_dull	4_full	1_none	1_No
6	3_Amber	2_dull	4_full	3_moderate	1_No
7	3_Amber	2_dull	4_full	1_none	1_No
8	5_Pearly white (tympansclerosis)	4_tympansclerosis	1_none	3_moderate	2_Yes
9	5_Pearly white (tympansclerosis)	4_tympansclerosis	4_full	1_none	2_Yes
10	2_White (dull)	2_dull	4_full	3_moderate	1_No
11	8_red	2_dull	4_full	3_moderate	1_No
12	3_Amber	2_dull	4_full	3_moderate	1_No
13	5_Pearly white (tympansclerosis)	2_dull	4_full	3_moderate	2_Yes
14	3_Amber	2_dull	1_none	1_none	1_No
15	3_Amber	2_dull	4_full	1_none	1_No

ภาพที่ 4.39 แผนภาพแสดงตารางการรวมผลลัพธ์ระหว่างโมเดลทำนายคุณลักษณะทั้ง 5 โมเดลในหัวข้อที่ 4.1-4.5

หลังจากได้ตารางที่รวมผลลัพธ์ของโมเดลทำนายในหัวข้อที่ 4.1-4.5 แล้ว จะนำข้อมูลนี้เข้าสู่โมเดล Decision Tree ที่ได้รับการฝึกฝนแล้ว แล้ววัดผลของข้อมูล Test dataset



ภาพที่ 4.40 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Test Dataset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (Normal) :	0.9000	0.7500	0.8182	12
Class 1 (OME) :	0.8000	0.8000	0.8000	20
Class 2 (AOM) :	0.0000	0.0000	0.0000	1
Class 3 (Perforation) :	0.6000	1.0000	0.7500	3
accuracy			0.7778	36
macro avg	0.5750	0.6375	0.5920	36
weighted avg	0.7944	0.7778	0.7797	36

ภาพที่ 4.41 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของของโมเดล Decision Tree ใน การทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ จากชุดข้อมูล Test Dataset

ซึ่งจากภาพที่ 4.41 ผลลัพธ์ของการทำนายข้อมูล Test Dataset มีค่า Accuracy เท่ากับ 0.7778 จากภาพนำเข้าทั้งหมด 36 ภาพ และข้อมูล Recall ของคุณลักษณะหูปกติ คุณลักษณะหูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขัง คุณลักษณะหูอักเสบแบบเฉียบพลัน และคุณลักษณะหูทะลุ เท่ากับ 0.75 0.80 0.00 และ 1.00 ตามลำดับ

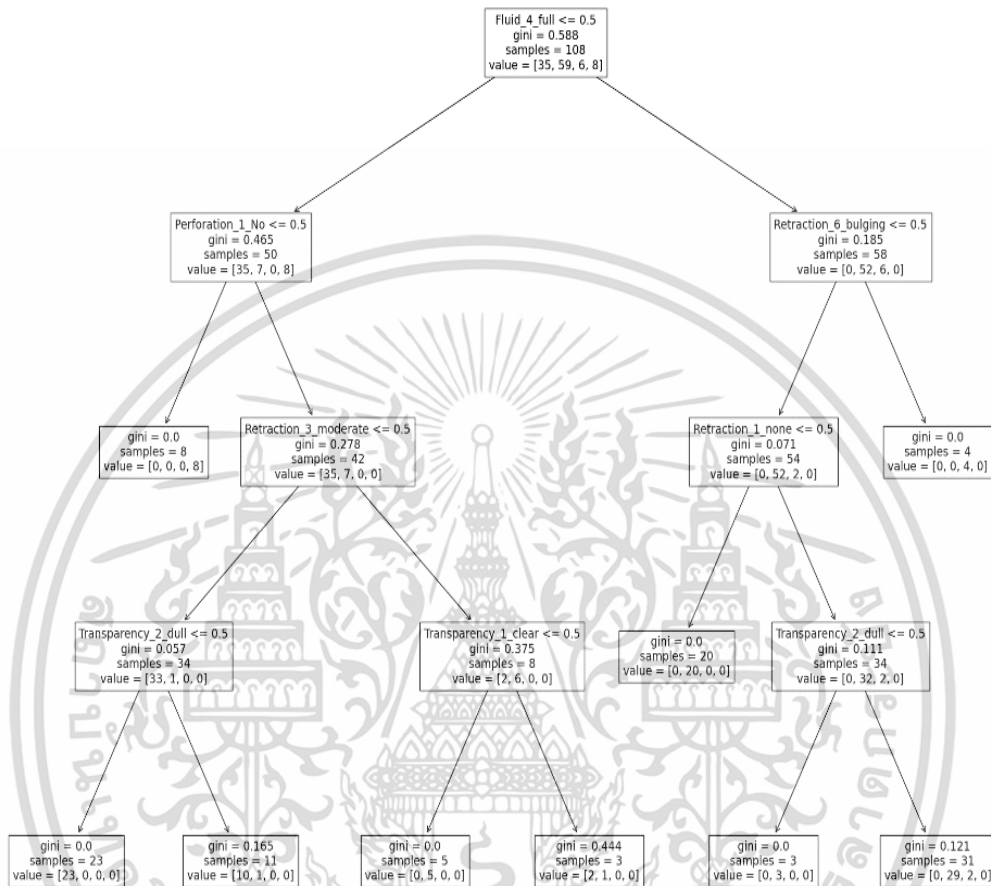
จากภาพที่ 4.42 นั้นเมื่อตรวจสอบข้อมูล Features Importance พบว่าคุณลักษณะของสีของเหลวในนั้น ไม่มีผลต่อโมเดลเลย ทำให้เมื่อนำข้อมูลลักษณะของสีอาจจะทำให้โมเดล มีโอกาสทำนายผลผิดพลาดมากขึ้น

	importance	stddev	p_value	n	p99_high	p99_low
Perforation_1_No	0.058065	0.014426	0.000422	5	0.087768	0.028361
Fluid_4_full	0.045161	0.017668	0.002318	5	0.081541	0.008782
Fluid_1_none	0.045161	0.017668	0.002318	5	0.081541	0.008782
Retraction_6_bulging	0.038710	0.014426	0.001941	5	0.068414	0.009006
Retraction_1_none	0.006452	0.014426	0.186950	5	0.036155	-0.023252
Color_1_Normal (gray transparent)	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Transparency_4_tympanosclerosis	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Retraction_3_moderate	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Transparency_2_dull	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Color_2_White (dull)	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Transparency_1_clear	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Color_8_red	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Color_6_Milky	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Color_5_Pearly white (tympanosclerosis)	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Color_4_Blue	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Color_3_Amber	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000
Perforation_2_Yes	0.000000	0.000000	0.500000	5	0.000000	0.000000

ภาพที่ 4.42 แผนภาพแสดงอันดับความสำคัญของตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการทำนายโมเดล จำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ

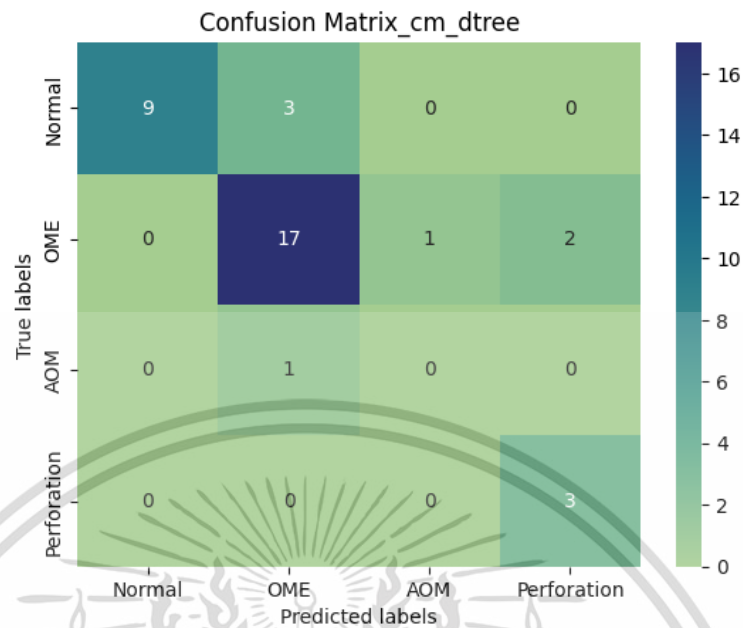
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการทดสอบอีกครั้งโดยไม่นำคุณลักษณะของสีของเหลวมาใช้ในโมเดล Decision Tree และประเมินผลอีกครั้ง



ภาพที่ 4.43 แผนภาพแสดงผังการจำแนกคุณลักษณะแต่ละตัวของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ โดยที่ไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.44 แผนภาพแสดงตาราง Confusion Matrix ของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ โดยที่ไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวประกอบ จากชุดข้อมูล Test Dataset

	precision	recall	f1-score	support
Class 0 (Normal) :	1.0000	0.7500	0.8571	12
Class 1 (OME) :	0.8095	0.8500	0.8293	20
Class 2 (AOM) :	0.0000	0.0000	0.0000	1
Class 3 (Perforation) :	0.6000	1.0000	0.7500	3
accuracy			0.8056	36
macro avg	0.6024	0.6500	0.6091	36
weighted avg	0.8331	0.8056	0.8039	36

ภาพที่ 4.45 แผนภาพผลลัพธ์ Accuracy Precision Recall ของของโมเดล Decision Tree ในการทำนายประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ โดยที่ไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวประกอบ จากชุดข้อมูล Test Dataset

ซึ่งจะเห็นผลลัพธ์ว่าโมเดลที่ไม่นำคุณลักษณะของสีของเหลว เข้าไปในโมเดลจะให้ผลลัพธ์การทำนายที่มีความแม่นยำในภาพรวมมากกว่า ค่า Accuracy เท่ากับ 0.8056 ซึ่งมากกว่าการที่นำคุณลักษณะของสีของเหลวเข้าไปในโมเดล 0.0278 หรือ 2.78 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Recall ของโมเดลที่ไม่นำคุณลักษณะของสีของเหลวเข้าไปจะมี Recall ของ หูปกติ หูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขัง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลัน และหูทะลุ เท่ากับ 0.75 0.85 0.00 และ 1.00 ตามลำดับ ส่วนผลลัพธ์ของ Precision จะเท่ากับ 1.00 0.8095 0.00 และ 0.60 ตามลำดับ ซึ่งการค่า Recall และ Precision ของหูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลันเท่ากับ 0 เพราะว่าข้อมูลที่นำมาทดสอบในข้อมูลชุด Test Dataset มีเพียงภาพเดียว และภาพนั้นทำนายผิด ซึ่งเกิดจากภาพของ Bulging นั้นไม่มีความชัดเจนมากนักดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.4 ทำให้ส่งผลถึงการทำนายโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลันด้วย เพราะ Bulging นั้นมีผลโดยตรง

ตารางที่ 4.14 ตารางผลลัพธ์ของการทำนายคุณลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องสำหรับวินิจฉัยประเภทหูชั้นกลางอักเสบ

การทำนาย	Model	Validation Set Accuracy	Test Set Accuracy
โมเดลการจำแนกลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง	ResNet50	0.8542	0.7222
โมเดลการจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง	ResNet50	0.8297	0.8056
โมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง	InceptionV3	0.9000	0.8333
โมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง	ResNet50	0.8275	0.7778
โมเดลจำแนกการทะลุของหู	ResNet50	0.8679	0.9444

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงผลลัพธ์ของโมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ

โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ	Model	Test Set Accuracy
แบบมีคุณลักษณะของสีของเหลว	Decision Tree	0.7778
แบบไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลว	Decision Tree	0.8056

จากข้อสรุปในตารางที่ 4.13 และ 4.14 การทำนายผลการจำแนกประเภทผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ นั้นควรจะใช้โมเดลต้นไม้ตัดสินใจ และข้อมูลนำเข้าจะไม่นำข้อมูลคุณลักษณะของสีของเหลวมาประกอบ ซึ่งจะใช้เพียง 4 คุณลักษณะจาก 4 โมเดล คือ คุณลักษณะความโปร่งใส, คุณลักษณะการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลางและ คุณลักษณะการทะลุของแก้วหู โดยใช้ ResNet50 เข้ามาช่วยในการทำนาย และคุณลักษณะปริมาณของเหลวในหูชั้นกลางโดยใช้ InceptionV3 เข้ามาช่วยในการทำนาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปของงานค้นคว้าอิสระนี้ และได้เสนอแนะข้อแนะนำที่จะสามารถนำงานค้นคว้าอิสระนี้ไปพัฒนาต่อ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การสร้างโมเดลการจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media) สำหรับจำแนกประเภทของหูชั้นกลางอักเสบ 4 ประเภท คือ หูปกติ (Not disease) หูชั้นกลางอักเสบแบบมีน้ำขัง (OME) หูชั้นกลางอักเสบแบบเฉียบพลัน (AOM) และหูทะลุ (Perforation)

ซึ่งในการจำแนกประเภทของหูชั้นกลางอักเสบจะต้องตรวจสอบคุณลักษณะ 6 ประการ คุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color) คุณลักษณะของความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency) คุณลักษณะของเหลวในหู (Fluid) คุณลักษณะของการหดตัวของหูชั้นกลาง (Retraction) คุณลักษณะของการทะลุของเยื่อหู (Perforation) และคุณลักษณะสุดท้ายที่งานค้นคว้าอิสระนี้ได้นำมาประกอบคือ คุณลักษณะของการเคลื่อนไหวของหู (Mobility) เนื่องจากขอบเขตของงานค้นคว้าอิสระนี้จะกำหนดขอบเขตเพียงแคคุณลักษณะที่สามารถวินิจฉัยได้จากภาพนิ่ง

จากนั้นมีการจัดการเตรียมข้อมูลที่รับมาจากโรงพยาบาลศิริราช ที่ได้รับมาสองประเภทคือ ประเภทภาพนิ่ง และประเภทวิดีโอ ซึ่งประเภทหลังจะมีการแปลงเลือกเฟรมที่ดีที่สุดของวิดีโอเพื่อแปลงเป็นภาพนิ่ง และมีการเพิ่มปริมาณข้อมูลด้วยวิธี Data Augmentation โดยใช้การหมุนภาพ (Rotation_Range) การขยับภาพในแกนตั้ง (Height_Shift_Range), การขยับภาพในแกนนอน (Width_Shift_Range) การเอียงภาพทำให้เอียงเล็กน้อย (Shear_Range) การกลับภาพในแกนนอน (Horizontal_Flip) การขยายภาพ (Zoom_Range)

การเตรียมข้อมูลด้วยวิธีการข้างต้นจนครบแล้วจึงได้สร้างโมเดลเพื่อช่วยในการจำแนกคุณลักษณะต่างๆ จำนวน 5 โมเดล ได้แก่ โมเดลจำแนกคุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง (Color Model) โมเดลจำแนกคุณลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง (Transparency Model) โมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง (Fluid Model) โมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง (Retraction Model) และโมเดลจำแนกการทะลุของหู (Perforation Model) ซึ่งนำสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MobileNetV2 InceptionV3 และ Resnet50 มาช่วยในการสร้างทั้ง 5 โมเดล และเลือกโมเดลที่ดีที่สุดของแต่ละการทำนายคุณลักษณะ ซึ่งผลลัพธ์ของการทำนายคุณลักษณะทั้ง 5 โมเดลที่ดีที่สุด มีดังนี้

- 1) โมเดลจำแนกลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพของโมเดลสูงสุดคือ ResNet50 ซึ่งมีความแม่นยำการทำนาย 72.22%
- 2) โมเดลจำแนกลักษณะความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพของโมเดลสูงสุดคือ ResNet50 ซึ่งมีความแม่นยำการทำนาย 80.56%
- 3) โมเดลจำแนกปริมาณของเหลวในหูชั้นกลาง สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพของโมเดลสูงสุดคือ InceptionV3 ซึ่งมีความแม่นยำการทำนาย 83.33%
- 4) โมเดลจำแนกการหดตัวของเยื่อหูชั้นกลาง สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพของโมเดลสูงสุดคือ ResNet50 ซึ่งมีความแม่นยำการทำนาย 77.78%
- 5) โมเดลจำแนกการทะลุของหู ซึ่งนำสถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมที่มีประสิทธิภาพของโมเดลสูงสุดคือ ResNet50 ซึ่งมีความแม่นยำการทำนาย 94.44%

หลังจากนั้นนำผลลัพธ์ของทั้ง 5 โมเดลข้างต้นมาช่วยในการจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบโดยใช้โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media Model) ซึ่งจะนำโมเดล Decision Tree เข้ามาช่วยในการทำนาย ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ความสำคัญของตัวแปรจากโมเดลฝึกฝน จึงพบว่าคุณลักษณะของสีของเหลวของหูชั้นกลางมีค่า Feature importance ที่ไม่มาก จึงทดลองสร้างโมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ 2 การทดลอง คือ การทดลองสร้างโมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบมีคุณลักษณะของสีของเหลว และการทดลองสร้างโมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบแบบไม่มีคุณลักษณะของสีประกอบ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

- 1) โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ แบบมีคุณลักษณะของสีของเหลว ในแก้วหูประกอบ มีความแม่นยำในการทำนายที่ 78.88%
- 2) โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ แบบไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลว ในแก้วหูประกอบ มีความแม่นยำในการทำนายที่ 80.56%

ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองการจำแนกผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบซึ่งเป็นเป้าหมายของงานค้นคว้าอิสระนี้โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ แบบไม่มีคุณลักษณะของสีของเหลวในแก้วหูประกอบ มีผลการทดลองที่แม่นยำที่สุดอยู่ที่ 80.56 เปอร์เซ็นต์ แต่หากเมื่อมองในมุมมองของความเสถียรและความแม่นยำของโมเดลยังจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ไม่ได้จริงในอุตสาหกรรม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพทย์ แต่อาจจะนำไปใช้เพื่อเป็นตัวประกอบการสอนของนักศึกษาแพทย์ หรือแพทย์ที่ยังไม่มีความชำนาญในด้านนี้ได้ แต่อย่างไรก็ตามหากจะนำโมเดลนี้ไปใช้จริงควรมีการทดสอบผลลัพธ์จากภาพที่มากกว่านี้ เพื่อสร้างความมั่นใจในการทำนายผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

หากมีผู้สนใจที่จะนำงานค้นคว้าอิสระนี้ไปปรับปรุงหรือพัฒนาต่อ ทางผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงและพัฒนา ดังนี้

5.2.1 เพิ่มจำนวนข้อมูลรูปภาพ

จากการศึกษาในครั้งนี้มียังมีจำนวนภาพสำหรับฝึกฝนและทดสอบรวม 181 ภาพ เพียงเท่านั้น และมีบางคุณลักษณะที่มีจำนวนภาพจำนวนรวมน้อยกว่า 10 ภาพในการทดสอบ อย่างเช่น คุณลักษณะสีน้ำเงิน (Blue) คุณลักษณะสีขาวนม (Milky) คุณลักษณะสีแดง (Red) คุณลักษณะปูดตัว (Bulging) หากมีจำนวนของข้อมูลเพิ่มขึ้นมากกว่าจะสามารถ ทำให้โมเดลเรียนรู้ข้อมูลที่หลากหลายเพิ่มขึ้น และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายได้ และหากมีจำนวนภาพมากกว่านี้อาจจะสามารถแบ่งข้อมูลและทำ Cross Validation ได้ เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการทดสอบผลลัพธ์ได้

5.2.2 เพิ่มข้อมูลทางกายภาพ

จากการศึกษาในครั้งนี้นักพบปัญหาจากการทำนายคุณลักษณะสีแดงไม่มีประสิทธิภาพ จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญมีการให้คำปรึกษาว่า จะต้องดูข้อมูลของคนไข้ประกอบ เช่น อุณหภูมิไข้ เป็นต้น หากสามารถนำข้อมูลการตรวจร่างกายเบื้องต้น อย่างเช่น อุณหภูมิไข้ ความดัน น้ำหนัก ส่วนสูง หรือข้อมูลอื่นๆที่เป็นประโยชน์ก็อาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของโมเดลได้

5.2.3 กำหนดพื้นที่ของคำตอบให้โมเดลเรียนรู้

จากการศึกษาในครั้งนี้นักพบว่าการทำนายโมเดลจำแนกการทะเลาะของหู ผลลัพธ์ของโมเดลจะมีความอ่อนไหวต่อการโปรงพอง ถ้ามีการโปรงพองก็จะมีการทำนายว่าหูทะเล เช่นกัน ซึ่งหากนำโมเดลการตรวจจับวัตถุมาใช้ (Object Detection) โดยข้อมูลนำเข้าจะมีการบอกถึงพื้นที่ของคำตอบให้กับโมเดลเรียนรู้ อย่างเช่น การระบายพื้นที่รอบหูรอยการทะเล ก็อาจจะทำให้โมเดลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายได้

5.2.4 เพิ่มคุณลักษณะการเคลื่อนไหวของหู (Mobility)

การวินิจฉัยประเภทของหูชั้นกลางอักเสบของผู้เชี่ยวชาญจะวินิจฉัยจาก 6 คุณลักษณะ คือ คุณลักษณะของสีของเหลวในหูชั้นกลาง คุณลักษณะของความโปร่งใสของเยื่อหูชั้นกลาง คุณลักษณะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวในหู คุณลักษณะของการหดตัวของหูชั้นกลาง คุณลักษณะของการทะลุของเยื่อหู และคุณลักษณะสุดท้ายที่งานค้นคว้าอิสระนี้ไม่ได้นำมาประกอบคือ คุณลักษณะของการเคลื่อนไหวของหู ซึ่งจะต้องใช้โมเดลที่เกี่ยวข้องกับวิดีโอ เนื่องจากต้องจับการเคลื่อนไหวของแก้วหู ซึ่งจะเกินขอบเขตของงานค้นคว้าอิสระนี้ที่จะสร้างโมเดลเฉพาะคุณลักษณะที่สามารถวินิจฉัยได้จากภาพนิ่ง ซึ่งถ้าอนาคตมีการนำคุณลักษณะของภาพเคลื่อนไหวเข้ามาประกอบ ก็มีแนวโน้มที่จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการทำนายได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

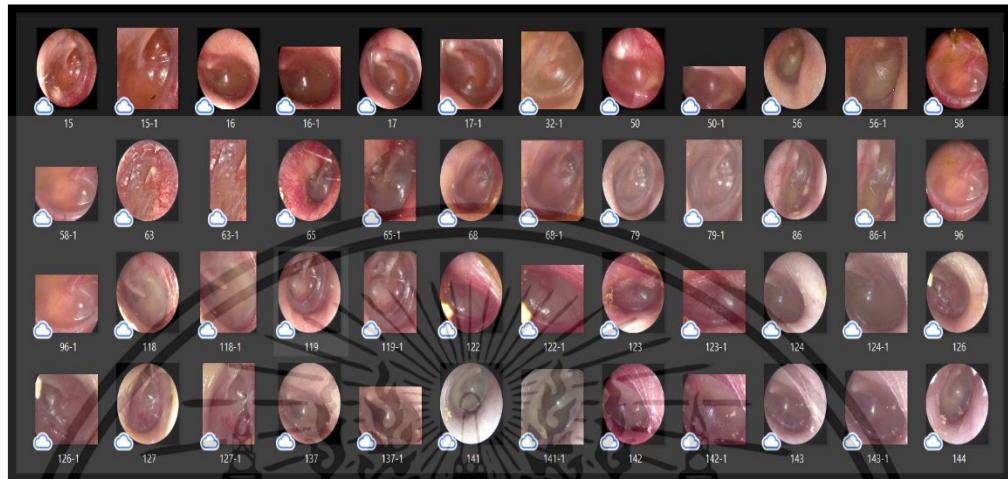
เอกสารอ้างอิง

- [1] ดร.นที คัคณานตติสก. หู. นิตยสารหมอชาวบ้าน เล่มที่: 14. เดือน/ปี: มิถุนายน 2523 คอลัมน์: ร่างกายของเรา <https://www.doctor.or.th> [1 ตุลาคม.2565]
- [2] มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, โรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media)[ออนไลน์], แหล่งที่มา : https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2557/phma50757sst_ch2.pdf , [1 ตุลาคม.2565] หน้า 14
- [3] Medpark Hospital. หูชั้นกลางอักเสบ[ออนไลน์]. 2020. แหล่งที่มา : <https://www.medparkhospital.com> [1 ตุลาคม 2565]
- [4] เมดไทย. “หูชั้นกลางอักเสบ (หูน้ำหนวก) อาการ สาเหตุ การรักษาโรคหูชั้นกลางอักเสบ 7 วิธี !!” [ออนไลน์]. 2020. แหล่งที่มา : www.medthai.com. [5 ตุลาคม.2565]
- [5] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล, เกี่ยวกับข้อมูลรูปภาพ ใน เรียนรู้ AI : Deep learning ด้วย python (กรุงเทพมหานคร/หสม สำนักพิมพ์ อินเทอร์เน็ตมีเดีย/2565) หน้า226.
- [6] นายชนะไชย พุทธิรักษา, การขยายข้อมูลภาพด้วยการประมาณพารามิเตอร์ความเชื่อมโยงสี่ระหว่างกล้องหลายตัว (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ,2561) หน้า 15-17
- [7] อรพิน ประวัตินิธิสุทธิ, Machine Learning ใน Python สำหรับงาน Data science Data Visualization และ Machine Learning (กรุงเทพมหานคร/โปรวิชั่น จำกัด/2564) หน้า335-340
- [8] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล, Convolutional neural networks :CNN ใน เรียนรู้ AI : Deep Learning ด้วย Python (กรุงเทพมหานคร/หสม สำนักพิมพ์ อินเทอร์เน็ตมีเดีย/2565) หน้า237-239.
- [9] นายสุริยะ ชยะธรรมกุล, การจำแนกผลึกน้ำตาลด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2563) หน้า 10
- [10] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล, MobileNet และ ResNet50 ใน เรียนรู้ AI : Deep learning ด้วย python (กรุงเทพมหานคร/หสม สำนักพิมพ์ อินเทอร์เน็ตมีเดีย/2565) หน้า278-279.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [11] อรุณช พันธ์โท และมนต์ชัย เทียนทอง, การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกรูปแบบการเรียนรู้ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล (วารสารของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,2562) หน้า 3-4.
- [12] นายธนภัทร รัชธร, ระบบแจ้งเตือนการช่วยเหลือผู้ป่วยบนพื้นฐานการติดตามท่ามือและขั้นตอนวิธีเหมือนฮาร์ที่ถูกต้อง (วิทยานิพนธ์นี้ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2562) หน้า 45-46.
- [13] Yuexin Cai และคณะ [2021], Investigating the use of a two-stage attention-aware convolutional neural network for the automated diagnosis of otitis media from tympanic membrane images: a prediction model development and validation study. doi:10.1136/bmjopen-2020-041139
- [14] Zebin Wu และคณะ [2021], Deep learning for Classification of Pediatric Otitis Media, DOI: 10.1002/lary.29302
- [15] คุณ Dongchul Cha และคณะ [2019], Automated diagnosis of ear disease using ensemble deep learning with a big otoendoscopy image database, <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2019.06.050>
- [16] คุณ Thi-Thao Tran และคณะ [2018], Development of an Automatic Diagnostic Algorithm for Pediatric Otitis Media, DOI: 10.1097/MAO.0000000000001897

ภาคผนวก



รูปที่ 1 แสดงข้อมูลดิบของรูปภาพหูชั้นกลางอักเสบ

	Color	Transparency	Fluid	Retraction	Perforation	Diagnosis
0	1_Normal (gray transparent)	4_tympanosclerosis	4_full	3_moderate	1_No	2_OME
1	2_White (dull)	2_dull	1_none	2_mild	1_No	1_Not Disease
2	2_White (dull)	2_dull	1_none	2_mild	1_No	1_Not Disease
3	3_Amber	2_dull	3_level	4_severe (atelectasis)	1_No	2_OME
4	5_Pearly white (tympanosclerosis)	1_clear	1_none	3_moderate	1_No	1_Not Disease
...
150	5_Pearly white (tympanosclerosis)	4_tympanosclerosis	1_none	2_mild	1_No	1_Not Disease
151	2_White (dull)	2_dull	4_full	2_mild	1_No	2_OME
152	2_White (dull)	2_dull	2_bubble	2_mild	1_No	2_OME
153	1_Normal (gray transparent)	1_clear	2_bubble	1_none	1_No	2_OME
154	3_Amber	2_dull	3_level	1_none	1_No	2_OME

รูปที่ 2 แสดงข้อมูลดิบชนิดตารางสำหรับการทำนาย โมเดลจำแนกประเภทของผู้ป่วยโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis Media Model)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

=====
Total params: 2,257,984
Trainable params: 2,223,872
Non-trainable params: 34,112
=====

```

รูปที่ 3 แสดงข้อมูลรวมของพารามิเตอร์ของ MobileNetV2 architectures

```

=====
Total params: 21,802,784
Trainable params: 21,768,352
Non-trainable params: 34,432
=====

```

รูปที่ 4 แสดงข้อมูลรวมของพารามิเตอร์ของ InceptionV3 architectures

```

=====
Total params: 23,587,712
Trainable params: 23,534,592
Non-trainable params: 53,120
=====

```

รูปที่ 5 แสดงข้อมูลรวมของพารามิเตอร์ของ ResNet50 architectures

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือรับรองแสดงความประสงค์ในการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ข้าพเจ้า ขอยืนยันว่า ข้าพเจ้ายินดีนำผลงานวิจัยของนักศึกษา

รหัสนักศึกษา 64605055 ชื่อ-สกุล นายณพวิทย์ ศรีภูงา

ชื่อเรื่อง การจำแนกประเภทของหูชั้นกลางอักเสบในเด็กจากภาพออดิโอโคป

CLASSIFICATION OF CHILDREN'S OTITIS MEDIA TYPE FROM OTOSCOPE IMAGE

แผนการศึกษา (ก1/ก2/ข)

ซึ่งเป็นนักศึกษาในสังกัดหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์
คณะวิทยาศาสตร์ (ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง) สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปใช้ประโยชน์ในด้าน

ช่วยเหลือในการเรียนการสอนของแพทย์ประจำบ้านสาขาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา กุมารแพทย์
แพทย์เวชปฏิบัติทั่วไป และนักศึกษาแพทย์

เป็นผลงานที่นำมาซึ่งความรู้ใหม่ และจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยวินิจฉัยโรคเกี่ยวกับแก้ว
หูและหูชั้นกลาง ตลอดจนการวิจัยต่อยอดในอนาคต

(ลงชื่อ) 

(ศาสตราจารย์ แพทย์หญิงกิติรัตน์ อังกานนท์)

หัวหน้าหน่วยหู คอ จมูกเด็ก สาขาวิชาโรคหู คอ จมูกทั่วไป

ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

วันที่....7.... เดือน....กรกฎาคม....พ.ศ. ...2566....

หมายเหตุ : ให้นักศึกษาแนบเอกสารฉบับนี้ในภาคผนวกหัวข้อสุดท้ายของเล่มวิทยานิพนธ์/การค้นคว้าอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย นพวิทย์ ศรีภู่ญา
วัน เดือน ปีเกิด	11 มิถุนายน 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	91/1118 ม.เคหะธานี 2 ซอยนวลจันทร์ 56 แยก 1 ถนนนวลจันทร์ เขตบึงกุ่ม แขวงนวลจันทร์ กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	(2560) วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ เกรดเฉลี่ย 3.59 มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย (2566) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์ เกรดเฉลี่ย 3.95 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้