

อุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกแบบพกพาราคาประหยัด
โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์

A LOW-COST AND PORTABLE EAR INFECTIONS DIAGNOSIS SYSTEM
BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกแบบพกพาราคาประหยัด
โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์

A LOW-COST AND PORTABLE EAR INFECTIONS DIAGNOSIS SYSTEM
BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY



กัญญารัตน์ เวียงสิมา
KANYARAT VIENGSI MA
นัจฉนัท ศรีพรหมษา
NAJCHANAN SRIPROMMASA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2562

ภาควิชา วิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกแบบพกพาราคาประหยัด โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์

A low-cost and portable ear infections diagnosis system based on artificial intelligence technology.

ผู้จัดทำ นางสาวกัญญารัตน์ เวียงสิมา รหัสประจำตัว 59010075

นางสาวนัจฉรินทร์ ศรีพรหมษา รหัสประจำตัว 59010715

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกแบบพกพาราคาประหยัด โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์		
นักศึกษา	นางสาวกัญญารัตน์ เวียงสีมา	รหัสประจำตัว	59010075
	นางสวานันันท์ ศรีพรหมษา	รหัสประจำตัว	59010715
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์		
พ.ศ.	2562		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา		

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างอุปกรณ์ที่สามารถตรวจโรคหูชั้นกลางอักเสบ 2) เพื่อสร้างแอปพลิเคชันในการสร้างคลื่นเสียงและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลบนโทรศัพท์มือถือ 3) เพื่อสร้างระบบการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับ จากหูโดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ในการวินิจฉัยโรค

การที่หูชั้นกลางอักเสบทำให้มีของเหลวเกิดขึ้นที่บริเวณหลังเยื่อแก้วหู ในผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการของโรคที่ไม่สามารถแยกแยะความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจน สำหรับการวินิจฉัยที่ถูกต้องจะช่วยให้มีการรักษาได้อย่างรวดเร็วและตรงจุด ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้ป่วยโดยเฉพาะ

ปัจจุบันได้มีการสร้างและจำหน่ายอุปกรณ์สำหรับการตรวจวินิจฉัยความผิดปกติของหูชั้นกลางวางขายในท้องตลาด แต่เนื่องด้วยอุปกรณ์ที่จำหน่ายมีราคาที่สูง จึงเกิดแนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรคหูน้ำหนวกให้มีราคาที่ต่ำกว่าท้องตลาดและประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ โดยมีขั้นตอนในการตรวจความผิดปกติที่หูชั้นกลางด้วยการใช้เสียงและดูการสะท้อนกลับของคลื่นเสียง ใช้การประเมินผลผ่านทางแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน สามารถนำมาใช้ตรวจคัดกรองโรคที่บ้านได้และเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจในการเข้าพบแพทย์ และเพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ผลได้มีการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) มาใช้ร่วมด้วย โดยทำการบันทึกค่าการตรวจเก็บรวบรวมเป็นชุดข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการวิจัยพบว่า คลื่นเสียงที่ได้จากการสะท้อนกลับจากโมเดลหูที่มีของเหลวและไม่มีของเหลวมีลักษณะของสัญญาณที่แตกต่างกัน โดยคลื่นเสียงของโมเดลที่ไม่มีของเหลวจะมีลักษณะสัญญาณที่กว้างและสั้น ส่วนคลื่นเสียงของโมเดลที่มีของเหลวภายในจะมีลักษณะสัญญาณที่แคบและลึก เมื่อนำมาสกัดคุณลักษณะเสียงสามารถนำไปใช้ในการสร้างโมเดลสำหรับการวิเคราะห์ผลได้ โดยแอปพลิเคชันที่อยู่บนโทรศัพท์มือถือสามารถนำมาใช้ตรวจโรคหูชั้นกลางอักเสบได้พร้อมให้ผลการตรวจที่มีความถูกต้องและแม่นยำ

Thesis	A low-cost and portable ear infections diagnosis system based on artificial intelligence technology.	
Student	Miss Kanyarat Viengsima	Student ID. 59010075
	Miss Najchanan Sriprommasa	Student ID. 59010715
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Biomedical Engineering	
Year	2019	
Thesis Adviser	Dr. Wibool Piyawattanametha	

ABSTRACT

The objectives of this research are 1) to create the device that can diagnose ear infections 2) to create the application that can generate sound and analyze data on smartphone 3) to create the system for analysis the reflection of sound waves from the ears, diagnosis based on artificial intelligence technology

An ear infection (otitis media) is an infection of the middle ear, the air-filled space behind the eardrum that contains the tiny vibrating bones of the ear. In some patients, symptoms may be unable to clearly identify the abnormalities that occur.

Currently, screening technology for ear infection is very expensive. The aim of this research is to create a novel low-cost and portable hearing measurement system of fluid abnormalities in the middle ear leading to ear infection. A standard procedure for detecting abnormalities in the middle ear that identify diseases is performed by using a sound stimulation and reflection with chirping sound. Our device operated through an IOS mobile application. Artificial intelligence technology is also embedded in our IOS mobile application to help identify correct diagnosis from BIG DATA collected from model to better treatment outcome.

The results revealed that the sound waves from the fluid and non-fluid ear model have different signal characteristics. When there is no fluid behind the eardrum, sound wave is a broad, shallow dip. But when the eardrum has fluid behind it, sound wave is a narrow, deep dip. The data revealed that applications on mobile phones can be used to diagnose otitis media.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทสำเร็จได้ด้วยความสำเร็จจากความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒน์เมธา และคณาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ช่วยแก้ปัญหา ให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ตลอดจนการสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่การปฏิบัติงานและการทดลองผลการวิจัยของอุปกรณ์ตรวจโรคหุ้มน้ำหนักแบบพกพา ราคาประหยัด โดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้า ที่อบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้าเป็นคนดีของสังคม อีกทั้งยังเป็นผู้ให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนของข้าพเจ้า มาตั้งแต่ต้นจนสามารถทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จตามเป้าหมายทุกประการ

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญาโทฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

กัญญารัตน์ เวียงสิมา
นัจฉรินทร์ ศรีพรหมษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตัด||อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	2
1.4.1 การวิเคราะห์คลื่นเสียงนกร้อง (Bird chirping) เพื่อวินิจฉัยโรคหูน้ำหนวก.....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	3
1.7 ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ความสำคัญและส่วนประกอบของหู.....	5
2.2 หูชั้นกลางอักเสบ หรือ โรคหูน้ำหนวก.....	9
2.2.1 สาเหตุของหูชั้นกลางอักเสบ.....	9
2.2.2 ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคหูชั้นกลางอักเสบ.....	12
2.2.3 อาการของหูชั้นกลางอักเสบ.....	12
2.2.4 ภาวะแทรกซ้อนของหูชั้นกลางอักเสบ.....	13
2.2.5 การวินิจฉัยหูชั้นกลางอักเสบ.....	14
2.2.6 การรักษาหูชั้นกลางอักเสบ.....	14
2.2.7 การดูแลตนเองเมื่อเป็นโรคหูชั้นกลางอักเสบ.....	16
2.2.8 วิธีป้องกันหูชั้นกลางอักเสบ.....	16
2.2.9 การตรวจการติดเชื้อในหูของเด็กโดยใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน.....	17
2.3 ปัญญาประดิษฐ์ (AI : Artificial Intelligence).....	19
2.3.1 deep learning คืออะไร.....	20
2.3.2 Neural Network คืออะไร.....	21
2.3.3 ข้อแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning.....	24
2.3.4 การนำ Machine Learning และ Deep Learning มาประยุกต์ใช้ ในปัจจุบัน.....	25
2.3.5 Machine Learning.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับโรงเรียนในโครงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตัด IV อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 Artificial Neural Networks.....	29
2.4.1 Artificial Neural Networks คืออะไร.....	29
2.4.2 การออกแบบ Artificial Neural Networks.....	32
2.4.3 รูปแบบของการเชื่อมโยงระหว่าง Neuron.....	33
2.4.4 กระบวนการเรียนรู้ (Learning) ของ Artificial Neural Networks.....	33
2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเสียงโดยใช้การเรียนรู้ลึกด้วย Python.....	34
2.5.1 ภาพรวมของไฟล์เสียง.....	34
2.5.2 การจัดการข้อมูลเสียงโดยใช้ Python.....	35
2.5.3 สเปกโตรแกรม (Spectrogram).....	37
2.5.4 การสกัดคุณลักษณะจากสัญญาณเสียง (Feature extraction).....	38
2.6 เสียงที่ใช้ในการตรวจคัดกรองโรคหู.....	45
2.7 ความแม่นยำ (Accuracy).....	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
3.1 อุปกรณ์หูฟัง.....	49
3.2 แอปพลิเคชันในการสร้างเสียง รับข้อมูล และวิเคราะห์ผล.....	49
3.2.1 การสร้างแอปพลิเคชันในการสร้างเสียงและรับข้อมูล ในโปรแกรม xcode	51
3.2.2 การสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์.....	53
3.2.3 การวิเคราะห์ผล.....	55
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	57
4.1 อุปกรณ์หูฟัง.....	57
4.2 แอปพลิเคชันในการสร้างเสียง รับข้อมูล และวิเคราะห์ผล.....	58
4.2.1 การสร้างเสียงและการรับข้อมูล.....	58
4.2.2 การสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์.....	60
4.2.3 การวิเคราะห์ผล.....	63
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย.....	67
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	67
5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย.....	67
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	68
เอกสารอ้างอิง.....	69
ภาคผนวก.....	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลการทำนายจากเครื่องมือที่ทำการทดสอบ.....	46
4.1 การแสดงตัวอย่างผลการสกัดคุณลักษณะของเสียงจากไฟล์ภาพสเปกตรัม.....	61
4.2 ผลการทำนายของอุปกรณ์เมื่อทดสอบกับโมเดลจำลองหูที่ไม่มีน้ำ.....	64
4.3 ผลการทำนายของอุปกรณ์เมื่อทดสอบกับโมเดลจำลองหูที่มีน้ำ.....	65
4.4 การคำนวณหาความถูกต้องของอุปกรณ์.....	66



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดVIอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กราฟคลื่นเสียงที่วัดได้จากหูชั้นกลางที่ไม่มีของเหลว (สีน้ำเงิน) และหูชั้นกลางที่มีของเหลวสะสมอยู่ (สีแดง).....	2
2.1 ส่วนประกอบของหูชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นใน	5
2.2 ภาพเยื่อแก้วหู.....	6
2.3 ส่วนประกอบของหูชั้นใน.....	7
2.4 โครงสร้างภายในคอเคลีย.....	8
2.5 อวัยวะคอร์ติ.....	8
2.6 หูชั้นกลางปกติ (ชาย) และหูชั้นกลางอักเสบ (ขวา).....	9
2.7 หูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน.....	10
2.8 ภาวะน้ำคั่งในหูชั้นกลาง.....	11
2.9 หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง.....	11
2.10 ภาวะที่มีการทะลุของเยื่อแก้วหูและมีน้ำหนวกไหลออกมา.....	12
2.11 การเจาะเยื่อแก้วหู.....	15
2.12 เสียงเดินทางเข้าไปในช่องหูเมื่อกระทบแก้วหูก็จะสะท้อนกลับออกมา.....	18
2.13 กรวยกระดาศที่ใช้เป็นทางผ่านของเสียง.....	19
2.14 ส่วนประกอบของ Neural Network.....	21
2.15 แสดง bias และ weight โดยทุกๆ hidden layer.....	22
2.16 Convolutional Neural Network (CNN).....	23
2.17 RNN Layer architecture	23
2.18 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning	24
2.19 เปรียบเทียบระหว่าง โปรแกรมมิ่ง กับ Machine Learning.....	25
2.20 Work flow ของ Machine Learning แบบ Supervised.....	26
2.21 Machine Learning Type.....	27
2.22 แบบมีผู้ช่วยสอน (Supervised).....	27
2.23 ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอย.....	28
2.24 แบบไม่มีผู้ช่วยสอน (Unsupervised).....	29
2.25 โครงสร้างของ Neuron ในสมองมนุษย์.....	30
2.26 โครงสร้างของ Artificial Neuron ใน ANNs.....	31
2.26 รูปแบบการเชื่อมโยงของ Artificial Neurons ใน ANNs.....	32
2.27 คลื่นเสียง สีแดงแทนระบบดิจิตอล สีน้ำเงิน (หลังจากการสุ่มตัวอย่างและการวัดปริมาณแบบ 4 บิต) โดยมีอาร์เรย์ผลลัพธ์แสดงทางด้านขวา.....	35
2.28 ส่วนประกอบของสัญญาณเสียง.....	35
2.29 โค้ดและกราฟเสียงที่พล็อตโดยใช้ไลบรารี display.waveplot.....	37
2.30 โค้ดในการเรียกใช้ไลบรารีและสเปกโตรแกรม.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตั้ง VI ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.31 โค้ดในการสร้างสเปกตรัมเซนทรอยด์ และกราฟสเปกตรัมเซนทรอยด์ (สีแดง).....	39
2.32 โค้ดในการสร้าง Spectral roll-off และกราฟ Spectral roll-off (สีแดง).....	40
2.33 การกระจายความหนาแน่นของความยาวคลื่นแบบแกาส์เซียนที่เกิดจาก Monochromator.....	40
2.34 โค้ดในการสร้าง Spectral Bandwidth และกราฟ Spectral Bandwidth ทั้ง 3 ลำดับ.....	41
2.35 โค้ดการใช้งาน Librosa เพื่อหาจำนวนการตัดผ่านศูนย์.....	42
2.36 โค้ดการใช้งาน Librosa เพื่อสกัดคุณลักษณะของเสียงแบบ MFCC และภาพสเปกโตรแกรมที่ได้.....	42
2.37 แสดงตัวอย่างการระบุระดับพลังงานของคลาสพิทซ์ในสัญญาณ.....	43
2.38 ภาพการคำนวณแรงดัน rms ของสัญญาณที่พุ่งขึ้นโดยใช้ระยะเวลาต่างกันสามช่วง.....	44
2.39 แสดงตัวอย่างการคำนวณพลังงาน root-mean-square (RMS) ของ spectrogram.....	44
2.40 เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นที่ใช้ในการกระตุ้น.....	45
2.41 แสดงช่วงความถี่และลักษณะรูปคลื่นของเสียง chirp.....	45
3.1 แผนภาพบล็อกการทำงานของระบบทั้งหมด.....	48
3.2 รูปแบบจำลองอุปกรณ์โดยรวม.....	48
3.3 รูปแบบหูฟังที่ใช้ในการตรวจโรคหูน้ำหนวก.....	49
3.4 การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันที่ใช้ในการตรวจโรค (ก) ภาพหน้าจอหลัก (ข) ภาพหน้าจอโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก.....	50
3.5 Storyboard ทั้งหมดของหน้าจอแอปพลิเคชันในโปรแกรม Xcode.....	51
3.6 การกำหนดรูปแบบของเสียงกระตุ้น.....	51
3.7 การปรับระดับความดังของเสียงที่และการกำหนดการเล่นเสียงในหน้า ViewController.....	52
3.8 กำหนดการพล็อตกราฟความถี่ของเสียงที่บันทึกบนหน้าจอแอปพลิเคชัน.....	52
3.9 การกำหนดนามสกุลไฟล์เสียงที่บันทึกและการสร้างปุ่มสำหรับการส่งข้อมูล.....	53
3.10 แผนภาพบล็อกการสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์.....	53
3.11 การใช้คำสั่งในการสกัดคุณลักษณะของเสียง.....	54
3.12 การสร้างและฝึกอบรมโมเดล.....	54
3.13 การใช้คำสั่งแสดงผลการทำนายในทุกวินาทีและเก็บค่าในตัวแปรอาร์เรย์.....	55
3.14 การใช้คำสั่งแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
3.15 การนำอุปกรณ์ไปทดสอบความแม่นยำกับโมเดลหู.....	56
4.1 แสดงด้านข้างอุปกรณ์หูฟัง.....	57
4.2 แสดงด้านหน้าอุปกรณ์หูฟัง.....	57
4.3 (ก) การแสดงผลของส่วนหน้าหลัก (ข) การแสดงผลของส่วนโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก.....	58
4.4 ผลการวัดระดับความถี่และความดังของเสียงที่ส่งออก.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้ง VIII ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 (ก) หน้าจอแสดงผลการรับข้อมูลและกราฟที่ได้จากการบันทึกเสียง (ข) การส่งออกของข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการสร้างโมเดล.....	59
4.6 สัญญาณจากโมเดลที่ไม่มีของเหลวภายในหู (ก) ลักษณะสัญญาณดั้งเดิม (ข) ลักษณะสัญญาณที่ได้เมื่อผ่านไลบรารี Librosa.....	60
4.7 สัญญาณจากโมเดลที่มีของเหลวภายในหู (ก) ลักษณะสัญญาณดั้งเดิม (ข) ลักษณะสัญญาณที่ได้เมื่อผ่านไลบรารี Librosa.....	60
4.8 ตัวอย่างการแปลงสเปกตรัมจากข้อมูลไฟล์เสียงเป็นไฟล์ภาพ.....	61
4.9 เปร็เซ็นความถูกต้องของการฝึกสอนและการทดสอบโมเดล.....	63
4.10 ผลลัพธ์ที่ได้ในหน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม xcode.....	63
4.11 ผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าจอแอปพลิเคชัน (ก) ผลลัพธ์จากการตรวจโมเดลที่ไม่มีของเหลวภายในหู (ข) ผลลัพธ์จากการตรวจโมเดลที่มีของเหลวภายในหู.....	64

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หูเป็นอวัยวะสำคัญของร่างกาย เป็นที่ตั้งของอวัยวะรับเสียงเพื่อการได้ยิน เป็นอวัยวะเพื่อการทรงตัว หากไม่สามารถได้ยินอย่างชัดเจน หรือมีอาการหูอื้อ อาจส่งผลกระทบต่อ การติดต่อสื่อสารและเข้าสังคมได้ หรือหากมีอาการเวียนหัว บ้านหมุน คลื่นไส้ อาเจียน หรือมีเสียงดัง รบกวนภายในหูอาจก่อให้เกิดความเจ็บปวดและทรมาน การหาสาเหตุของโรคและการให้การรักษาย่างถูกต้องและทัน่วงที่เป็นเรื่องจำเป็นและสำคัญ [1] สำหรับสาเหตุของโรคที่เกี่ยวกับ ความผิดปกติของหูอาจเกิดได้หลายสาเหตุ หนึ่งในนั้นคือความผิดปกติที่เกิดจากของเหลวภายในหู ชั้นกลาง

โรคที่พบได้บ่อยในหูชั้นกลาง ได้แก่ การอักเสบของหูชั้นกลางหรือโรคหูน้ำหนวก พบได้ มากในเด็ก สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อที่ไม่รุนแรงอย่างไขหวัด ซึ่งเชื่อกันว่าจะส่งผลให้เกิด มูกเหลวภายในหูชั้นกลาง ซึ่งหากมูกเหลวนั้นตกค้างก็จะทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น ของเหลว ที่ค้างอยู่ในหูสามารถก่อให้เกิดผลกระทบตั้งแต่ความรำคาญเพียงเล็กน้อย ไปจนถึงความเสียหาย ของหูอย่างถาวรได้ หากมีอาการติดเชื้อและปล่อยทิ้งไว้นานเกินไปโดยไม่ได้รับการรักษา [2]

สำหรับการวินิจฉัยโรคจะใช้การซักประวัติและอาการผู้ป่วย เช่น อาการปวดหู หูอื้อ มีไข้ ร่วมกับไขหวัด เจ็บคอ การตรวจร่างกายและการใช้เครื่องส่องหู (Otoscope) ส่องดู ซึ่งจะพบเยื่อแก้ว หูมีลักษณะผิดปกติ (บวมแดงหรือมีรูทะลุ) นอกจากนี้อาจมีการตรวจอื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น การตรวจการได้ยิน ภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ การส่งตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หู เป็นต้น [6] แต่เนื่องด้วยอุปกรณ์ที่จำหน่ายมีราคาที่สูงและใช้ระยะเวลาในการตรวจค่อนข้างนาน จึงเกิด แนวคิดในการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรคหูน้ำหนวกให้มีราคาที่เหมาะสมและ ประชาชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้ โดยมีขั้นตอนในการตรวจความผิดปกติที่หูชั้นกลางด้วยการใช้เสียง และดูการสะท้อนกลับของคลื่นเสียง ใช้การประเมินผลผ่านทางแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน และเพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ผลได้มีการนำปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) มาใช้ร่วมด้วย สำหรับการวินิจฉัยที่ถูกต้องจะช่วยให้มีการรักษาได้อย่าง รวดเร็วและตรงจุด ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้ป่วยที่จะสามารถตัดสินใจเข้าพบแพทย์ได้ อย่างทัน่วงที่

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อสร้างอุปกรณ์ที่สามารถตรวจโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media) ได้
- 2) เพื่อสร้างแอปพลิเคชันในการสร้างคลื่นเสียงและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลบนมือถือได้
- 3) เพื่อสร้างระบบการวิเคราะห์ข้อมูลคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับจากหูโดยใช้ระบบ

ปัญญาประดิษฐ์ในการวินิจฉัยโรค

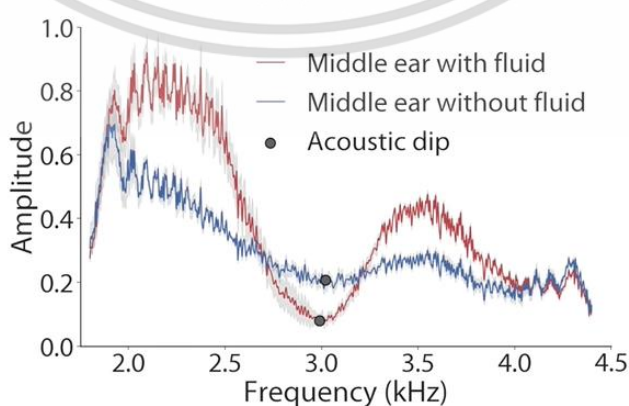
1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

- 1) อุปกรณ์สามารถตรวจจับเสียงที่สะท้อนออกมาจากหูชั้นกลางได้
- 2) อุปกรณ์สามารถแสดงความแตกต่างระหว่างคลื่นที่ผิดปกติกับคลื่นเสียงที่ปกติของโรคได้
- 3) อุปกรณ์สามารถตรวจจับและเปรียบเทียบความผิดปกติของคลื่นเสียงที่แม่นยำมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีความน่าเชื่อถือในการยืนยันโรค

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 การวิเคราะห์คลื่นเสียงนกร้อง (Bird chirping) เพื่อวินิจฉัยโรคหูน้ำหนวก

จากการศึกษาวิจัยของ Justin Chan, Sharat Raju และคณะ (2562) เกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์ในการตรวจหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน (Acute otitis media) และหูชั้นกลางอักเสบร่วมกับน้ำในหู (Otitis media with effusion) ซึ่งใช้ลำโพงและไมโครโฟนภายในสมาร์ทโฟนที่มีอยู่เพื่อตรวจหาของเหลวในหูชั้นกลางโดยการประเมินการเคลื่อนไหวของแก้วหู โดยใช้ลำโพงสมาร์ทโฟนในการเล่นเสียง 150 ms ปรับคลื่นความถี่เสียง chirps อย่างต่อเนื่องจาก 1.8 ถึง 4.4 kHz เข้าไปในช่องหูของผู้ป่วย ขณะที่เล่นเสียง ไมโครโฟนจะทำงาน บันทึกทั้งคลื่นเสียงทั้งจากลำโพงและคลื่นเสียงที่สะท้อนจากแก้วหู เสียงที่สะท้อนจากแก้วหูจะไปรบกวนคลื่นเสียง chirp เดิมทำให้ความดันเสียงลดลงตามช่วงความถี่ (Acoustic dip) แก้วหูปกติไม่มีของเหลวอยู่หลังแก้วหู แก้วหูจะสั่นสะเทือนและส่งคลื่นเสียงที่หลากหลายกลับมา คลื่นเสียงเหล่านี้มีการรบกวนเล็กน้อยกับเสียงนกร้อง (bird chirping) ดั้งเดิม มีสัญญาณที่กว้างและตื้น แต่เมื่อแก้วหูมีของเหลวอยู่ด้านหลังแก้วหู มันจะจำกัดความสามารถในการสั่นสะเทือนของแก้วหู ทำให้แก้วหูไม่สั่นและสะท้อนคลื่นเสียงดั้งเดิมกลับมา มีการรบกวนอย่างรุนแรงกับเสียง (bird chirping) ดั้งเดิมและสร้างสัญญาณที่แคบและลึกดังที่แสดงในรูป 1.1 Acoustic dip จะเกิดขึ้นที่ความถี่เรโซแนนท์ (resonant frequency) ของช่องหู ซึ่งหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่นเสียง chirp จะเท่ากับ ความยาวของช่องหู ดังนั้นแม้ว่าความแตกต่างของบุคคลในความยาวของช่องหูจะส่งผลกระทบต่อตำแหน่งของ acoustic dip ตามโดเมนความถี่ แต่รูปร่างของ acoustic dip นั้นขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวของแก้วหูเป็นหลัก [3]



รูปที่ 1.1 กราฟคลื่นเสียงที่วัดได้จากหูชั้นกลางที่ไม่มีของเหลว (สีน้ำเงิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ และหูชั้นกลางที่มีของเหลวสะสมอยู่ (สีแดง) [3] ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการออกแบบอุปกรณ์ในการตรวจวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบโดยการใช้เสียงกระตุ้น โดยอุปกรณ์นี้จะประกอบไปด้วย

- 1) แหล่งกำเนิดเสียง โดยใช้แอปพลิเคชันในการสั่งการให้โทรศัพท์สร้างเสียงกระตุ้นคือ เสียงนกร้อง (Bird chirping) ในการวินิจฉัยโรคหูชั้นกลางอักเสบ
- 2) หูฟัง เป็นส่วนที่ใช้สอดเข้าไปในช่องหูส่วนนอก ซึ่งจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งเสียง (Speaker) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับเสียงที่สะท้อนกลับมา (Microphone)
- 3) โปรแกรมวิเคราะห์ผล โดยโปรแกรมจะนำคลื่นเสียงสะท้อนกลับของหูแสดงผลออกทางหน้าจอเพื่อดูว่าหูข้างไหนมีการทำงานที่ผิดปกติ

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

- 1) อุปกรณ์ตรวจวัดความผิดปกติของเหลวภายในหูนี้ใช้เพียงแค่หูฟังและแอปพลิเคชันบนมือถือเท่านั้น จึงทำให้อุปกรณ์นี้มีต้นทุนที่มีราคาถูกกว่าการตรวจคัดกรองโดยการตรวจการได้ยิน การส่งตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หู
- 2) มีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้ายได้ พกพาสะดวกและใช้งานง่าย สามารถนำมาใช้ตรวจคัดกรองโรคที่บ้านได้และเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจในการไปพบแพทย์
- 3) ช่วยในการวินิจฉัยโรคได้อย่างรวดเร็ว นำไปสู่การรักษาได้ทันทั่วทั้ง
- 4) สามารถใช้ตรวจคัดกรองการได้ยินของเด็กที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียการได้ยินหรือตรวจในผู้ใหญ่ได้
- 5) สามารถใช้ตรวจเพื่อติดตามอาการและการรักษาในระยะยาว

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

กิจกรรม	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ออกแบบและพัฒนาหูฟังที่ใช้ในการส่งเสียงไปกระตุ้นและวัดเสียงสะท้อนกลับ	X									
ออกแบบและเขียนแอปพลิเคชันในการสร้างเสียงและรับผลเสียงสะท้อนกลับ		X	X	X						
สร้างหูฟัง				X						
ทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันและหูฟังให้ได้คุณสมบัติตามวัตถุประสงค์และปรับปรุงแก้ไขปัญหา					X					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรม	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
สร้างโมเดลจำลองหูและบันทึกคลื่นเสียงจาก โมเดลจำลอง						X				
ออกแบบอัลกอริทึม Machine learning เพื่อคัดกรองโรคหูน้ำหนวก และพัฒนา โปรแกรมบนคอมพิวเตอร์							X	X		
ทดสอบข้อมูลกราฟคลื่นเสียงที่ได้จากเก็บ ตัวอย่างมา ฝึกสอนระบบคัดกรองให้มีความ ฉลาดที่จะสามารถแยกแยะกราฟคลื่นเสียง ต่าง ๆ ได้									X	
นำเครื่องไปทดสอบกับโมเดลจำลองหู ดูผลลัพธ์ และแก้ไขปัญหา									X	
ทดสอบการทำงานร่วมกันของระบบทั้งหมด และแก้ไขปัญหา									X	
สรุปผลการทดลอง										X
รายงานสมบูรณ์										X

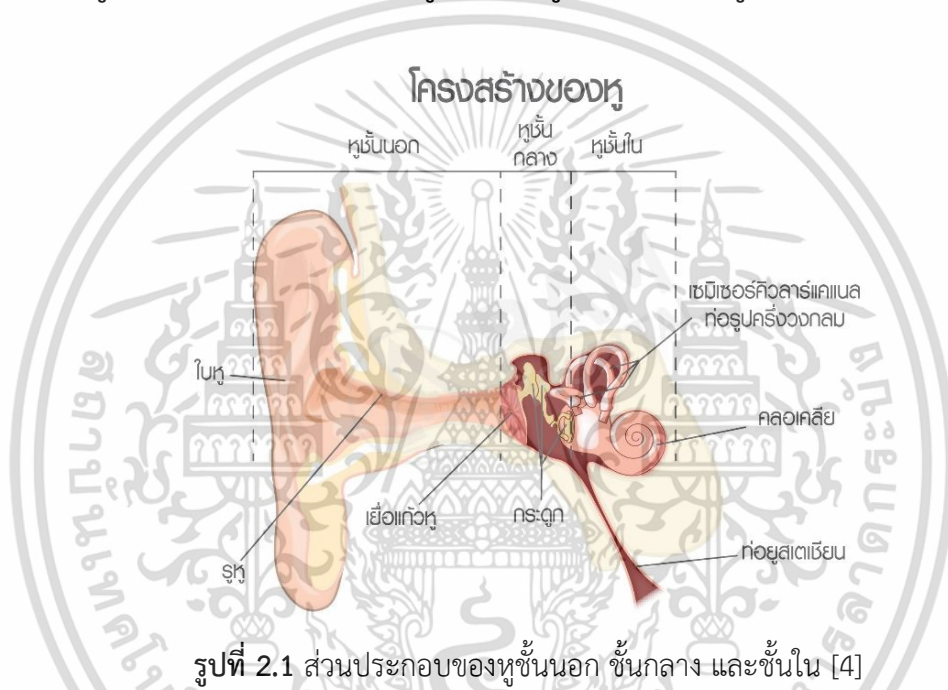
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญและส่วนประกอบของหู

หูทำงานด้วยพลังงานกลและพลังงานไฟฟ้า (Mechanic&Electrical Impulse) แล้วส่งกระแสประสาทไปสู่สมอง หูทำหน้าที่สำคัญถึงสองอย่าง คือ การได้ยินและการทรงตัว ซึ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติและทั้งสองหน้าที่นี้ก็เป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการดำรงชีพอย่างเป็นสุขของมนุษย์

หูแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ หูชั้นนอก หูชั้นกลาง และหูชั้นใน



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของหูชั้นนอก ชั้นกลาง และชั้นใน [4]

หูชั้นนอก (External Ear)

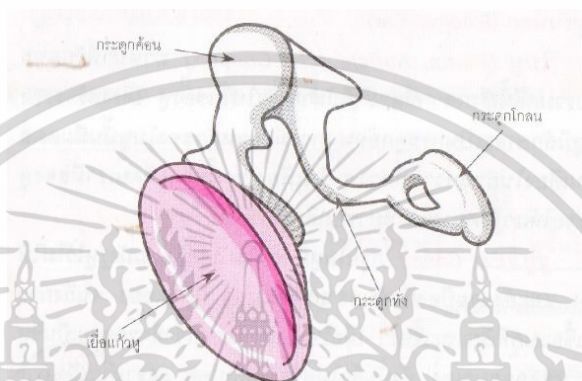
1) ใบหู (Pinna, Auricle หรือ Concha) ทำหน้าที่รับและรวบรวมคลื่นเสียงจากที่ต่าง ๆ ให้ผ่านเข้าไปในช่องหู โครงสร้างของใบหูมีลักษณะเป็นกระดูกอ่อน การมีรอยหยักของใบหูนั้นมีผลต่อคลื่นเสียงในย่านความถี่ต่าง ๆ ไม่เพียงเท่านั้นการที่คนเรามีสองหู จะช่วยให้เรารู้ทิศทางและที่มาของเสียงได้ชัดเจนขึ้น

2) รูหู (Ear Canal) ภายในหูมีต่อมไขมันเคลือบผนังรูหูไว้ไม่ให้แห้ง และยังช่วยป้องกันอันตรายจากแมลง ผุ่นละออง จนถึงการติดเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา เมื่อไขมันสะสมมากเข้าก็จะกลายเป็นขี้หูและหลุดออกมาเอง ดังนั้นจึงไม่ควรแคะหูบ่อย เพราะจะเป็นการกระตุ้นให้ต่อมไขมันสร้างขี้หูเพิ่มขึ้นและขี้หูจะสะสมมากขึ้นไปอีก หากเกิดแผลถลอก ยิ่งถ้าแคะหูลึกไปถึงเยื่อแก้วหู อาจทำให้เยื่อแก้วหูเป็นแผลหรือฉีกขาด กลายเป็นคนหูหนวกได้ รูหูมีความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร เท่ากับหนึ่งในสี่ของความยาวคลื่นเสียงในย่านความถี่ประมาณ 3,000 Hz (External Ear Resonance) เราจึงรับรู้เสียงในย่านความถี่ 2,000 – 3,000 Hz ได้ดีเป็นพิเศษ (เสียงพูดคุย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงการศึกษาเท่านั้น มิใช่สงวนไว้เพื่อประโยชน์อื่นใด หากไม่ผ่านการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติของคนเราอยู่ในย่านความถี่นี้) มีการทดลองพบว่า ความดังของคลื่นเสียงในช่วงความถี่ 3,000 Hz จะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 10 dB หลังจากป่านรูหูแล้ว

3) เยื่อแก้วหู (Eardrum หรือ Tympanic Membrane) เป็นรอยต่อระหว่างหูชั้นนอกกับหูชั้นกลาง มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ รูปร่างเกือบกลม เอียงทำมุมกับหูชั้นนอก 55 องศา เยื่อแก้วหูจะสั่นเมื่อได้รับคลื่นเสียง เปรียบได้กับหนังหน้ากลองที่เมื่อถูกตีจะส่งแรงสั่นสะท้อนเข้าไปในหูชั้นกลางโดยจะขยายหรือกระเพื่อมตามความถี่ที่ได้รับ (ขยายเร็วเมื่อได้รับความถี่สูงและขยายช้าเมื่อได้รับความถี่ต่ำ)



รูปที่ 2.2 ภาพเยื่อแก้วหู [5]

หูชั้นกลาง (Middle Ear)

มีลักษณะเป็นโพรงอากาศ อยู่ต่อกับหลังโพรงจมูกโดยมีท่อต่อกับคอหอยเรียกว่า ท่อยูสเตเชียน (Eustachian Tube หรือ Auditory Tube) ปกติท่อนี้จะปิด แต่จะเปิดเมื่อมีการเคี้ยวกลืนอาหารหรือหายใจ เพื่อปรับความดันบนเยื่อแก้วหูทั้งสองข้างให้เท่ากัน เนื่องจากความแตกต่างระหว่างความดันอากาศภายนอกและภายในหูชั้นกลางอาจทำให้เยื่อแก้วหูถูกดันให้โป่งออกหรือยุบเข้า ทำให้การสั่นและการนำเสียงของเยื่อแก้วหูลดลง หากท่อยูสเตเชียนมีการอุดตัน จะทำให้หูอื้อปวดหูได้ ร่างกายมีการปรับความดันในช่องหูชั้นกลาง โดยผ่านแรงดันอากาศบางส่วนไปทางท่อยูสเตเชียน ถ้ามีเชื้อโรคในคอหรือจมูกอาจมีผลให้เชื้อเข้าสู่หูชั้นกลางทางท่อนี้ได้ ซึ่งอาจทำให้หูอักเสบตามไปด้วย

หูชั้นกลางมีกระดูกสำคัญ 3 ชิ้น ได้แก่ กระดูกค้อน (Malleus) กระดูกทั่ง (Incus) และกระดูกโกลน (Stapes) ไล่เรียงจากตำแหน่งที่อยู่นอกสุดไปยังในสุดตามลำดับ กระดูกทั้งสามชิ้นนี้จะยึดติดกันเป็นระบบคานติด - คานงัด เพื่อขยายการสั่นสะท้อนของคลื่นเสียงให้มากขึ้นและส่งต่อไปยังหูชั้นใน ตำแหน่งของท่อยูสเตเชียนนั้นติดต่อกับหูชั้นในทางหน้าต่างรูปไข่ (Oval Window) และหน้าต่างรูปกลม (Round Window) โดยทั้งช่องหน้าต่างรูปไข่และรูปกลมจะมีเยื่อบางๆ กั้นอยู่ช่วยให้หูชั้นกลางทำหน้าที่สำคัญทั้ง 2 อย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การขยายเสียงและการป้องกันเสียงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในหูชั้นกลางมีเส้นประสาทผ่าน ได้แก่ แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 (Chorda Tympani Nerve) แขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 9 (Glossopharyngeal Nerve) และแขนงของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 (Trigeminal Nerve)

หูชั้นใน (Inner Ear)

หูชั้นในทำหน้าที่รับรู้การเคลื่อนไหวของศีรษะเพื่อการทรงตัว ภายในหูชั้นในมีเยื่อบางกั้นน้ำที่หล่อเลี้ยงปลายประสาทไม่ให้ปะปนกัน หูชั้นในฝังอยู่ในกระดูกเทมโปราล (Temporal Bone) ของกะโหลกศีรษะ ปลายประสาทในหูชั้นในจะส่งผ่านสัญญาณทั้งการได้ยินและการทรงตัวจากหูไปสู่สมอง ซึ่งเป็นศูนย์บัญชาการเพื่อรับการได้ยิน ควบคุมการเคลื่อนไหวและการทรงตัว



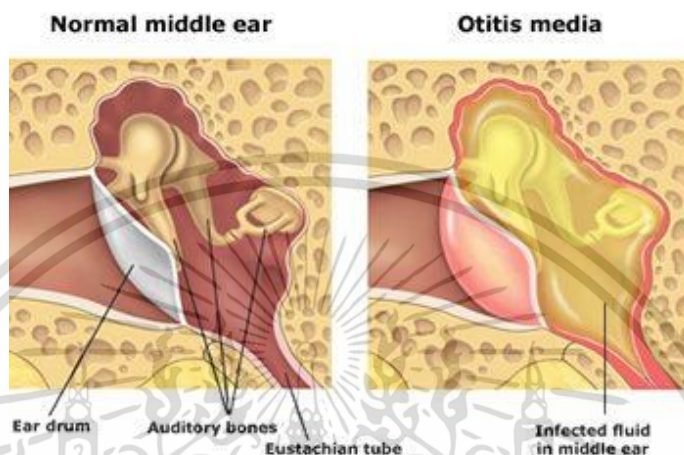
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของหูชั้นใน [5]

ภายในหูชั้นในมี คอเคลีย (Cochlea) มีลักษณะเป็นท่อกลมม้วนขดเป็นรูปก้นหอยราวสองรอบครึ่ง ภายในคอเคลียจะมีท่อขนาดใหญ่สองท่อเรียกว่า สกาลาเวสติบูล (Scala Vestibuli) และสกาลาทิมพาโน (Scala Tympani) ขดคู่กันไปตั้งแต่ฐานแล้วมาบรรจบกันที่ยอดของก้นหอยหรือที่เรียกว่า เฮลิโคทริมา (Helicotrema) ภายในท่อทั้งสองนี้จะมีของเหลวคล้ายน้ำโลหิตหล่อเลี้ยงอยู่เรียกว่า เพอริลิมพ์ (Perilymph)

ภายในคอเคลียจะมีท่อขนาดใหญ่ 2 ท่อ ได้แก่ สกาลาเวสติบูล และสกาลาทิมพาโนขดคู่กันไปตั้งแต่ฐานจนบรรจบกันที่ยอด ขนาบสองข้างของสกาลามีเดีย นอกจากนี้ภายในสกาลาเวสติบูล ยังมีท่อเล็กๆ อีกท่อ เรียกว่า สกาลามีเดีย (Scala Media) หรือ ท่อคอเคลีย (Cochlea Duct) ท่อทั้งสองนี้กั้นด้วยเยื่อต่างๆ ที่เรียกว่า เยื่อเวสติบูลาร์ (Vestibular Membrane) หรือ เยื่อรูสเนอร์ (Reissner's Membrane) ผนังด้านในของสกาลามีเดียมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงเป็นจำนวนมาก เรียกว่า สเตรียวาสคูลาริส (StriaVascularis) ทำหน้าที่ผลิตของเหลวที่เรียกว่า

2.2 หูชั้นกลางอักเสบ หรือ โรคหูน้ำหนวก

หูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media หรือ Middle ear infection) เป็นโรคที่พบได้บ่อยในคนทุกวัย แต่จะพบได้มากในทารกและเด็กเล็ก (4 เดือนถึง 4 ขวบ) เนื่องจากภูมิคุ้มกันที่ยังน้อยและยังเจริญไม่เต็มที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทารกที่ไม่ได้กินนมมารดา อยู่ในที่ที่มีควันบุหรี่ หรือมีสมาชิกในครอบครัวเป็นโรคนี้อาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหูชั้นกลางอักเสบมากขึ้น



รูปที่ 2.6 หูชั้นกลางปกติ (ซ้าย) และหูชั้นกลางอักเสบ (ขวา) [6]

2.2.1 สาเหตุของหูชั้นกลางอักเสบ

โรคนี้อาจแบ่งออกเป็นชนิดเฉียบพลัน ชนิดเรื้อรัง และชนิดที่มีน้ำคั่งในหูชั้นกลาง

1) **หูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน (Acute otitis media - AOM)** ส่วนใหญ่มักเกิดร่วมกับการติดเชื้อในบริเวณทางเดินหายใจส่วนต้น (คอและจมูก) ได้แก่ ไข้หวัด ทอนซิลอักเสบ และบางรายหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลันอาจเป็นภาวะแทรกซ้อนของโรคไข้หวัดใหญ่ ไอกรน หัด ทำให้เชื้อโรคบริเวณคอผ่านท่อยูสเท-เซียนหรือท่อปรับความดันหูชั้นกลาง (Eustachian tube) เข้าไปในหูชั้นกลางได้ และเกิดการอักเสบขึ้นมา ทำให้เยื่อแก้วหูภายในหูชั้นกลางและท่อยูสเท-เซียนบวม และมีหนองขังอยู่ในหูชั้นกลาง เพราะไม่สามารถระบายผ่านท่อยูสเท-เซียนที่บวมและอุดตันได้ ในที่สุดเยื่อแก้วหูซึ่งเป็นเยื่อบาง ๆ ที่กั้นอยู่ระหว่างหูชั้นกลางอักเสบกับหูชั้นนอกก็จะเกิดการทะลุเป็นรูหนองที่ขังอยู่ภายในก็จะไหลออกมากลายเป็นหูน้ำหนวก

เชื้อโรคสามารถเข้าสู่หูชั้นกลางได้จาก 3 ช่องทาง คือ

1. จากการติดเชื้อในคอหรือจมูกผ่านเข้าทางท่อยูสเท-เซียนไปสู่หูชั้นกลาง ซึ่งพบได้เป็นส่วนใหญ่อันที่กล่าวไปแล้ว
2. จากการติดเชื้อในรูหู ผ่านแก้วหูที่ทะลุ แล้วเข้าสู่หูชั้นกลาง
3. ผ่านทางกระแสเลือด

เชื่อก่อนโรคส่วนใหญ่มักเป็นเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งพบได้ประมาณ 55-75% โดยเป็นเชื้อสเตรปโตค็อกคัส นิวโมเนียอี (Streptococcus pneumoniae), เชื้อฮีโมฟิลัส อินฟลูเอ็นซาอี (Haemophilus influenzae) และเชื้อมอแรเซลลา (Moraxella catarrhalis) ถึง 80% ส่วนที่เหลือจะเป็นพวกเชื้อไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus), เชื้อสเตรปโตค็อกคัสกลุ่มเอและบี (group A and group B streptococcus) และพวกแบคทีเรียแกรมลบ เช่น สูโดโมนาส (Pseudomonas) ซึ่งมักเป็นสาเหตุในทารกแรกเกิด ส่วนกลุ่มถัดมาจะเป็นเชื้อไวรัส ซึ่งพบได้ประมาณ 10 -40% ได้แก่ เชื้อไวรัสอาร์เอสวี (Respiratory syncytial virus), ไรโนไวรัส (Rhinovirus), ไวรัสไข้หวัดใหญ่ (Influenza virus), อดีโนไวรัส (Adenovirus) ตามลำดับ (แต่บางข้อมูลระบุว่า โรคนี้โดยส่วนใหญ่ มักจะเกิดจากการติดเชื้อไวรัสซึ่งมักพบร่วมกับไข้หวัด ซึ่งมักจะไม่รุนแรงและหายได้เองภายในไม่กี่วัน หรือประมาณ 2-3 วัน และมีส่วนน้อยที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งต้องได้รับการรักษาด้วยยาปฏิชีวนะอย่างจริงจัง เพราะหากปล่อยไว้ไม่รักษา ก็อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนรุนแรงตามมาได้)

สาเหตุที่พบโรคนี้ในเด็กมากกว่าในผู้ใหญ่ เป็นเพราะว่าในทารกและเด็กเล็กจะมีท่อยูสเตเซียน (Eustachian tube) ที่เชื่อมต่อระหว่างหูชั้นกลางและโพรงหลังจมูกยังมีการพัฒนาไม่สมบูรณ์เต็มที่ คือ มีขนาดสั้นกว่าในผู้ใหญ่และมักจะอยู่ในแนวขนานกับแนวราบ (ทำมุมกับแนวราบเพียงเล็กน้อย) ซึ่งต่างจากผู้ใหญ่ที่ท่อยูสเตเซียนจะทำมุมกับแนวราบได้มากกว่า และท่อยูสเตเซียนมีขนาดยาวกว่าในเด็ก จึงทำให้เชื้อโรคจากจมูกและโพรงหลังจมูกเข้าสู่หูชั้นกลางของเด็กได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่ และประกอบกับการที่เด็กมักเกิดภาวะติดเชื้อเป็นไข้หวัดได้บ่อย ซึ่งถ้าโรคหวัดที่เป็นอยู่เกิดลุกลาม ก็จะมีโอกาสที่จะเกิดการอักเสบต่อเนื่องไปยังรูเปิดของท่อยูสเตเซียนได้ และมีผลทำให้เกิดภาวะหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน



รูปที่ 2.7 หูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน [6]

2) ภาวะน้ำคั่งในหูชั้นกลาง (Otitis media with effusion - OME) เป็นภาวะที่มีน้ำขังอยู่ในหูชั้นกลางโดยที่ไม่มีอาการแสดงของการอักเสบหรือติดเชื้อ ผู้ป่วยมักจะมีอาการหูอื้อ การได้ยินลดลง แต่ไม่มีอาการปวดหูและไม่มีไข้ เมื่อตรวจดูในหูจะไม่พบการบวมแดงของแก้วหู แต่จะมีการขยับของเยื่อแก้วหูลดลง (เพราะมีน้ำขังอยู่ด้านหลัง) ภาวะนี้มักพบในเด็กที่มีปัจจัยเสี่ยง เช่น ปากแห้งเพดานโหว่ กลุ่มอาการของดาวน์ มีโครงสร้างใบหน้าผิดปกติ แต่หากพบภาวะนี้ในผู้ใหญ่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรตรวจหาโรคมะเร็งของคอหอยส่วนจมูก (Nasopharyngeal carcinoma) ด้วย เพราะอาจไปอุดท่อยูสเตเชียนได้



“ภาวะน้ำคั่งในหูชั้นกลาง” (Otitis media with effusion - OME)

รูปที่ 2.8 ภาวะน้ำคั่งในหูชั้นกลาง [6]

3) หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง (Chronic otitis media หรือ Chronic suppurative otitis media - CSOM) เป็นภาวะที่มีการทะลุของเยื่อแก้วหูและมีหนองน้ำหนวกไหลแบบเรื้อรัง (โดยมากจะเริ่มเป็นมาตั้งแต่เด็ก ในเด็กที่ขาดสารอาหารหรือมีสุขภาพไม่แข็งแรง หรือขาดสุขอนามัย จะมีโอกาสเป็นโรคนี้นี้ได้มากกว่าเด็กที่มีสุขภาพแข็งแรง) โดยอาจเป็นผลมาจากหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลันหรือมาจากการได้รับบาดเจ็บแก้วหูทะลุก็ได้ และบางครั้งอาจพบร่วมกับผู้ที่เป็นไซนัสอักเสบเรื้อรัง ทอนซิลอักเสบเรื้อรัง ผนังกันช่องจมูกคด ริดสีดวงจมูก



“หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง” (Chronic suppurative otitis media - CSOM)



รูปที่ 2.9 หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ภาวะที่มีการทะลุของเยื่อแก้วหูและมีหูน้ำหนวกไหลออกมา [6]

2.2.2 ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคหูชั้นกลางอักเสบ

- 1) การสูดควันบุหรี่
- 2) มีภูมิต้านทานน้อยหรือไม่ดี เช่น ในทารกที่ไม่ได้กินนมมารดา
- 3) ภาวะที่ท่อยูสเตเซียนอุดตัน เช่น เป็นไข้หวัด การใส่สายป้อนอาหารทางจมูก
- 4) ภาวะปากแห้งเพดานโหว่
- 5) การเลี้ยงลูกด้วยนมขวด การใช้จุกนมปลอม การนอนหงายดูนม
- 6) การส่งเด็กไปเลี้ยงที่ศูนย์เลี้ยงเด็ก
- 7) การส่งน้ำมูกแรง ๆ การดื่มน้ำ การว่ายน้ำ ในขณะที่มีการอักเสบในโพรงจมูก

หรือโพรงหลังจมูกจะทำให้เกิดการอักเสบติดเชื้อในหูชั้นกลางได้ง่ายขึ้น

2.2.3 อาการของหูชั้นกลางอักเสบ

หูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน ผู้ป่วยมักมีอาการเกิดขึ้นอย่างฉับพลันหลังจากเป็นไข้หวัด เจ็บคอ หรือเป็นโรคติดเชื้อของทางเดินหายใจอื่น ๆ โดยจะมีอาการปวดในรูหู (แต่ดึงใบหูจะไม่เจ็บมากขึ้นเหมือนโรคหูชั้นนอกอักเสบ) หูอื้อ การได้ยินลดลง มีไข้สูง หนาวสั่น และบางรายอาจมีอาการบ้านหมุน คลื่นไส้ อาเจียน หรือท้องเดินได้ด้วย ส่วนในทารกและเด็กเล็กจะมีอาการตื่นขึ้นร้องกวนเวลากลางดึกด้วยอาการเจ็บปวดหู และร้องไห้แงแแงเกือบตลอดเวลา บางรายอาจเอามือดึงใบหูตัวเองข้างที่ปวด เด็กมักจะมีไข้สูง บางรายอาจมีอาการชักเนื่องจากไข้สูง และเด็กมักมีอาการของไข้หวัดหรือมีอาการไอร่วมด้วย

หูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน แบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ

1. **ระยะบวมแดง** ถ้าตรวจดูในหูด้วยเครื่องมือแพทย์จะพบแก้วหูบวมแดง ในระยะนี้ผู้ป่วยจะมีอาการปวดหูหรือแน่น ๆ ในหู มีไข้ และการได้ยินผิดปกติ ส่วนในทารกและเด็กเล็กจะร้องไห้แงแแงไม่ยอมนอน และบางรายมักเอามือดึงใบหูตัวเอง

2. **ระยะมีน้ำ** ภายใน 1-2 วัน จะเริ่มมีซีรั่มซึมออกมาจากหลอดเลือดที่ขยายตัวเข้าไปในหูชั้นกลางและในโพรงกระดูกมาสตอยด์ที่อยู่หลังหู ในระยะนี้ผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการปวดหูมาก

ชั้น มีไข้สูง และการได้ยินลดลง เมื่อตรวจดูในหูจะพบแก้วหูมีลักษณะบวมแดงโป่งนูน เพราะถูกน้ำข้างในดันออกมา

3. ระยะเวลา เป็นระยะที่แก้วหูไม่สามารถทนต่อแรงดันจากน้ำข้างในหูชั้นกลางได้อีกจนเกิดการทะลุ ทำให้มีหนองไหลออกมาในรูหูชั้นนอก ซึ่งผู้ป่วยจะรู้สึกว่ามีน้ำปนหนองไหลออกมาจากหูอยู่พักหนึ่งแล้วอาการปวดหูและไข้จะลดลงอย่างมาก ส่วนใหญ่การอักเสบแบบเฉียบพลันจะหยุดแค่นี้ เยื่อแก้วหูจะซ่อมแซมปิดรูที่ทะลุได้เองภายใน 2 สัปดาห์ และการได้ยินของผู้ป่วยจะกลับมาเป็นปกติหรือเกือบปกติ แต่ในผู้ป่วยบางรายที่รูทะลุไม่สามารถปิดได้เองก็จะเข้าสู่การอักเสบแบบเรื้อรังต่อไป (โดยทั่วไปจากระยะบวมแดงถึงระยะทะลุจะกินเวลาไม่เกิน 2 สัปดาห์ และหากรักษาได้ทันทีจะช่วยป้องกันการทะลุได้)

หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง (หูน้ำหนวกเรื้อรัง) ผู้ป่วยมักจะมีอาการหูน้ำหนวกไหลเป็น ๆ หาย ๆ เรื้อรังร่วมกับมีอาการหูอื้อ หูตึง หูน้ำหนวก มักเกิดขึ้นเวลาเป็นหวัด เจ็บคอ หรือหลังจากเล่นน้ำ มีลักษณะเป็นหนองสีเหลืองหรือสีเขียว บางรายอาจมีอาการบ้านหมุน คลื่นไส้ อาเจียน ร่วมด้วย และส่วนมากจะไม่มีไข้หรือเจ็บปวดในรูหูแต่อย่างใด

หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง อาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. **ชนิดปลอดภัย (Safe ear)** เป็นชนิดที่เยื่อแก้วหูทะลุอยู่แค่ตรงกลาง ส่วนขอบของแก้วหูยังอยู่ครบ แต่จะไม่พบว่ามียุงน้ำในหูชั้นกลาง (Cholesteatoma) ผู้ป่วยจะมีหนองไหลจากหูเป็น ๆ หาย ๆ และสูญเสียการได้ยินไปบางส่วน แต่จะไม่มีไข้หรืออาการเจ็บปวดในรูหู

2. **ชนิดไม่ปลอดภัย (Unsafe ear)** เป็นชนิดที่เยื่อแก้วหูทะลุถึงบริเวณขอบแก้วหู และจะมีมียุงน้ำในหูชั้นกลางร่วมด้วย ซึ่งจะสามารถทำลายกระดูกบริเวณรอบข้างได้ ส่วนอาการจะเหมือนกับชนิดปลอดภัย แต่ผู้ป่วยอาจมีอาการเวียน คลื่นไส้ อาเจียน เพิ่มเติมเข้ามาด้วย

2.2.4 ภาวะแทรกซ้อนของหูชั้นกลางอักเสบ

หูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน ถ้าไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกต้อง อาจทำให้กลายเป็นหูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง, หูชั้นในอักเสบ (เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่ลุกลามเข้าไปในหูชั้นใน ทำให้ผู้ป่วยมีอาการหูอื้อ มีเสียงดังในหู และบ้านหมุน), หูหนวก, โพรงกระดูกมาสตอยด์อักเสบ (Mastoiditis) ซึ่งผู้ป่วยจะมีไข้สูงร่วมกับมีอาการปวดตรงบริเวณกระดูกมาสตอยด์ตรงหลังหู, ไบโหน้ำเป็นอัมพาตครึ่งซีก, เยื่อหุ้มสมองอักเสบ, ฝีในสมอง เป็นต้น

หูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง อาจทำให้เกิดหูชั้นในอักเสบ, โพรงกระดูกมาสตอยด์อักเสบ (Mastoiditis), มีฝีรอบ ๆ หู, หูหนวกสนิท (เนื่องจากกระดูกนำเสียงภายในหูถูกทำลาย), อาจทำลายเส้นประสาทไบโหน้ำทำให้ไบโหน้ำกลายเป็นอัมพาตครึ่งซีก (เวลายิ้มมุมปากขวาจะยกไม่ขึ้น ส่วนเวลาหลับตาหนึ่งตาขวาจะปิดไม่สนิท), เชื้ออาจลุกลามเข้าสู่สมองทำให้เป็นเยื่อหุ้มสมองอักเสบหรือฝีในสมองซึ่งเป็นอันตรายได้

2.2.5 การวินิจฉัยหูชั้นกลางอักเสบ

แพทย์สามารถวินิจฉัยโรคนี้ได้จากการซักประวัติอาการของผู้ป่วย (เช่น อาการปวดหู หูอื้อ มีไข้ ร่วมกับไข้หวัด เจ็บคอ) การตรวจร่างกาย และการใช้เครื่องส่องหู (Otoscope) ส่องดู ซึ่งจะพบเยื่อแก้วหูมีลักษณะผิดปกติ (บวมแดงหรือมีรูทะลุ) นอกจากนี้อาจมีการตรวจอื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น การตรวจการได้ยิน ภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ การส่งตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หู เป็นต้น

สำหรับหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน ในระยะแรกแพทย์อาจตรวจพบว่าผู้ป่วยมีไข้ การตรวจดูหูโดยใช้เครื่องส่องหูจะเห็นเยื่อแก้วหูโป่งออกและเป็นสีแดงเรื่อ ๆ ในระยะต่อมาจะมีการทะลุของเยื่อแก้วหู ทำให้ตรวจพบเยื่อแก้วหูทะลุเป็นรูและมีหนองไหล ซึ่งในระยะนี้ผู้ป่วยจะหายปวดหูและไม่มีไข้

สำหรับหูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง เมื่อใช้เครื่องส่องหูตรวจจะพบเยื่อแก้วหูทะลุเป็นรูกว้าง ถ้าทะลุเป็นรูใหญ่ถึงขอบแก้วหูมักจะเป็นชนิดที่มีอันตรายร้ายแรง

2.2.6 การรักษาหูชั้นกลางอักเสบ

การรักษาหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลัน

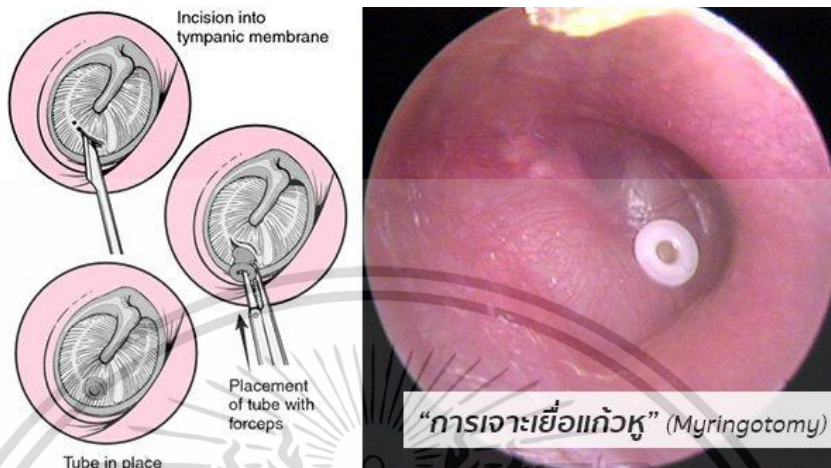
1. แพทย์จะให้รับประทานยาแก้ปวดลดไข้ เช่น พาราเซตามอล (Paracetamol) เท่าที่จำเป็น และให้รับประทานยาปฏิชีวนะถ้าพบว่าเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น อะม็อกซิซิลลิน (Amoxicillin), โคไตรม็อกซาโซล (Co-trimoxazole) หรืออิริโทรมัยซิน (Erythromycin) เพื่อกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุ ซึ่งมักจะได้รับประทานติดต่อกันเป็นเวลา 10-14 วัน (ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรค และแพทย์อาจให้ยาหยอดหูร่วมด้วยในรายที่มีหนองไหลออกจากหูหรือมีหูชั้นนอกอักเสบร่วมด้วย)

2. นอกจากนี้แพทย์อาจให้รับประทานยาแก้แพ้ (Antihistamine), ยาลดบวม, ยาหดหลอดเลือด (Oral decongestant) และพ่นจมูกด้วยยาหดหลอดเลือด (Topical decongestant) เพื่อทำให้เยื่อบุบริเวณรูเปิดของท่อยูสเตเชียนยุบวมและท่อยูสเตเชียนเปิดได้กว้างขึ้น ซึ่งจะช่วยให้สารจากการอักเสบหรือหนองที่อยู่ในหูชั้นกลางสามารถระบายออกจากท่อนี้ได้สะดวกขึ้น

3. ถ้าอาการดีขึ้นใน 2-3 วันหลังจากรับประทานยาปฏิชีวนะ ให้รับประทานยาปฏิชีวนะต่อไปจนครบตามที่แพทย์สั่ง แต่ถ้าอาการยังไม่ดีขึ้น ควรกลับไปพบแพทย์ที่โรงพยาบาล ซึ่งแพทย์อาจต้องใช้เข็มเจาะเพื่อระบายเอาหนองออกจากเยื่อแก้วหู ซึ่งเรียกว่า “การเจาะเยื่อแก้วหู” (Myringotomy) และหลังการรักษาด้วยวิธีนี้เยื่อแก้วหูจะปิดได้เองภายใน 1-2 สัปดาห์

การเจาะเยื่อแก้วหู (Myringotomy) มักทำในรายที่ให้ยาเต็มที่แล้วอาการของผู้ป่วยยังไม่ดีขึ้น (เช่น ผู้ป่วยยังคงมีอาการปวดหูมาก มีไข้สูง) หรือต้องการเอาหนองไปย้อมเชื้อหรือเพาะเชื้อเพื่อหาชนิดของเชื้อก่อโรค, เป็นผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือผู้ป่วยหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลันที่มี

ภาวะแทรกซ้อน (เช่น โพรงกระดูกมาสตอยด์อักเสบเฉียบพลันแทรกซ้อน), ฝีหลังหู, เยื่อหุ้มสมองอักเสบ, ฝีในสมอง, ไบหน้าเป็นอัมพาตครึ่งซีก



รูปที่ 2.11 การเจาะเยื่อแก้วหู [6]

4. ผลการรักษาส่วนใหญ่มักหายขาดได้ ส่วนในรายที่ได้รับยาไม่เพียงพอหรือไม่ถูกต้อง อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนตามมาภายหลังได้

การรักษาภาวะน้ำคั่งในหูชั้นกลาง สามารถรักษาด้วยการรับประทานยาปฏิชีวนะในระยะสั้นๆ แต่ถ้าอาการยังไม่ดีขึ้นแพทย์จะพิจารณาทำการเจาะเยื่อแก้วหูพร้อมใส่ท่อระบาย (Miringotomy)

การรักษาหูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง

1. หมั่นใช้ไม้พันสำลีเช็ดทำความสะอาดหูให้แห้งอยู่เสมอ แล้วใช้ยาหยอดหูปฏิชีวนะ (Antibiotic ear drops) ที่แพทย์สั่งให้ ใช้หยอดหูวันละ 3-4 ครั้ง จนกว่าหนองจะแห้ง (ก่อนหยอดยาทุกครั้งควรเช็ดหนองให้แห้งก่อน) ถ้ามีอาการอักเสบกำเริบเฉียบพลัน เช่น ปวดหู มีไข้ ให้รับประทานยาปฏิชีวนะร่วมด้วยเป็นเวลา 10-14 วัน

2. ถ้าอาการยังไม่ดีขึ้นใน 1-2 สัปดาห์ หรือมีอาการหูหนวกหูตึงมาก เยื่อแก้วหูทะลุเป็นรูใหญ่ถึงขอบแก้วหู มีฝีขึ้นที่หลังหู หรือมีอาการไบหน้าเป็นอัมพาตครึ่งซีก ควรรีบไปโรงพยาบาล ซึ่งแพทย์อาจต้องทำการเอกซเรย์หูและตรวจพิเศษอื่น ๆ แล้วแก้ไขไปตามสาเหตุที่ตรวจพบ เช่น การรักษาไซนัสอักเสบ ทอนซิลอักเสบ ผันกั้นช่องจมูกคด ริดสีดวงจมูก เป็นต้น แต่ถ้ายังไม่ได้ผล อาจจำเป็นต้องผ่าตัดซ่อมแซมกระดูกนำเสียงและทำเยื่อแก้วหูเทียม (Tympanoplasty) ซึ่งจะช่วยให้การได้ยินของผู้ป่วยดีขึ้น

3. ในรายที่มีอาการปวดศีรษะรุนแรง อาเจียนรุนแรง หรือคอแข็ง หรือสงสัยว่าเป็นเยื่อหุ้มสมองอักเสบหรือฝีในสมองแทรกซ้อน ควรรีบไปพบแพทย์ที่โรงพยาบาล โดยด่วน

การผ่าตัดโพรงกระดูกมาสตอยด์ (Mastoidectomy) มักทำในรายที่มีการอักเสบของโพรงกระดูกมาสตอยด์ มีหนองขังอยู่ภายในโพรงกระดูกมาสตอยด์และไม่มีทางออก โดยแพทย์จะทำการผ่าตัดบริเวณหลังหูเข้าสู่โพรงกระดูกมาสตอยด์และนำหนองที่อยู่ภายในออกมา

2.2.7 การดูแลตนเองเมื่อเป็นโรคหูชั้นกลางอักเสบ ผู้ป่วยควรปฏิบัติตามคำแนะนำดังต่อไปนี้

1. เมื่อมีอาการปวดหู หูอื้อ และมีไข้ ให้รับประทานยาพาราเซตามอล (Paracetamol) เพื่อบรรเทาอาการดังกล่าว แล้วจึงรีบไปพบแพทย์ภายใน 24 ชั่วโมง

2. ในขณะที่มีหูน้ำหนวกไหลหรือเป็นโรคหูน้ำหนวกเรื้อรัง ควรไปพบแพทย์ เพื่อรับการตรวจรักษาที่ถูกต้องและต่อเนื่อง หมั่นใช้ไม้พันสำลีเช็ดทำความสะอาดหูให้แห้งและระวังอย่าให้น้ำเข้าหู โดยการหลีกเลี่ยงการดำน้ำหรือเล่นน้ำในสระหรือแม่น้ำลำคลอง

3. ป้องกันตนเองไม่ให้เป็นหวัดหรือโรคของทางเดินหายใจส่วนต้น รวมถึงหลีกเลี่ยงการไอแบบปิดปากแน่นหรือสั่งน้ำมูกแรง ๆ

4. ไม่ซื้อยาหยอดหูใด ๆ มาใช้เอง

5. ปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ รับประทานยาตามที่แพทย์สั่งให้ถูกต้อง ครบถ้วน ไม่หยุดยาเอง แม้ว่าอาการจะทุเลาลงแล้วก็ตาม เพราะอาจทำให้การรักษาได้ผลไม่เต็มที่ หรือเกิดภาวะแทรกซ้อนได้

2.2.8 วิธีป้องกันหูชั้นกลางอักเสบ

การป้องกันที่สำคัญคือการหลีกเลี่ยงหรือลดปัจจัยเสี่ยงที่พอทำได้ เช่น

1. ควรให้ทารกกินนมมารดาอย่างน้อย 6 เดือน เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหูชั้นกลางอักเสบ

2. หลีกเลี่ยงการใช้จุกนมปลอม เพราะจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดหูชั้นกลางอักเสบประมาณ 1.6-3 เท่า

3. หลีกเลี่ยงการส่งเด็กไปเลี้ยงที่ศูนย์เลี้ยงเด็ก เพราะพบว่าจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดหูชั้นกลางอักเสบเพิ่มขึ้นเป็น 2.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเด็กที่พ่อแม่เลี้ยงเอง เนื่องจากเด็กจะติดเชื้อมาจากเพื่อน

4. ระวังดื่มน้ำเย็นเกินไปให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจเฉียบพลัน เช่น โรคหวัด ไซนัสอักเสบ ฯลฯ โดยการหลีกเลี่ยงสาเหตุที่ทำให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่ำลง (เช่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเครียด การพักผ่อนไม่เพียงพอ) หลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศที่เย็นมาก ๆ (เช่น การนอนเปิดแอร์ เย็นเกินไป หรือนอนเป่าพัดลมโดยไม่ได้ใส่เสื้อผ้าหรือหมวกคลุม หรือไม่ได้ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย อย่างเพียงพอ) การดื่มน้ำหรืออาบน้ำเย็น ๆ การตากลม การสัมผัสอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (เช่น จากร้อนเป็นเย็น เย็นเป็นร้อน) การสัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วยทั้งที่บ้านและในที่ทำงาน การไปยัง สถานที่ที่มีคนมาก ซึ่งจะทำให้มีโอกาสติดเชื้อเพิ่มขึ้น เป็นต้น แต่ถ้าเป็นแล้วก็ควรรักษาให้หาย โดยเร็ว และถ้าเป็นหวัดก็ไม่ควรสั่งน้ำมูกแรงเกินไป ในเด็กโตและผู้ใหญ่ การป้องกันตนเองจาก โรคดังกล่าวก็เป็นการป้องกันโรคนี้อีกด้วย

5. หลีกเลี่ยงการอยู่ในที่ที่มีควันบุหรี่ และให้งดการสูบบุหรี่ในครอบครัว โดยเฉพาะคุณพ่อคุณแม่ เพราะจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดหูชั้นกลางอักเสบแก่บุตรของท่าน

6. ระวังระวังอย่าให้เกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุกับหู หลีกเลี่ยงการกระทบกระเทือนบริเวณหูและบริเวณใกล้เคียง เพราะอาจทำให้แก้วหูทะลุและฉีกขาดได้

7. การให้วัคซีนบางชนิดสามารถลดการเกิดหูชั้นกลางอักเสบได้ โดยวัคซีน ที่นิยมให้ คือ วัคซีนป้องกันเชื้อปอดอักเสบ (Pneumococcal vaccine) วัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ (Influenza vaccine) และการให้ภูมิคุ้มกันต่อเชื้อไวรัส RSV-IGIV ในกลุ่มที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ เป็นต้น

8. สำหรับการป้องกันมิให้เป็นโรคหูชั้นกลางอักเสบเรื้อรัง (หูน้ำหนวกเรื้อรัง) อาจกระทำได้โดยการรักษาหูชั้นกลางอักเสบเฉียบพลันอย่างถูกต้อง

9. ผู้ที่เป็นหูน้ำหนวกบ่อยมากกว่า 4 ครั้งต่อปี อาจป้องกันได้โดยการรับประทาน ยาปฏิชีวนะในขนาดครึ่งหนึ่งของที่ใช้รักษา วันละ 1 ครั้งก่อนนอน ในช่วงที่มีอากาศหนาวเย็น

10. ทำให้ร่างกายแข็งแรงเพื่อลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่าง ๆ ด้วยการ รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ให้ครบถ้วนทั้ง 5 หมู่ และหมั่นออกกำลังกายแบบแอโรบิก (เช่น การวิ่ง เดินเร็ว ขึ้นลงบันได ว่ายน้ำ ซี่จักรยานแบบปรับน้ำหนักความตืดได้ เป็นต้น) อย่างน้อย วันละ 30 นาที สัปดาห์ละ 3 ครั้ง

11. ถ้าเจ็บป่วยเป็นโรคนี้อ ควรดูแลรักษาตั้งแต่เนิ่น ๆ อย่าปล่อยให้เรื้อรัง ควรรีบไปพบแพทย์เพื่อตรวจวินิจฉัยและรับการรักษาอย่างถูกต้อง [6]

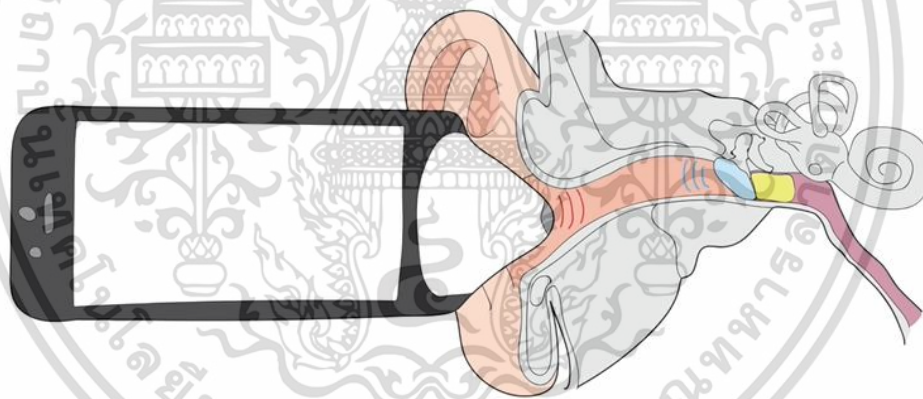
2.2.9 การตรวจการติดเชื้อในหูของเด็กโดยใช้แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

การติดเชื้อที่หูเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดที่ผู้ปกครองพาลูกไปหากุมารแพทย์ อาการนี้ เกิดขึ้นเมื่อมีของเหลวสะสมในหูชั้นกลางด้านหลังแก้วหูและเกิดการติดเชื้อ การสะสมนี้ยังพบได้ทั่วไป ในอีกสภาวะหนึ่งที่เรียกว่าหูชั้นกลางอักเสบ การสะสมของเหลวใด ๆ อาจทำให้เจ็บปวดและทำให้เด็ก ได้ยินยากซึ่งอาจเป็นอันตรายอย่างยิ่งเมื่อพวกเขาเรียนรู้ที่จะพูด อาการเหล่านี้ยากที่จะวินิจฉัย

เพราะมีอาการที่คลุมเครือ เช่น บางครั้งเด็ก ๆ ก็จะได้ยินหูหรือมีไข้ และบางครั้งก็ไม่มีอาการ นอกจากนี้เด็กเล็กอาจไม่สามารถอธิบายได้ว่าพวกเขาเจ็บที่บริเวณใด

ในปัจจุบันนักวิจัยที่มหาวิทยาลัยวอชิงตันได้สร้างแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนใหม่ที่สามารถตรวจจับของเหลวที่อยู่ด้านหลังแก้วหูได้โดยใช้กระดาษแผ่นหนึ่งและไมโครโฟนและลำโพงของสมาร์ทโฟน สมาร์ทโฟนสร้างเสียงรบกวนๆ เข้าไปในหูผ่านทางช่องกระดาษเล็ก ๆ และดูเสียงสะท้อนกลับไป ที่โทรศัพท์ แอปจะกำหนดความเป็นไปได้ของของเหลวที่มีความน่าจะเป็นที่ตรวจจับได้ 85% ซึ่งเปรียบได้กับวิธีการในปัจจุบันที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการวินิจฉัยของเหลวในหูชั้นกลาง

แอปพลิเคชันนี้ทำงานโดยการส่งเสียงเข้าไปในหูและวัดว่าคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลงอย่างไร เมื่อสะท้อนกลับออกมาจากแก้วหู แพทย์หรือผู้ปกครองสามารถตัดและพับกระดาษให้เป็นช่อง เพื่อที่จะสอดเข้าไปวางอยู่บนหูชั้นนอกและนำทางคลื่นเสียงเข้าและออกจากช่องหู เมื่อโทรศัพท์ เล่นเสียงต่อเนื่อง 150 มิลลิวินาที ซึ่งเป็นเสียงเหมือนนกร้องจิบๆ (bird chirping) ผ่านช่องกระดาษ เข้าไปกระทบแก้วหู คลื่นเสียงจะสะท้อนออกมาจากแก้วหูเดินทางกลับผ่านช่องกระดาษและเข้าไมโครโฟนของสมาร์ทโฟน คลื่นเสียงที่สะท้อนกลับนั้นรวบรวมการทำงานของคลื่นเสียง bird chirping เดิมแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่ามีของเหลวอยู่ภายในหรือไม่



รูปที่ 2.12 เสียงเดินทางเข้าไปในช่องหูเมื่อกระทบแก้วหูก็จะสะท้อนกลับออกมา [7]

เนื่องจากนักวิจัยในเรื่องนี้ต้องการให้ผู้ปกครองสามารถใช้เทคโนโลยีนี้ที่บ้านได้ จึงได้ฝึกอบรมผู้ปกครองถึงวิธีการใช้ระบบนี้กับลูก ๆ ของพวกเขาเอง ผู้ปกครองและแพทย์พับกระดาษ ทดสอบหู 25 หูและเปรียบเทียบผลลัพธ์ พบว่า ทั้งผู้ปกครองและแพทย์ประสบความสำเร็จในการตรวจสอบหูที่มีของเหลวบรรจุอยู่ได้สำเร็จ นอกจากนี้กราฟคลื่นเสียงที่เกิดจากการทดสอบทั้งผู้ปกครองและแพทย์นั้นยังดูคล้ายคลึงกัน



รูปที่ 2.13 กรวยกระดาศที่ใช้เป็นทางผ่านของเสียง [7]

เมื่อได้รับการวินิจฉัยแล้วว่าเกิดการติดเชื้อที่หูสามารถรักษาได้ง่ายด้วยการสังเกตอาการหรือใช้ยาแก้อักเสบและแพทย์สามารถตรวจสอบหรือระบายของเหลวที่ค้างอยู่เพื่อบรรเทาอาการปวดหรือการสูญเสียการได้ยิน การคัดกรองอย่างรวดเร็วที่บ้านสามารถช่วยให้ผู้ปกครองตัดสินใจได้ว่า จะต้องพาลูกไปพบแพทย์หรือไม่ [7]

2.3 ปัญญาประดิษฐ์ (AI : Artificial Intelligence)

ปัญญาประดิษฐ์ คือ เครื่องจักร(machine) ที่มีฟังก์ชันที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เครื่องจักรที่มีความสามารถเหล่านี้ก็ถือว่าเป็น ปัญญาประดิษฐ์ (AI : Artificial Intelligence) สามารถกล่าวได้ว่า AI ถือกำเนิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรมีความสามารถที่จะเรียนรู้ ซึ่ง AI ก็ถูกแบ่งออกเป็นหลายระดับตามความสามารถหรือความฉลาด โดยจะวัดจากความสามารถในการ ให้เหตุผล การพูด และทัศนคติของ AI ตัวนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์

AI ถูกจำแนกเป็น 3 ระดับตามความสามารถหรือความฉลาดดังนี้

1) ปัญญาประดิษฐ์เชิงแคบ (Narrow AI) หรือ ปัญญาประดิษฐ์แบบอ่อน (Weak AI) : คือ AI ที่มีความสามารถเฉพาะทางได้ดีกว่ามนุษย์(เป็นที่มาของคำว่า Narrow(แคบ) ก็คือ AI ที่เก่งในเรื่องแคบ ๆ หรือเรื่องเฉพาะทางนั่นเอง) อาทิ เช่น AI ที่ช่วยในการผ่าตัด(AI-assisted robotic surgery) ที่อาจจะเชี่ยวชาญเรื่องการผ่าตัดดีกว่าคุณหมอยุคปัจจุบัน แต่แน่นอนว่า AIตัวนี้ไม่สามารถที่จะทำอาหาร ร้องเพลง หรือทำสิ่งอื่นที่นอกเหนือจากการผ่าตัดได้นั่นเอง ซึ่งผลงานวิจัยด้าน AI ณ ปัจจุบัน ยังอยู่ที่ระดับนี้

2) ปัญญาประดิษฐ์ทั่วไป (General AI) : คือ AI ที่มีความสามารถระดับเดียวกับมนุษย์ สามารถทำทุกๆ อย่างที่มนุษย์ทำได้และได้ประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับมนุษย์

3) ปัญญาประดิษฐ์แบบเข้ม (Strong AI) : คือ AI ที่มีความสามารถเหนือมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน

ชนิดของ AI (Type of Artificial Intelligence) ถูกแบ่งออกเป็น 3 sub field ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
- 2) การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)
- 3) การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

องค์ประกอบของ AI ที่ทำให้ AI สามารถตอบสนองต่อโลกภายนอกได้ในทำนองเดียวกับมนุษย์นั้นสามารถแบ่งได้ 4 ส่วนดังนี้

1) Sensor หรือ ส่วนรับข้อมูล การที่ AI หรือหุ่นยนต์จะตอบสนองต่อโลกภายนอกได้ ก่อนอื่นต้องสามารถรับข้อมูลจากโลกภายนอกได้ก่อน มนุษย์เรารับรู้แสง เสียง กลิ่น รสชาติ และการสัมผัสผ่านทางดวงตา หู จมูก ปาก และการสัมผัสทางร่างกาย ส่วนหุ่นยนต์เองก็สามารถรับข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ได้เช่นเดียวกับมนุษย์โดยผ่าน Sensor แต่ละประเภทนั่นเอง เช่น ภาพจากกล้องหรือวิดีโอทำให้หุ่นยนต์รับข้อมูลภาพได้เช่นเดียวกับดวงตามนุษย์

2) Learning หรือ ส่วนเรียนรู้และตีความข้อมูล เมื่อได้รับข้อมูล เช่น ภาพหรือเสียงจากโลกภายนอกแล้วก็จำเป็นต้องตีความว่า ภาพหรือเสียงนั้นคืออะไรและมีความหมายอย่างไรกันแน่ เช่น เป็นภาพและเสียงของคนที่กำลังพยายามพูดจาสื่อสารกับเรา (ซึ่งก็คือหุ่นยนต์หรือ AI) อยู่หรือไม่ จริง ๆ แล้วสาขา Machine Learning (รวมทั้ง Deep Learning) นั้นก็คือแขนงความรู้ในส่วนนี้นั่นเอง

3) Memory & Knowledge Base หรือ ส่วนฐานข้อมูลและหน่วยความจำ เช่นเดียวกับมนุษย์ที่มีสามารถจดจำข้อมูล ความรู้ต่างๆ ที่ผ่านมาในอดีตไว้ในสมอง คอมพิวเตอร์เองก็จำเป็นต้องมีส่วน Knowledge Base นี้ไว้เพื่อจดจำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนรู้ในเวลาที่ผ่านมาเพื่อนำไปช่วยในการตีความในส่วน Learning หรือใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ ในส่วน Planning & Decision Making

4) Planning & Decision Making หรือ ส่วนวางแผนและตอบสนองไปยังโลกภายนอก เมื่อเข้าใจความหมายของข้อมูลจากโลกภายนอกเช่นภาพและเสียงโดยสมบูรณ์แล้ว (เช่น รับรู้ได้ว่ามีคนกำลังถามเส้นทางไปโรงพยาบาล) AI ก็จำเป็นต้องคิดว่าจะตอบสนองเช่นไรดี (เช่น คำนวณและสืบค้นหาโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดจากฐานความรู้ และกลับเส้นทางนั้นออกมาเป็นคำพูดสื่อสารกลับไปยังผู้ถาม)

2.3.1 deep learning คืออะไร

Deep Learning หรือการเรียนรู้เชิงลึก เป็นหนึ่งในฟังก์ชันของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่เรียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ในกระบวนการประมวลผลข้อมูลและเป็นการสร้างรูปแบบ สำหรับใช้ในการตัดสินใจ นอกจากนี้ Deep Learning ยังเป็นเซตย่อยของ Machine Learning ใน Artificial Intelligence (AI) เป็นเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ที่ไม่มีผู้สอน หรือ Unsupervised

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

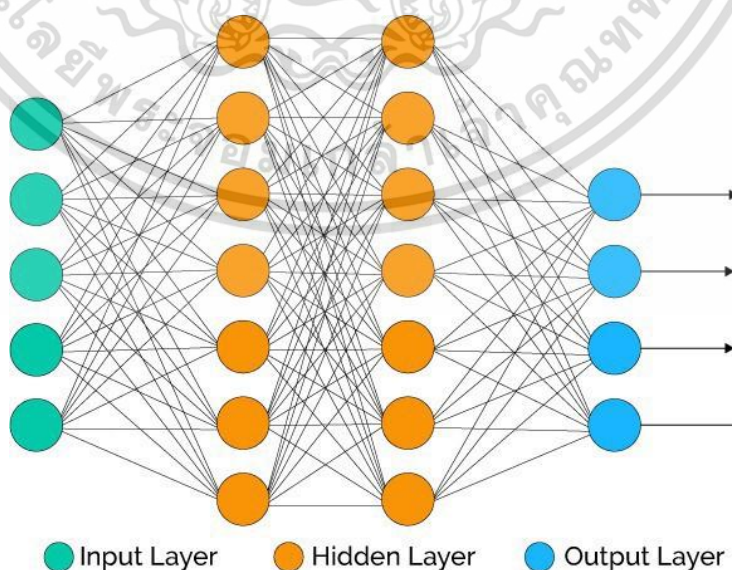
Learning จากข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้างและแบบที่ไม่กำกับข้อมูล ทั้งนี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Deep Neural Learning และ Deep Neural Network

Deep Learning เป็นเซตย่อยของ Machine Learning หรือการเรียนรู้ด้วยเครื่อง ซึ่งเป็นลำดับขั้นของเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) โดยดำเนินการด้วย Machine Learning เนื่องจากเครือข่ายประสาทเทียมถูกสร้างมาเหมือนสมองของมนุษย์มี Nodes เชื่อมต่อกันเหมือนเว็บไซต์ แม้ว่าโปรแกรมแบบเก่าจะสร้างการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น โดยฟังก์ชันลำดับขั้นของระบบ Deep Learning ช่วยให้เครื่องประมวลผลข้อมูลด้วยวิธีการไม่ใช่เชิงเส้น ซึ่งเป็นเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมในการทำธุรกรรมที่เสี่ยงต่อการหลอกลวงจะประกอบด้วย เวลา, ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์, IP address, ประเภทของธุรกิจค้าปลีก และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดวิธีการหลอกลวงจากบุคคลที่ 3

นอกจากนี้การเรียนรู้เชิงลึกยังถูกนำมาใช้ในทุกอุตสาหกรรม สำหรับงานที่มีความแตกต่างกันจำนวนมาก ทั้ง Facebook ที่แยกความแตกต่างของใบหน้า เพื่อใช้ติดแท็กเพื่อนในรูปภาพ หรือแอปพลิเคชัน e-commerce ที่ใช้จดจำภาพ และอื่น ๆ [8]

2.3.2 Neural Network คืออะไร

Neural Network หรือ NN (โครงข่ายประสาทเทียม) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์หรือโมเดลทางคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (connectionist) แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพ (bioelectric network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท (neurons) และ จุดประสานประสาท (synapses) ตามโมเดลนี้ ช่างงานประสาทเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท จนเป็นเครือข่ายที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งถูกลอกเลียนแบบมาจากทางไบโอ



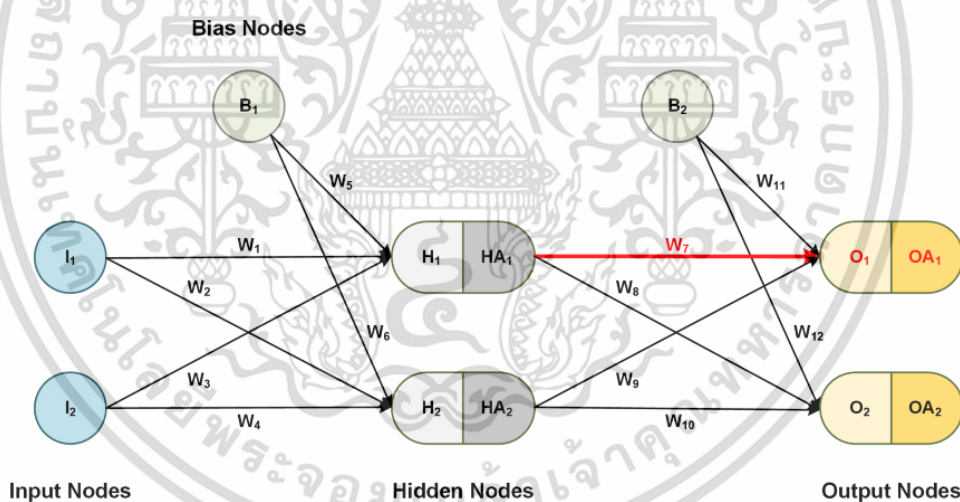
รูปที่ 2.14 ส่วนประกอบของ Neural Network [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Neurons (ก้อนกลมๆ) ข้างใน Neuron จะต่างกันตาม layer ที่อยู่ โดยถ้าเป็น Input ข้างในจะมีข้อมูลที่ได้รับมา แต่ถ้าเป็น Hidden Layer จะมีสมการที่ช่วยในการคำนวณเพื่อทำนายคลาสหรือคำนวณแบบถดถอย (Regression) แต่ถ้าเป็น Output จะเป็นตัวที่บ่งบอกคลาส

Input Layer (สีเขียว) มีหน้าที่ในการรับข้อมูลเข้ามาในโครงข่ายประสาทโดย Input Layer จะเพียงชั้นเดียวเท่านั้นและมีหน้าส่งข้อมูลไปยังชั้นถัดไป (Hidden Layer)

Hidden Layer (สีส้ม) มีหน้าที่รับข้อมูลจาก Layer ก่อนหน้า จะสังเกตว่า Hidden Layer สามารถมีจำนวนมากกว่า 1 ได้ และโดยพื้นฐาน ถ้าเรายังต้องการความแม่นยำที่มากขึ้นเราก็จะเพิ่มจำนวนชั้นของ Hidden Layer และจำนวน Neurons ให้มากขึ้น (ไม่เสมอไป) และใน hidden layer มีอีกสองสิ่งที่ถูกซ่อนไว้คือ bias และ weight โดยทุกๆ hidden layer จะมี bias เชื่อมต่ออยู่เพื่อให้ทุกๆ การคำนวณเพื่อส่งต่อมีความเท่าเทียมกัน ดีความหมายง่ายๆ คือ ทุกๆ neurons ใน hidden layer จะต้องมีการ bias เข้าไปคำนวณเพื่อให้ decision boundary ไม่จำเป็นต้องผ่านจุด origin ส่วน Weight จะเป็นน้ำหนักซึ่งมันจะส่งผลทุกๆ neurons มีค่า output ที่ไม่เท่ากัน ทำให้แต่ละคลาสมีน้ำหนักไม่เท่ากันเวลาคำนวณคลาส ทำให้สามารถแยกแยะคลาสข้อมูลนี้ได้ด้วยการดูตัวเลขที่ output



รูปที่ 2.15 แสดง bias และ weight โดยทุกๆ hidden layer [9]

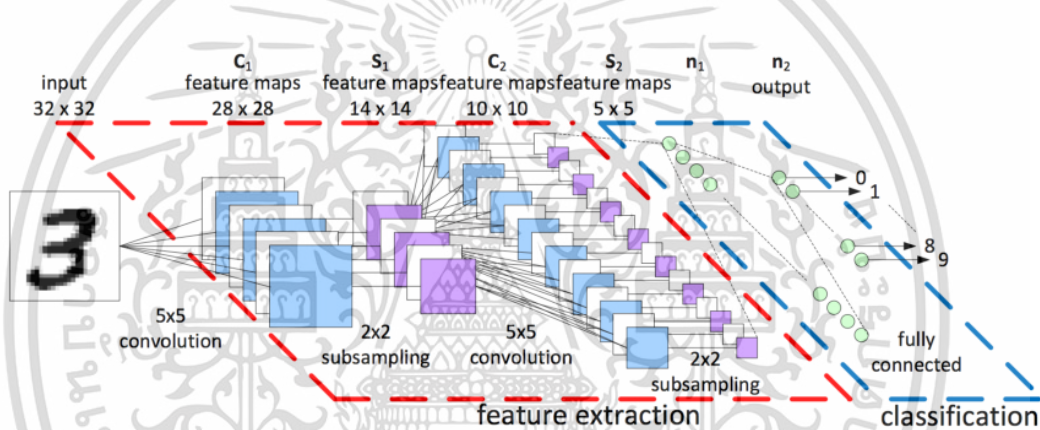
Output Layer (สีฟ้า) เป็น output layer ที่อยู่ท้ายสุดรอรับค่าจาก hidden layer อันสุดท้าย โดยในชั้น output นั้นแต่ละ neurons จะมีค่าน้ำหนักของคลาสอยู่เช่น มีประเภทของ output ทั้งหมด 2 แบบคือ แมว กับ หมาเพราะฉะนั้น output layer จะมี neurons 2 ตัว ตัวแรกอาจจะเป็นหมา neurons ตัวที่สองจะเป็นแมว โดยเมื่อข้อมูลผ่าน hidden layer ไปสู่ output ไปแล้ว neurons ทั้ง 2 ตัวจะมีค่าข้างในไม่เท่ากัน โดยที่ neuron ตัวไหนมีน้ำหนักมากกว่ากัน แสดงว่าเป็นคลาสนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Neural Network ถูกเรียกว่า Feed Forward / Forward pass คือการไปข้างหน้า หมายความว่าปกติแล้ว NN จะรับข้อมูลจาก Input Layer สร้างน้ำหนัก (W) แล้วประมวลผลผ่าน Hidden Layer ส่งออกที่ Output แต่เมื่อให้มีการย้อนกลับจาก output กลับมาที่ input โดยที่ Backpropagation จะปรับค่าน้ำหนัก(W) ในแต่ละเส้นอีกครั้งโดยดูจาก error/cost ที่เกิดขึ้น ในแต่ละ neurons ให้ดีขึ้นเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำมากยิ่งขึ้นกว่าเดิมแต่วิธีการหาค่าน้ำหนัก (W) ใหม่ คือการใช้สิ่งที่เรียกว่า Optimization Algorithms หรือ “อัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ” ซึ่งทำหน้าที่ปรับปรุงค่าต่างๆ ใน neural network ทำให้ output ใกล้เป้าหมายมากขึ้นโดย Gradient Descent เป็น 1 ใน หลายๆอัลกอริทึมของ Optimizer

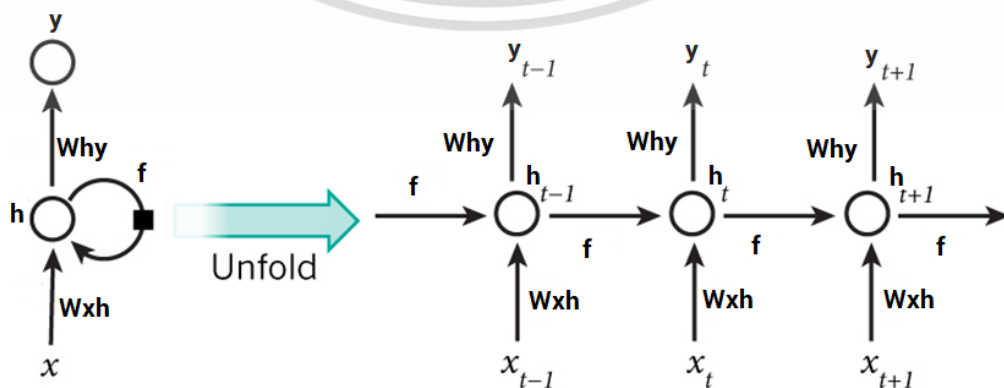
Algorithm ที่น่าสนใจที่มี Neural Network เป็นส่วนประกอบ

1) Convolution Neural Network (CNN) เป็นอัลกอริทึมที่เน้นใช้กับรูปภาพโดยจะดึงจุดเด่นของภาพนั้นๆ ออกมาได้ เพื่อนำมาจำแนก (Classification)



รูปที่ 2.16 Convolutional Neural Network (CNN) [9]

2) Recurrent Neural Network (RNN) เป็นอีกหนึ่งอัลกอริทึมที่ยอดนิยมเนื่องจากสามารถนำมาแก้ปัญหา time series ได้ (ปัญหาที่ข้อมูลถูกเก็บอย่างต่อเนื่องและเชื่อมโยงหากัน) โดยจุดเด่นคือการนำผลลัพธ์ก่อนหน้ามาช่วยในการตัดสินใจ



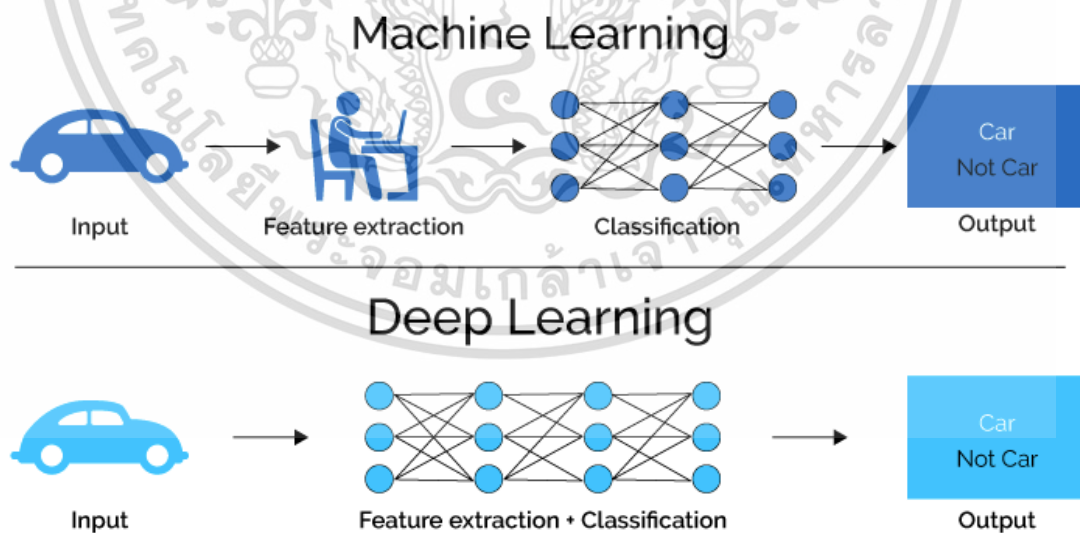
รูปที่ 2.17 RNN Layer architecture [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูและบุคลากรทางการศึกษาเท่านั้น และอยู่ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานที่ไม่สามารถนำออกจากรายงานนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ข้อแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning

กระบวนการของ Machine Learning เมื่อป้อน Input เข้าไป โปรแกรมจะทำการ Extract (การสกัด) ข้อมูลต่าง ๆ ออกมาจากข้อมูลที่ทำกร Input เข้าไป เพื่อให้โปรแกรมสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไปซึ่งก็คือขั้นตอน Feature Extraction (การสกัดคุณลักษณะ) โดยขั้นตอนนี้จะทำให้ได้คุณลักษณะเด่นของข้อมูล input และลดทรัพยากรของข้อมูล input เพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลต่อไป หลังจากขั้นตอน Feature Extraction ประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วจะได้ชุด Model ของข้อมูลที่ input เข้ามาใหม่ โดยข้อมูลชุดนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลเดิมที่มีอยู่ เพื่อทำการจัดแยกกลุ่มของข้อมูลและนำข้อมูลไปจัดเก็บสำหรับใช้ทำนายหรือตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลชุดต่อไป ส่วน Deep Learning Network นั้นเป็นหนึ่งในอัลกอริทึมของ Machine Learning ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะคล้ายกับ Machine Learning เพียงแต่ Deep learning Network ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบอัลกอริทึม และสอนอัลกอริทึมให้กับคอมพิวเตอร์ เพียงแค่ทำการเตรียมข้อมูลภาพตัวอย่างที่ต้องการใช้งานเอาไว้ แล้วนำภาพเหล่านั้นป้อนเข้ากระบวนการของ Machine Learning และโปรแกรมจะทำการประมวลผลโดยอัตโนมัติ แต่หากผู้ใช้ต้องการที่จะทำนายรูปภาพ ก็เพียงแค่ป้อนรูปภาพที่ต้องการทำนายเข้าไป โปรแกรมก็จะทำการประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ต้องการทำนายกับข้อมูลรูปที่มีอยู่เพื่อแสดง output ออกมา

จุดที่เห็นได้ชัด ก็คือการทำ Feature extraction ที่ตัว Deep learning จะทำด้วยตนเอง แต่ถ้าเป็น Machine Learning เราจะต้องทำด้วยตนเองก่อนที่จะนำไปเข้าโมเดลของเรา ซึ่ง Deep Learning จะพยายามหาจุดเด่นของ Input โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.18 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

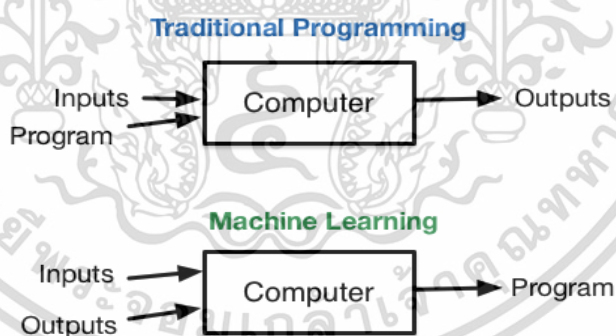
2.3.4 การนำ Machine Learning และ Deep Learning มาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน

- 1) การแยกคน เป็นการแยกแยะใบหน้าแต่ละคน เช่น การติดแท็กใน Google+ และ Facebook
- 2) การแยกวัตถุที่ไม่ใช่คน เป็นการแยกแยะสิ่งมีชีวิต เช่น แยกแมวออกจากสุนัข จากเสือ การแยกแยะสิ่งไม่มีชีวิต เช่น แยกโต๊ะออกจากเก้าอี้
- 3) แยกเสียง เป็นการแยกแยะสำเนียงภาษาพูดให้เป็นภาษาเขียน และการแปลภาษา
- 4) แยกการแต่งกาย เป็นการแยกได้ว่าใครแต่งตัวในสไตล์เดียวกับเราบ้าง แล้วเสนอข้อมูลว่ามีเสื้อผ้าแนวนั้นมีอยู่ที่ไหนบ้าง [9]

2.3.5 Machine Learning

Machine learning หรือ การเรียนรู้ของเครื่องจักร โดยเครื่องจักรในที่นี้หมายถึง Program Computer โดยโปรแกรมจะทำงานโดยอัตโนมัติตามที่วางโปรแกรมไว้ โดยต้องเลือกอัลกอริทึมให้คอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้ซึ่งแต่ละอันจะมีข้อดี ข้อเสีย แตกต่างกัน ใช้งานต่างกันและผลลัพธ์ต่างกัน

ซึ่งแตกต่างกับการเขียนโปรแกรมทั่วไป เพราะ Programming จะใส่ ข้อมูล (Data) และ Program เข้าไปเพื่อให้ได้ Output แต่ Machine Learning ไม่ได้ Program คำตอบ เราใส่ Data และ Output (ผลลัพธ์) เข้าไป เพื่อให้หา Program ที่จะนำไปหา Output ในอนาคตจาก Input ที่ป้อนเข้าไป



รูปที่ 2.19 เปรียบเทียบระหว่าง โปรแกรมมิ่ง กับ Machine Learning [10]

ส่วนประกอบใน Machine Learning

Training Set: ชุดข้อมูลฝึก เป็นชุดข้อมูลสำหรับฝึกฝนโมเดล Machine Learning โดยจะฝึกให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นไปตามชุดข้อมูลต้นฉบับ “หากข้อมูลภายในชุดข้อมูลฝึกมีค่าผิดหรือค่าที่ไม่ถูกต้อง ผลลัพธ์ที่ออกมาก็จะผิด” ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลคนไข้ (น้ำหนัก, ส่วนสูง, ความดัน)

Test Set: ชุดข้อมูลเอาไว้ทดสอบ โดย Test Set ไม่ควรเอาไปใช้ร่วมกับ Training Set เพราะจะเป็นการเอาเฉลยของข้อสอบมาให้อ่านแล้วจากนั้นจึงให้ทำข้อสอบจะทำให้เกิด Model ออกจากนี้ Over fitting กับชุดข้อมูล กับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

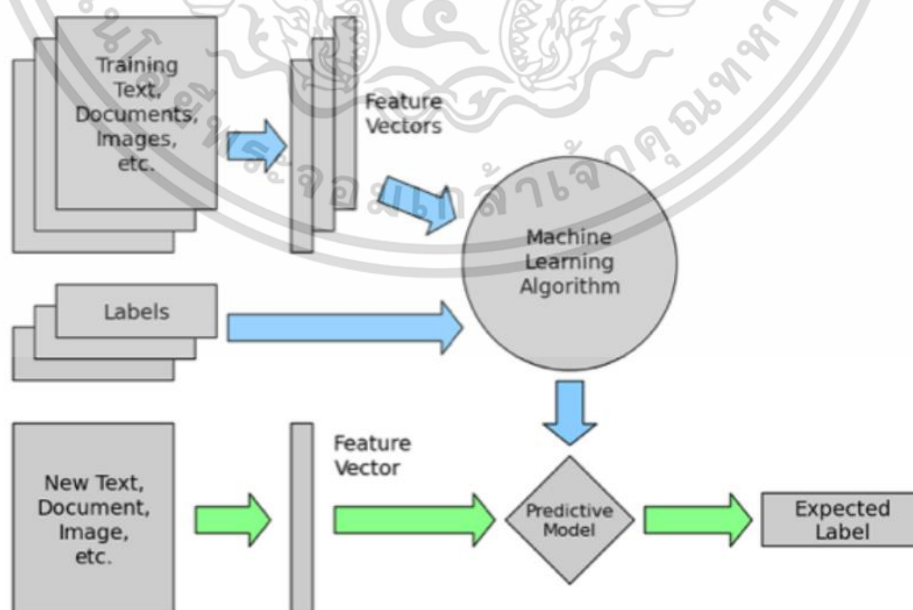
Label, Non Label หรือ Class : เป็นตัวบ่งบอกว่าข้อมูลที่ให้ฝึก โดยแบบ Label จะใช้กับ Machine Learning แบบมีผู้ช่วยสอน (Supervised) และ Non Label ใช้กับแบบไม่มีผู้ช่วยสอน (Unsupervised) เช่น ข้อมูลของคนไข้โดยมี Label/Class บอกว่าคนไข้คนนี้ป่วยหรือไม่

Feature: ภายในชุดข้อมูลฝึก/ทดสอบจะมีลักษณะเด่นที่ปรากฏอยู่ในข้อมูล เช่น ข้อมูลคนไข้ที่ป่วยเป็นไข้หวัดใหญ่ โดยลักษณะสำคัญคือ ไข้ขึ้นสูงกว่า 35 องศา ซึ่งภายในจะมีข้อมูลที่ไม่สำคัญอยู่ด้วยจึงจะต้องมีการคัดออกไปจากข้อมูลให้เหลือไว้เฉพาะอันที่ส่งผลข้อมูลจริง ๆ เท่านั้น

ชุดข้อมูลฝึกฝน (Training Set) ที่ข้างในมีการระบุ Class (Label or Non Label) โดยจะต้องเลือกลักษณะเด่น (Feature) ของข้อมูลนั้นมาก่อนแล้ว จากนั้นเอาข้อมูลเหล่านั้นมาคำนวณผ่านหลักคณิตศาสตร์และสถิติขั้นอนุโมเดลที่เราเลือกโดยขั้นตอนนี้เราเรียกว่าการฝึกฝนโมเดล (Train Model) โดยเมื่อฝึกฝนเสร็จเราก็จะโมเดลที่สามารถทำนาย Class/Label จาก input ออกมาได้นั่นเอง

Predict Model: หลังจากได้ ML Model มาแล้ว จะนำโมเดลไปใช้งานโดยการป้อน input ให้โมเดลนั้น ๆ แล้วโมเดลจะให้คำตอบ (Class/Label) โดยอ้างอิงจาก Train Set

Expected Label or Value: หลังจากได้ Output ของการทำนาย โดยบางครั้งสามารถมองเห็นผลลัพธ์ด้วยตาเปล่า เช่น ทำนายว่าเลขตัวเลข เวลาที่ได้คำตอบจากโมเดล สามารถตรวจได้ด้วยตาเปล่าแต่บางอย่างไม่สามารถทำการตรวจสอบผลลัพธ์ด้วยตาเปล่าหรือคำตอบนั้นมีจำนวนมาก ทำให้ต้องมีการทดสอบขึ้นมา โดยเรียกว่า การประเมินโมเดล (E-Test/Evaluate) โดยเอา Output มาเทียบกับเฉลยที่มี หรือ Good global โดยค่าใช้ตรวจสอบมีความหลากหลายเช่น ACC, F1Score, Confusion matrix

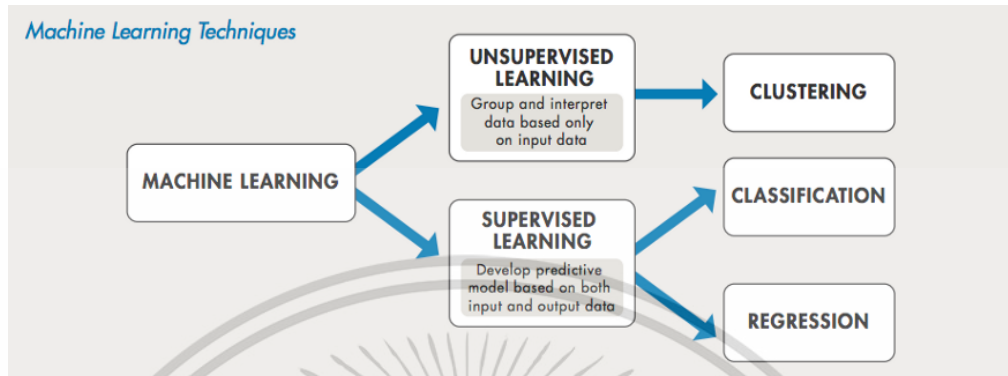


รูปที่ 2.20 Work flow ของ Machine Learning แบบ Supervised [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

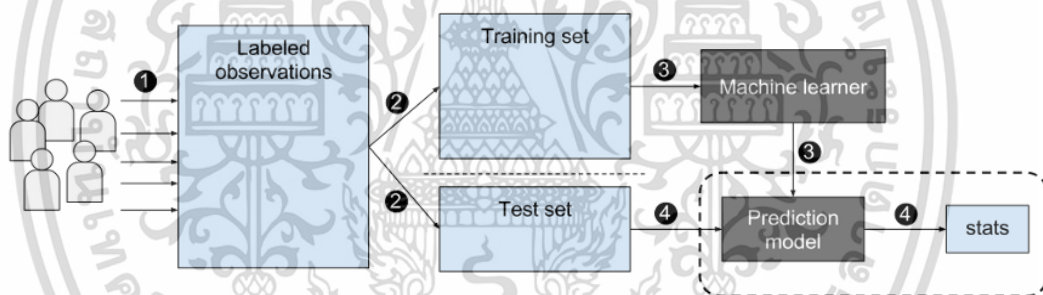
ประเภทของ Machine Learning จะมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆคือ

- 1) แบบมีผู้ช่วยสอน (Supervised)
- 2) แบบไม่มีผู้ช่วยสอน (Unsupervised)



รูปที่ 2.21 Machine Learning Type [10]

1) แบบมีผู้ช่วยสอน (Supervised)



รูปที่ 2.22 แบบมีผู้ช่วยสอน (Supervised) [10]

โดยในแบบนี้จะมีเฉลย (Label/Class) หน้าที่จำแนกประเภทของข้อมูลนั้น ๆ (Category) หรือบ่งบอกถึงปริมาณ โดยสามารถแบ่งออกมาได้อีก 2 ประเภทคือ

1.1) Classification หรือ การจำแนกประเภท

เป็นการจำแนกข้อมูลออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามที่ Label ได้กำหนดไว้ โดย Machine Learning ประเภท Classification จะให้คำตอบเป็น Label / Class เท่านั้น ไม่สามารถให้คำตอบที่นอกเหนือจาก Label ในชุดฝึกฝน หรือออกมาเป็นตัวเลขที่ผ่านการคำนวณได้นั้นเอง โดย ML Model สำหรับงาน Classification ที่เด่น ๆ ได้แก่ KNN, SVM, Logistic Regression, Decision Tree เป็นต้น

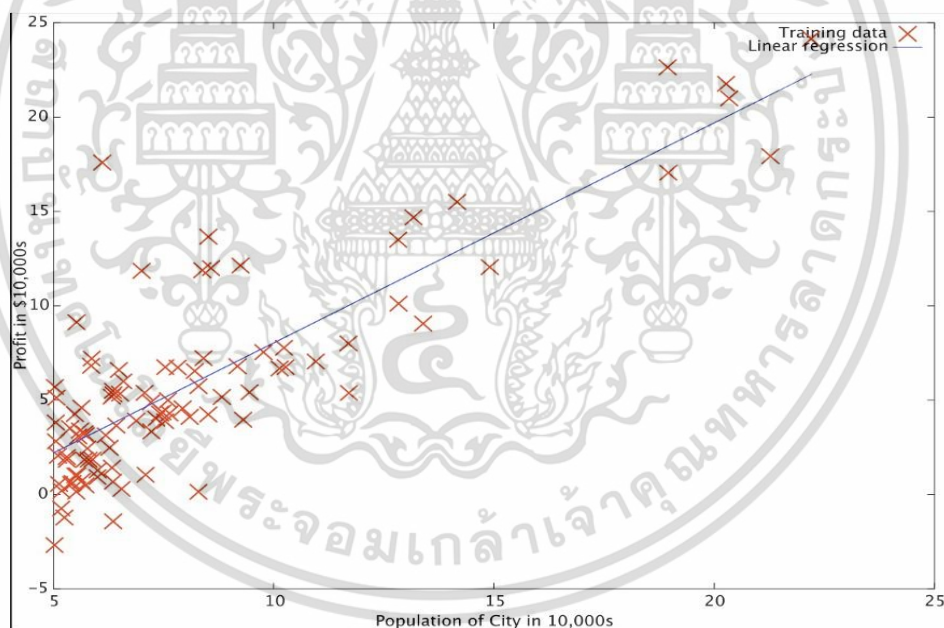
ตัวอย่าง การแยกคนออกเป็น 2 เพศได้แก่ ผู้ชายและผู้หญิง โดย Classification จะสามารถแยกผู้ชายออกจากผู้หญิงได้ โดยอาจจะดูจากลักษณะเด่นในข้อมูลของคน เช่น ถ้าส่วนสูงมากกว่า 170 และ มวลกล้ามเนื้อเนื้อมากกว่า 33.4-39.4% ให้เป็นผู้ชาย ถ้าส่วนสูงน้อย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่า 170 และ มวลกล้ำมเนื้อน้อยกว่า 33.4–39.4% ให้เป็นผู้หญิง แต่การทำ Classification ก็อาจจะไม่ถูกต้องเสมอไป บางครั้งอาจทำนายผิดให้ผู้ชายกลายเป็นผู้หญิงก็เป็นได้ เพราะฉะนั้นทุก ๆ ครั้งที่ทำ Classification ต้องทำการประเมินโมเดลเสมอ

1.2) Regression หรือ การวิเคราะห์การถดถอย

คือการนำ input เข้าไปฝึกฝนและให้คำตอบออกมาเป็นตัวเลขเท่านั้น คำตอบไม่สามารถออกมาเป็น Label/Class ได้ โดย ML Model สำหรับงาน Regression ที่เด่น ๆ ได้แก่ Linear Regression, Ridge Regression, Lasso, Elastic Net, SGD

ตัวอย่าง การคำนวณว่าจำนวนประชากร X คน จะมีกำไรประมาณเท่าไร โดยให้แกน X เป็นข้อมูลตั้งต้น ส่วน Y คือคำตอบที่เราต้องการ โดยที่ กากบาท (x) บนกราฟคือเฉลี่ยที่เรามีระหว่างแกน X และ Y (ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนประชากรกับกำไรที่เกิดขึ้น) โดยเป้าหมายหลักของ Regression คือการ สร้างเส้นสีฟ้า โดยอาจจะเป็นเส้นตรงหรือโค้งตามความเหมาะสม โดยสามารถหาคำตอบของ Y ได้ด้วยเส้นสีฟ้าโดยการลากแกน X ไปที่เส้นสีฟ้าและลากไปที่แกน Y จะได้คำตอบ



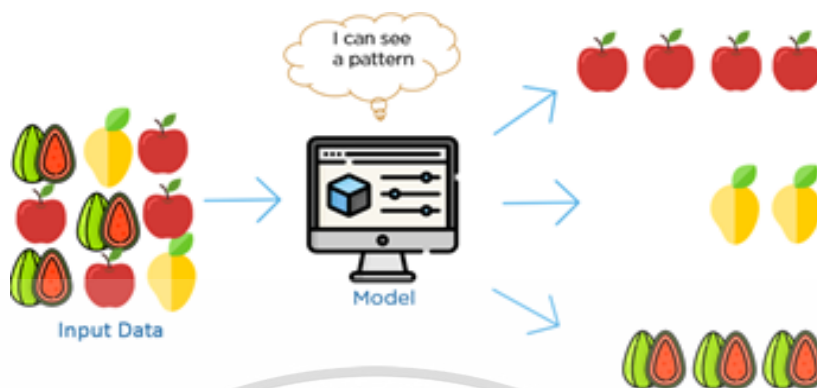
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอย [10]

ข้อเสีย

- 1) จะต้องอาศัยเฉลี่ยข้อมูลที่มีก่อนแล้ว หากใส่เฉลี่ยผิด จะมีโอกาสที่จะทำนายผิด
- 2) การประเมินโมเดล Regression ต้องใช้ความเข้าใจพอตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบไม่มีผู้ช่วยสอน (Unsupervised)



รูปที่ 2.24 แบบไม่มีผู้ช่วยสอน (Unsupervised) [10]

จำแนกประเภทของข้อมูล โดยไม่ต้องมี Label data Unsupervised จะต่างจาก Supervised โดยสิ้นเชิงโดยวิธีนี้จะเน้นไปที่การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysist) สะมากกว่า เช่น การหา pattern ของข้อมูลเพื่อทำการจัดกลุ่มของข้อมูล (Clustering) หรือจะเป็นการลดมิติของข้อมูล (Dimension Reduction) เพื่อหา Feature ของข้อมูล [10]

2.4 Artificial Neural Networks

2.4.1 Artificial Neural Networks คืออะไร

ANNs นับเป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาในยุคคอมพิวเตอร์ ANNs คือระบบการคำนวณที่สร้างเลียนแบบการทำงานของระบบสมองมนุษย์ เพื่อใช้ประโยชน์ในการคาดคะเนเหตุการณ์จากข้อมูลที่มีอยู่เช่น การพยากรณ์อากาศ การพยากรณ์หุ้นในตลาดหลักทรัพย์ และในปัจจุบันเริ่มมีการนำเอา ANNs มาใช้ในการพยากรณ์ทางด้านอุทกวิทยา (Mason et al. 1996, Fernando and Jayawardena 1988) นอกจากนี้ได้มีการพัฒนา ANNs ไปใช้ประโยชน์ในสาขาอื่น ๆ มากมาย เช่น Image Processing และ Pattern Recognition ANNs มีชื่อเรียกอื่นอีกเช่น Machine Learning Algorithms, Natural Intelligent System

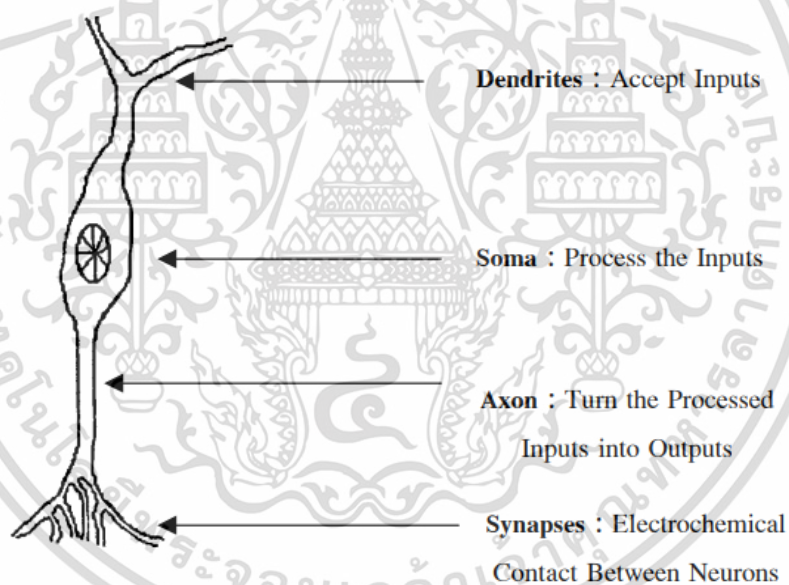
Neurons ในสมองมนุษย์

องค์ประกอบพื้นฐานของสมองมนุษย์คือ Neurons ซึ่งก็คือกลุ่มเซลล์ประสาทที่ทำหน้าที่ในการจดจำ คิด นำความรู้ และประสบการณ์ที่บันทึกไว้ในสมองมาใช้ตัดสินใจในชีวิตประจำวัน แต่ละ Neurons อาจจะเชื่อมต่อกับ Neurons อื่น ๆ มากถึง 200,000 Neurons พลังสมองของมนุษย์เกิดจาก Neurons จำนวนมากมาย และระบบการเชื่อมต่อแบบซับซ้อนของ Neurons จำนวนมากเหล่านี้ Neurons ของมนุษย์ตามหลักวิชาประสาทวิทยา (Neuroscience) จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ 2.25 แต่ละส่วนมีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

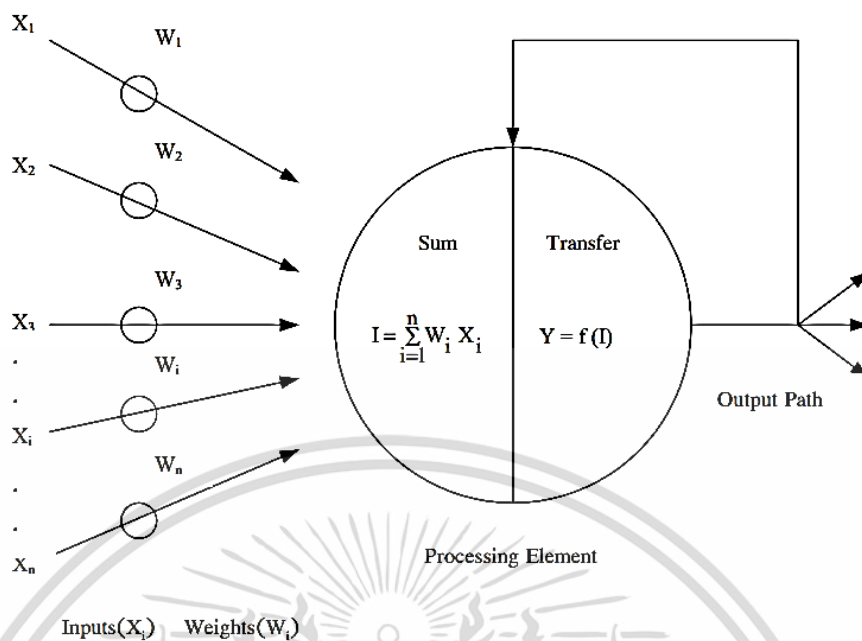
Dendrites	คือ	ส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูล (Accept Inputs)
Soma	คือ	ส่วนที่ประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Process inputs)
Axon	คือ	ส่วนที่แปลงข้อมูลที่ได้ประมวลเบื้องต้นเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ (Turn the processed input into outputs)
Synapses	คือ	เส้นประสาทที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารกับ Neurons อื่นในระบบสมอง (Electrochemical contact between neurons)

ในระบบประสาทของสมองมนุษย์ Dendrites ทำหน้าที่รับข้อมูลจากแหล่งต่างๆ แล้วส่งให้ Soma ประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น หลังจากนั้น Axon จะแปลงข้อมูลต่างๆ เป็นผลลัพธ์ แล้ว Synapses จะส่งผลลัพธ์ให้ Neurons อื่นเพื่อช่วยกันสร้างผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย ความจริงแล้วการทำงานของระบบประสาทในสมองมนุษย์มีความซับซ้อนเกินกว่าที่มนุษย์จะเข้าใจได้ ที่กล่าวมาแล้วเป็นเพียงแนวความคิดเกี่ยวกับการทำงานของ Neurons อย่างง่าย ๆ ที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา Artificial Neural Networks ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของ Neuron ในสมองมนุษย์ [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 โครงสร้างของ Artificial Neuron ใน ANNs [11]

Artificial Neurons

Artificial Neurons คือหน่วยพื้นฐานของ ANNs ซึ่งจำลองการทำงานของฟังก์ชันที่ 4 ใน Neurons ของสมองมนุษย์อย่างไรก็ตาม Artificial Neurons มีโครงสร้างการทำงานที่ง่ายกว่า Neurons ในสมองมนุษย์มาก รูปที่ 2.26 แสดงโครงสร้างการทำงานของ 1 Neuron ที่กำหนดให้ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่อ Artificial Neurons คือ X_1, X_2, \dots, X_n ข้อมูลแต่ละตัวจะถูกคูณด้วย Weight W_1, W_2, \dots, W_n ตามลำดับ Artificial Neurons จะนำข้อมูลทั้ง n มารวมกัน ซึ่งเรียกว่า Activation ก่อนที่จะแปลง (Transfer) ข้อมูลเป็นผลลัพธ์แล้วส่งให้ Neurons ตัวอื่นนำไปประมวลผลในลักษณะเดียวกันเพื่อสร้างผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย

วิธีการประมวลผลเบื้องต้นของ Artificial Neurons โดยการนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกัน (Activation) ซึ่งสามารถแสดงในรูปของการหาผลบวก (Summation) ดังสมการ

$$I = \sum W_i \cdot X_i \quad (2.1)$$

หลังจากนั้น Artificial Neurons จะแปลงค่าผลบวก หรือ Activation (I) เป็นผลลัพธ์ (Y) โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก เช่น Logistic, Linear, Hyperbolic Tangent, Sine หรือ Gaussian เป็นต้น

$$Y = f(I) \quad (2.2)$$

ฟังก์ชัน $f(I)$ คือ Transfer Function หรือ Response Function

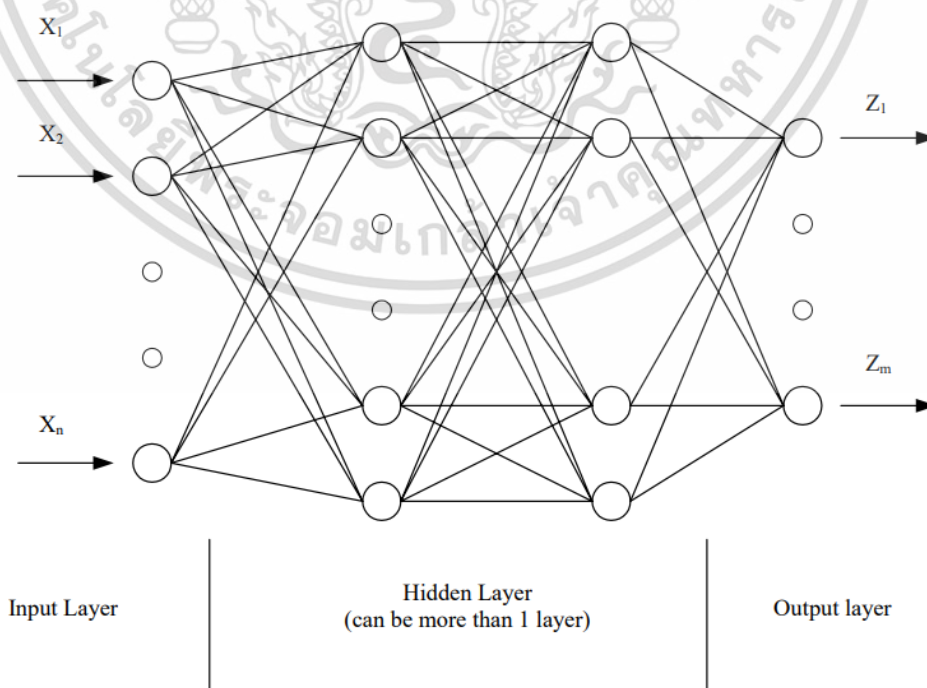
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นสุดท้าย Artificial Neurons ในส่วนที่ผลิตผลลัพธ์ (Output Layer) จะนำ Y ที่ได้จาก Neurons ต่าง ๆ มาประมวลเป็นผลลัพธ์ชั้นสุดท้าย (Z) ในทำนองเดียวกับ Neurons ตัวอื่น ๆ คือ การ Weight การหาผลบวก (Summation) และแปลงค่า (Transfer)

2.4.2 การออกแบบ Artificial Neural Networks

การออกแบบ ANNs เป็นขั้นตอนที่ยุ่งยากและซับซ้อน และต้องลองผิดลองถูก (Trial & Error) พอสมควรก่อนที่จะได้ ANNs ที่ต้องการ ขั้นตอนการออกแบบ ANNs พอจะอธิบายได้ดังนี้

- กำหนด Neurons ในแต่ละ Layer โดยกำหนดให้ Layer แรกคือ Input Layer และ Layer สุดท้าย คือ Output Layer ส่วน Layer ที่อยู่ตรงกลาง เรียกว่า Hidden Layer อาจมี 1 หรือมากกว่า 1 Layer ก็ได้ ดังรูปที่ 2.27 จำนวน Neurons ใน Input Layer จะเท่ากับจำนวน Inputs (X) และจำนวน Neurons ใน Output Layer จะเท่ากับจำนวน Outputs (Z) Neurons ใน Hidden Layers คือ Neurons ที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลเพื่อแปลง Inputs เป็น Outputs
- กำหนดการเชื่อมโยง (Connection) ระหว่าง Neurons ซึ่งอยู่ต่าง Layers และ Neurons ใน Layer เดียวกัน
- สอน Network ให้เรียนรู้ (Learn) ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและผลลัพธ์ที่ต้องการ เพื่อสร้างค่า Connection Weight (W_i) ที่เหมาะสม โดยใช้ชุดข้อมูลที่เรียกว่า Training Data Set



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ **รูปที่ 2.26** รูปแบบการเชื่อมโยงของ Artificial Neurons ใน ANNs [11] ซึ่งด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 รูปแบบของการเชื่อมโยงระหว่าง Neuron

Neurons แต่ละตัวจะต่อกับ Neurons ตัวอื่นตามระบบการเชื่อมต่อที่สร้างขึ้น Output ของ Neurons ตัวหนึ่งจะเป็น Input ของ Neurons ตัวอื่นต่อไป การเชื่อมต่ออาจเป็นแบบเชื่อมทางเดียว (Unidirectional) หรือแบบเชื่อม 2 ทาง (Two-way connection) ก็ได้

Neurons ใน Layer หนึ่งอาจเชื่อมโยงหรือไม่เชื่อมโยงกับ Neurons ตัวอื่นใน Layer เดียวกันก็ได้ แต่ Neurons ใน Layer หนึ่งจะต้องเชื่อมโยงกับ Neurons อย่างน้อย 1 ตัว ใน Layer อื่นเสมอ

การเชื่อมโยงของ Neurons ระหว่าง Layer ซึ่งเรียกว่า Inter-Layer Connections สามารถแบ่งเป็นแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

- **Fully Connected**

Neurons แต่ละตัวใน Layer ที่ 1 จะเชื่อมต่อกับ Neurons ทุกตัวใน Layer ที่ 2

- **Partially Connected**

Neurons แต่ละตัวใน Layer ที่ 1 เชื่อมต่อกับ Neurons บางตัวใน Layer ที่ 2 เท่านั้น

- **Feed Forward**

Neurons ใน Layer ที่ 1 ส่ง Output ให้ Neurons ใน Layer ที่ 2 แต่จะไม่ได้รับ Feedback จาก Neurons ใน Layer ที่ 2

- **Bi-directional**

Output จาก Neurons ใน Layer ที่ 2 จะถูกส่งกลับมาเป็น Input ของ Neurons ใน Layer ที่ 1

ในโครงสร้างของ ANNs ที่ซับซ้อนมาก ๆ Neurons จะมีการเชื่อมโยงกันเองใน Layer เดียวกัน ซึ่งเรียกว่า Intra-Layer Connection ซึ่งจะไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้

2.4.4 กระบวนการเรียนรู้ (Learning) ของ Artificial Neural Networks

Artificial Neurons สามารถเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับสมองมนุษย์ ดังนั้นบางคนจึงเรียก ANNs ว่า Machine Learning Algorithm Neurons เรียนรู้โดยการปรับค่า Connection Weight เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความคลาดเคลื่อน (Error) น้อยที่สุด กำลังของการเชื่อมโยงระหว่าง Neurons จะแสดงอยู่ในรูปของค่า Weight

ความสามารถในการเรียนรู้ของ ANNs ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของ ANNs ที่ออกแบบไว้ และวิธีการในการฝึกอบรม (Training) ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการเรียนรู้ออกได้เป็น 2 แบบคือ

1) Unsupervised Learning

ในระบบการเรียนรู้แบบ Unsupervised Hidden Neurons จะปรับตัวเอง โดยไม่ต้องการความช่วยเหลือจากภายนอก ไม่ต้องมีตัวอย่างผลลัพธ์เพื่อให้ Neurons ได้เรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า Learning by Doing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Supervised Learning

เป็นระบบการเรียนรู้ซึ่งต้องการครูช่วยสอน ซึ่งครูในความหมายนี้คือ ชุดข้อมูลฝึกอบรม (Training Data Set) Neurons ใน Hidden Layer จะปรับค่า Weight แบบสุ่ม (Random) หรือหมุนเวียน (Rotation) ตามผลของการคำนวณผลลัพธ์ ระบบการเรียนรู้แบบนี้อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า Reinforcement Learning

ระบบการเรียนรู้แบบ Supervised ซึ่งนิยมใช้สำหรับกรณีที่มีหลาย Layer และมีระบบการเชื่อมโยงแบบ Feed Forward คือ Back Propagation ซึ่งถือเป็นระบบการเรียนรู้ที่มีระบบการส่งข้อมูลเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อน ในการคำนวณผลลัพธ์กลับไปปรับค่ากำลังในการเชื่อมโยงระหว่าง Layer เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณของระบบ [11]

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเสียงโดยใช้การเรียนรู้ลึกด้วย Python

การวิเคราะห์ข้อมูลเสียงเป็นเรื่องเกี่ยวกับการวิเคราะห์และความเข้าใจสัญญาณเสียงที่บันทึกโดยอุปกรณ์ดิจิทัล มีการนำไปใช้งานจำนวนมากในองค์กร, การดูแลสุขภาพ, การผลิต, และเมืองอัจฉริยะ (smart city) การประยุกต์ใช้งานยังรวมถึงการวิเคราะห์ความพึงพอใจของลูกค้าจากสายการสนับสนุนลูกค้า (customer support calls), การวิเคราะห์และการแก้ไขเนื้อหาสื่อ, เครื่องมือช่วยวินิจฉัยทางการแพทย์และตรวจผู้ป่วย, เทคโนโลยีอำนวยความสะดวกสำหรับคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน และการวิเคราะห์เสียงสำหรับความปลอดภัยของประชาชน

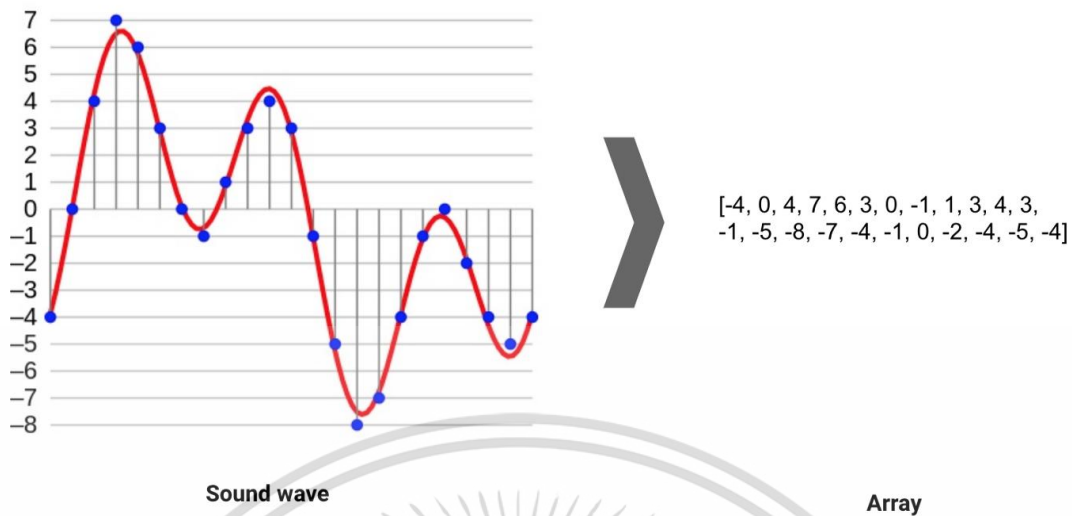
2.5.1 ภาพรวมของไฟล์เสียง

เสียงที่ตัดตอนมาจากไฟล์เสียงดิจิทัลในรูปแบบ .wav คลื่นเสียงจะถูกแปลงเป็นดิจิทัลโดยการสุ่มตัวอย่างตามช่วงเวลาที่ไม่ต่อเนื่องที่รู้จักกันในชื่อ อัตราการสุ่มตัวอย่าง (Sampling rate) (โดยทั่วไปแล้วจะเป็น 44.1kHz สำหรับคุณภาพเสียง CD หมายความว่าตัวอย่างจะถูกนำมาใช้ 44,100 ครั้งต่อวินาที)

แต่ละตัวอย่างคือแอมพลิจูดของคลื่นในช่วงเวลาหนึ่งโดยที่ความลึกบิตกำหนดรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างจะถูกเรียกว่าเป็นช่วงแบบไดนามิกของสัญญาณ (โดยทั่วไปแล้วจะเป็น 16 บิต ซึ่งหมายความว่า ตัวอย่างสามารถมีค่าได้ตั้งแต่ 65,536 แอมพลิจูด)

การสุ่มตัวอย่างและความถี่ในการสุ่มตัวอย่างคืออะไร?

ในการประมวลผลสัญญาณ (Signal processing) การสุ่มตัวอย่างคือการบีบอัดสัญญาณต่อเนื่องให้เป็นชุดของค่าไม่ต่อเนื่อง ความถี่ในการสุ่มตัวอย่างหรืออัตราการสุ่มตัวอย่างคือจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ความถี่การสุ่มตัวอย่างที่สูงส่งผลให้เกิดการสูญเสียข้อมูลน้อยลง แต่ค่าใช้จ่ายในการคำนวณสูงขึ้น และความถี่การสุ่มตัวอย่างที่ต่ำนั้นมีการสูญเสียข้อมูลที่สูงกว่า แต่รวดเร็วและราคาในการคำนวณถูก



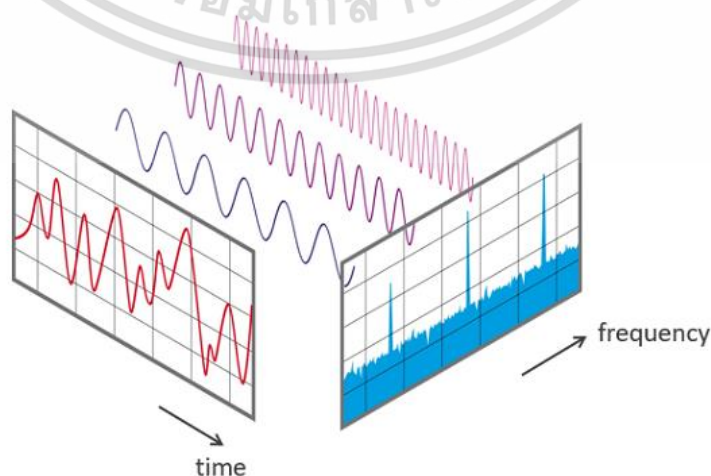
รูปที่ 2.27 คลื่นเสียง สีแดงแทนระบบดิจิทัล สีน้ำเงิน (หลังจากการสุ่มตัวอย่างและการวัดปริมาณแบบ 4 บิต) โดยมีอาร์เรย์ผลลัพธ์แสดงทางด้านขวา [12]

การประยุกต์ใช้การประมวลผลเสียง

- การจัดทำดัชนีคอลเลกชันเพลงตามคุณสมบัติเสียง
- แนะนำเพลงสำหรับช่องวิทยุ
- ค้นหาไฟล์เสียงที่คล้ายกัน (หรือที่เรียกว่า Shazam)
- การประมวลผลและการสังเคราะห์เสียงพูด เช่น สร้างเสียงเทียมสำหรับตัวแทนการสนทนา

2.5.2 การจัดการข้อมูลเสียงโดยใช้ Python

เสียงถูกแสดงในรูปแบบของสัญญาณเสียงที่มีพารามิเตอร์ เช่น ความถี่, แบนด์วิดท์, เดซิเบล ฯลฯ สัญญาณเสียงทั่วไปสามารถแสดงเป็นฟังก์ชันของแอมพลิจูดและเวลา [12]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 2.28 ส่วนประกอบของสัญญาณเสียง [12] ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยให้คุณจับเสียงเหล่านี้และแสดงในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้ ตัวอย่างของรูปแบบเหล่านี้คือ

- รูปแบบ wav (Waveform Audio File) ที่มีนามสกุล .wav เป็นไฟล์ข้อมูลคลื่นเสียงที่บันทึกจากเสียงอนาล็อก เป็นรูปแบบดิจิทัล เก็บเอาไว้ในระบบคอมพิวเตอร์คล้ายกับการบันทึกเทปแต่เป็นการบันทึกไว้ในดิจิทัล ของคอมพิวเตอร์แทน Wave เป็นรูปแบบไฟล์พื้นฐานของระบบพีซีมีขนาดไฟล์ใหญ่สามารถกำหนด คุณภาพเสียงได้หลากหลาย เช่น เสียงโมนหรือสเตอริโอ มีระดับความละเอียดน้อยมาก

- รูปแบบ mp3 (MPEG-1 Audio Layer 3) นามสกุล .mp3 เป็นไฟล์เสียงที่มีพื้นฐานจากไฟล์ Wave แต่มีขนาดเล็กกว่า ประมาณ 8-10 เท่าเนื่องจากข้อมูลในไฟล์ถูกบีบอัดให้เล็กลงแต่ยังคงคุณภาพไว้ใกล้เคียงต้นฉบับ ไฟล์ MP3 ได้รับความนิยมมากสำหรับการบันทึกเพลง ไฟล์ประเภทนี้ความยาว 4 นาทีมีขนาดประมาณ 5MB สามารถก๊อปปี้เก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ได้เหมือนไฟล์ข้อมูลข้อมูลปกติทั่วไป แต่การสร้างและการแก้ไขไฟล์ค่อนข้างซับซ้อน ก่อนที่จะสร้างไฟล์ MP3 ได้คุณต้องใช้คอมพิวเตอร์บันทึกเสียงจากภายนอกให้เป็นไฟล์ Wave แล้ว จากนั้นจึงเข้ารหัสบีบอัดให้กลายเป็น MP3 หรือต้องใช้อุปกรณ์พิเศษที่สามารถบันทึกและ เข้ารหัส MP3 ในทันที

- รูปแบบ WMA (Windows Media Audio) เป็นไฟล์เสียงดิจิทัลรูปแบบใหม่กว่า MP3 มีการบีบอัดดีกว่า ทำให้ไฟล์มีขนาดเล็กกว่า MP3 คุณสมบัตินี้ไปเหมือนกับ MP3

- CD Audio เป็นแทร็กเสียงดิจิทัลที่รูปแบบเหมือนกับไฟล์ Wave บรรจุไว้ในแผ่นซีดีเพลง ด้วยรูปแบบพิเศษเฉพาะ ถ้าใส่แผ่นซีดีเพลงเข้าไปในไดรฟ์ซีดีรอมแล้วเปิด My Computer คุณจะเห็นชื่อ ไฟล์ในแผ่นซีดีมีนามสกุลเป็น .cda เช่นไฟล์ trac1.cda ซึ่งมันไม่ใช่ไฟล์ข้อมูลคอมพิวเตอร์อย่าง Wave หรือ MP3 คุณจึงไม่สามารถก๊อปปี้แทร็ก CD Audio เก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ได้

- RA (Real Audio) เป็นไฟล์เสียงสำหรับใช้กับโปรแกรม Real Player โดยเฉพาะ มีพื้นฐานมาจากไฟล์ Wave แต่ถูกบีบอัดให้เล็กลงด้วยเทคโนโลยีเฉพาะ เพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลเสียงทาง อินเทอร์เน็ตเป็นหลัก

- MIDI (Musical Instrument Digital Interface) (อ่านว่า “มิดี้”) ที่มีนามสกุล .mid เป็นไฟล์ข้อมูลดนตรีที่ถูกบันทึกหรือโปรแกรมเอาไว้ เช่น เสียงเครื่องดนตรีต่าง ๆ ตัวโน้ต ความเร็วจังหวะ ฯลฯ สำหรับนำไปใช้กับอุปกรณ์ดนตรี เช่น ซาวนด์การ์ด หรือ เครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์เมื่อข้อมูลถูกส่ง จากคอมพิวเตอร์เข้าสู่อุปกรณ์ดนตรีจะทำให้อุปกรณ์ดนตรีจะเล่นดนตรีตามข้อมูลในไฟล์เหมือนกับคนอื่นมาเล่นดนตรีให้คุณฟังในวงการดนตรี MIDI คือ ลักษณะการต่อเชื่อมเครื่องดนตรีแบบดิจิทัล ใช้อ้างถึงความสามารถในการสื่อสารระหว่างเครื่องดนตรีผ่านทางพอร์ต MIDI (ช่องสำหรับเสียบสายสัญญาณ) โดยเครื่องดนตรีเครื่องหนึ่งส่งข้อมูลไปให้อีกเครื่องหนึ่ง เพื่อสั่งให้ทำงานหรือส่งเสียงตามที่ต้องการได้ ตัวอย่างเช่น คุณเชื่อมต่อกีตาร์ไฟฟ้ากับคีย์บอร์ดเข้าด้วยกัน เมื่อคุณตีคีย์บอร์ดคีย์หนึ่งคีย์ คีย์บอร์ดก็จะส่งเสียงโด้ ออกมาพร้อมกันทันทีเหมือนกับมีอีกคนมาช่วยเล่นคีย์บอร์ดให้คุณ [13]

กระบวนการประมวลผลเสียงโดยทั่วไปเกี่ยวข้องกับการสกัดคุณลักษณะเสียงที่เกี่ยวข้องกับงานในมือ ตามด้วยแผนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการตรวจจับ การจัดหมวดหมู่ และการหลอมรวมความรู้ โชคดีที่เรามีไลบรารี Python ที่มีประโยชน์ซึ่งทำให้งานนี้ง่ายขึ้น

Python Audio Libraries

Python มีไลบรารีที่ยอดเยี่ยมสำหรับการประมวลผลเสียง เช่น Librosa และ PyAudio นอกจากนี้ยังมีโมดูลในตัวสำหรับฟังก์ชันเสียงพื้นฐาน แต่ส่วนใหญ่จะใช้สองไลบรารีสำหรับการรวบรวมและเล่นไฟล์เสียง

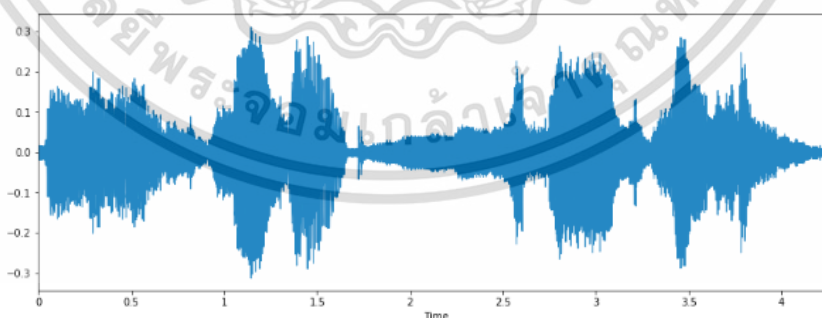
1) Librosa

เป็นโมดูล Python ในการวิเคราะห์สัญญาณเสียงโดยทั่วไปแต่มุ่งเน้นไปที่ดนตรีมากกว่า รวมถึงพื้นฐานการสร้างระบบ MIR (การดึงข้อมูลทางดนตรีเพื่อมาวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ เช่น วิเคราะห์แนวเพลง) Librosa ได้รับการบันทึกรายละเอียดไว้เป็นอย่างดีพร้อมด้วยตัวอย่างและแบบฝึกหัดมากมาย

2) IPython.display.Audio

ใช้ไลบรารีนี้ในการเล่นเสียง ซึ่งจะคืนค่าอนุกรมเวลาของเสียงเป็นอาร์เรย์ numpy ที่มีอัตราการสุ่มตัวอย่าง (sr) เริ่มต้นที่ 22KHZ โมโน และสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมนี้ได้โดยการสุ่มใหม่ที่ 44.1KHZ หากต้องการพล็อตอาร์เรย์เสียงสามารถใช้ librosa.display.waveplot ได้ดังรูปที่ 2.29

```
import matplotlib.pyplot as plt
import librosa.display
plt.figure(figsize=(14, 5))
librosa.display.waveplot(x, sr=sr)
```



รูปที่ 2.29 โค้ดและกราฟเสียงที่พล็อตโดยใช้ไลบรารี display.waveplot [12]

2.5.3 สเปกโตรแกรม (Spectrogram)

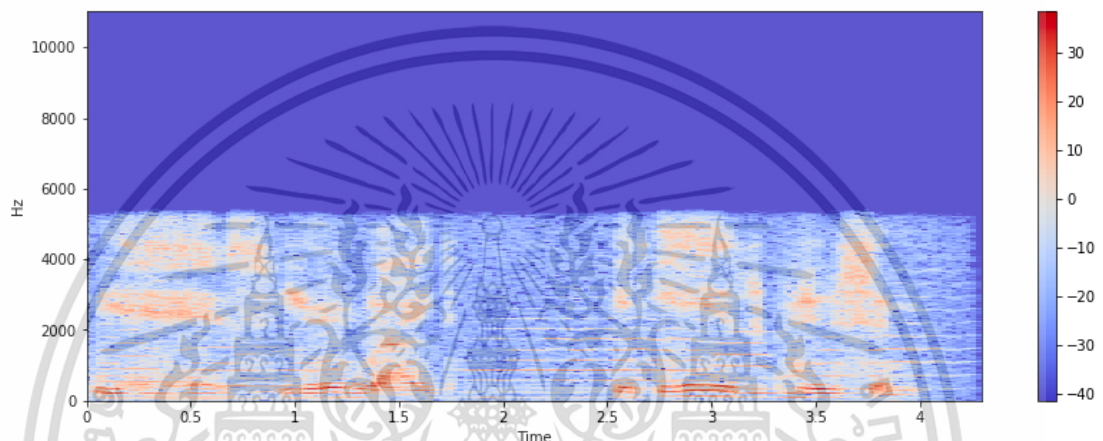
สเปกโตรแกรมเป็นวิธีการแสดงผลที่แสดงถึงความเข้มของหรือ "ความดัง" ของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงกับเวลาที่ความถี่แตกต่างกันซึ่งแสดงในรูปแบบของคลื่นโดยเฉพาะ ไม่เพียงแต่สามารถเห็นว่ามีความถี่สูงหรือต่ำ เช่น 2 Hz กับ 10 Hz แต่ยังสามารถเห็นว่าระดับพลังงานแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปตามเวลาอีกด้วย โดยปกติแล้วสเปกโตรแกรมจะแสดงเป็นภาพที่เป็นแผนที่ความร้อน เช่น ภาพที่มีความเข้มแสดงโดยสีหรือความสว่างที่แตกต่างกัน สามารถแสดงสเปกโตรแกรมได้โดยใช้ `librosa.display.specshow` ดังรูปที่ 2.30

```
X = librosa.stft(x)
Xdb = librosa.amplitude_to_db(abs(X))
plt.figure(figsize=(14, 5))
librosa.display.specshow(Xdb, sr=sr, x_axis='time',
y_axis='hz')
plt.colorbar()
```



รูปที่ 2.30 โค้ดในการเรียกใช้ไลบรารีและสเปกโตรแกรม [12]

`.stft ()` แปลงข้อมูลเป็นการแปลงฟูริเยร์ระยะสั้น (short term Fourier transform) STFT แปลงสัญญาณที่เราสามารถทราบแอมพลิจูดของความถี่ที่กำหนดในเวลาที่กำหนด การใช้ STFT เราสามารถกำหนดขนาดของคลื่นความถี่ต่าง ๆ ที่เล่นในเวลาที่กำหนดของสัญญาณเสียง `.specshow` ใช้เพื่อแสดงสเปกโตรแกรม

แกนแนวตั้งแสดงความถี่ (จาก 0 ถึง 10kHz) และแกนนอนแสดงเวลาของคลิป เนื่องจาก การกระทำทั้งหมดเกิดขึ้นที่ด้านล่างของสเปกตรัม จึงสามารถแปลงแกนความถี่เป็นแกนลอการิทึมได้

2.5.4 การสกัดคุณลักษณะจากสัญญาณเสียง (Feature extraction)

สัญญาณเสียงทุกอันประกอบด้วยคุณสมบัติมากมาย อย่างไรก็ตามเราต้องแยกคุณลักษณะ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เราพยายามแก้ไข กระบวนการแยกคุณลักษณะที่จะใช้สำหรับการวิเคราะห์ เรียกว่า Feature extraction

คุณลักษณะของสเปกตรัม (คุณสมบัติตามความถี่) ซึ่งได้มาจากการแปลงสัญญาณตามเวลา เป็นโดเมนความถี่โดยใช้การแปลงฟูริเยร์ (Fourier Transform) ประกอบไปด้วย ความถี่พื้นฐาน, ส่วนประกอบความถี่, สเปกตรัมเซนทรอยด์ (Spectral centroid), ฟลักซ์สเปกตรัม (Spectral flux), ความหนาแน่นสเปกตรัม และ Spectral roll-off เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

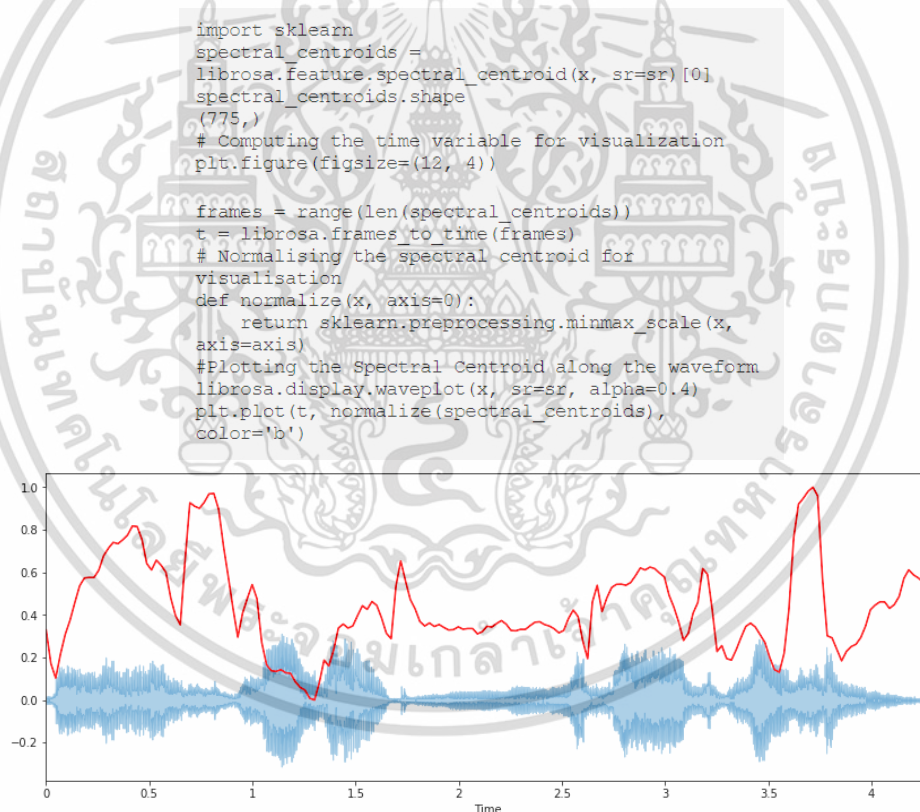
1) Spectral Centroid

สเปกตรัมเซนทรอยด์แสดงให้เห็นว่าพลังงานของคลื่นความถี่นั้นมีศูนย์กลางอยู่ที่ใดหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งมันบ่งบอกว่า "ศูนย์กลางของมวล" สำหรับเสียงอยู่ที่ใด เป็นเหมือนค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ดังสูตรที่ 2.3

$$f_c = \frac{\sum_k S(k)f(k)}{\sum_k S(k)} \quad (2.3)$$

โดยที่ $S(k)$ คือขนาดสเปกตรัมที่ความถี่ bin k และ $f(k)$ คือความถี่ที่ bin k

คำสั่ง `librosa.feature.spectral_centroid` จะคำนวณสเปกตรัมเซนทรอยด์สำหรับแต่ละเฟรมในสัญญาณ ดังรูปที่ 2.31 และ `.spectral_centroid` จะส่งคืนอาร์เรย์ที่มีคอลัมน์เท่ากับจำนวนเฟรมที่มีอยู่ในตัวอย่าง (Sample)



รูปที่ 2.31 โค้ดในการสร้างสเปกตรัมเซนทรอยด์ และกราฟสเปกตรัมเซนทรอยด์ (สีแดง) [12]

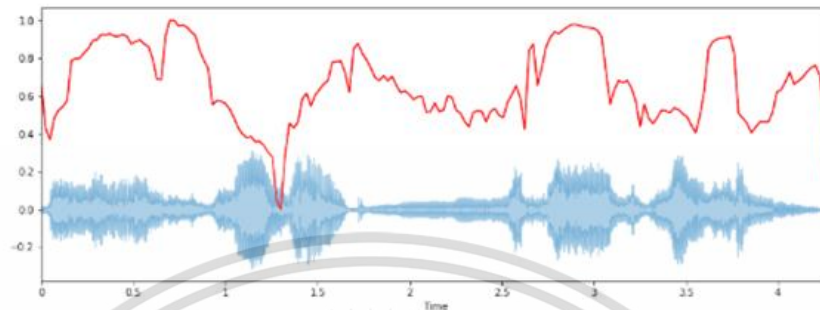
2) Spectral Rolloff

เป็นการวัดรูปร่างของสัญญาณ แสดงถึงความถี่ที่ความถี่ที่สูงลดลงจนถึง 0 ซึ่งจะต้องคำนวณส่วนโบนารีของสเปกตรัมพลังงานที่ 85 เปอร์เซนต์ของพลังงานที่ความถี่ต่ำ

คำสั่ง `librosa.feature.spectral_rolloff` คำนวณความถี่การหมุนสำหรับแต่ละเอกสารนี้เฟรมในสัญญาณ และสามารถแสดงออกมาเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 2.32 ดิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
spectral_rolloff =
librosa.feature.spectral_rolloff(x+0.01, sr=sr) [0]
plt.figure(figsize=(12, 4))

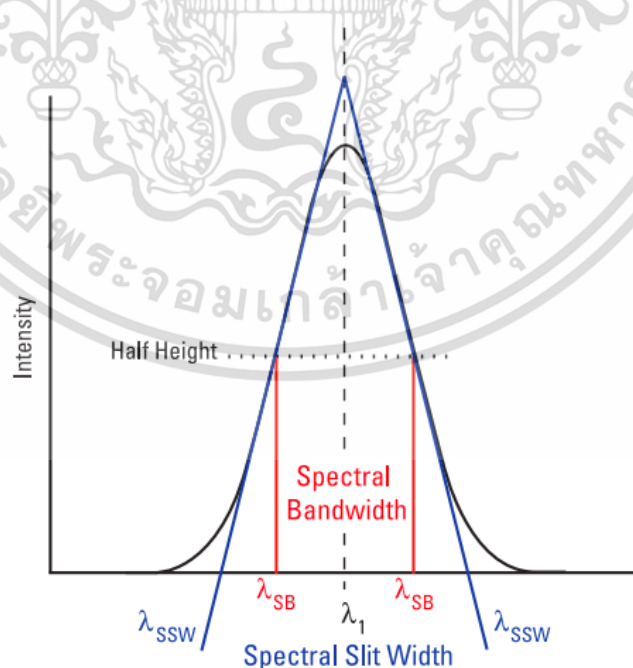
librosa.display.waveplot(x, sr=sr, alpha=0.4)
plt.plot(t, normalize(spectral_rolloff),
color='r')
```



รูปที่ 2.32 โค้ดในการสร้าง Spectral roll-off และกราฟ Spectral roll-off (สีแดง) [12]

3) Spectral Bandwidth

แบนด์วิดท์สเปกตรัมคือความกว้างของแถบแสงที่ครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุด (หรือความกว้างเต็มครึ่งสูงสุด [FWHM]) และแสดงโดยเส้นแนวตั้งสีแดงสองเส้นและ λ_{SB} บนแกนความยาวคลื่น ดังรูปที่ 2.33 แบนด์วิดท์สเปกตรัม (Spectral Bandwidth) ถูกกำหนดโดยขอบเขตสีแดงและ λ_{SB} ความกว้างของช่องสเปกตรัม (Spectral Slit Width) ถูกกำหนดด้วยขอบเขตสีฟ้าและ λ_{SSW}



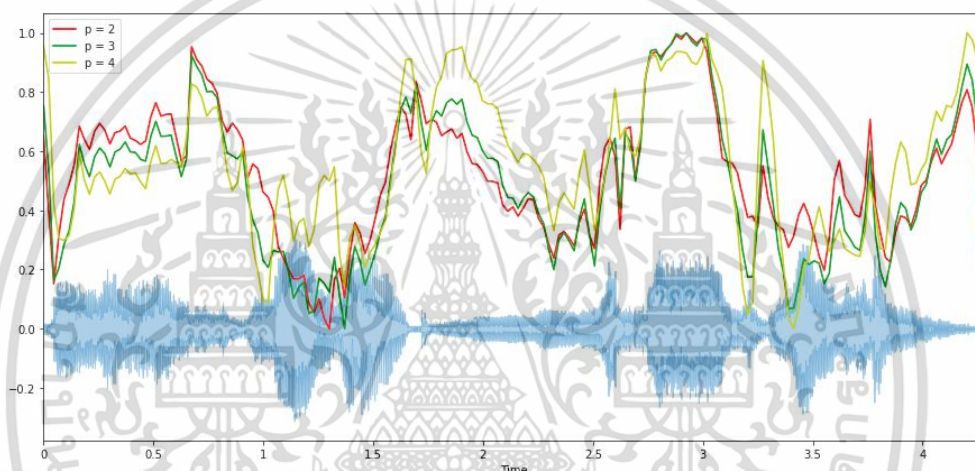
รูปที่ 2.33 การกระจายความหนาแน่นของความยาวคลื่นแบบเกาส์เซียนที่เกิดจาก monochromator [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง `librosa.feature.spectral_bandwidth` จะคำนวณแบนด์วิดท์สเปกตรัม p ลำดับตามที่กำหนด และสามารถแสดงออกมาเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 2.34

```
spectral_bandwidth_2 = librosa.feature.spectral_bandwidth(x+0.01,
sr=sr)[0]
spectral_bandwidth_3 = librosa.feature.spectral_bandwidth(x+0.01,
sr=sr, p=3)[0]
spectral_bandwidth_4 = librosa.feature.spectral_bandwidth(x+0.01,
sr=sr, p=4)[0]
plt.figure(figsize=(15, 9))
```

```
librosa.display.waveplot(x, sr=sr, alpha=0.4)
plt.plot(t, normalize(spectral_bandwidth_2), color='r')
plt.plot(t, normalize(spectral_bandwidth_3), color='g')
plt.plot(t, normalize(spectral_bandwidth_4), color='y')
plt.legend(('p = 2', 'p = 3', 'p = 4'))
```



รูปที่ 2.34 โค้ดในการสร้าง Spectral Bandwidth และกราฟ Spectral Bandwidth ทั้ง 3 ลำดับ [12]

4) Zero-Crossing Rate

ZCR คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณจากบวกไปลบหรือจากลบไปบวก ซึ่งเราจะหา ZCR ได้จากสูตร 2.4

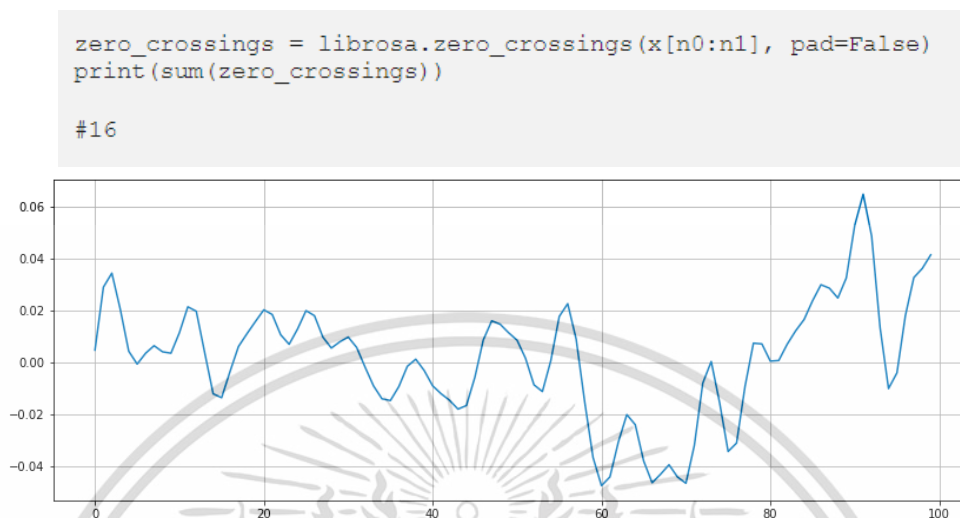
$$ZCR = \sum_{t=0}^{T-1} I\{S_t S_{t-1} < 0\} \quad (2.4)$$

เมื่อ S คือสัญญาณของคาบเวลา T แสดงฟังก์ชัน $I\{A\}$ จะเท่ากับ 1 ถ้า A เป็นจริงและจะเท่ากับ 0 ถ้าไม่เป็นจริง สำหรับผลรวมของสัญญาณอัตราการตัดแกนศูนย์สามารถหาระดับเสียงอย่างง่าย ๆ ในการแก้ปัญหาได้และยังสามารถนำมาแสดงค่าความถี่ของสัญญาณเสียงได้

วิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับการวัดความเรียบของสัญญาณคือการคำนวณจำนวนการตัดผ่านศูนย์ (Zero-crossing) ภายในส่วนของสัญญาณนั้น สัญญาณเสียงจะสั้นอย่างช้า ๆ เช่น 100 Hz สัญญาณจะตัดศูนย์ 100 ครั้งต่อวินาที ในขณะที่เสียงเสียดแทรกสามารถมีจำนวนตัดศูนย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

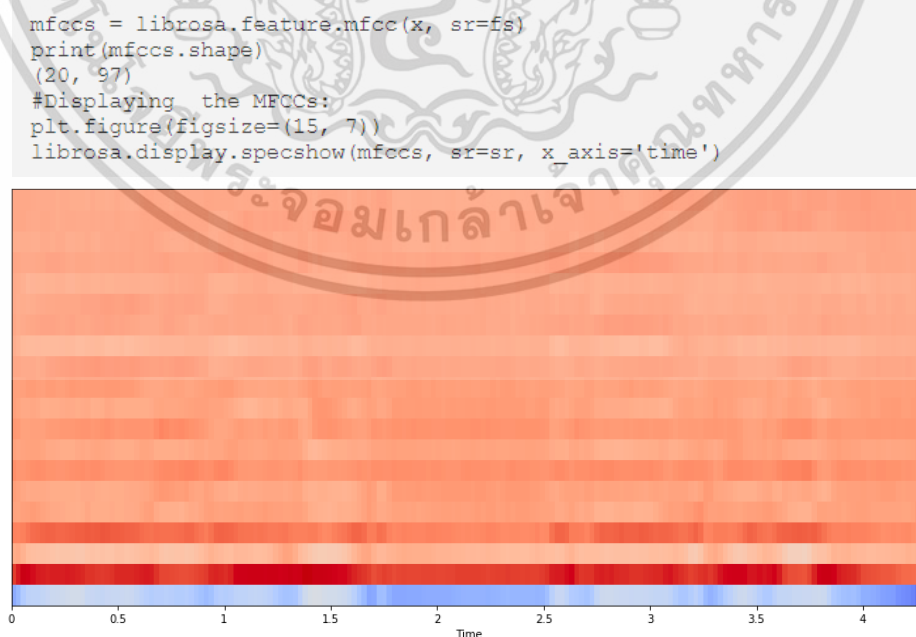
3000 ครั้งต่อวินาที สามารถตรวจสอบจำนวนการตัดผ่านศูนย์ได้ด้วย Librosa ดังที่แสดงในรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 โค้ดการใช้งาน Librosa เพื่อหาจำนวนการตัดผ่านศูนย์ [12]

5) Mel-Frequency Cepstral Coefficients(MFCCs)

ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมบนสเกลเมล (MFCCs) ของสัญญาณ คือ ชุดเล็ก ๆ ของคุณสมบัตินี้ (โดยปกติประมาณ 10–20 ชุด) ซึ่งอธิบายรูปร่างโดยรวมของช่องสเปกตรัมอย่างชัดเจน มักจะจำลองลักษณะของเสียงของมนุษย์ และสามารถแสดงออกมาเป็นรูปภาพสเปกโตรแกรมได้ [12] ดังที่แสดงในรูปที่ 2.36

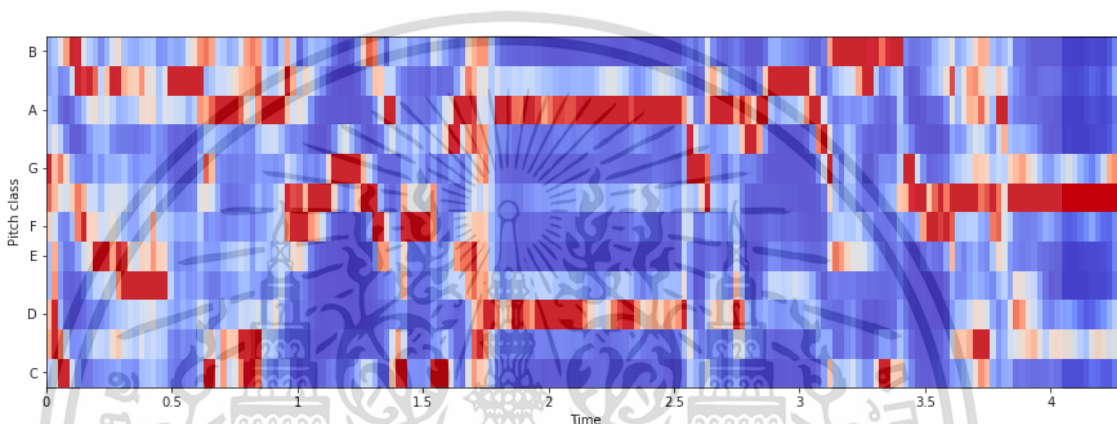


รูปที่ 2.36 โค้ดการใช้งาน Librosa เพื่อสกัดคุณลักษณะของเสียงแบบ MFCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) Chroma feature

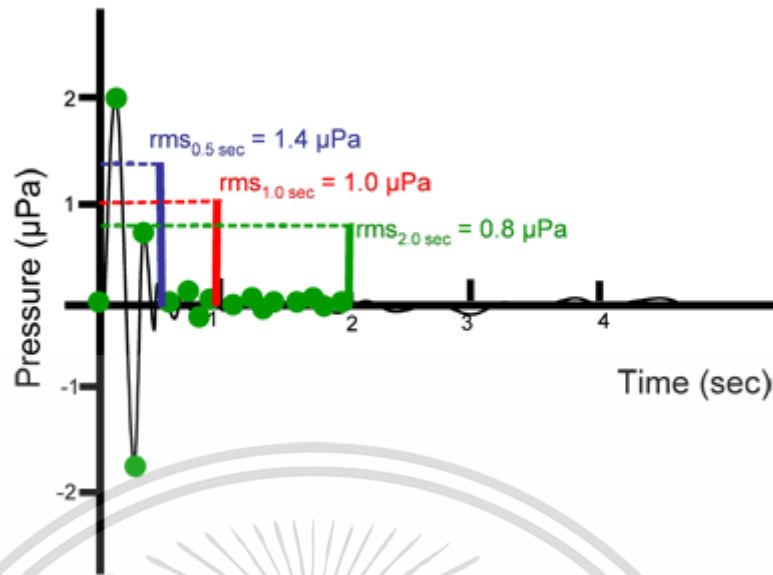
คุณสมบัติ Chroma เป็นตัวบ่งบอกที่แสดงถึงเนื้อหาประเภทของสัญญาณเสียงดนตรีในรูปแบบย่อ ดังนั้นคุณสมบัติของ Chroma จึงถือได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ระดับสูง เช่นการจดจำคอร์ดหรือการประมาณค่าความคล้ายคลึงกัน ในการดึงคุณสมบัติของสีจะใช้การแปลงฟูรีเยร์ในเวลาสั้น ๆ และการแปลง Q อย่างต่อเนื่อง คุณสมบัติของ Chroma โดยทั่วไปแล้วเป็นคุณลักษณะเวกเตอร์ 12 องค์ประกอบ ที่ระบุระดับพลังงานของคลาสพิทช์แต่ละตัว {C, C #, D, D #, E, ..., B} ในสัญญาณ โดยที่คลื่นความถี่ทั้งหมดจะถูกฉายลงบนแถบ 12 แถบซึ่งเป็นตัวแทนของ 12 semitones (หรือ Chroma) ที่แตกต่างกันของคู่ดนตรี [14]



รูปที่ 2.37 แสดงตัวอย่างการระบุระดับพลังงานของคลาสพิทช์ในสัญญาณ [12]

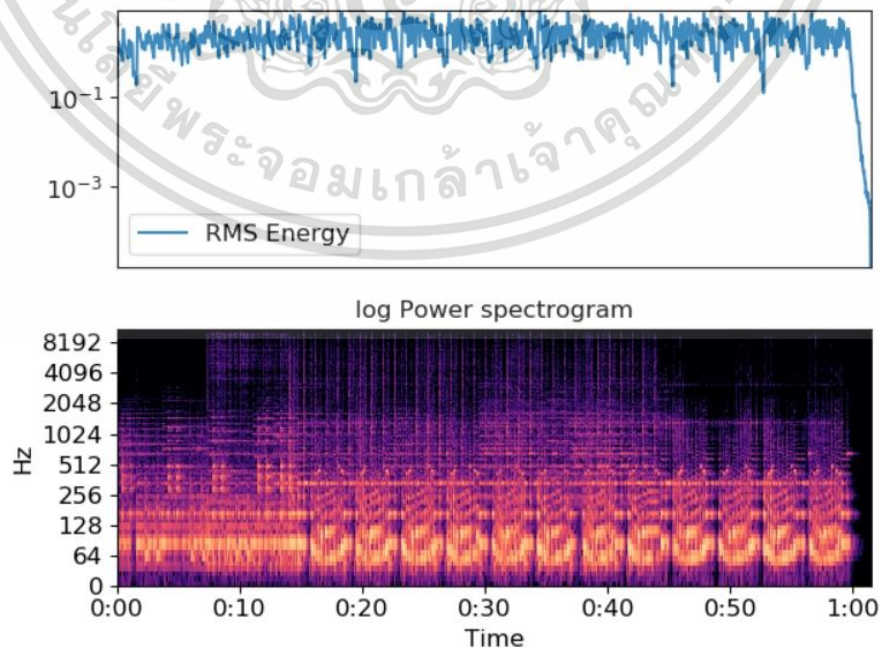
7) Root-mean-square energy หรือ RMSE

วิธี Root-mean-square (rms) คือการหาค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความดันเสียงในช่วงเวลาที่กำหนด โดยมักใช้วิธีนี้ในการจำแนกลักษณะของคลื่นเสียงเพราะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับพลังงานที่ถูกส่งผ่านโดยคลื่นเสียงซึ่งเรียกว่าความเข้มของคลื่นเสียง ซึ่งต้องทำการเลือกระยะเวลาที่จะเฉลี่ยความดันของสัญญาณ วิธีนี้เหมาะสำหรับเสียงที่มีความดันเฉลี่ยสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มของสัญญาณเสียง โดยความดัน rms ไม่เหมาะที่จะใช้ในการวัดเสียงที่สัญญาณมีลักษณะพุ่งขึ้น เนื่องจากความดัน rms จะแตกต่างกันอย่างมากขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เฉลี่ยสัญญาณ ซึ่งในความเป็นจริงหาระยะเวลาในการเฉลี่ยสัญญาณนานขึ้นค่า rms จะยิ่งน้อยลงดังที่แสดงในรูปที่ 2.37 ซึ่งคำนวณแรงดัน rms ของสัญญาณที่พุ่งขึ้นโดยใช้ระยะเวลาต่างกันสามช่วง [15]



รูปที่ 2.38 ภาพการคำนวณแรงดัน rms ของสัญญาณที่พุ่งขึ้นโดยใช้ระยะเวลาต่างกันสามช่วง [15]

Root-mean-square energy เป็นการคำนวณพลังงาน root-mean-square (RMS) สำหรับแต่ละเฟรมทั้งจากตัวอย่างเสียงหรือจาก spectrogram การคำนวณพลังงานจากตัวอย่างเสียงจะมีความรวดเร็วมากกว่าจาก spectrogram เนื่องจากตัวอย่างไฟล์เสียงไม่ต้องการการคำนวณแบบ Short-time Fourier transform (STFT) แต่การใช้การคำนวณพลังงานจาก spectrogram จะให้การแสดงพลังงานที่แม่นยำยิ่งขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากสามารถกำหนดหน้าต่างเฟรมได้ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้การคำนวณพลังงาน root-mean-square (RMS) จาก spectrogram แทนการเลือกใช้จากตัวอย่างเสียง [16]

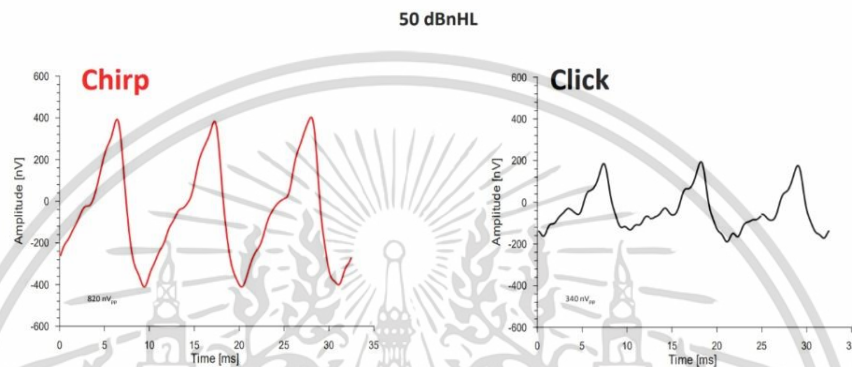


รูปที่ 2.39 แสดงตัวอย่างการคำนวณพลังงาน root-mean-square (RMS) ของ spectrogram [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากฝ่าฝืนจะดำเนินคดีตามกฎหมาย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

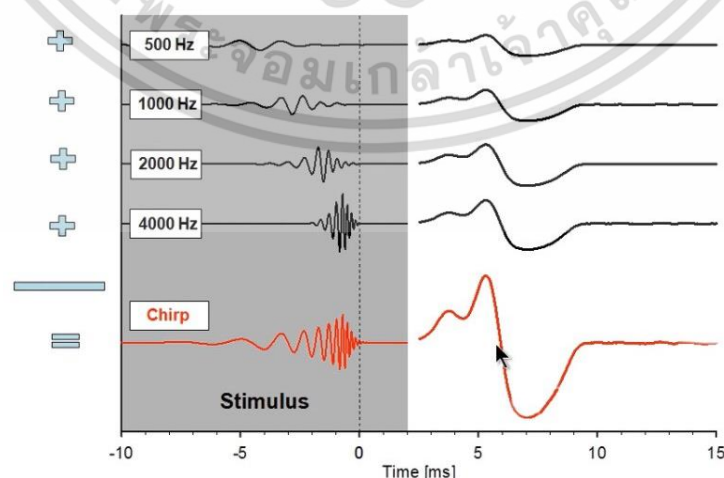
2.6 เสียงที่ใช้ในการตรวจคัดกรองโรคหู

ในการตรวจการคัดกรองเกี่ยวกับการทำงานของหู จำเป็นต้องใช้เสียงมาช่วยในการตรวจวัด เสียงกระตุ้นที่ใช้มีหลายแบบ ได้แก่ ได้แก่ tone pip ซึ่งเป็นเสียงกระตุ้นในช่วงความถี่สั้น (narrow band stimuli) หรือ click ซึ่งเป็นเสียงกระตุ้นในช่วงความถี่กว้าง (broadband stimuli) ในช่วง 1,000 -4,000 เฮิรตซ์หรือ chirp stimuli ที่เป็นการปล่อยเสียงหลายความถี่ ในการเลือกใช้งาน จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและวัตถุประสงค์ในการตรวจวัด [17]



รูปที่ 2.40 เปรียบเทียบความแตกต่างของคลื่นที่ใช้ในการกระตุ้น [18]

เสียงนกร้อง (Chirp) ถูกนำมาใช้ในการทดสอบการได้ยิน โดยใช้เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของหู เนื่องจากเสียงนกร้องเป็นเสียงที่ประกอบไปด้วยความถี่ที่หลากหลาย และสามารถดูการเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นได้ง่าย ซึ่งจะช่วยให้หลักการเหมือนกับแก้วไวน์หากเคาะที่แก้วไวน์ที่มีน้ำอยู่แตกต่างกันจะได้เสียงที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับของของเหลวในแก้วไวน์นั้น เช่นเดียวกับการตรวจของเหลวภายในหูชั้นกลาง ซึ่งของเหลวที่อยู่หลังเยื่อแก้วหู จะส่งผลให้การสะท้อนของคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 2.41 แสดงช่วงความถี่และลักษณะรูปคลื่นของเสียง chirp [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยของ D. H. Keefe, J. C. Bulen และคณะ (2536) ในการความต้านทานของช่องหูและค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนในในกลุ่มผู้ใหญ่และในกลุ่มทารกอายุ 1, 3, 6, 12, และ 24 เดือน ในช่วงความถี่ 125-10,700 Hz การพัฒนาของช่องหูภายนอกและหูชั้นกลางมีผลกระทบอย่างมากต่อการตอบสนองของอิมพีแดนซ์และค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อน ปัจจัยที่มีผล ได้แก่ การเจริญเติบโตของพื้นที่และความยาวของช่องหู การถ่ายโอนพลังงานเข้าไปในหูชั้นกลางของเด็กทารกนั้นน้อยกว่าของผู้ใหญ่ ความแตกต่างในการถ่ายโอนพลังงานมีอิทธิพลโดยตรงต่อการวัดพฤติกรรมและการได้ยินทางสรีรวิทยา ซึ่งยากต่อการวิเคราะห์ในทารกแรกเกิด เป็นผลมาจากการสั่นสะเทือนของผนังช่องหูในการแก้ไขปัญหานี้แนะนำให้ใช้ความถี่ในช่วง 2-4-kHz ในการวัดความต้านทานและการสะท้อน [19]

2.7 ความแม่นยำ (Accuracy)

Accuracy (ความแม่นยำ) หมายถึง ความแม่นยำของการตรวจที่จะบอกจำนวนที่เป็นโรคแน่เมื่อได้ผลบวกและไม่เป็นโรคแน่ ๆ เมื่อได้ผลลบนั้นเป็นส่วนเท่าใดของประชากรที่นำมาตรวจ ความถูกต้องคำนวณได้จากสมการ 2.5 และตาราง 2.1

$$\text{ความถูกต้อง} = \frac{TP+TN}{N} \quad (2.5)$$

โดยที่ TP คือ ผลบวกจริง (True positive)
 TN คือ ผลลบจริง (True negative)
 และ N คือ จำนวนผลการทำนายทั้งหมด [20]

ตารางที่ 2.1 ผลการทำนายจากเครื่องมือที่ทำการทดสอบ

		สภาพจริงของผู้ป่วย		
		มีโรค	ไม่มีโรค	รวม
ผลการตรวจจาก เครื่องมือที่ทำ การทดสอบ	ผลบวก	a	B	a+b
	ผลลบ	c	d	c+d
รวม		a+c	b+d	a+b+c+d

จากตาราง 2.1 ในตารางแนวตั้ง (column) แยกเป็นกลุ่มคนที่มีโรค และกลุ่มคนที่ไม่มีโรคนั้น ซึ่งต้องพิสูจน์อย่างแน่นนอนโดยการเทียบกับ การตรวจมาตรฐานที่แน่นนอน (Gold standard) ส่วนแนวนอน (row) นั้นแยกผลการตรวจว่าเป็นผลบวกหรือผลลบ

ช่อง a หมายถึง กลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรค และให้ผลบวกในการตรวจหรือเรียกอีกแบบหนึ่งว่ากลุ่มที่มีผลบวกจริง (True positive)

ช่อง b หมายถึง กลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็นโรค แต่ให้ผลบวกในการตรวจหรือเรียกอีกแบบหนึ่งว่ากลุ่มที่มีผลบวกเท็จ (False positive)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่อง c หมายถึง กลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรค แต่ให้ผลลบในการตรวจ หรือเรียกอีกแบบหนึ่งว่ากลุ่มที่มีผลลบเท็จ (False negative)

ช่อง d หมายถึง กลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ได้เป็นโรค และให้ผลบวกกลับด้วย (True negative)

a+b หมายถึง กลุ่มที่ให้ผลบวกทั้งหมด รวมผู้เป็นโรคและไม่ได้เป็นโรค

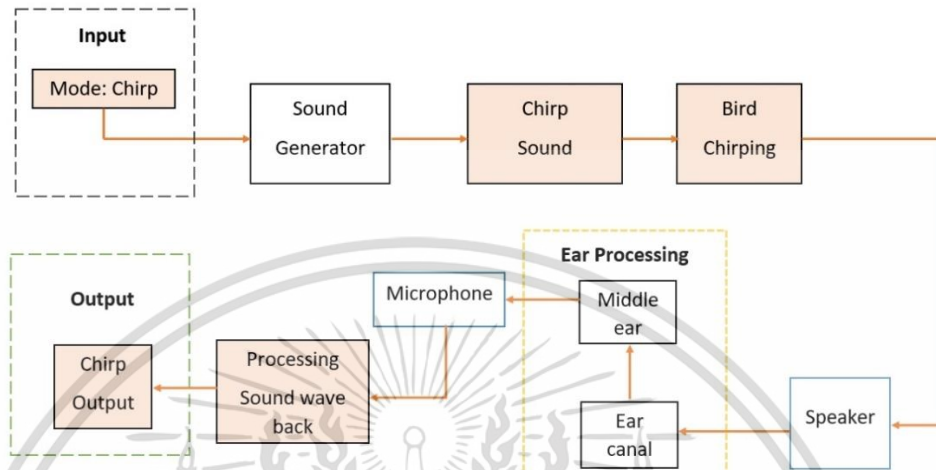
c+d หมายถึง กลุ่มที่ให้ผลลบทั้งหมด รวมผู้เป็นโรคและไม่ได้เป็นโรค

b+d หมายถึง กลุ่มที่ไม่ได้เป็นโรคนั้นหรือคนปกติไม่ว่าผลตรวจจะเป็นบวกหรือลบ [21]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 3.1 แผนภาพบล็อกการทำงานของระบบทั้งหมด

จากรูปที่ 3.1 ระบบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกนี้ คือ ระบบจะทำงานโดยการสร้างคลื่นเสียงเสียงนกร้อง (bird chirping) เข้าไปในหูผ่านทางลำโพง (Speaker) 1 ตัว เมื่อคลื่นเสียงเดินทางไปกระทบกับแก้วหูก็จะสะท้อนกลับมาซึ่งจะมีไมโครโฟน (Microphone) เป็นตัวรับคลื่นเสียงนี้ จากนั้นระบบจะนำคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับนี้ไปวิเคราะห์ผลและแสดงผลออกมาในรูปแบบการวินิจฉัย กราฟและเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการวิเคราะห์ผล

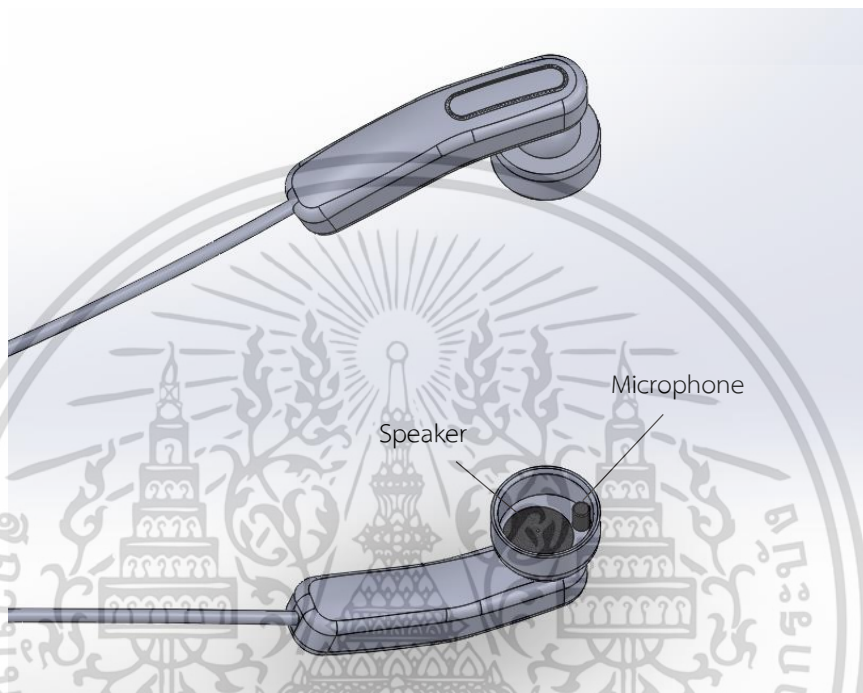
อุปกรณ์นี้ประกอบไปด้วย ส่วนของแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนและส่วนของหูฟัง ดังที่แสดงในรูปที่ 3.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.2 รูปแบบจำลองอุปกรณ์โดยรวม. [22][23] ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 อุปกรณ์หูฟัง

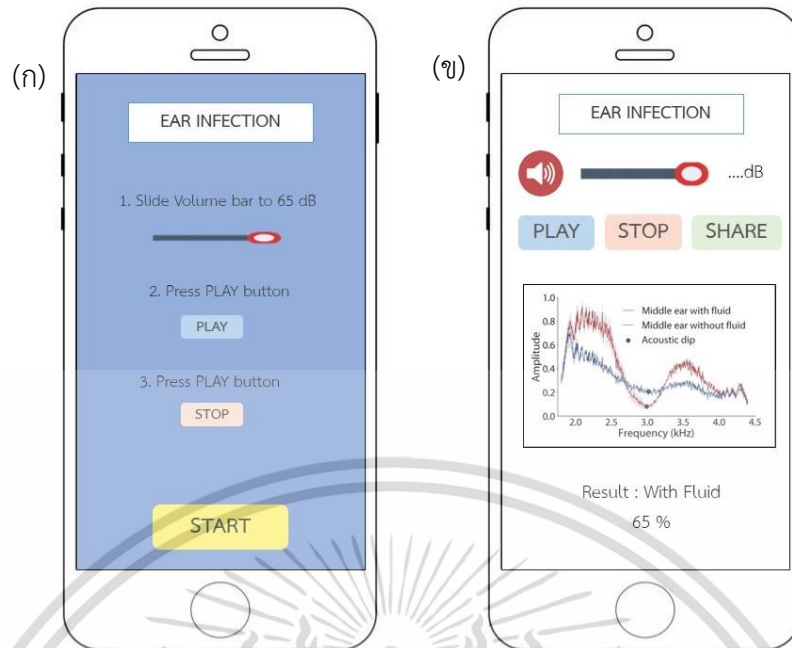
ในการออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์หรือหูฟังนั้น ภายในจะประกอบไปด้วย ลำโพงทำหน้าที่ส่งเสียงเข้าไปในช่องหู และมีไมโครโฟนทำหน้าที่รับเสียงสะท้อนกลับ ไมโครโฟนนี้จะต้องสามารถรับคลื่นความถี่ได้กว้างเพื่อที่จะสามารถนำไปวัดเสียงภายในหูได้ และหูฟังจะต้องมีส่วนที่ยื่นเข้าไปและแนบสนิทกับช่องหูเพื่อป้องกันเสียงรบกวน ซึ่งจะมีลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 รูปแบบหูฟังที่ใช้ในการตรวจโรคหูน้ำหนวก

3.2 แอปพลิเคชันในการสร้างเสียง รับข้อมูล และวิเคราะห์ผล

ในส่วนของแอปพลิเคชัน เลือกใช้โปรแกรม Xcode ในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อใช้สำหรับระบบปฏิบัติการ ios โดยในส่วนแอปพลิเคชันจะมีทั้งหมด 2 หน้า ประกอบด้วย หน้าหลักและโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก ซึ่งมีการออกแบบแอปพลิเคชันให้ได้รูปแบบดังที่แสดงในรูป 3.4 และมีสร้างเสียงที่จะใช้ในการวัดผลขึ้นมา รวมถึงการบันทึกและวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วย



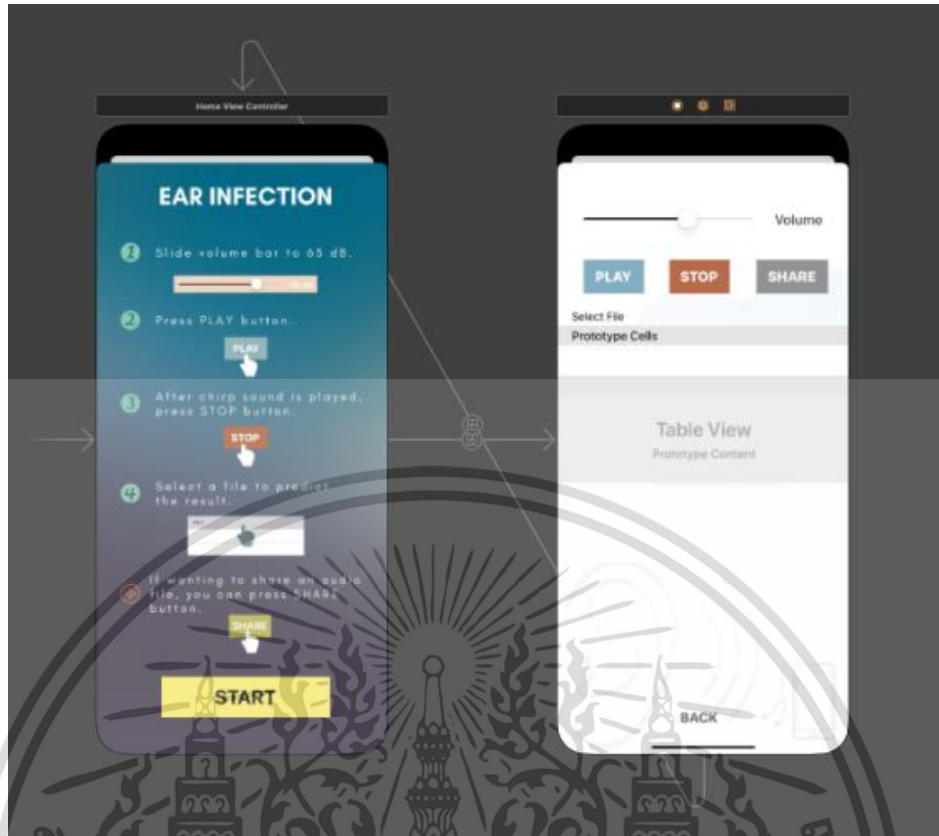
รูปที่ 3.4 การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันที่ใช้ในการตรวจโรค (ก) ภาพหน้าจอหลัก
(ข) ภาพหน้าจอโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก

ส่วนประกอบของแอปพลิเคชัน

1) หน้าหลัก เป็นหน้าจอแอปพลิเคชันเริ่มต้นก่อนที่จะเข้าสู่โหมดตรวจโรคหูน้ำหนวกซึ่งประกอบด้วยข้อมูลวิธีการใช้งานภายในแอปพลิเคชัน และมีปุ่ม START เพื่อกดเชื่อมโยงไปยังหน้าถัดไป

2) หน้าโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก ประกอบไปด้วยแถบเลื่อน (Slider) ที่ใช้ในการปรับความดังของเสียงที่เล่น ซึ่งจะแสดงผลเป็นตัวเลขบนป้ายระดับเสียง (Label Volume) ที่มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB) มีปุ่มกด 3 ปุ่ม คือ ปุ่ม Play ปุ่ม Stop และปุ่ม Share เป็นตัวควบคุมการเล่นเสียง หยุดเล่นเสียง และแชร์ไฟล์เสียงไปยังที่เก็บข้อมูลภายในโทรศัพท์ และยังมีส่วนที่ใช้ในการแสดงผลกราฟและผลการวินิจฉัยโรคจากคลื่นเสียงที่บันทึกได้จากไมโครโฟน

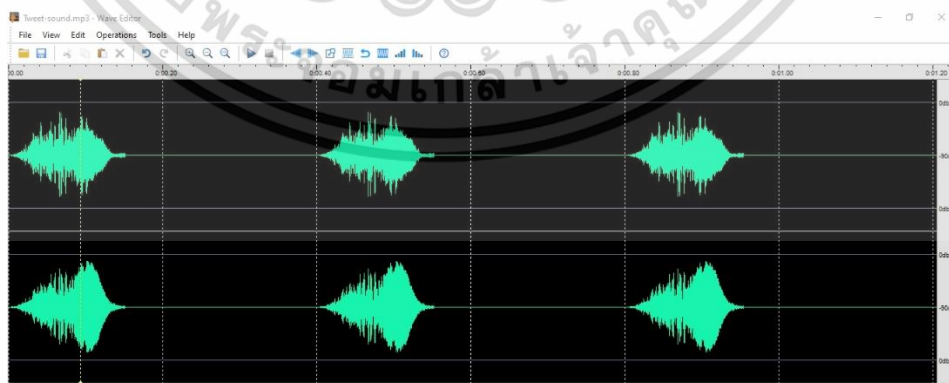
ดังนั้น ในโปรแกรม Xcode จะประกอบไปด้วย Storyboard จำนวน 2 Storyboard ที่มีการเชื่อมกันด้วยปุ่ม Start ในหน้าหลัก และปุ่ม Back ในหน้าโหมดตรวจโรค ดังที่แสดงในรูป 3.5



รูปที่ 3.5 Storyboard ทั้งหมดของหน้าจอแอปพลิเคชันในโปรแกรม Xcode

3.2.1 การสร้างแอปพลิเคชันการในการสร้างเสียงและรับข้อมูลในโปรแกรม xcode

เสียงที่ใช้กระตุ้นในการตรวจโรคหูน้ำหนวกคือเสียงนกกริ่ง เนื่องจากมีความถี่ที่หลากหลาย โดยเลือกใช้ความถี่ในช่วง 1.8- 4.4 กิโลเฮิร์ต จากการอ้างอิงงานวิจัย มีการเลือกใช้เสียงที่ส่งเป็นรูปแบบเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ผล โดยกำหนดให้มีการเล่นเสียง 150 มิลลิวินาทีสลับกับการหยุดเล่นเสียง 250 มิลลิวินาที เป็นเวลาทั้งหมด 1.2 วินาที ดังที่แสดงในรูป 3.6



รูปที่ 3.6 การกำหนดรูปแบบของเสียงกระตุ้น

ทำการบันทึกไฟล์เสียงนกกริ่ง (Chirp) ที่ได้ให้เป็นนามสกุลไฟล์ .mp3 เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรม Xcode โดยในการเรียกใช้ไฟล์ การปรับระดับความดังของเสียงที่เล่นตามแถบเลื่อน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลระบบได้เห็นว่าการทำไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดการเล่นและหยุดเสียงสามารถทำได้โดยการกำหนดในหน้า ViewController ของโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก ดังที่แสดงในรูป 3.7

```

@IBAction func volslider(_ sender: UISlider) {
    let currentVolume = Int32(volslider.value)
    vollabel.text = "\(currentVolume) dB"

    musicEffect.volume = Float(currentVolume)
}

@IBAction func PlayMusic(_ sender: UIButton) {
    setupPlot()

    musicEffect.play() //
    DispatchQueue.main.asyncAfter(deadline: (DispatchTime.now() + 1.2)){
        self.musicEffect.stop()
        mic.stop()
        self.audioRecorder.stop() //
    }
}

```

รูปที่ 3.7 การปรับระดับความดังของเสียงที่และการกำหนดการเล่นเสียงในหน้า ViewController

ในการบันทึกเสียงที่สะท้อนกลับผ่านไมโครโฟนสามารถทำได้โดยการกำหนดโค้ด ในหน้า ViewController ของโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก โดยกำหนดให้เสียงที่บันทึกจากไมโครโฟนแสดงออกมาในรูปแบบการพล็อตกราฟความถี่ที่หน้าจอแอปพลิเคชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.8

```

153
154 func setupPlot(){
155
156     if !plotwave{return}
157
158     plot.plotType = .rolling
159     plot.shouldFill = false
160     plot.shouldMirror = false
161     plot.shouldCenterYAxis = false
162     plot.color = UIColor.blue
163     plot.gain = 10
164     audioInputPlot.addSubview(plot)
165 }
166
167

```

รูปที่ 3.8 กำหนดการพล็อตกราฟความถี่ของเสียงที่บันทึกบนหน้าจอแอปพลิเคชัน

ทดสอบการส่งเสียงและบันทึกเสียงกับโมเดลหูที่สร้างขึ้น โดยการจำลองการสั่นสะเทือนของแก้วหูเมื่อมีน้ำในหูและไม่มีน้ำในหู บันทึกเสียงที่ได้จากโมเดลหูอย่างละ 80 ตัวอย่าง จากนั้นทำการส่งออกไฟล์เสียงโดยผ่านปุ่ม Share เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์ให้กับโปรแกรมวิเคราะห์ผลต่อไป โดยกำหนดให้ไฟล์เสียงอยู่ในรูปแบบนามสกุล .wav ซึ่งสามารถกำหนดได้ผ่านโค้ดในหน้า ViewController ของโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

@IBAction func share(_ sender: Any) {
    let num = globala
    print("num = \(num)")
    let filename = getDirectory().appendingPathComponent("\(num).wav")

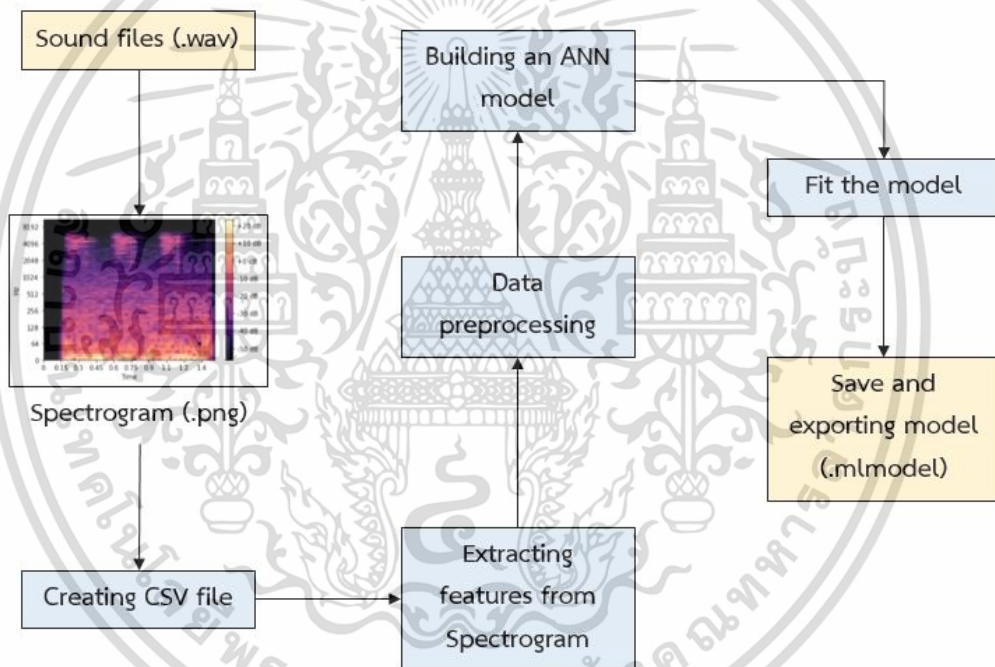
    let items = [filename]
    let ac = UIActivityViewController(activityItems: items,
    applicationActivities: nil)

    present(ac, animated: true)
}

```

รูปที่ 3.9 การกำหนดนามสกุลไฟล์เสียงที่บันทึกและการสร้างปุ่มสำหรับการส่งข้อมูล

3.2.2 การสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์



รูปที่ 3.10 แผนภาพบล็อกการสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์

การสร้างโมเดลของระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการตรวจโรค สร้างโดยการใช้โปรแกรม Google Colaboratory ที่เป็นการใช้ภาษาไพธอน (Python) ในการเขียนโค้ด ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างโมเดล ดังนี้

1) การนำเข้าไฟล์เสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงกับโมเดลหู สก๊ตสเปกตรัมจากไฟล์เสียงทั้งหมดโดยให้แสดงผลเป็นภาพที่มีนามสกุลไฟล์ .png เพื่อง่ายต่อการสกัดคุณลักษณะของเสียงในขั้นตอนต่อไป

2) สร้างไฟล์นามสกุล .csv ไว้สำหรับรอเก็บค่าของข้อมูลที่ได้รับการสกัดคุณลักษณะเสียงแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำการสกัดคุณลักษณะเสียงจากไฟล์ภาพสเปกตรัม และบันทึกค่าที่ได้ลงในไฟล์ .csv ที่สร้างไว้ โดยการใช้คำสั่งจาก Python ทำการสกัดทั้งหมด 7 คุณลักษณะ ได้แก่ Chroma Frequencies, Root-mean-square energy (RMSE), Spectral Centroid, Spectral Bandwidth, Spectral Roll-off, Zero Crossing Rate และ Mel-Frequency Cepstral Coefficients(MFCCs) สามารถแสดงคำสั่งในการสกัดคุณลักษณะของเสียงได้ดังรูปที่ 3.11

```

file = open('dataset.csv', 'w', newline='')
with file:
    writer = csv.writer(file)
    writer.writerow(header)
soundfile = 'Without_Fluid With_Fluid'.split()
for g in soundfile:
    pathlib.Path(f'img_data/{g}').mkdir(parents=True, exist_ok=True)
    for filename in os.listdir(f./drive/My Drive/soundfile/{g}):
        songname = f./drive/My Drive/soundfile/{g}/{filename}'
        y, sr = librosa.load(songname, mono=True, duration=30)
        rmse = librosa.feature.rmse(y=y)
        chroma_stft = librosa.feature.chroma_stft(y=y, sr=sr)
        spec_cent = librosa.feature.spectral_centroid(y=y, sr=sr)
        spec_bw = librosa.feature.spectral_bandwidth(y=y, sr=sr)
        rolloff = librosa.feature.spectral_rolloff(y=y, sr=sr)
        zcr = librosa.feature.zero_crossing_rate(y)
        mfcc = librosa.feature.mfcc(y=y, sr=sr)
        to_append = f'{filename} {np.mean(chroma_stft)} {np.mean(rmse)} {np.mean(spec_cent)} {np.mean(spec_bw)} {np.mean(rolloff)} {np.mean(zcr)}'
        for e in mfcc:
            to_append += f' {np.mean(e)}'
        to_append += f' {g}'
    file = open('dataset.csv', 'a', newline='')
    with file:
        writer = csv.writer(file)
        writer.writerow(to_append.split())

```

รูปที่ 3.11 การใช้คำสั่งในการสกัดคุณลักษณะของเสียง

4) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการสร้างโมเดล มีการแยกไฟล์ข้อมูลไว้สำหรับการฝึกอบรมและการทดสอบ ทำการกำหนดตัวแปรและปรับขนาดข้อมูลก่อนเข้าสู่การสร้างโมเดล

5) สร้างโมเดลโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks : ANN) ที่จะใช้ในการฝึกอบรมโมเดล ตามคำสั่งที่แสดงในรูปที่ 3.12

```

[ ] model = Sequential()
model.add(layers.Dense(256, activation='relu', input_shape=(X_train.shape[1],)))
model.add(layers.Dropout(1))
model.add(layers.Dense(128, activation='relu'))
model.add(layers.Dropout(1))
model.add(layers.Dense(64, activation='relu'))
model.add(layers.Dropout(1))
model.add(layers.Dense(num_labels, activation='softmax'))

model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

[ ] model.summary()

[ ] model.fit(X_train,
            y_train,
            epochs=1000,
            batch_size=128)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3.12 การสร้างและฝึกอบรมโมเดลให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) บันทึกโมเดลที่ผ่านการฝึกอบรมเป็นไฟล์นามสกุล .mlmodel เพื่อนำโมเดลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ผลในโปรแกรม Xcode

3.2.3 การวิเคราะห์ผล

นำเข้าไฟล์โมเดลนามสกุล .mlmodel มายังโปรแกรม Xcode เพื่อเรียกใช้ค่าการทำนายของโมเดลที่ได้จากการสกัดคุณลักษณะเสียง โดยการเขียนโค้ดในหน้า ViewController ของโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวกให้สามารถวิเคราะห์เสียงจากการสะท้อนกลับของหูและแสดงผลการทำนายในแต่ละวินาที พร้อมทั้งเก็บค่าผลการทำนายทั้งหมดไว้ในตัวแปรอาร์เรย์ ตามรูปที่ 3.13

```
func request(_ request: SNRequest, didProduce result: SNResult) {
    let resultss:Dictionary<String, Double> = [classificationResult:classificationConfidence]

    // Get the top classification.
    guard let result = result as? SNClassificationResult,
          let classification = result.classifications.first else { return }

    // Determine the time of this result.
    let formattedTime = String(format: "%.2f", result.timeRange.start.seconds)
    print("Analysis result for audio at time: \(formattedTime)")

    let confidence = classification.confidence /* 100.0
    let percent = String(format: "%.2f%%", confidence)
    percentA = percent

    // Print the result as Sound: percentage confidence.
    //print("\(classification.identifier): \(percent) confidence.\n")

    classificationResult = classification.identifier
    classificationConfidence = confidence
    self.Array.append(resultss)
}
```

รูปที่ 3.13 การใช้คำสั่งแสดงผลการทำนายในทุกวินาทีและเก็บค่าในตัวแปรอาร์เรย์

จากนั้นทำการรวมผลการทำนายที่เก็บในตัวแปรอาร์เรย์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของการตรวจโรคหูน้ำหนวก พร้อมทั้งแสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นไปได้ของผลการทำนาย โดยใช้คำสั่งที่แสดงในรูป 3.14 ให้แสดงผลลัพธ์ในหน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม xcode และแสดงผลบนหน้าจอของแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ

```
let most_probable_label = max_sum_label
let probability = max_sum / Float(array2.count)
let Prob:Int = Int(probability * 100)
print("Output: Result : \(most_probable_label), Probability : \(Prob)\n\n")

DispatchQueue.main.async {
    self.mlModelPrediction.text = "Result: \(most_probable_label)\n Probability:
    \(Prob)"
}
```

รูปที่ 3.14 การใช้คำสั่งแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำอุปกรณ์ที่ได้ไปทำการตรวจกับโมเดลหุเพื่อบันทึกผลความแม่นยำ โดยแบ่งเป็น ทดสอบกับโมเดลหุที่มีของเหลวอยู่ภายใน และโมเดลหุที่ไม่มีของเหลวอยู่ภายใน ดังที่แสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การนำอุปกรณ์ไปทดสอบความแม่นยำกับโมเดลหุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

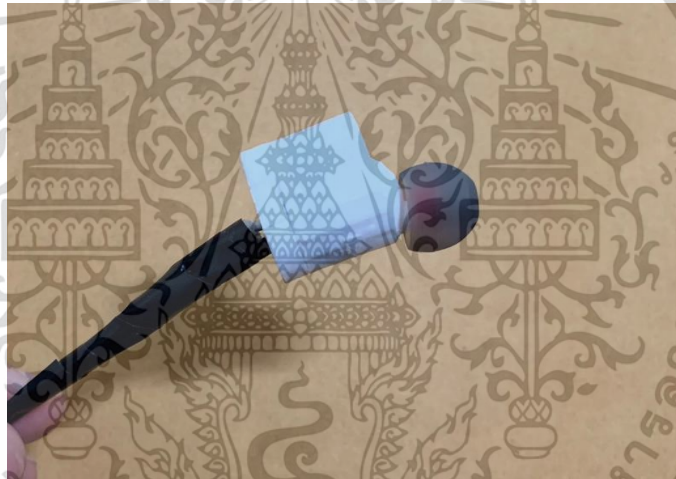
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจโรคหูชั้นกลางอักเสบ (Otitis media) หรือโรคหู
น้ำหนวกโดยใช้เสียงเป็นตัวกระตุ้นเพื่อดูการลักษณะการสะท้อนกลับของคลื่นเสียง ซึ่งอุปกรณ์
ในการตรวจโรคนี้ประกอบไปด้วย ส่วนของหูฟังที่ทำหน้าที่เป็นตัวส่งและรับเสียงสะท้อนกลับจากหู
และส่วนที่เป็นแอปพลิเคชันที่ทำหน้าที่ในการสร้างเสียง รับข้อมูล และวิเคราะห์

4.1 อุปกรณ์หูฟัง

อุปกรณ์หูฟังที่ใช้ในการส่งเสียงและบันทึกเสียงที่สะท้อนกลับจากหู ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1
และ 4.2 ภายในประกอบไปด้วยลำโพง ทำหน้าที่เป็นตัวส่งเสียงไปกระตุ้นภายในหูและไมโครโฟน
ที่ทำหน้าที่บันทึกเสียงที่สะท้อนกลับมาใช้ในการวิเคราะห์ผล



รูปที่ 4.1 แสดงด้านข้างอุปกรณ์หูฟัง

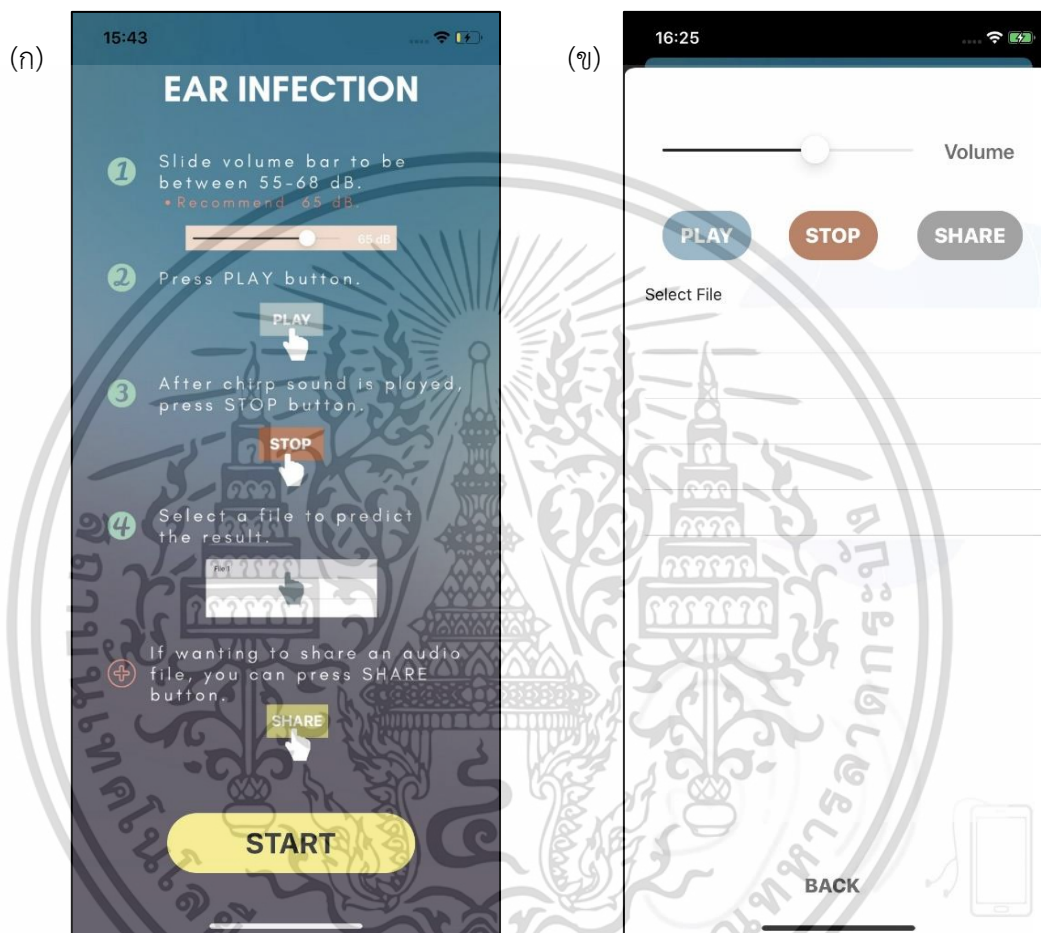


รูปที่ 4.2 แสดงด้านหน้าอุปกรณ์หูฟัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แอปพลิเคชันในการสร้างเสียง รับข้อมูล และวิเคราะห์ผล

ในส่วนแอปพลิเคชันที่ทำการติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือ ประกอบด้วย ส่วนหน้าหลักที่มี ข้อมูลวิธีการใช้งานและการตั้งค่าก่อนการใช้งาน และส่วนที่สองคือโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก โดยในส่วนนี้จะแบ่งผลการทดลองออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ ส่วนของการสร้างเสียงและรับข้อมูล ส่วนของการสร้างโมเดล และส่วนของการวิเคราะห์ผล

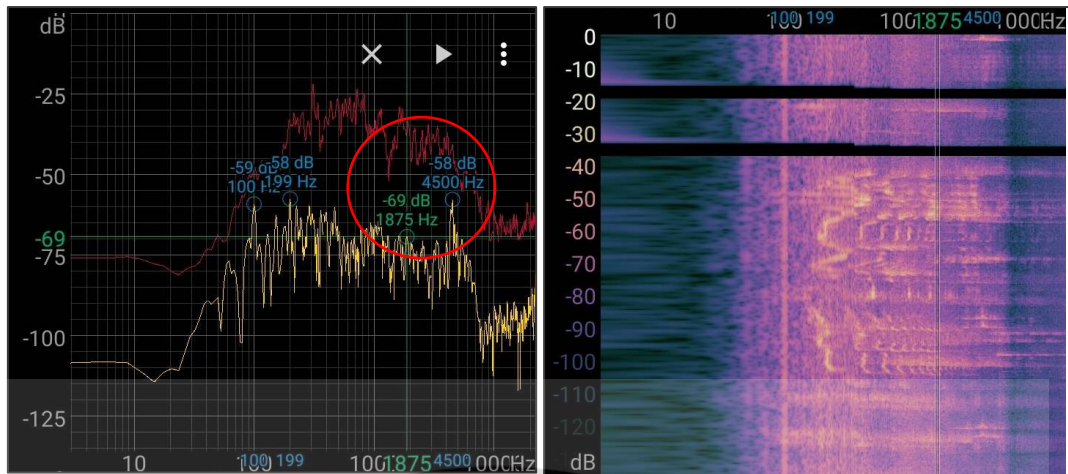


รูปที่ 4.3 (ก) การแสดงผลของส่วนหน้าหลัก (ข) การแสดงผลของส่วนโหมดตรวจโรคหูน้ำหนวก

4.2.1 การสร้างเสียงและการรับข้อมูล

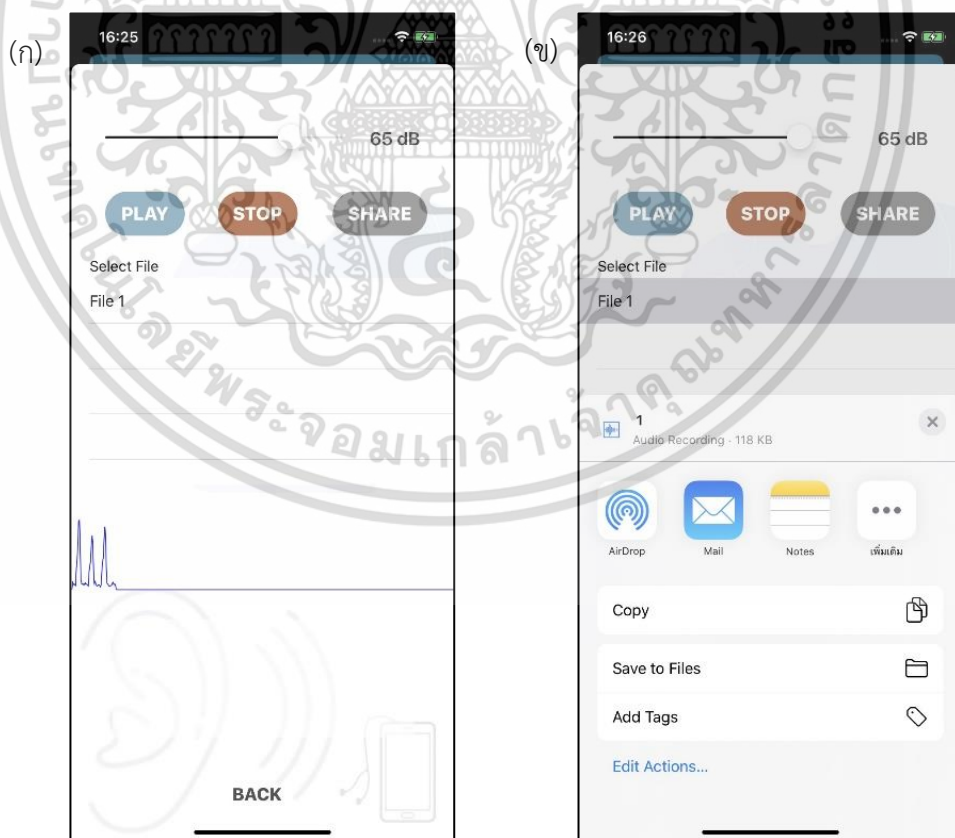
จากการสร้างแอปพลิเคชันในการสร้างเสียงและรับข้อมูลในโปรแกรม Xcode เสียงที่ใช้ในการกระตุ้นต้องมีความถี่เสียงในช่วง 1.8- 4.4 กิโลเฮิร์ต ระดับความเข้มเสียงที่ 55-68 เดซิเบล จากการทดสอบความถี่เสียงนกร้องที่ส่งออกแสดงให้เห็นว่าเสียงที่ใช้อยู่ในช่วงความถี่และความดังที่กำหนด ดังที่เห็นได้จากรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลการวัดระดับความถี่และความดังของเสียงที่ส่งออก

เมื่อทำการส่งเสียงผ่านตัวขยายเสียงออกไปยังโมเดลที่ใช้ในการทดลองและรับค่าเสียงที่สะท้อนกลับจากโมเดลผ่านไมโครโฟนที่ติดตั้งอยู่ภายในหูฟัง เสียงที่ได้จากการบันทึกจะแสดงออกมาในรูปกราฟความถี่และเก็บอยู่ที่รายการที่สร้างขึ้นภายในแอปพลิเคชัน เพื่อทำการส่งข้อมูลไปใช้ในการสร้างโมเดลวิเคราะห์ผลต่อไป โดยสามารถแสดงผลการบันทึกเสียงและส่งออกข้อมูลผ่านทางหน้าจอแอปพลิเคชันได้ดังรูปที่ 4.5



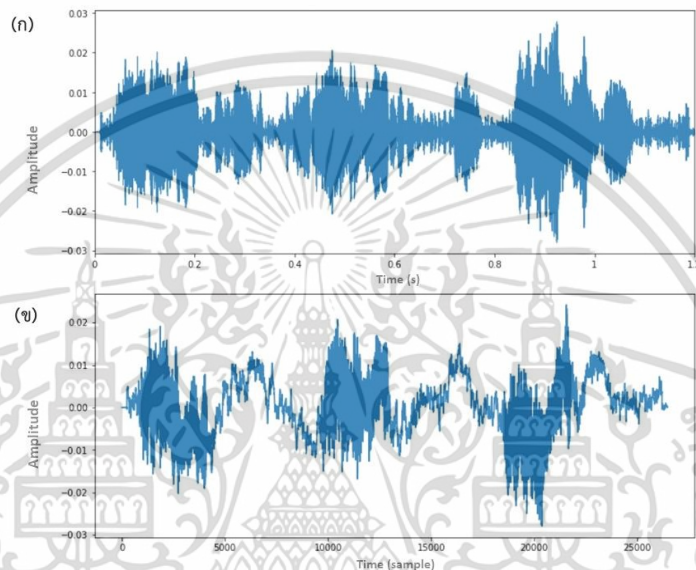
รูปที่ 4.5 (ก) หน้าจอแสดงผลการรับข้อมูลและกราฟที่ได้จากการบันทึกเสียง

(ข) การส่งออกของข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการสร้างโมเดล

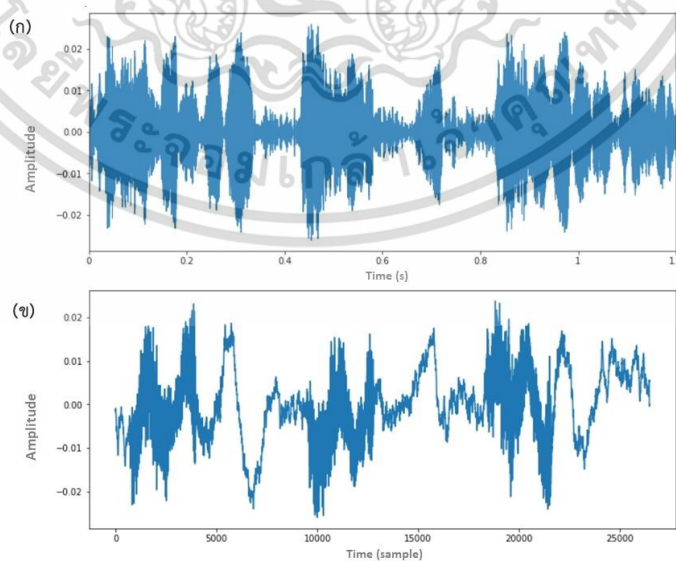
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การสร้างโมเดลสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์

เมื่อนำไฟล์เสียงที่ส่งออกจากแอปพลิเคชัน มาทำการแสดงผลเปรียบเทียบกันระหว่าง กราฟเสียงของโมเดลที่ไม่มีของเหลวอยู่ภายในและกราฟเสียงของโมเดลของหูกที่มีของเหลวอยู่ ภายใน โดยผ่านไลบรารี Librosa ของ Python ซึ่งจากการเปรียบเทียบพบว่ากราฟเสียงจากโมเดล ทั้งสองประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยกราฟเสียงของโมเดลที่ไม่มีของเหลวจะมีลักษณะสัญญาณ ที่กว้างและตื้น ส่วนกราฟเสียงของโมเดลที่มีของเหลวภายในจะมีลักษณะสัญญาณที่แคบและลึก ดังที่แสดงในรูป 4.6 และรูปที่ 4.7



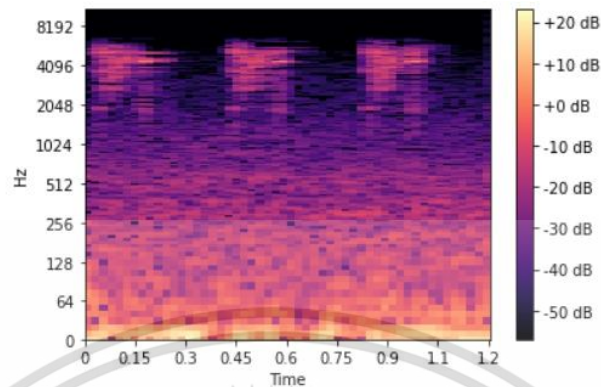
รูปที่ 4.6 สัญญาณจากโมเดลที่ไม่มีของเหลวภายในหูก (ก) ลักษณะสัญญาณดั้งเดิม
(ข) ลักษณะสัญญาณที่ได้เมื่อผ่านไลบรารี Librosa



รูปที่ 4.7 สัญญาณจากโมเดลที่มีของเหลวภายในหูก (ก) ลักษณะสัญญาณดั้งเดิม
(ข) ลักษณะสัญญาณที่ได้เมื่อผ่านไลบรารี Librosa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำไฟล์เสียงทั้งหมด มาทำการแปลงข้อมูลเป็นภาพของสเปกตรัมก่อนนำไปสกัดข้อมูลเสียง จะได้ผลการแปลงข้อมูลภาพสเปกตรัมของเสียงดังที่แสดงในรูป 4.8



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการแปลงสเปกตรัมจากข้อมูลไฟล์เสียงเป็นไฟล์ภาพ

และเมื่อนำไฟล์ภาพที่ได้จากการแปลงสเปกตรัมมาทำการสกัดคุณลักษณะของข้อมูล ที่นำมาใช้ในการสร้างโมเดลสำหรับการฝึกสอน โดยแบ่งการสกัดคุณลักษณะออกเป็น 7 แบบ สามารถแสดงผลตัวอย่างการสกัดคุณลักษณะไฟล์เสียงได้ตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การแสดงตัวอย่างผลการสกัดคุณลักษณะของเสียงจากไฟล์ภาพสเปกตรัม

File name	Chroma stft	rmse	Spectral centroid	Spectral bandwidth	Zero rolloff	crossing rate	Mfcc 20	label
10Wout1.wav	0.4527	0.0051	1541.7515	1445.8027	2823.9258	0.0941	7.4722	Without fluid
10Wout10.wav	0.5159	0.0065	1512.8202	1442.8461	2700.0244	0.0777	5.8048	Without fluid
10Wout11.wav	0.5131	0.0062	1461.2813	1430.3163	2690.6250	0.0761	6.8735	Without fluid
10Wout12.wav	0.4864	0.0055	1485.5451	1447.5681	2723.4375	0.0852	4.6141	Without fluid
10Wout13.wav	0.5138	0.0076	1410.7717	1452.1308	2693.8721	0.0603	5.7992	Without fluid
10Wout14.wav	0.4552	0.0050	1549.3945	1468.0765	2859.1309	0.0898	5.2198	Without fluid
10Wout15.wav	0.5381	0.0135	1264.2043	1432.6948	2599.0234	0.0477	5.2008	Without fluid
10Wout16.wav	0.4773	0.0059	1564.5855	1429.5886	2720.0195	0.0919	4.4117	Without fluid
10Wout17.wav	0.4836	0.0055	1557.8266	1436.6616	2833.6235	0.1020	5.0091	Without fluid
10Wout18.wav	0.4929	0.0042	1690.8756	1473.2132	2954.3213	0.1151	5.9038	Without fluid
10Wout8.wav	0.4842	0.0051	1531.9052	1453.7201	2786.1572	0.0914	4.5346	Without fluid
10Wout7.wav	0.5089	0.0058	1473.7751	1433.9808	2675.2441	0.0984	5.4279	Without fluid
10Wout2.wav	0.4746	0.0046	1581.3787	1473.2074	2819.3115	0.0972	6.3748	Without fluid
10Wout9.wav	0.4277	0.0063	1510.0694	1463.8268	2784.1702	0.0802	3.8640	Without fluid
10Wout3.wav	0.4683	0.0043	1630.9216	1511.8487	2938.9404	0.1001	6.3953	Without fluid
10Wout5.wav	0.4611	0.0053	1557.8980	1455.5118	2845.6675	0.0975	6.4663	Without fluid
10Wout6.wav	0.5214	0.0062	1500.9358	1438.9719	2677.1240	0.0940	5.3087	Without fluid
10Wout4.wav	0.4963	0.0060	1493.8480	1481.3198	2826.6602	0.0889	5.2652	Without fluid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File name	Chroma stft	rmse	Spectral centroid	Spectral bandwidth	rolloff	Zero crossing rate	Mfcc 20	label
20Wf10.wav	0.5122	0.0072	1416.3023	1449.5636	2726.3428	0.0725	1.7434	With fluid
20Wf1.wav	0.5367	0.0065	1458.3607	1463.5635	2755.9082	0.0695	1.8302	With fluid
20Wf11.wav	0.5308	0.0075	1373.1536	1471.5915	2653.0273	0.0570	2.7202	With fluid
20Wf12.wav	0.4651	0.0043	1658.7865	1499.8141	2975.8545	0.0981	1.2392	With fluid
20Wf13.wav	0.4947	0.0075	1456.4628	1472.0173	2726.5050	0.0702	2.8428	With fluid
20Wf14.wav	0.5005	0.0050	1557.0845	1465.6583	2820.6787	0.0975	2.1579	With fluid
20Wf15.wav	0.4804	0.0044	1606.6060	1499.7469	2962.3535	0.1099	3.3732	With fluid
20Wf16.wav	0.4712	0.0055	1536.2792	1474.6090	2827.6855	0.0854	0.7754	With fluid
20Wf17.wav	0.4712	0.0055	1536.2792	1474.6090	2827.6855	0.0854	0.7754	With fluid
20Wf18.wav	0.5474	0.0130	1230.5635	1442.9785	2604.4227	0.0250	2.0030	With fluid
20Wf9.wav	0.4959	0.0071	1405.2911	1420.0095	2665.8447	0.0634	0.5738	With fluid
20Wf8.wav	0.4835	0.0046	1651.8725	1515.3166	3034.1743	0.1042	0.7665	With fluid
20Wf5.wav	0.5058	0.0049	1564.2971	1501.8810	2930.2246	0.0883	1.8613	With fluid
20Wf3.wav	0.4981	0.0058	1447.1227	1467.9147	2797.6074	0.0795	2.1691	With fluid
20Wf7.wav	0.5324	0.0057	1534.0333	1504.6854	2863.0036	0.0811	0.4913	With fluid
20Wf4.wav	0.4903	0.0043	1583.9539	1492.1880	2881.6895	0.1028	2.8409	With fluid
20Wf6.wav	0.4744	0.0049	1628.2187	1505.4914	3037.2765	0.0909	0.8374	With fluid
20Wf2.wav	0.5220	0.0056	1486.9612	1455.6271	2777.6007	0.0857	3.9925	With fluid

จากการสกัดคุณลักษณะเสียงในแต่ละแบบ พบว่าโมเดลที่ไม่มีน้ำในหุมีค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย Chroma Frequencies 0.487 ค่าเฉลี่ย Root-mean-square energy (RMSE) 0.006 ค่าเฉลี่ย Spectral Centroid 1517.766 ค่าเฉลี่ย Spectral Bandwidth 1453.960 ค่าเฉลี่ย Spectral Roll-off 2775.071 ค่าเฉลี่ย Zero Crossing Rate 0.088 ค่าเฉลี่ย Mel-Frequency Cepstral Coefficients(MFCCs) อยู่ที่ 5.553

โมเดลที่มีน้ำในหุมีค่าเฉลี่ยของคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้ ค่าเฉลี่ย Chroma Frequencies 0.501 ค่าเฉลี่ย Root-mean-square energy (RMSE) 0.006 ค่าเฉลี่ย Spectral Centroid 1507.313 ค่าเฉลี่ย Spectral Bandwidth 1476.515 ค่าเฉลี่ย Spectral Roll-off 2825.994 ค่าเฉลี่ย Zero Crossing Rate 0.081 ค่าเฉลี่ย Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs) อยู่ที่ 1.833

เมื่อทำการสกัดคุณลักษณะเสียงเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนการนำข้อมูลไปใช้ในการฝึกสอนโมเดล พบว่าโมเดลที่ทำการฝึกมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการฝึกสอนที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการทดสอบ 78.12 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในรูปที่ 4.9

```
# Evaluating the model on the training and testing set
score = model.evaluate(X_train, y_train, verbose=0)
print("Training Accuracy: {0:.2%}".format(score[1]))

score = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=0)
print("Testing Accuracy: {0:.2%}".format(score[1]))
```

Training Accuracy: 100.00%
Testing Accuracy: 78.12%

รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการฝึกสอนและการทดสอบโมเดล

4.2.3 การวิเคราะห์ผล

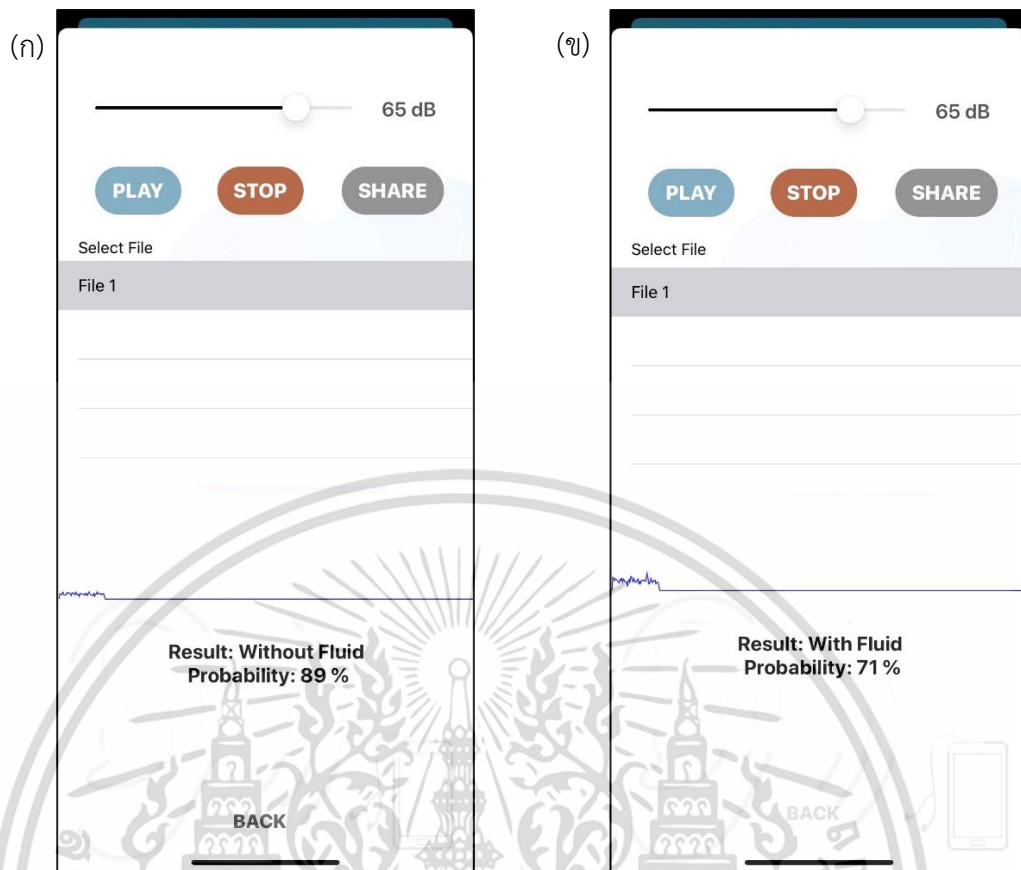
การนำโมเดลจาก Python มาใช้ร่วมกับแอปพลิเคชันใน Xcode เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ผลในโทรศัพท์มือถือ ผลจากการเรียกใช้ค่าในโมเดลที่ได้จากการสกัดคุณลักษณะเสียง สามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละวินาทีที่ช่องแสดงผลของโปรแกรม Xcode พร้อมทั้งเก็บค่าทั้งหมดไว้ในอาร์เรย์

เมื่อทำการรวมผลลัพธ์ที่เก็บในอาร์เรย์มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อส่งผลการตรวจในขั้นตอนสุดท้าย สามารถแสดง ผลที่ได้ ในหน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม xcode ดังแสดงในรูป 4.10 และแสดงผลบนแอปพลิเคชันได้ดังรูปที่ 4.11

```
["Without Fluid": 0.865508496761322], ["Without Fluid": 0.8474003672599792]]
prob sum : ["With Fluid": 91.37778151035309, "Without Fluid": 1191.9175803661346, "": 0.0]
Output: Result : Without Fluid, Probability : 78
```

รูปที่ 4.10 ผลลัพธ์ที่ได้ในหน้าต่างแสดงผลของโปรแกรม xcode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ผลลัพธ์ที่ได้บนหน้าจอแอปพลิเคชัน (ก) ผลลัพธ์จากการตรวจโมเดลที่ไม่มีของเหลวภายในหู (ข) ผลลัพธ์จากการตรวจโมเดลที่มีของเหลวภายในหู

เมื่อทำการทดสอบกับโมเดลหูและบันทึกผลการตรวจ ได้ผลตามที่แสดงในตาราง 4.2 และตาราง 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการทำนายของอุปกรณ์เมื่อทดสอบกับโมเดลจำลองหูที่ไม่มีน้ำ

โมเดลที่ใช้ทดสอบ	ผลการวิเคราะห์	ความเป็นไปได้ (%)
ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	89
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	87
	ไม่มีน้ำ	87
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	89
	ไม่มีน้ำ	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเดลที่ใช้ทดสอบ	ผลการวิเคราะห์	ความเป็นไปได้ (%)
ไม่มีน้ำ	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	89
	มีน้ำ	86
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	88
	ไม่มีน้ำ	88
	มีน้ำ	86
	ไม่มีน้ำ	88
ค่าเฉลี่ย	-	87.85

ตารางที่ 4.3 ผลการทำนายของอุปกรณ์เมื่อทดสอบกับโมเดลจำลองหุที่มีน้ำ

โมเดลที่ใช้ทดสอบ	ผลการวิเคราะห์	ความเป็นไปได้ (%)
มีน้ำ	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	72
	มีน้ำ	73
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	72
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	ไม่มีน้ำ	70
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	ไม่มีน้ำ	70
	มีน้ำ	72
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
	มีน้ำ	71
ไม่มีน้ำ	70	
ค่าเฉลี่ย	-	71.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำมาผลที่ได้จากการทดสอบกับโมเดลจำนวน 40 ตัวอย่าง มาคำนวณหาความถูกต้องพบว่า อุปกรณ์นี้มีความถูกต้องอยู่ที่ร้อยละ 87.5 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การคำนวณหาความถูกต้องของอุปกรณ์

		โมเดลที่นำมาใช้ทดสอบ	
		ไม่มีน้ำ	มีน้ำ
ผลที่ได้จากการทดสอบ	ไม่มีน้ำ	18	3
	มีน้ำ	2	17

$$\begin{aligned}
 \text{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง (Accuracy)} &= \frac{TP+TN}{N} \times 100 \% \\
 &= \frac{18+17}{40} \times 100 \% \\
 &= 0.875 \times 100 \% \\
 &= 87.5 \%
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผล

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจโรคหูน้ำหนวกโดยใช้เสียงเป็นตัวกระตุ้น และนำปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการวิเคราะห์ผลข้อมูล เมื่อนำอุปกรณ์ไปทดสอบกับโมเดลจำลองหู เพื่อทดสอบความถูกต้องของอุปกรณ์แล้วสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากปริญญานิพนธ์เรื่อง อุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกแบบพกพาราคาประหยัดโดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ โดยเริ่มจากการใช้โปรแกรม xcode ในการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับการสร้างเสียง chirp ส่งเสียงเข้าไปในช่องหูผ่านลำโพงที่อยู่ในหูฟัง และไมโครโฟนที่อยู่ในหูฟังจะรับเสียงที่สะท้อนกลับมาแล้วแสดงผลออกมาเป็นกราฟคลื่นเสียง จากนั้นทำการเก็บข้อมูลกราฟคลื่นเสียงจากโมเดลจำลองโรคหูน้ำหนวก พบว่าคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับจากโมเดลหูที่มีของเหลวและไม่มีของเหลว มีการแสดงลักษณะของรูปคลื่นที่แตกต่างกัน นำคลื่นเสียงที่บันทึกได้ไปเข้าสู่กระบวนการ Machine Learning เพื่อทำการสกัดคุณลักษณะและสร้างเป็นโมเดลให้กับโปรแกรมวิเคราะห์ผล หลังจากทำการประดิษฐ์หูฟังและแอปพลิเคชันเสร็จแล้ว นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาทดสอบความถูกต้องในการทำนายผลโดยทดสอบกับโมเดลหูที่ปกติและจำลองโรคหูน้ำหนวก พบว่า อุปกรณ์ตรวจโรคหูน้ำหนวกนี้มีความถูกต้อง 87.5 % เมื่ออุปกรณ์มีความแม่นยำมากพอแล้วจะนำไปทดสอบกับผู้ป่วยหูน้ำหนวกจริงต่อไป

5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

ระบบปัญญาประดิษฐ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ผล คือ โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ที่เป็น Machine learning แบบมีผู้ช่วยสอน ซึ่งสามารถใช้ทำนายผล (Prediction) หรือการจำแนกประเภท (Classifier) ได้ ทำให้การวินิจฉัยโรคทำได้รวดเร็วขึ้น แต่ระบบของอุปกรณ์นี้มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ต้องใช้สภาพแวดล้อมทางคลินิกที่เหมาะสม เช่น อาการของโรค อุปกรณ์นี้สามารถตรวจจับโรคได้ในระยะที่หูมีการอักเสบและมีหนองอยู่ภายในหู และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการบันทึกเสียงต้องเงียบสงบ เนื่องจากความจำเป็นในการตรวจจับในสภาพแวดล้อมที่เงียบสงบเราจึงสร้างหูฟังขึ้นมาเพื่อลดเสียงรบกวนจากภายนอกและฟังเสียงจากหูโดยตรงโดยใช้ไมโครโฟนความไวสูงและการประมวลผลผ่าน iOS ของระบบซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่มีเสถียรภาพ

เนื่องจากโมเดลหูที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเสียงและทดสอบผลเป็นโมเดลพลาสติก ทำให้ระบบของอุปกรณ์นี้อาจจะมีความแม่นยำไม่มากพอในการนำไปใช้ตรวจวินิจฉัยโรคหูน้ำหนวกในผู้ป่วยจริง ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นควรที่จะเก็บข้อมูลจากผู้ป่วยโรคหูน้ำหนวกจริง

การตรวจคัดกรองโรคที่บ้านด้วยอุปกรณ์ตรวจที่ใช้งานง่ายเป็นแพลตฟอร์มที่จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายการดูแลสุขภาพและความช่วยเหลือเกี่ยวกับการวินิจฉัยเบื้องต้นเพื่อช่วยตัดสินใจในการเข้ารับการรักษา

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) สภาพแวดล้อมในการใช้เครื่องมือตรวจวินิจฉัยโรคควรอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เงียบสงบ ไม่มีเสียงรบกวน เพื่อให้ระบบปัญญาประดิษฐ์สามารถวิเคราะห์ผลข้อมูลเสียงและวินิจฉัยโรคได้ถูกต้องและแม่นยำที่สุด
- 2) ในการบันทึกเสียงเพื่อจะนำไปใช้ในการฝึกสอนและทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์ ควรจะบันทึกกับผู้ป่วยจริง
- 3) ควรเพิ่มจำนวนข้อมูลเสียงที่นำไปฝึกสอนและทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเพิ่มความแม่นยำให้กับระบบปัญญาประดิษฐ์
- 4) อุปกรณ์ของเราสามารถพัฒนาต่อไปในการประยุกต์ใช้ในการวินิจฉัยโรคน้ำในหูไม่เท่ากันได้ โดยใช้เสียงเพื่อกระตุ้นหูชั้นใน ใช้หูฟังที่มีไมโครโฟนความไวสูงในการวัดการตอบสนองของหูชั้นในและวิเคราะห์ผลโดยใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ในอุปกรณ์นี้ได้เพียงเปลี่ยนเสียงที่ใช้ในการกระตุ้นและเปลี่ยนชุดข้อมูลในการฝึกสอนระบบ (Training)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Bangkok hospital Pattaya. “หูอื้อ หูดับ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.bangkokpattayahospital.com/th/newsroom-th/health-articles-th/item/2601-tinnitus-th.html>. 2559.
- [2] POB PAD. “หูชั้นกลางอักเสบ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.pobpad.com/หูชั้นกลางอักเสบ>. 2559.
- [3] J. Chan, S. Raju, R. Nandakumar, R. Bly, S. Gollakota. “Detecting middle ear fluid usingsmartphones.” Sci. Transl. Med. 11, eaav1102. 2019.
- [4] 20 ไบรท์ทีวี. “โรคหินปูนในหูเคลื่อน ที่มาของอาการบ้านหมุน.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.brighttv.co.th/lifestyle/290277/attachment/1517825003>. 2561.
- [5] Honestdocs. “หู อวัยวะมหัศจรรย์.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.honestdocs.co/ear-wonderful-organs>. 2562.
- [6] MedThai. “หูชั้นกลางอักเสบ (หูน้ำหนวก) อาการ สาเหตุ การรักษาโรคหูชั้นกลางอักเสบ 7 วิธี !!” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://medthai.com/หูชั้นกลางอักเสบ/>. 2560.
- [7] Sarah McQuate. “First smartphone app that can hear ear infections in children.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.washington.edu/news/2015/05/15/smartphone-app-can-hear-ear-infections/>. 2562.
- [8] Advanced Research Group. “การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นส่วนหนึ่งของ AI.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.ar.co.th/news_content/en/686. 2562.
- [9] Medium. “Deep learning แบบฉบับคนสามัญชน EP 1: Neural Network History.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://medium.com/mmp-li/deep-learning-แบบฉบับคนสามัญชน-ep-1-neural-network-history-f7789236a9a3>. 2561.
- [10] Medium. “เริ่มเรียน Machine Learning 0–100 zero to Mr.incredible (Introduction).” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://medium.com/mmp-li/เริ่มเรียน-machine-learning-0-100-introduction-1c58e516bfcd>. 2561.
- [11] วราวุธ วุฒิวิณชย. “Artificial Neural Networks.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://irre.ku.ac.th/pubart/PubArt/39-ann.pdf>. 2545.
- [12] Nagesh S.Chauhan. “Audio Data Analysis Using Deep Learning with Python.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://levelup.gitconnected.com/audio-data-analysis-using-deep-learning-part-1-7f6e08803f60>. 2563.
- [13] Melody Moon. “รู้จักรูปแบบไฟล์ภาพ ไฟล์เสียงและไฟล์วีดีโอ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.slideshare.net/VampireMelo/1-43636419>. 2558.
- [14] Dan Ellis. “Chroma Feature Analysis and Synthesis.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://labrosa.ee.columbia.edu/matlab/chroma-ansyn/>. 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [15] University of Rhode Island. “**Introduction to Signal Levels.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://dosits.org/science/advanced-topics/introduction-to-signal-levels/>. 2563.
- [16] librosa development team. “**librosa.feature.rmse.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://librosa.github.io/librosa/0.5.0/generated/librosa.feature.rmse.html>. 2560.
- [17] เชิญขวัญ ฐิติรุ่งเรือง, ภาณินี จารุศรีพันธุ์ และเสาวรส ภัทรภักดิ์. “**การคัดกรองการสูญเสียการได้ยินในเด็ก.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://clmjournal.org/_fileupload/journal/327-4-6.pdf. 2561.
- [18] Yvonne Sininger. “**Technology Advances to Meet the Needs of Pediatric Electrophysiologic Assessments : The Use of CE-Chirp Stimuli for Pediatric Electrophysiology.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.phonakpro.com/content/dam/phonakpro/gc_hq/en/events/2016/internaintern_pediatric_audiology_conference_atlanta/1_1_YvonneSininger.pdf. 2559.
- [19] D. H. Keefe, J. C. Bulen, K. H. Arehart, E. M. Burns. “**Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults.**” *J. Acoust. Soc. Am.* 94, 2617–2638. 1993.
- [20] Kasidis Satangmongkol. “**อธิบาย 10 Metrics พื้นฐานสำหรับวัดผลโมเดล Machine Learning.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://datarockie.com/2019/03/30/top-ten-machine-learning-metrics/?fbclid=IwAR1fOTQVuKdOTL92uYQL3hljZG0m_9VjeTPXkC3JURxA6CSQWgrx-6PaQes
- [21] สมใจ หวังศุภชาติ. “**คุณสมบัติเฉพาะของเครื่องมือ.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://cai.md.chula.ac.th/lesson/research/re7.htm>
- [22] Yusuf Can. “**iphone 6.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://grabcad.com/library/iphone-6-67>. 2562.
- [23] Gee. “**My earphone.**” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://grabcad.com/library/my-earphone-dot>. 2554.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ดการสร้างโมเดลใน Python

```

1  import tensorflow.compat.v1 as tf
2  tf.disable_v2_behavior()
3  import librosa
4  import pandas as pd
5  import numpy as np
6  import matplotlib.pyplot as plt
7  %matplotlib inline
8  import os
9  from PIL import Image
10 import pathlib
11 import csv
12 from sklearn.model_selection import train_test_split
13 from sklearn.preprocessing import LabelEncoder, StandardScaler
14 import keras
15 from keras import layers
16 from keras import layers
17 from keras.models import Sequential
18 import warnings
19 warnings.filterwarnings('ignore')
20 import pandas as pd
21 import numpy as np
22 from numpy import argmax
23 import matplotlib.pyplot as plt
24 %matplotlib inline
25 import librosa
26 import librosa.display
27 import IPython.display
28 import random
29 import warnings
30 import os
31 from PIL import Image
32 import pathlib
33 import csv
34 # sklearn Preprocessing
35 from sklearn.model_selection import train_test_split
36 #Keras
37 import keras
38 import warnings
39 warnings.filterwarnings('ignore')
40 from keras import layers
41 from keras.layers import Activation, Dense, Dropout, Conv2D,
42 Flatten, MaxPooling2D, GlobalMaxPooling2D, GlobalAveragePooli
43 ng1D, AveragePooling2D, Input, Add
44 from keras.models import Sequential
45 from keras.optimizers import SGD
46 from keras.models import Sequential

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

45 cmap = plt.get_cmap('inferno')
46 soundfile = 'Without_Fluid With_Fluid'.split()
47 for g in soundfile:
48     pathlib.Path(f'img_data/{g}').mkdir(parents=True, exist_ok=
49         True)
50     for filename in os.listdir(f'./drive/My Drive/soundfile/{g}'):
51         songname = f'./drive/My Drive/soundfile/{g}/{filename}'
52         y, sr = librosa.load(songname, mono=True, duration=5)
53         print(y.shape)
54         plt.specgram(y, NFFT=2048, Fs=2, Fc=0, noverlap=128, cmap=
55             cmap, sides='default', mode='default', scale='dB');
56         plt.axis('off');
57         plt.savefig(f'img_data/{g}/{filename[:-3].replace(".", "")}
58             .png')
59         plt.clf()
60
61 header = 'filename chroma_stft rmse spectral_centroid spectra
62     l_bandwidth rolloff zero_crossing_rate'
63 for i in range(1, 21):
64     header += f' mfcc{i}'
65 header += ' label'
66 header = header.split()
67
68 file = open('dataset.csv', 'w', newline='')
69 with file:
70     writer = csv.writer(file)
71     writer.writerow(header)
72     soundfile = 'Without_Fluid With_Fluid'.split()
73     for g in soundfile:
74         pathlib.Path(f'img_data/{g}').mkdir(parents=True, exist_ok=
75             True)
76         for filename in os.listdir(f'./drive/My Drive/soundfile/{g}'):
77             songname = f'./drive/My Drive/soundfile/{g}/{filename}'
78             y, sr = librosa.load(songname, mono=True, duration=30)
79             rmse = librosa.feature.rmse(y=y)
80             chroma_stft = librosa.feature.chroma_stft(y=y, sr=sr)
81             spec_cent = librosa.feature.spectral_centroid(y=y, sr=sr)
82             spec_bw = librosa.feature.spectral_bandwidth(y=y, sr=sr)
83             rolloff = librosa.feature.spectral_rolloff(y=y, sr=sr)
84             zcr = librosa.feature.zero_crossing_rate(y)
85             mfcc = librosa.feature.mfcc(y=y, sr=sr)
86             to_append = f'{filename} {np.mean(chroma_stft)} {np.mean(rmse
87                 )} {np.mean(spec_cent)} {np.mean(spec_bw)} {np.mean(rolloff)} {np
88                 .mean(zcr)} '
89             for e in mfcc:
90                 to_append += f' {np.mean(e)} '
91             to_append += f' {g} '
92             file = open('dataset.csv', 'a', newline='')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

84 with file:
85 writer = csv.writer(file)
86 writer.writerow(to_append.split())
87 from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
88 from keras.utils import to_categorical

89 data = pd.read_csv('dataset.csv')
90 data.head()
91 # Dropping unnecessary columns
92 data = data.drop(['filename'],axis=1)
93 #Encoding the Labels
94 genre_list = data.iloc[:, -1]
95 encoder = LabelEncoder()
96 y = encoder.fit_transform(genre_list) #shape y is yy
97 #Scaling the Feature columns
98 scaler = StandardScaler()
99 X = scaler.fit_transform(np.array(data.iloc[:, :-
100 ], dtype = float))
101 #Dividing data into training and Testing set
102 X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test
_size=0.2)

102 yy = to_categorical(y)
103 yy.shape

104 num_labels = yy.shape[1]
105 filter_size = 2

106 model = Sequential()
107 model.add(layers.Dense(256, activation='relu', input_shape=
(X_train.shape[1],)))
108 model.add(layers.Dropout(1))
109 model.add(layers.Dense(128, activation='relu'))
110 model.add(layers.Dropout(1))
111 model.add(layers.Dense(64, activation='relu'))
112 model.add(layers.Dropout(1))
113 model.add(layers.Dense(num_labels, activation='softmax'))

114 model.compile(optimizer='adam',
loss='sparse_categorical_crossentropy',
115 metrics=['accuracy'])

116 model.summary()
117 model.fit(X_train,y_train,epochs=1000,batch_size=128)

118 from keras.callbacks import ModelCheckpoint
119 from datetime import datetime

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

120 model.fit(
121 X_train, y_train,
122 steps_per_epoch=100,
123 epochs=100,
124 validation_data=(X_test, y_test),
125 validation_steps=200)
126 # Calculate pre-training accuracy
127 score = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=0)
128 accuracy = 100*score[1]
129 print("Pre-training accuracy: %.4f%%" % accuracy)

130 # Evaluating the model on the training and testing set
131 score = model.evaluate(X_train, y_train, verbose=0)
132 print("Training Accuracy: {0:.2%}".format(score[1]))
133 score = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=0)
134 print("Testing Accuracy: {0:.2%}".format(score[1]))

135 from keras.models import load_model
136 import coremltools

137 model.save('VModelANNF.h5')

138 output_labels = ['With Fluid', 'Without Fluid']
139 model = coremltools.converters.keras.convert('VModelANNF.h5',
140 input_names
    =['audioSamples'], output_names=['classLabelProbs'],
141 class_labels=output_labels)

142 model.save('VModelANNF.mlmodel')
143 model

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้