รหัสโครงการ FF7-709-65-12-53(13)

รายงานการวิจัย

โครงการพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) แบบเรียลไทม์ที่มีระบบวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจสุขภาพปอดแบบวิถีใหม่ (New Normal)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ FF7-709-65-12-53(13)

รายงานการวิจัย

โครงการพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) แบบเรียลไทม์ที่มีระบบวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจสุขภาพปอดแบบวิถีใหม่ (New Normal)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ดร. ธฤต จุมภู

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2565

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มีนาคม 2566

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง ทั้งด้าน วิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร. มนต์ทิพย์ภา อุฑารสกุล ที่ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ยิ่งต่องานวิจัยให้แก่คณะผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทานและแก้ไขเอกสารงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ. พรทิพย์ นิ่มขุนทด ที่ให้คำปรึกษาทางด้านเอกสารการวิจัยในมนุษย์ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่แนะนำความรู้ด้านต่าง ๆ และให้การสนับสนุนการดำเนินงานเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ทำให้คณะผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการโครงการพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกลแบบเรียลไทม์ที่มีระบบวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจสุขภาพปอดแบบวิถีใหม่ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับผู้อ่านที่ต้องการพัฒนาระบบโทรเวชกรรมเพื่อช่วยเหลือคนไข้ให้สามารถเข้าถึงการรักษาได้อย่างทั่วถึงในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

คณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อภาษาไทย

เนื่องจากในช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์การแพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 การคัดกรองและวินิจฉัยโรคในขั้นตอนของการตรวจร่างกาย โดยใช้สเต็ตโทสโคปในการสัมผัสและใกล้ชิดกับคนไข้ทำให้แพทย์มีความเสี่ยงที่จะติดเชื้อจากคนไข้มากขึ้น จากสถิติการรับมือต่อเชื้อไวรัส COVID-19 ของทุกประเทศทั่วโลกพบว่ามีแพทย์ติดเชื้อไวรัสจนต้องหยุดทำงานและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการขาดบุคลากรในการทำงานเพื่อรักษาคนไข้โรคอื่นๆ รวมไปถึงการรับมือการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 ไปเป็นอย่างยากลำบาก

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประเด็นสำคัญดังกล่าว จึงได้จัดทำโครงการวิจัย ระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) แบบเรียลไทม์ที่มีระบบวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจสุขภาพปอดแบบวิถีใหม่ (New Normal) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลสำหรับการรับมือต่อเชื้อไวรัสที่สามารถติดต่อได้ เช่น ไวรัส COVID-19 ที่กำลังระบาดอยู่ทั่วโลกในขณะนี้ ซึ่งอุปกรณ์จะเป็นกล่องรับเสียงจากสเต็ตโทสโคปที่มีอยู่แล้วในโรงพยาบาลทั่วไป ให้สามารถเปลี่ยนสัญญาณเสียงปกติให้เป็นดิจิทัลด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์ โดยโปรแกรมจะมีความสามารถในการจัดเก็บไฟล์เสียงไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อกลับมาฟังอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของสัญญาณเสียงที่อาจจะเกิดขึ้น คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นวัตกรรมที่ได้จากโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการรับมือปัญหาการระบาดของเชื้อไวรัสที่ติดต่อร้ายแรงของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Due to the COVID-19 pandemic, healthcare professionals are at a higher risk of infection while screening and diagnosing patients in person. Statistics from the global response to COVID-19 have shown that many healthcare workers have become infected, leading to a significant number of deaths and staff shortages. This has made it challenging to provide care for patients with other illnesses and to manage the COVID-19 outbreak. To address this issue, researchers have developed a real-time tele-stethoscope system with AI analysis capabilities for lung health examination in the new normal era. The goal of this project is to develop a tele-stethoscope device that can be used to diagnose viral infections such as COVID-19 remotely. The device will receive sound signals from existing stethoscopes in hospitals and convert them into digital signals using electronic circuits. The computer program will then store the sound files for future playback and use AI algorithms to analyze the signals for abnormalities. The project team is also exploring the use of machine learning to improve the accuracy of the analysis.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญภาพ จ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานของหูฟังแพทย์และการตรวจสุขภาพปอดด้วยหูฟังแพทย์ 3

2.2 ความรู้พื้นฐานเรื่องสัญญาณคลื่นเสียงปอด 4

2.3 ระบบปัญญาประดิษฐ์ 5

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 9

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การพัฒนาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และรูปลักษณะสำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล 12

3.2 การพัฒนารูปแบบการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 14

3.3 การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 14

3.4 การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์สำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล 15

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 16

4.2 การทดสอบระยะการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 17

4.3 การทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์ 18

4.4 วิเคราะห์และอภิปรายผล 19

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย 21

บรรณานุกรม 22

ภาคผนวก 24

ประวัติผู้วิจัย 27

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 หูฟังแพทย์ 8
รูปที่ 2.2 การฟังเสียงปอดด้วยหูฟังแพทย์ 9
รูปที่ 2.3 CNN Convolution Neural Network: CNN 12
รูปที่ 2.4 Machine Learning และ Deep learning 13
รูปที่ 2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 15
รูปที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16
รูปที่ 2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR 16
รูปที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP32 17
รูปที่ 2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi 17
รูปที่ 3.1 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทดสอบไมโครโฟนกับหูฟังแพทย์ 18
รูปที่ 3.2 อุปกรณ์แปลงเสียง Analog ให้เป็น Digital 18
รูปที่ 3.3 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล 18
รูปที่ 3.4 การดัดแปลงหูฟังแพทย์ให้สามารถส่งข้อมูลเสียงแบบดิจิทัลได้ 19
รูปที่ 3.5 การพัฒนาหูฟังแพทย์ทางไกลโดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ 19
รูปที่ 3.6 รูปแบบโมเดลสามมิติของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 19
รูปที่ 3.7 รูปแบบโมเดลสามมิติของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 20
รูปที่ 3.8 ระบบแสดงผลและเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงที่ได้จากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 20
รูปที่ 3.9 แปลงสัญญาณเสียงปอดไปเป็นภาพด้วย MFCC 21
รูปที่ 4.1 ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 22
รูปที่ 4.2 ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไป 22
รูปที่ 4.3 ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลกับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ 23
รูปที่ 4.4 ระยะทางการทดสอบการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 23
รูปที่ 4.5 การทดสอบระยะทางการทดสอบการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล 24
รูปที่ 4.6 โปรแกรมสำหรับทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ 24
รูปที่ 4.7 Confusion matrix ของผลการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ 25

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

เนื่องด้วยในปัจจุบัน สถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 กำลังเป็นปัญหาต่อระบบสาธารณสุขทั่วโลก ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดไม่ให้ขยายวงกว้างขึ้น ซึ่งมาตรการรักษาระยะห่างทางสังคม (Social distancing) เป็นมาตรการหนึ่งที่รัฐบาลไทยประกาศใช้เพื่อลดโอกาสการติดเชื้อของประชาชนโดยลดการสัมผัสและความใกล้ชิดกันระหว่างบุคคล ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2564 เป็นต้นมา มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 อย่างมากและแพร่กระจายไปทั่วทุกจังหวัดในประเทศไทย

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง มีพื้นที่มากที่สุดในประเทศไทย แบ่งการปกครองออกเป็น 32 อำเภอ และมีประชากรมากเป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย จำนวน 2,633,207 คน โดยมีโรงพยาบาลศูนย์ 1 แห่ง โรงพยาบาลมหาวิทยาลัย1 แห่ง โรงพยาบาลทหาร 1 แห่ง และโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงสาธารณสุข 35 แห่ง โดยโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยสามารถรองรับผู้ป่วยภายในจังหวัดและจังหวัดใกล้เคียงในเขตนครชัยบุรินทร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 จังหวัด คือ นครราชสีมา ชัยภูมิ บุรีรัมย์ และสุรินทร์ แต่ด้วยจำนวนประชากรในจังหวัดมีจำนวนมากและปัจจุบันประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแบบสมบูรณ์ในปี 2564 มีจำนวนผู้ป่วยโรคเรื้อรังเพิ่มขึ้นทำให้เกิดความแออัดในโรงพยาบาลเนื่องจากมีผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการตรวจรักษาเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการสัมผัสใกล้ชิดกันระหว่างผู้ป่วยกับแพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์ อาจทำให้มีการติดเชื้อโควิด-19 ในบุคลากรทางการแพทย์และติดต่อแพร่กระจายในโรงพยาบาล นอกจากนี้จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดขนาดใหญ่การเดินทางเข้ามารับบริการการรักษาจะต้องเดินทางไกล ซึ่งจะส่งผลกระทบอย่างมากสำหรับผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มติดตามอาการและกลุ่มรับยาต่อเนื่องที่มีอาการไม่รุนแรง เพราะจะต้องสูญเสียเวลาและรายได้จากการทำงาน รวมไปถึงเงินค่าเดินทางสำหรับการเดินทางไปกลับระหว่างบ้านกับโรงพยาบาล

ดังนั้นถ้าหากจังหวัดนครราชสีมาสามารถกระจายการบริการด้านสุขภาพและสาธารณสุขที่มีคุณภาพเทียบเท่าการได้รับการตรวจรักษาจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหรือโรงพยาบาลอำเภอขนาดเล็กที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลได้ จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการบริการตรวจรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มติดตามอาการ กลุ่มรับยาต่อเนื่อง และกลุ่มผู้ป่วยที่มีอาการไม่รุนแรง โดยจะช่วยลดระยะเวลาการรอคอย ลดการเดินทาง รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงจากการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ และลดความแออัดของผู้ป่วยในโรงพยาบาลอำเภอ โรงพยาบาลจังหวัด และโรงพยาบาลศูนย์ได้ หรือในกรณีของผู้ป่วยฉุกเฉินที่ต้องได้รับการรักษาเร่งด่วน แต่อยู่ในพื้นที่ห่างไกล ก็สามารถได้รับคำแนะนำการรักษาเบื้องต้นจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในโรงพยาบาลศูนย์หรือโรงพยาบาลขนาดใหญ่ได้ ก่อนที่จะส่งตัวต่อไปรักษาต่อยังโรงพยาบาลที่ใหญ่กว่า ซึ่งจะช่วยลดอัตราการเจ็บป่วยรุนแรงและลดอัตราการเสียชีวิตลง นอกจากนี้ประชากรในประเทศไทยก็กำลังมีประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีปัญหาสุขภาพเป็นโรคเรื้อรังเพิ่มขึ้นด้วย ประเด็นดังกล่าวเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนการให้บริการด้านสุขภาพ

และสาธารณสุขด้วยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ โดยทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถทำให้แนวคิดนี้ประสบความสำเร็จได้คือการนำเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมโทรเวชกรรม (Telemedicine) มาใช้ แต่การพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวไม่ใช่เรื่องง่าย ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในการพัฒนา ต้องใช้ทรัพยากรและเงินลงทุนสูง ด้วยจังหวัดนครราชสีมาเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่มีผลงานเด่นด้านงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรม รวมถึงมีบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงมีโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยที่ให้บริการตรวจรักษาผู้ป่วยด้วย จึงเกิดการบูรณาการข้ามศาสตร์ระหว่างแพทยศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาระบบหูฟังแพทย์ทางไกล (Tele-stethoscope) แบบเรียลไทม์ที่มีระบบวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจสุขภาพปอดแบบวิถีใหม่ (New Normal) โดยมีโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นศูนย์กลางของการบริการตรวจรักษาและให้คำปรึกษาแก่ผู้ป่วยผ่านเทคโนโลยีโทรเวชกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของปอดกับเสียงของปอด
2. เพื่อพัฒนาอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลแบบเรียลไทม์มีระบบวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์สำหรับตรวจสุขภาพปอดแบบวิถีใหม่
3. เพื่อทดสอบระบบบันทึกเสียงปอดแบบเรียลไทม์จากอุปกรณ์หูฟังแพทย์เมื่อนำไปใช้ในโรงพยาบาลพร้อมการวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบเบื้องต้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอดจะวิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างเพียง 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีความผิดปกติของเสียงปอดกับกลุ่มที่ไม่มีความผิดปกติของเสียงปอดโดยจะมีความแม่นยำของการจำแนกด้วยปัญญาประดิษฐ์ไม่ต่ำกว่า 70 เปอเซ็นต์

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. แพทย์สามารถติดตามสุขภาพปอดของคนไข้ได้ตลอดเวลาเนื่องจากสามารถเข้าดูข้อมูลย้อนหลังที่บันทึกได้จากอุปกรณ์
2. ผู้ป่วยสามารถตรวจสุขภาพปอดได้โดยใช้อุปกรณ์หูฟังแพทย์แบบพกพาซึ่งใช้งานได้ที่บ้านโดยไม่ต้องเดินทางไปโรงพยาบาลบ่อยครั้ง
3. ผู้ป่วยที่มีอาการเข้าข่ายโรคระบบทางเดินหายใจที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ห่างไกลสามารถเข้าถึงบริการติดตามสุขภาพปอดได้ที่โรงพยาบาลตำบลใกล้บ้าน

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ความรู้พื้นฐานของหูฟังแพทย์และการตรวจสุขภาพปอดด้วยหูฟังแพทย์

- หูฟังแพทย์

รูปที่ 2.1 หูฟังแพทย์

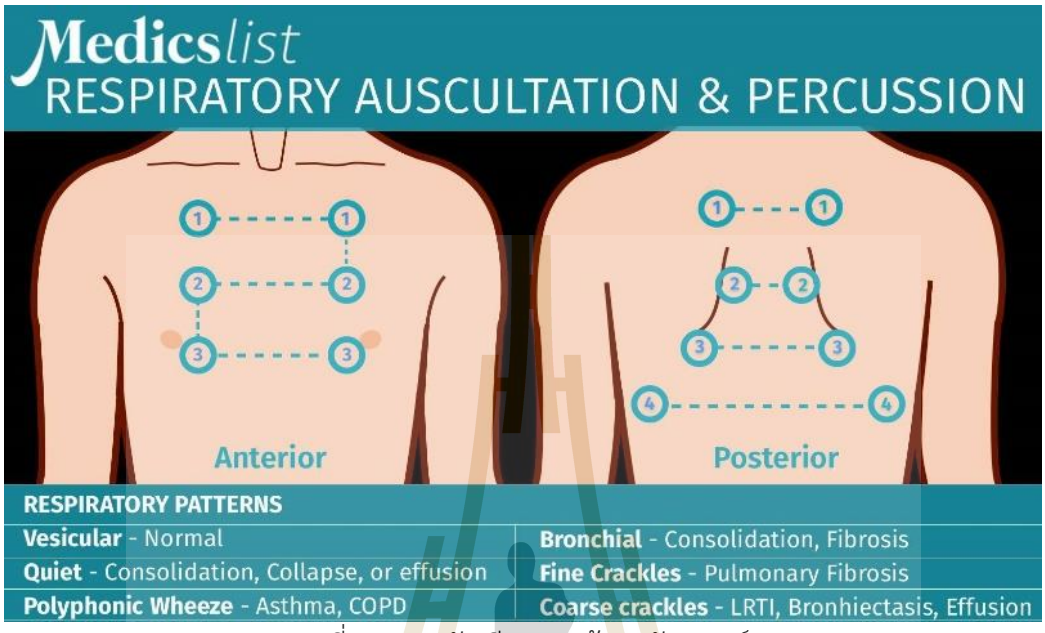
Stethoscope (สเต็ทโตสโคป) หรือเรียกว่า หูฟังแพทย์ คือ เครื่องมือที่แพทย์ที่ใช้ในการฟังเสียงอวัยวะภายในร่างกายโดยเฉพาะการใช้ฟังเสียงของหัวใจ ปอด และลำไส้ อุปกรณ์นี้ออกแบบมาเพื่อขยายคลื่นเสียงเพื่อประเมินอาการและวินิจฉัยปัญหาสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งหากร่างกายของผู้ป่วยมีความผิดปกติเกิดขึ้น เช่น หัวใจเต้นผิดปกติหรือมีอาการหายใจติดขัด การใช้หูฟังแพทย์จะเป็นการช่วยตรวจเช็กและทำให้ทราบตำแหน่งหรือบริเวณที่เกิดความปกติขึ้นได้ แม้ว่าจะเป็นการตรวจในเบื้องต้น แต่ข้อมูลที่ได้ก็มีประโยชน์อย่างมากต่อการวินิจฉัยโรคและการกำหนดแนวทางการรักษาซึ่งแม้ว่าหูฟังแพทย์จะดูเป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน แต่ถึงอย่างนั้นก็ควรที่จะเข้าใจหลักการทำงานและวิธีใช้งานที่ถูกต้องด้วย เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้ประเมินอาการได้แม่นยำ

หูฟังแพทย์ประกอบด้วยหูฟัง (Ear plug) 2 ชิ้นที่เชื่อมต่อกับท่อนำเสียงรูปตัว Y ที่มีความยืดหยุ่นได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ในขณะที่ชิ้นส่วนสำคัญคือส่วนที่เป็นแผ่นรับเสียงหรือรับแรงสั่นสะเทือนจากอวัยวะต่าง ๆ เมื่อนำหูฟังแพทย์ไปวางไว้ตรงบริเวณที่ต้องการฟังเสียง โดยสามารถฟังเสียงได้จาก 2 ด้าน ทั้งด้านไดอะแฟรมที่ใช้วัดเสียงปอดที่มีความถี่สูงและด้าน Bell ที่ใช้วัดเสียงหัวใจที่มีความถี่ต่ำ โดยประโยชน์ของหูฟังแพทย์คือการเป็นอุปกรณ์ไม่รุกรานและสามารถใช้งานง่ายซึ่งแตกต่างจากอุปกรณ์ทางการแพทย์อื่น ๆ ที่ต้องใช้การเก็บตัวอย่างเลือดหรือการตรวจด้วยภาพ หูฟังแพทย์สามารถใช้งานได้อย่างรวดเร็วและไม่ทำให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สบาย นอกจากนี้ หูฟังของแพทย์ยังมีราคาไม่แพงและพกพาสะดวก ทำให้เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพในสถานที่ต่างๆ รวมถึงโรงพยาบาล คลินิก และแม้แต่ในพื้นที่ห่างไกลหรือทรัพยากรน้อย

ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีทางการแพทย์จะก้าวหน้าไปมาก แต่อุปกรณ์หูฟังแพทย์ก็ยังคงเป็นเครื่องมือสำคัญในการประกอบวิชาชีพเวชกรรมซึ่งมีลักษณะที่ไม่รุกราน ใช้งานง่าย และพกพาสะดวก ทำให้เป็นเครื่องมือที่มี

ประโยชน์สำหรับผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพทั่วโลก นอกจากนี้ หูฟังยังเป็นสัญลักษณ์ของวิชาชีพทางการแพทย์ ซึ่งแสดงถึงความทุ่มเทและความมุ่งมั่นของผู้ให้บริการด้านสุขภาพที่มีต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ป่วย

- การฟังเสียงปอด



รูปที่ 2.2 การฟังเสียงปอดด้วยหูฟังแพทย์

ในทางการแพทย์การฟังเสียงระบบทางเดินหายใจจำเป็นต้องฟังทั้งหมด 14 ตำแหน่งโดยแบ่งออกเป็นด้านหน้า 6 ตำแหน่งและด้านหลัง 6 ตำแหน่งซึ่งครอบคลุมบริเวณทั้งหมดของอวัยวะปอดเพื่อหาตำแหน่งของเสียงที่มีความผิดปกติเกิดขึ้นเนื่องจากแต่ละตำแหน่งอาจจะเกิดเสียงผิดปกติที่แตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคปอดที่ผู้ป่วยมีอาการ

2.2 ความรู้พื้นฐานเรื่องสัญญาณคลื่นเสียงปอด

เสียงปอดคือเสียงที่เกิดขึ้นเมื่ออากาศเคลื่อนที่เข้าและออกจากปอดระหว่างการหายใจ เสียงเหล่านี้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยที่สำคัญในด้านการแพทย์ เนื่องจากสามารถช่วยให้ผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพสามารถระบุและติดตามสภาวะทางเดินหายใจต่างๆ ได้ เสียงปอดมีหลายประเภทซึ่งแต่ละประเภทสามารถบ่งบอกถึงปัญหาระบบทางเดินหายใจประเภทต่างๆ ได้ เสียงปอดที่ปกติสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภท: bronchial และ vesicular เสียงของ bronchial จะเป็นเสียงแหลมสูงเสียงเหล่านี้มักถูกอธิบายว่าคล้ายกับการเป่าขวดเปล่า ในทางตรงกันข้าม เสียง vesicular จะแหลมต่ำและมีเสียงกรอบแกรบคล้ายกับเสียงลมที่พัดผ่านต้นไม้ เสียงเหล่านี้จะได้ยินผ่านหลอดลมขนาดเล็กและเนื้อเยื่อปอด ในทางกลับกัน เสียงปอดที่ผิดปกติสามารถบ่งบอกถึงสภาวะทางเดินหายใจต่างๆ เสียงปอดผิดปกติมี 3 ประเภทหลัก ได้แก่ เสียงหวีด (wheezes) เสียงครืดคราด (crackles) และเสียงเดินหนวกหู (stridor)

Wheezes เป็นเสียงหวีดแหลมสูงที่ได้ยินระหว่างการหายใจออก มักเกี่ยวข้องกับโรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) และโรคหลอดลมอักเสบ การหายใจดังเสียงฮืด ๆ เกิดขึ้นเมื่ออากาศผ่านทางเดินหายใจที่ตีบหรือแคบ ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนในเนื้อเยื่อรอบ ๆ

Crackles เป็นเสียงครืดคราดที่เป็นเสียงสั้น ๆ เป็นระยะ ๆ ที่สามารถได้ยินระหว่างการหายใจเข้า เสียงเหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับสภาวะต่างๆ เช่น โรคปอดบวม หัวใจล้มเหลว และโรคปอด เสียงแตกเกิดขึ้นเมื่อของเหลวหรือเมือกในปอดสร้างการสั่นสะเทือนเมื่ออากาศเคลื่อนผ่านทางเดินหายใจ

Stridor เป็นเสียงแหลมสูงและรุนแรงที่สามารถได้ยินได้ระหว่างการหายใจเข้า เสียงนี้มักเกี่ยวข้องกับสภาวะที่ทำให้ทางเดินหายใจส่วนบนตีบ เช่น โรคซาง ฝาปิดกล่องเสียงอักเสบ หรือสิ่งกีดขวางในหลอดลม โดยทั่วไปแล้ว Stridor จะได้ยินมากขึ้นระหว่างการหายใจเข้าและอาจมีอาการหายใจลำบากร่วมด้วย

ในการประเมินเสียงของปอด ผู้ให้บริการทางการแพทย์มักจะใช้หูฟังแพทย์เพื่อฟังเสียงด้านหน้าและด้านหลังของทรวงอก โดยจะขอให้ผู้ป่วยหายใจเข้าลึกๆ ไอ หรือเปลี่ยนท่าเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของเสียงในปอด ตำแหน่ง ประเภท และความเข้มของเสียงซึ่งสามารถช่วยผู้ให้บริการทางการแพทย์สามารถระบุปัญหาระบบทางเดินหายใจที่อาจเกิดขึ้นและพัฒนาแผนการรักษาที่เหมาะสม

2.3 ระบบปัญญาประดิษฐ์

- การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) สำหรับการวิเคราะห์สัญญาณเสียงปอด

การเรียนรู้ของเครื่องเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อมีข้อมูลเข้ามาสามารถทำนายหรือตัดสินใจได้โดยปราศจากการทำงานตามลำดับคำสั่งโปรแกรม หรือสามารถคิดได้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ของเครื่องนั้นเป็นการรวมของศาสตร์หลายแขนงไม่ว่าจะเป็นวิทยาการคอมพิวเตอร์, วิศวกรรม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งสถิติ นอกจากนี้มันยังเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ปลายทางที่เราต้องการนำไปประยุกต์ใช้ เช่น ชีววิทยา เคมี หลักการตลาด เป็นต้น

- ความรู้พื้นฐานของการพัฒนาเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

ประเภทต่างๆ ของข้อมูลที่ได้ในรูปแบบที่ต่างกัน ซึ่งต้องมีตัวแยกเรียกสิ่งเหล่านี้ที่ใช้เป็นตัววัดว่า Features หรือ Attributes ข้อมูลที่แตกต่างกันได้จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติ ตัวอย่างข้อมูลที่ไปสำรวจมาเหล่านี้เรียกว่า Instances โดยแต่ละ Instance ต้องประกอบด้วย Features ที่ต้องการใช้วัดด้วย จุดประสงค์ของข้อมูลคือเมื่อได้ข้อมูลใหม่ ระบบต้องจำแนกได้ข้อมูลนั้นคือข้อมูลอะไร การเรียนรู้ของเครื่องจักรเพื่อจำแนกประเภทเราเรียกว่า Classification มีหลายอัลกอริทึมเพื่อใช้สอนคอมพิวเตอร์ในการทำ Classification แต่โดยพื้นฐานต้องมีชุดข้อมูลหนึ่งก่อน โดยชุดข้อมูลนี้ได้จากการเก็บตัวอย่างจริงแล้วส่งให้คอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ที่จะแยกประเภทได้โดยอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องมีคุณภาพใส่เข้ามาแรกเริ่มเพื่อให้เครื่องจักรเรียนรู้นี้เรียกว่า Training set

เมื่อออกแบบอัลกอริทึมเสร็จต้องทดสอบ โดยลองใส่ข้อมูลให้คอมพิวเตอร์แล้วแยกประเภทได้ถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลที่ใส่เพื่อทดสอบความแม่นยำของอัลกอริทึมเรียกว่า Test set เมื่อโปรแกรมมีความแม่นยำเพียงพอแล้วจึงบอกได้ว่าคอมพิวเตอร์เรียนรู้จากข้อมูลที่มีหรือมี Knowledge representation

- ประเภทของการพัฒนาเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

ประเภทของ Machine Learning สามารถจำแนกตามหน้าที่และขอบเขตปัญหาได้หลักๆ คือ Supervised Learning, Unsupervised Learning และ Reinforcement Learning มีรายละเอียดของแต่ละประเภทดังนี้

1. Supervised Learning

การที่โปรแกรมจำแนกได้ว่าข้อมูลที่ใส่เข้ามาหมายถึงข้อมูลชนิดไหนจำเป็นต้องใส่ Training Examples หรือตัวอย่างจริงให้กับโปรแกรมก่อน เพื่อให้มันเรียนรู้จากตัวอย่างเหล่านี้แล้วไปทำนายจากสิ่งที่ส่งเข้ามาเพื่อให้มันคัดแยกอีกที จะเห็นได้ว่า Classification ต้องอาศัยการสอนก่อน คือสอนให้มันรู้จักข้อมูลจากตัวอย่างจริงก่อน ถ้ามีข้อมูลประเภทแบบนี้มี Target Variable แบบที่เหมาะสม ลักษณะการทำงานที่ต้องอาศัย Training Examples เรียกว่า Supervised Learning อีกหนึ่งตัวอย่างของ Supervised learning คือ Regression ในปัญหาแบบ Classification ผลลัพธ์ที่ได้จำกัดไม่สามารถระบุข้อมูลที่เป็นข้อมูล 2 ชนิดมารวมกันทำให้เกิดประเภทผลลัพธ์ใหม่ได้ ซึ่ง Regression นั้นผลลัพธ์จะอยู่ในช่วงๆ หนึ่งและเป็นตัวเลขจำนวนเต็มและตัวเลขที่เป็นทศนิยมได้

2. Unsupervised Learning

Unsupervised learning นั้นตรงกันข้ามกับ Supervised learning การเรียนรู้แบบนี้จะไม่มีการระบุผลลัพธ์ (Target variable) ที่ต้องการไว้ก่อน ให้คอมพิวเตอร์หาความสัมพันธ์จากข้อมูลเอาเอง จึงกล่าวได้ว่าการเรียนรู้ประเภทนี้เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนั่นเอง ตัวอย่างของ unsupervised learning เช่นการแบ่งกลุ่มข้อมูลหรือที่เรียกว่า clustering กระบวนการแบ่งกลุ่มข้อมูลนี้เป็นการจัดวัตถุต่างๆ ให้อยู่ในกลุ่มที่เหมาะสม โดยวัตถุในกลุ่มเดียวกันจะคล้ายกัน และแตกต่างจากวัตถุในกลุ่มอื่น clustering ต่างจาก classification ตรงที่ classification นั้นรู้ประเภทเป้าหมายล่วงหน้า แต่ clustering เราไม่รู้กลุ่มล่วงหน้า ประโยชน์ของ clustering เช่นใช้แบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็นกลุ่มย่อย เพื่อให้สามารถวางกลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสมกับลูกค้าแต่ละกลุ่มได้มากขึ้น

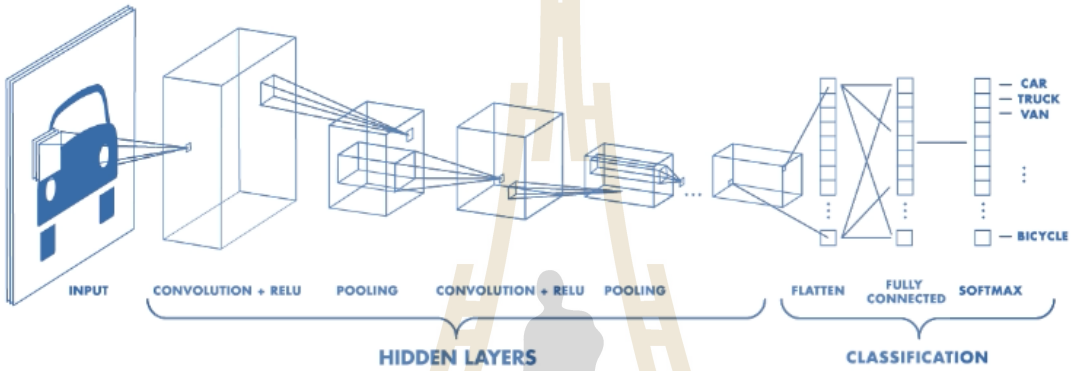
3. Reinforcement Learning

การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง หรือ reinforcement learning เป็นการเรียนรู้ที่คอมพิวเตอร์จะสนใจความเป็นไปได้ของข้อมูลชุดใหม่เป็นพิเศษ โดยคำนวณและหาวิธีใหม่ตามข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งคือความเป็นไปได้ที่ข้อมูลเปลี่ยนไป

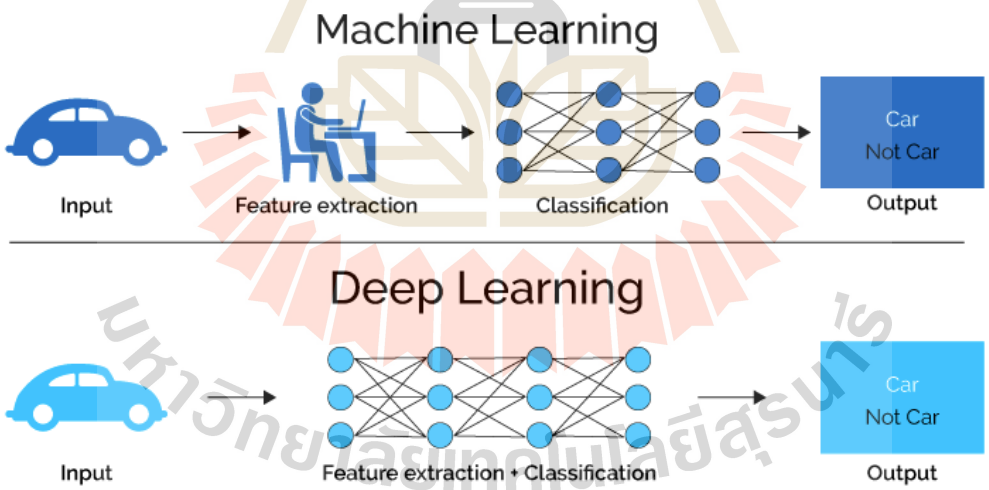
4. Convolution Neural network

เครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) หรือ CNN จัดเป็น เครือข่ายประสาทเทียมประเภทหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มวิธีการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimizations) ที่ได้รับแรงบันดาลใจจากสิ่งมีชีวิตจากธรรมชาติ (Bio-inspired) โดยที่ CNN จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองพื้นที่เป็นส่วนที่ย่อยๆ จากนั้นนำกลุ่มของพื้นที่ย่อยๆ เหล่านั้นมาผสานกันเพื่อ ตรวจสอบดูว่าสิ่งที่กำลังมองอยู่ในพื้นที่หรือภาพดังกล่าวหรือไม่ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการตรวจจับ หรือการสกัดลักษณะเด่น (Feature extraction) ของภาพ และเรียกว่าเป็น “Local feature” ของ ภาพดิจิทัลนั้น ๆ ค่า Local feature ของภาพที่ตรวจจับได้นั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายประสาท เทียม (Artificial neural networks, ANN) ที่จะถูกปรับไปพร้อมๆ กับตัวที่ใช้ในการแบ่งแยกประเภท (Classifier) ดังนั้นเมื่อทำการสอนให้เครือข่ายทำการเรียนรู้ (Training) เสร็จสิ้นแล้วจะได้ลักษณะของเครือข่ายประสาทเทียมที่สามารถสกัดและจำแนกลักษณะเด่น (Feature extractor) ที่เหมาะสมกับงาน ซึ่งถือว่าเป็นจุดเด่นของเครือข่าย CNN เครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันจัดว่าเป็นการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ซึ่งมีความแตกต่างไปจากการเรียนรู้ของเครื่องจักร

(Machine learning) ทั่วๆ ไป ที่ผู้ใช้งานจะต้องทำการสกัด ลักษณะเด่นด้วยตนเองก่อนจะป้อนเป็นอินพุต ให้กับเครือข่ายประสาทเทียมใช้ในการเรียนรู้ ส่วนการ เรียนรู้เชิงลึกนั้นมีการใช้เครือข่าย ANN ที่มีชั้นซ่อนเร้น (Hidden layers) หลายชั้นทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดที่มากกว่าปกติทำให้สามารถทำการคำนวณ โจทย์ปัญหาซับซ้อนได้สามารถใช้เทคนิคต่างๆ ได้มากขึ้น และที่สำคัญที่สุดคือ CNN สามารถทำการคิดอย่าง เป็นขั้นเป็นตอนได้ ซึ่งสามารถลอกเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ได้ดีขึ้น แผนภาพตัวอย่าง สถาปัตยกรรมของ เครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันและแผนภาพแสดงความแตกต่างระหว่าง Machine learning กับ Deep learning แสดงในรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4 ตามลำดับ



รูปที่ 2.3 CNN Convolution Neural Network: CNN



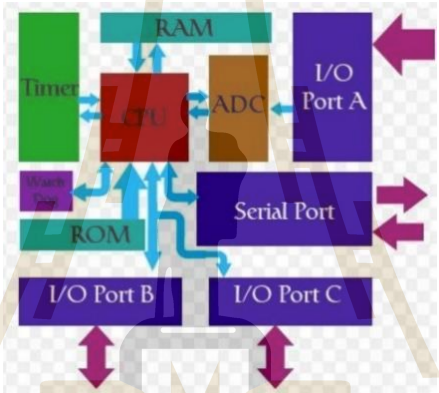
รูปที่ 2.4 Machine Learning และ Deep learning

สถาปัตยกรรมของเครือข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า CNN คือ Neural networks (NN) ที่มีหลายเลเยอร์ (Layers) และโครงสร้างเฉพาะตัวซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อ การเพิ่ม ความสามารถในการสกัดเอาลักษณะเด่น (Features) ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นจากข้อมูล ใน ปัจจุบัน CNN มักจะถูกใช้เพื่อการสกัดลักษณะเด่นจากข้อมูลประเภทที่ไม่ค่อยเป็นระเบียบหรือข้อมูลที่ ไม่ได้มีโครงสร้างเป็น รูปแบบเฉพาะตัว (Unstructured data) เช่น ภาพดิจิทัล (Digital image) เป็นต้น การคำนวณตาม สถาปัตยกรรมของ CNN มีขั้นตอนการคำนวณที่แบ่งออกได้ 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการคอนโวลูชัน

(Convolution stage) ขั้นตอนการตรวจจับ (Detector stage) และขั้นตอนการพูลลิ่ง (Pooling stage) 1.) ขั้นตอนการคอนโวลูชัน (Convolution stage) การคำนวณในขั้นตอนนี้จะใช้หลักการ เดียวกันกับการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ (Spatial convolution) ที่ใช้ในงานในด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing) จุดมุ่งหมายของการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่กับรูปภาพดิจิทัลก็คือ การสกัดลักษณะเด่นจากรูปภาพอินพุตแบบดิจิทัล โดยการคำนวณคอนโวลูชันทำให้เกิดการแปลงเชิงเส้น (Linear transformation) ของรูปภาพอินพุตที่สอดคล้องกับในข้อมูลเชิงพื้นที่จากตัวกรอง (Filters) โดยมีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละ layer จะเป็นตัวกำหนดรายละเอียดของคอนโวลูชันเคอร์นอล (Convolution kernel) ดังนั้น Convolution kernel สามารถทำการเทรน (Training) หรือทำการฝึกสอนได้และขึ้นอยู่กับอินพุตของเครือข่ายประสาทเทียบแบบ CNN ขั้นตอนการคอนโวลูชันจะเริ่มจากการกำหนดจำนวนของตัวกรอง (Filters) สำหรับใช้ในการแยกลักษณะเด่นหรือ Feature ของรูปภาพโดยปกติตัวกรอง 1 ตัวกรองจะสามารถทำการคัดแยกได้ 1 Feature โดยต้องมีการกำหนดขนาดของหน้าต่าง Sliding window หรือขนาดของเคอร์นอล (Kernel size) ที่ใช้ของตัวกรองนั้นๆ ไว้ด้วย ในขั้นตอนนี้จะมีการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ (Spatial convolution) ระหว่างตัวกรองกับรูปภาพอินพุตโดยใช้การเทคนิค Sliding window หรือการสแกนรูปอินพุตเพื่อสร้างผังคุณลักษณะ (Feature map) โดยมีการกำหนดค่า Strides เพื่อให้ Sliding window ทำการเลื่อนตำแหน่งไปครั้งละกี่พิกเซลภาพ (Pixels) ในขั้นตอนของการสแกนภาพอินพุตตามแกนแนวตั้งและแนวแกนนอนให้ครอบคลุมตลอดทั้งรูปภาพอินพุต 2.) ขั้นตอนการตรวจจับ (Detector stage) ในขั้นตอนนี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้จากขั้นตอน Convolution stage มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) โดยใช้ฟังก์ชันการกระตุ้น (Activation function) เช่น Rectified Linear Units (ReLU) โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการทำคอนโวลูชันในแต่ละตำแหน่งจะผ่านการแปลงค่าด้วยฟังก์ชัน ReLU ที่เป็นการแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น เพื่อความง่ายในการคำนวณและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ 3.) ขั้นตอนการพูลลิ่ง (Pooling stage) การคำนวณ Pooling เป็นการประมวลผลที่ทำให้เกิดการลดขนาดข้อมูลหรือการสุ่มต่ำ (Subsampling) ข้อมูลโดยทำให้ข้อมูลที่ได้ทางด้านเอาต์พุตมีขนาดเล็กลงโดยที่รายละเอียดของข้อมูลที่ป้อนเข้ามายังคงครบถ้วนเหมือนเดิม การพูลลิ่งแบบค่าสูงสุด (Max Pooling) เป็นตัวกรองแบบหนึ่งที่ค้นหาค่าสูงสุด (Maximum) ในบริเวณที่ตัวกรองทาบอยู่แล้วนำมาเป็นผลลัพธ์โดยจะเตรียมตัวกรองในลักษณะเดียวกับขั้นตอนการทำ Feature extraction ของ CNN มาทาบบนข้อมูลแล้วเลือกค่าสูงสุดบนตัวกรองนั้นมาเป็นผลลัพธ์ใหม่ จากนั้นทำการเลื่อนตัวกรองไป 16 ตาม Stride ที่กำหนดไว้ การ Pooling มีประโยชน์ในเรื่องของการเพิ่มความไวในการคำนวณและยังช่วยในการแก้ปัญหาการเกิด Overfitting ในขั้นตอนของการเรียนรู้ วิธีการ Pooling ที่นิยมใช้ทั่วไปคือ วิธีการ MAX Pooling กับวิธีการ L2 โดยในสถาปัตยกรรมของ CNN โดยทั่วไปแล้ว การคำนวณ Pooling จะใช้ขนาดของหน้าต่างในการคำนวณเท่ากับ 2x2 และใช้ขนาดของ Stride เท่ากับ 2 โดยที่ไม่ต้องมีการเพิ่มพิกเซลภาพ (Padding) ที่บริเวณขอบของภาพ ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณที่แตกต่างไปจากการคำนวณ Convolution โดยทั่วไปเป็นการทำ Feed forward หรือการคำนวณผลลัพธ์ของโมเดลเท่านั้น

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: Microcontroller มักย่อว่า μC, uC หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ถ้าแปลความหมายแบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็ก เรียกอีกอย่าง หนึ่งคือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุคใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้าน Digital และ Analog ยกตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ ระบบบัตรคิว ระบบตอกบัตร พนักงาน และอื่นๆ ยิ่งระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อต่อกับระบบ Network ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานอยู่คนละซีกโลกผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตก็ได้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เช่น Flash Memory ลักษณะการทำงานของหน่วยความจำนี้เป็นหน่วยความจำที่อ่าน-เขียนได้ด้วยไฟฟ้า เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกับกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงในการทำงานข้อมูลจะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม ในอดีตเป็นหน่วยความจำโปรแกรมแบบ EPROM หน่วยความจำที่ลบด้วยแสง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกถือว่าเป็น

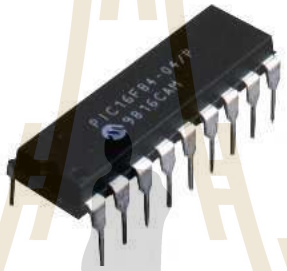
ส่วนที่สำคัญมาก พอร์ตอินพุตรับสัญญาณเพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปแสดงผลที่พอร์ตเอาต์พุต เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ภาษาซีถือว่าเป็นภาษาระดับกลาง

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลต่างๆ ที่ได้รับความนิยมและมีพัฒนาการมาจนถึงปัจจุบันมีดังนี้

PIC (Peripheral Interface Controller)



รูปที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC

บริษัท Microchip Technology เป็นผู้สร้างและผลิต PIC เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมสูงตระกูลหนึ่ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน คำว่า PIC ย่อมาจากคำว่า (Peripheral Interface Controller) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ มีการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในทุกด้านทำให้ได้รับความนิยมกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคเก่า เพราะในเรื่องของอุปกรณ์ต่อพ่วงที่มีน้อย ประกอบกับมีหน่วยความจำ EEPROM ในตัว จึงทำให้ง่ายต่อการบันทึกและจัดเก็บข้อมูล และ PORT ต่างๆ ได้มีการ latch ในตัว IC อยู่แล้วจึงสามารถต่อออกมาใช้งานภายนอกได้โดยตรง มีกระแสและแรงดันที่เพียงพอ และอีกความสามารถหนึ่ง คือ สามารถโปรแกรมตัว Boot Loader เข้าไปในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ จึงทำให้ง่ายในการโหลดโปรแกรมเข้าไปจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง Serial Port และกดปุ่ม Reset เพียงอย่างเดียว ไม่ต้องการเครื่องโปรแกรม IC เพิ่มเติม อย่างที่ต้องมีกับระบบไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นเก่าอย่าง MCS-51

AVR controller

รูปที่ 2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

AVR เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นต่อมาที่มีการพัฒนาต่อมาจาก MCS-51 โดยบริษัท ATMEL อันเนื่องมาจากว่า MCS-51 ยุคหลังนี้ไม่ค่อยมีคนใช้งานจริง และมีใช้งานแต่เฉพาะในสถาบันการศึกษา เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าการออกออกแบบวงจรที่ค่อนข้างยุ่งยาก และต้องอาศัยการต่ออุปกรณ์ร่วมเยอะนั้นเอง ดังนั้น AVR จึงเข้ามาเป็นที่นิยมในการท างานด้านนี้ โดยคุณสมบัติหลักที่น่าสนใจก็คือ สามารถ Interface ผ่าน USB ได้โดยตรง ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์ยุคเก่าทำได้โดยต่อผ่านพอร์ต RS-232 แต่เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ พอร์ต RS-232 เริ่มหายาก ดังนั้น AVR จึงได้รับความนิยม

Arduino controller

รูปที่ 2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ESP32

Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดแบบสำเร็จรูปในยุคปัจจุบัน ซึ่งถูกสร้างมาจาก Controller ตระกูล ARM ของ ATMEL ข้อดีของไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดคือเรื่องของ Open Source ที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเป็นอุปกรณ์ต่างๆได้และความสามารถในการเพิ่ม Boot Loader เข้าไปที่ตัว ARM จึงทำให้การ Upload Code เข้าตัวบอร์ดสามารถทำได้ง่ายขึ้น และยังมีการพัฒนา Software ที่ใช้ในการควบคุมตัวบอร์ดของ Arduino มีลักษณะเป็นภาษา C++ ที่โปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยในการใช้งาน ตัวบอร์ดสามารถนำโมดูลมาต่อเพิ่ม ซึ่งทาง Arduino เรียกว่าเป็น shield เพื่อเพิ่มความสามารถเพิ่มขึ้น

Raspberry Pi controller

รูปที่ 2.9 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Raspberry Pi

Raspberry Pi เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ Board ยุคนี้เหมือนกัน ใช้ Controller ตระกูล ARM เช่นกัน ที่น่าสนใจสำหรับบอร์ด Raspberry Pi ก็คือการจำลองตัวมันเองให้เป็นระบบคอมพิวเตอร์เครื่อง เล็กๆ เครื่องหนึ่ง ที่สามารถรันระบบ Linux ได้ในตัว นั้นก็หมายถึงการดึงระบบต่างๆ เพื่อมาใช้งานใน board ทำให้มีความสะดวกมากเพราะมี OS Linux ทำงานให้แทนอยู่แล้ว อย่างเช่นการติดต่อกับระบบ Network การติดต่อกับระบบจอภาพ การติดต่อระบบเสียง ตลอดจนการติดต่อกับระบบการเก็บข้อมูลผ่าน SD Card ซึ่งสามารถทำได้ครบและครอบคลุมด้วยระบบปฏิบัติการ Linux ที่รันอยู่บนตัวบอร์ด Raspberry Pi

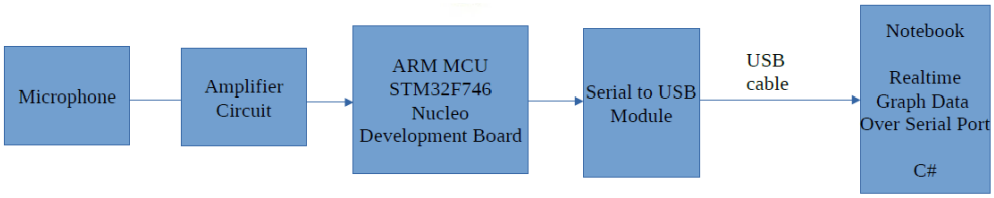
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

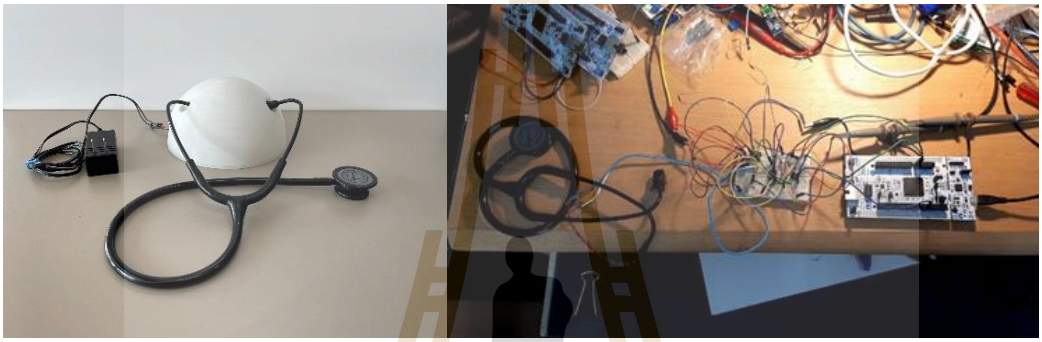
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การพัฒนาวงจรอิเล็กทรอนิกส์และรูปลักษณะสำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล

- ทดสอบความเป็นไปได้ของการแปลงเสียงจากหูฟังแพทย์ปกติให้เป็นสัญญาณเสียงทางคอมพิวเตอร์

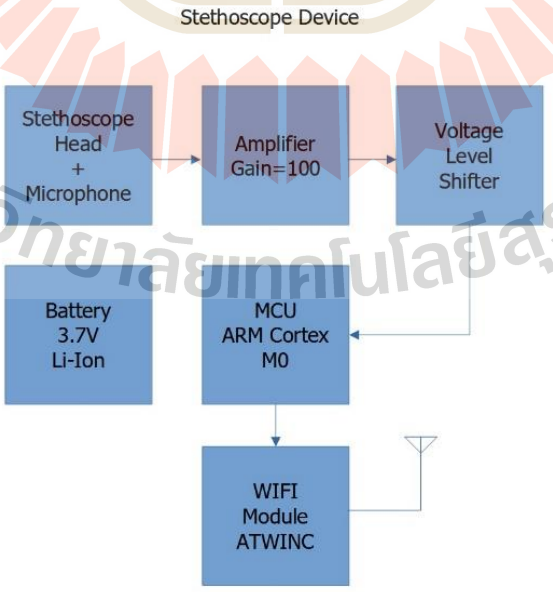


รูปที่ 3.1 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทดสอบไมโครโฟนกับหูฟังแพทย์

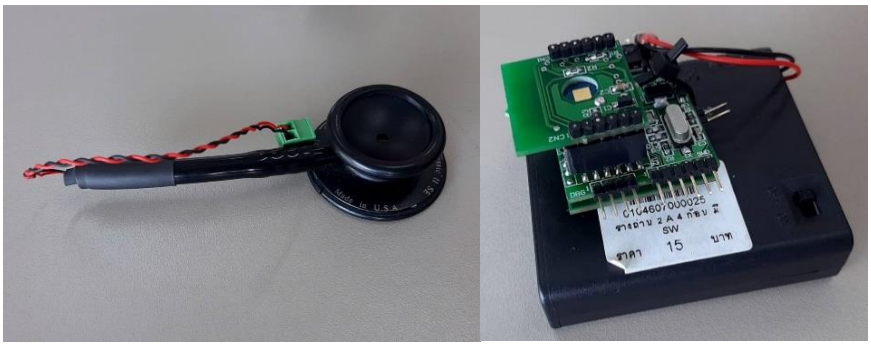


รูปที่ 3.2 อุปกรณ์แปลงเสียง Analog ให้เป็น Digital

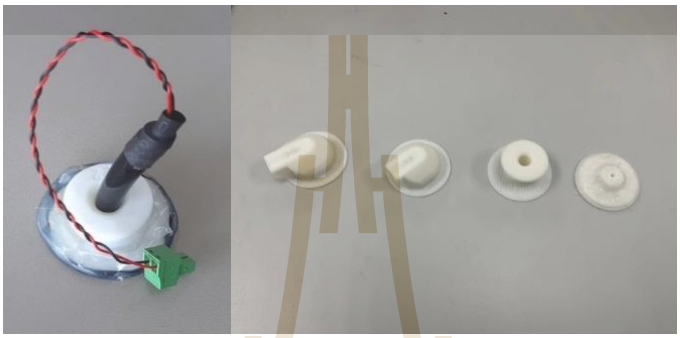
ดำเนินการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการแปลงเสียง Analog จากหูฟังแพทย์ปกติให้เป็นสัญญาณเสียง Digital ด้วยการต่อไมค์เข้ากับหูฟังแพทย์ปกติ โดยไมค์จะเชื่อมต่อเข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในการอ่านค่าข้อมูลเสียงดังแสดงในภาพที่ 3.1 โดยการส่งข้อมูลสัญญาณเสียงจะใช้สาย USB ในการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ไปยังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลดังแสดงในภาพที่ 3.2



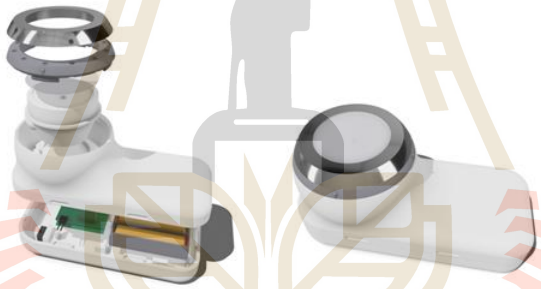
รูปที่ 3.3 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล



รูปที่ 3.4 การดัดแปลงหูฟังแพทย์ให้สามารถส่งข้อมูลเสียงแบบดิจิทัลได้



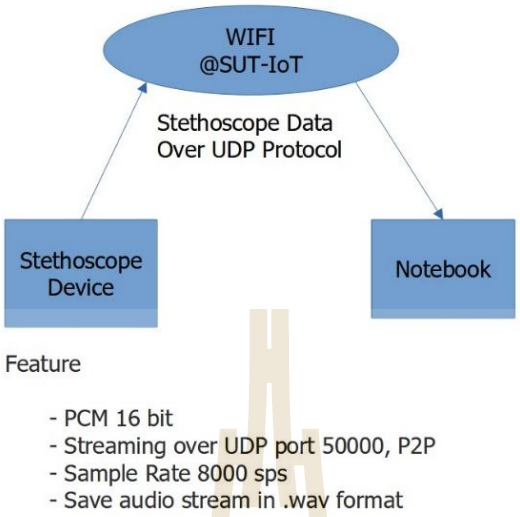
รูปที่ 3.5 การพัฒนาหูฟังแพทย์ทางไกลโดยใช้เครื่องพิมพ์สามมิติ



รูปที่ 3.6 รูปแบบโมเดลสามมิติของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

ดำเนินการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล โดยจะมีองค์ประกอบเป็นส่วนหัวของหูฟังแพทย์พร้อมไมโครโฟนต่อเข้ากับตัวขยายสัญญาณเสียง 100 เท่าและลดแรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM Cortex M0 แล้วจัดการส่งข้อมูลสัญญาณเสียงด้วย WiFi ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยส่วนหัวของหูฟังแพทย์จะดัดแปลงมาจากหูฟังแพทย์ที่มีอยู่แล้วทั่วไปนำมาตัดสายส่วนใหญ่ออกแล้วใส่ไมโครโฟนขนาดเล็กเข้าไปในสายส่วนที่เหลือเพื่อสร้างสัญญาณเสียงดิจิตอลพร้อมต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 3.7V ดังแสดงในรูปที่ 3.4 อย่างไรก็ตามเพื่อให้สามารถพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์และขยายการใช้งานให้ได้มากขึ้นในอนาคตจึงได้มีการออกแบบหูฟังแพทย์เป็นโมเดลสามมิติและขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติซึ่งมีหลากหลายขนาดดังแสดงในรูปที่ 3.5 โดยมีการออกแบบรูปลักษณะของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลให้สามารถพกพาได้สะดวกและใช้งานได้ง่ายดังแสดงในรูปที่ 3.6

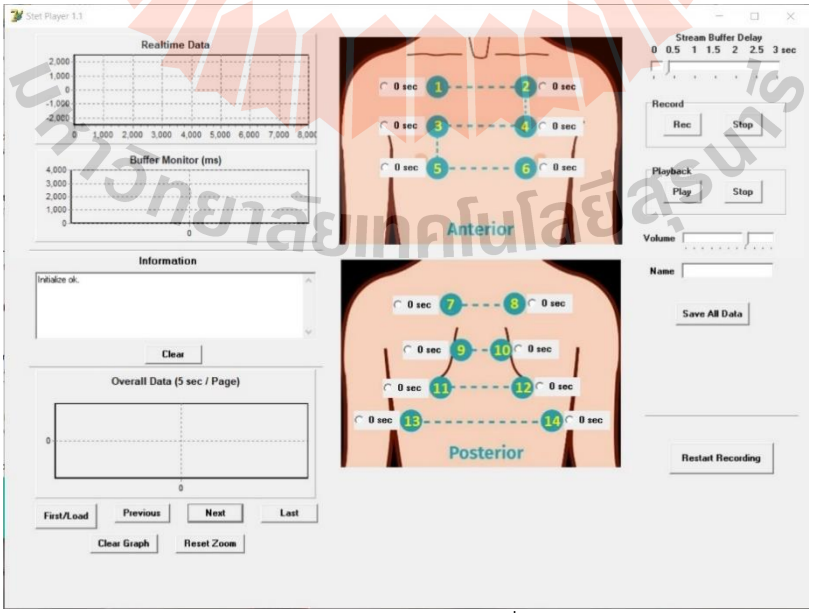
3.2 การพัฒนารูปแบบการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล



รูปที่ 3.7 รูปแบบโมเดลสามมิติของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

การส่งข้อมูลสัญญาณเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลจะดำเนินการผ่านเครือข่ายไวไฟ โดยส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอลแบบ User Datagram Protocol (UDP) ซึ่งเป็นโปรโตคอลสำหรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไปยังเครื่องปลายทางด้วยความรวดเร็วและอุปกรณ์มีการสุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 8000 ตัวอย่างต่อวินาทีซึ่งรูปแบบของข้อมูลจะเป็นฟอร์มแบบ .wav หรือเรียกว่าเป็นไฟล์เสียง โดยการเชื่อมต่อไวไฟจะดำเนินการเชื่อมต่อกับไวไฟภายในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยอุปกรณ์จะเชื่อมต่อกับเครือข่ายอัตโนมัติหลังเปิดใช้งานอุปกรณ์และส่งข้อมูลเสียงไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ดังแสดงในรูปที่ 3.7

3.3 การพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

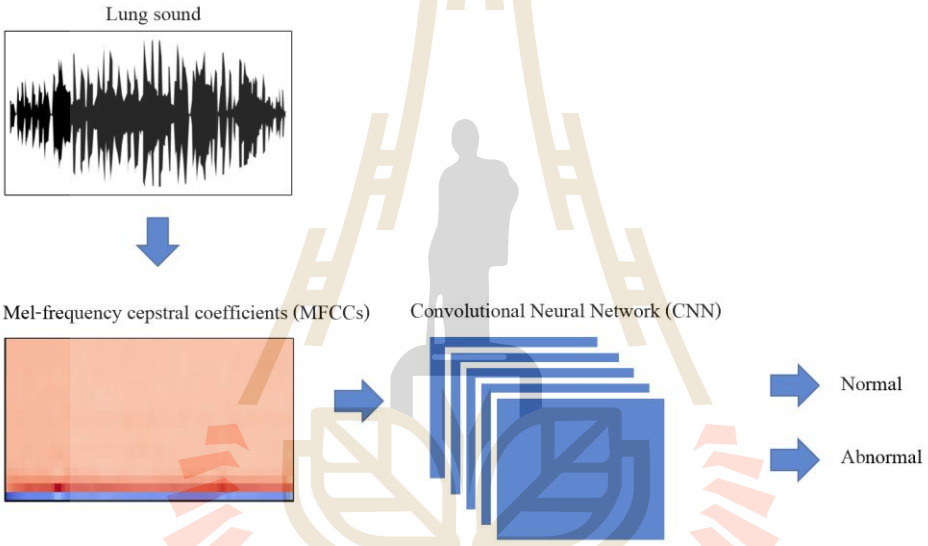


รูปที่ 3.8 ระบบแสดงผลและเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงที่ได้จากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

ดำเนินการพัฒนาระบบแสดงผลและเก็บข้อมูลสัญญาณเสียงที่ได้จากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลโดยสามารถมองเห็นสัญญาณเสียงแบบเรียลไทม์ในขณะที่กำลังใช้งานอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถมองเห็นการส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้เพื่อคอยเช็คว่าข้อมูลมีการส่งไปอย่างครบถ้วนหรือไม่ มีการสูญหายหรือขาดไปของสัญญาณเสียงในช่วงเวลาใดและส่วนสำคัญที่สุดคือสามารถบันทึกสัญญาณเสียงในแต่ละตำแหน่งตามทฤษฎีทางการแพทย์ได้โดยสามารถกดบันทึกสัญญาณเสียงได้สูงสุด 60 วินาทีซึ่งเพียงพอต่อการฟังเสียงของแพทย์ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถเพิ่มความดังของสัญญาณเสียงได้มากกว่าปกติซึ่งทำให้แพทย์สามารถได้ยินเสียงชัดมากขึ้นและสามารถกลับมาฟังเสียงที่บันทึกไว้ในแต่ละตำแหน่งย้อนหลังได้อีกด้วย

3.4 การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์สำหรับหูฟังแพทย์ทางไกล

- การเรียนรู้ของเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน



รูปที่ 3.9 แปลงสัญญาณเสียงปอดไปเป็นภาพด้วย MFCC

ขั้นตอนการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ที่ได้นำมาประยุกต์ใช้กับการสร้างภาพความแม่นยำสูงด้วยการประยุกต์ใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ทำการจัดเตรียมฐานข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ให้กับเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ซึ่งเป็นข้อมูลภาพที่ได้จากการแปลงสัญญาณเสียงปอดไปเป็นภาพจำนวน 336 ภาพจากอาสาสมัคร 24 คน แบ่งเป็นคนที่มีสัญญาณเสียงปอดปกติ 168 ภาพและคนที่มีสัญญาณเสียงปอดผิดปกติ 168 ภาพ

2. ทำการเทรนปัญญาประดิษฐ์โดยมีชุดข้อมูลในการปรับจูนโมเดล (Val set) (กำหนดให้เป็นคนที่มีเสียงปอดเป็นปกติ 3 คนและคนที่มีเสียงปอดผิดปกติ 3 คน)

3. นำโมเดลที่ฝึกสอนเสร็จเรียบร้อยแล้วไปทดสอบกับชุดข้อมูลที่ไม่ได้ทำการฝึกสอน (test set) เพื่อหาความถูกต้องแม่นยำของโมเดลในการแยกเสียงปอดระหว่างคนที่มีเสียงปอดผิดปกติกับคนที่มีเสียงปอดปกติ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

- การทดสอบเปรียบเทียบเสียงที่ได้จากหูฟังแพทย์ทางไกลกับหูฟังแพทย์ทั่วไปในคนปกติ

รูปที่ 4.1 ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

รูปที่ 4.2 ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไป

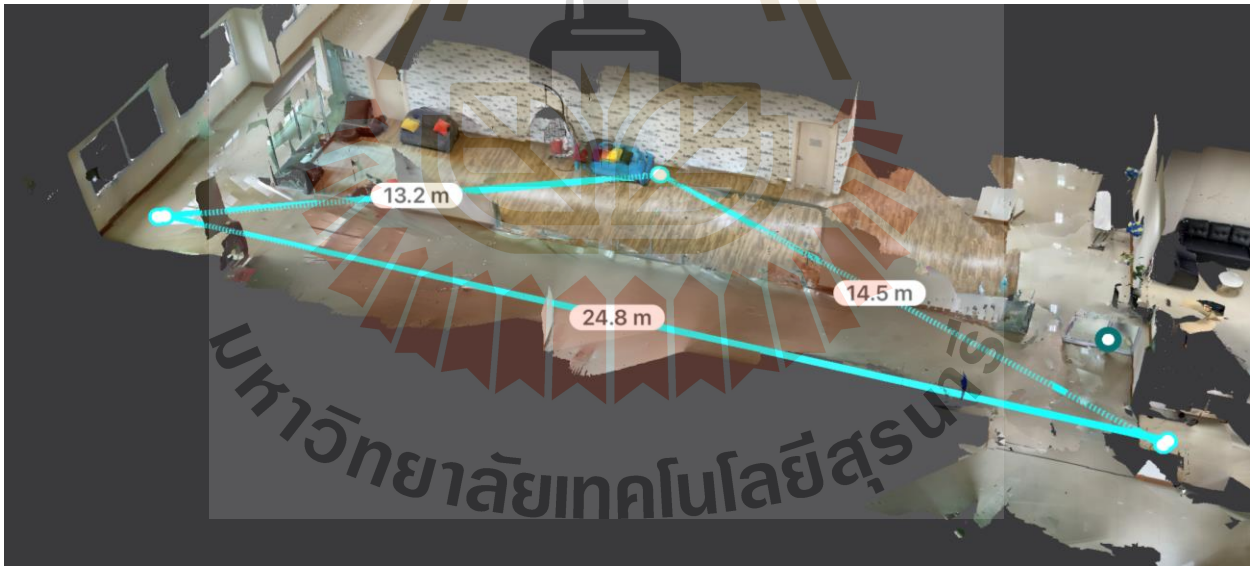
ดำเนินการทดสอบเปรียบเทียบเสียงปอดที่ได้ยินจากหูฟังแพทย์ทางไกลที่ถูกพัฒนาขึ้นในโครงการกับหูฟังแพทย์ทั่วไปโดยให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญเป็นคนทดสอบซึ่งจะทำการฟังเสียงปอดทั้งหมด 14 ตำแหน่งตามหลักทฤษฎีทางการแพทย์ซึ่งแพทย์จะใช้ประสบการณ์ในการให้คะแนนในเรื่องความชัดของเสียงที่ได้ยินและเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นในขณะที่กำลังฟังเสียงปอดของอาสาสมัครสุขภาพดี ซึ่งผลการทดสอบโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญพบว่าการฟังเสียงด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลได้ยินเสียงที่ชัดขึ้นกว่าหูฟังแพทย์ปกติแต่อย่างไรก็ตามเสียงปอดของคนปกติอาจจะยังไม่สามารถบ่งบอกอะไรได้มากนัก

- การทดสอบเสียงที่ได้จากหูฟังแพทย์เมื่ออาสาสมัครเป็นผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

รูปที่ 4.3 ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลกับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ

เพื่อการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจึงได้มีการนำอุปกรณ์ไปทดสอบกับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจโดยให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทดสอบเปรียบเทียบเสียงที่ได้ยินจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลกับอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไปซึ่งผลการทดสอบโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญพบว่าการฟังเสียงด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลได้ยินเสียงเสียงปอดที่มีความผิดปกติชัดกว่าอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไปเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในตำแหน่งของการฟังเสียงปอดที่เป็นตำแหน่งที่มีเสียงหัวใจเข้ารบกวนในขณะที่ฟังเสียงปอด

4.2 การทดสอบระยะการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล



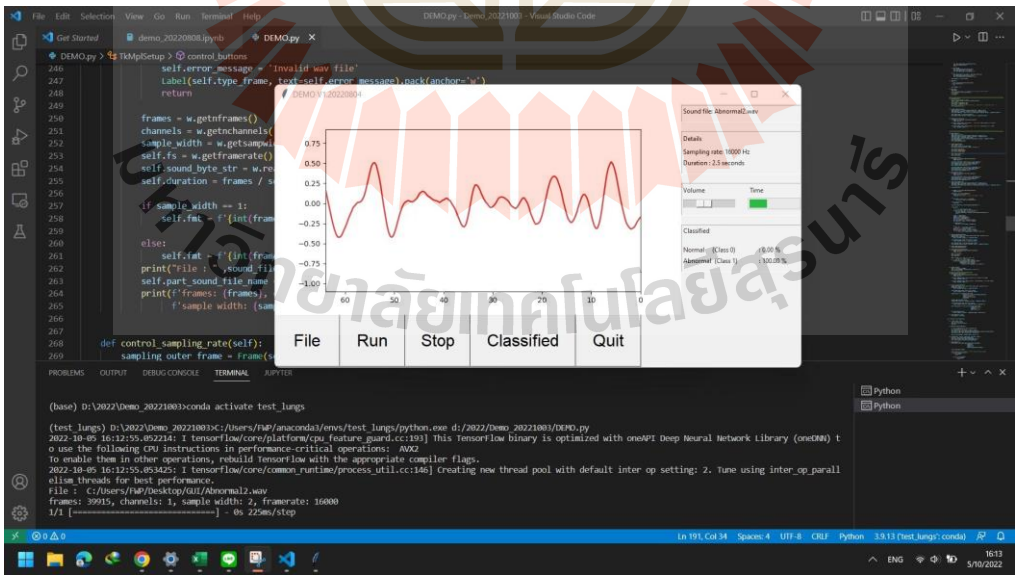
รูปที่ 4.4 ระยะทางการทดสอบการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

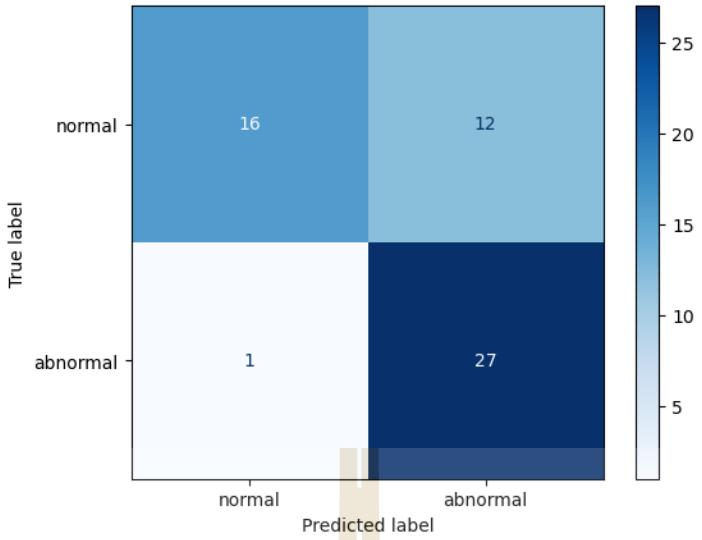
รูปที่ 4.5 การทดสอบระยะทางการทดสอบการส่งข้อมูลของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกล

เพื่อให้การส่งข้อมูลสัญญาณเสียงของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับของแพทย์ผู้ใช้งานจึงได้มีการทดสอบระยะการส่งข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ใน 3 ระยะ คือระยะ 1 เมตร, ระยะ 14.5 เมตร และระยะ 24.8 เมตร โดยแพทย์จะเป็นผู้ฟังเสียงปอดในแต่ละระยะทางและจะใช้อาสาสมัครคนเดียวกันทำการฟังเสียงปอด 14 ตำแหน่งในทุกระยะทางซึ่งผลการทดสอบพบว่าในทุกระยะทางคุณภาพของสัญญาณเสียงมีความชัดเจนเหมือนเดิมทุกครั้ง

4.3 การทดสอบระบบปัญญาประดิษฐ์



รูปที่ 4.6 โปรแกรมสำหรับทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์



รูปที่ 4.7 Confusion matrix ของผลการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์

ในการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ผลการทดสอบจะแสดงในรูปแบบของ Confusion matrix ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ซึ่งผลการทดสอบพบว่าจำนวนเสียงปอดของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียง โมเดลทำนายถูก 27 เสียงและทำนายผิด 1 เสียงในขณะที่จำนวนเสียงปอดของคนปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงเท่ากันโมเดลทำนายถูกเพียง 16 เสียงและทำนายผิดถึง 12 เสียง ซึ่งสามารถสรุปค่าต่างๆของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ได้ดังต่อไปนี้ Sensitivity : 94.12 % , Specificity : 69.23 % และ Accuracy : 76.78 %

4.4 วิเคราะห์และอภิปรายผล

ในการทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลโดยเปรียบเทียบเสียงที่ได้จากหูฟังแพทย์ทางไกลกับหูฟังแพทย์ทั่วไปในคนปกติ ผลการทดสอบโดยแพทย์ผู้ใช้งานพบว่าการฟังเสียงด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลใน 14 ตำแหน่งของบริเวณด้านหน้าและหลังทรวงอก แพทย์ได้ยินเสียงปอดที่ชัดขึ้นกว่าหูฟังแพทย์ปกติเนื่องจากหูฟังแพทย์ทางไกลมีระบบเพิ่มเสียงที่มากขึ้นซึ่งเป็นข้อดีของการแปลงเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไปให้เป็นหูฟังแพทย์แบบดิจิตอล แต่อย่างไรก็ตามเสียงปอดของคนปกติอาจจะยังไม่สามารถบ่งบอกอะไรได้มากนัก คณะผู้วิจัยจึงได้ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลโดยเปรียบเทียบเสียงที่ได้จากหูฟังแพทย์ทางไกลกับหูฟังแพทย์ทั่วไปในผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ผลการทดสอบโดยแพทย์ผู้ใช้งานพบว่าการฟังเสียงด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลได้ยินเสียงเสียงปอดที่มีความผิดปกติชัดกว่าอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไปเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในตำแหน่งของการฟังเสียงปอดที่เป็นตำแหน่งที่มีเสียงหัวใจเข้ารบกวนในขณะที่ฟังเสียงปอดซึ่งถ้าหากใช้หูฟังแพทย์ทั่วไปเสียงปอดที่ผิดปกติจะได้ยินเสียงที่เบามากซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ของแพทย์เป็นผู้ประเมินและเพื่อให้การส่งข้อมูลสัญญาณเสียงของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับของแพทย์ผู้ใช้งานจึงได้มีการทดสอบระยะการส่งข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ใน 3 ระยะ คือระยะ 1 เมตร, ระยะ 14.5 เมตร และระยะ 24.8 เมตร โดยแพทย์จะเป็นผู้ฟังเสียงปอดในแต่ละระยะทางและจะใช้อาสาสมัครคนเดียวกันทำการฟังเสียงปอด 14 ตำแหน่งในทุกระยะทางซึ่งผลการทดสอบพบว่าในทุกระยะทางคุณภาพของสัญญาณเสียงมีความชัดเจนเหมือนเดิมทุกครั้งเนื่องจากการส่งข้อมูลนั้นทำผ่านระบบเครือข่ายจึง

ทำให้ข้อมูลสามารถส่งไปยังตำแหน่งต่างๆ ได้โดยไม่ติดขัดซึ่งขึ้นอยู่กับสัญญาณเครือข่าย ณ บริเวณนั้นๆ ของอุปกรณ์กระจายสัญญาณยิ่งถ้าหากมีตัวกระจายสัญญาณมากการส่งข้อมูลเสียงจากอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลก็จะได้ระยะทางที่ไกลขึ้นมากกว่าที่ทำการทดสอบ ในขณะที่การทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ระหว่างการทำนายเสียงปอดของคนที่มีความผิดปกติกับเสียงปอดของคนสุขภาพดี ผลการทดสอบจะแสดงในรูปแบบของ Confusion matrix ซึ่งพบว่าจำนวนเสียงปอดของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงโมเดลทำนายถูก 27 เสียงและทำนายผิด 1 เสียงในขณะที่จำนวนเสียงปอดของคนปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงเท่ากันโมเดลทำนายถูกเพียง 16 เสียงและทำนายผิดถึง 12 เสียง ซึ่งสามารถสรุปค่าต่างๆของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ได้ดังต่อไปนี้ Sensitivity : 94.12 % , Specificity : 69.23 % และ Accuracy : 76.78 % การที่โมเดลปัญญาประดิษฐ์ทำนายผิดพลาด 12 เสียงจากการที่เป็นเสียงของคนปกติแต่ทำนายผิดว่าเป็นเสียงของคนผิดปกติ อาจจะเกิดจากเสียงปอดในบางตำแหน่งของผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจไม่ได้มีเสียงปอดที่ผิดปกติซึ่งจะมีความผิดปกติเฉพาะในบางตำแหน่งเท่านั้นขึ้นอยู่กับภาวะความรุนแรงของโรคที่ผู้ป่วยเป็นจึงทำให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์เข้าใจผิด โดยวิธีการแก้ไขอาจจะต้องใช้ข้อมูลในการเทรนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่มากขึ้นกว่าเดิม และจำเป็นต้องมีชุดข้อมูลที่หลากหลายรูปแบบซึ่งจะดำเนินการในอนาคต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลมีวัตถุประสงค์ใหญ่เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยการกระจายการบริการด้านสุขภาพที่มีคุณภาพเทียบเท่าการได้รับการตรวจรักษาจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางไปยังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหรือโรงพยาบาลอำเภอขนาดเล็กที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลได้ โดยในการทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลเมื่อเปรียบเทียบเสียงที่ได้จากหูฟังแพทย์ทางไกลกับหูฟังแพทย์ทั่วไปในคนปกติ ผลการทดสอบโดยแพทย์ผู้ใช้งานพบว่าการฟังเสียงด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลใน 14 ตำแหน่งของบริเวณด้านหน้าและหลังทรวงอกแพทย์ได้ยินเสียงปอดที่ชัดขึ้นกว่าหูฟังแพทย์ปกติ แต่อย่างไรก็ตามเสียงปอดของคนปกติอาจจะยังไม่สามารถบ่งบอกอะไรได้มากนัก คณะผู้วิจัยจึงได้ทดสอบอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลโดยเปรียบเทียบเสียงที่ได้จากหูฟังแพทย์ทางไกลกับหูฟังแพทย์ทั่วไปในผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ผลการทดสอบโดยแพทย์ผู้ใช้งานพบว่าการฟังเสียงด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลได้ยินเสียงเสียงปอดที่มีความผิดปกติชัดกว่าอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทั่วไปเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในตำแหน่งของการฟังเสียงปอดที่เป็นตำแหน่งที่มีเสียงหัวใจเข้ารบกวนในขณะที่ฟังเสียงปอดซึ่งถ้าหากใช้หูฟังแพทย์ทั่วไปเสียงปอดที่ผิดปกติจะได้ยินเสียงที่เบามากซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ของแพทย์เป็นผู้ประเมินและเพื่อให้การส่งข้อมูลสัญญาณเสียงของอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับของแพทย์ผู้ใช้งานจึงได้มีการทดสอบระยะการส่งข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ใน 3 ระยะ คือระยะ 1 เมตร, ระยะ 14.5 เมตร และระยะ 24.8 เมตร โดยแพทย์จะเป็นผู้ฟังเสียงปอดในแต่ละระยะทางและจะใช้อาสาสมัครคนเดียวกันทำการฟังเสียงปอด 14 ตำแหน่งในทุกระยะทางซึ่งผลการทดสอบพบว่าในทุกระยะทางคุณภาพของสัญญาณเสียงมีความชัดเจนเหมือนเดิมทุกครั้ง ในขณะที่การทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ระหว่างการทำนายเสียงปอดของคนที่มีความผิดปกติกับเสียงปอดของคนสุขภาพดี ผลการทดสอบพบว่าจำนวนเสียงปอดของผู้ป่วยที่มีความผิดปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงโมเดลทำนายถูก 27 เสียงและทำนายผิด 1 เสียงในขณะที่จำนวนเสียงปอดของคนปกติจำนวนทั้งหมด 28 เสียงเท่ากันโมเดลทำนายถูกเพียง 16 เสียงและทำนายผิดถึง 12 เสียง ซึ่งสามารถสรุปค่าต่างๆของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ได้ดังต่อไปนี้ Sensitivity : 94.12 % , Specificity : 69.23 % และ Accuracy : 76.78 % จากผลการทดสอบทั้งหมดที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลมีความสามารถในการใช้งานได้ดีกว่าหูฟังแพทย์ปกติที่ใช้งานกันอยู่ทั่วไป รวมไปถึงระบบปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการนำปัญญาประดิษฐ์มาช่วยวิเคราะห์และจำแนกสัญญาณเสียงปอดที่ได้จากการบันทึกด้วยอุปกรณ์หูฟังแพทย์ทางไกลเพื่อเป็นระบบสำหรับช่วยเหลือแพทย์ในการวินิจฉัยโรคได้สะดวกและรวดเร็วขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจต่อไปในอนาคต

บรรณานุกรม

Abbasi, S., Derakhshanfar, R., Abbasi, A. and Sarbaz, Y. 2013. Classification of normal and abnormal lung sounds using neural network and support vector machines. In 2013 21st Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE).; May, pp. 1-4.

ALTAN, G., Kutlu, Y., Garbi, Y., Pekmezci, A. Ö. and Nural, S. 2017. Multimedia respiratory database (RespiratoryDatabase@ TR): Auscultation sounds and chest X-rays. Natural and Engineering Sciences.; 2(3), 59-72.

Amrulloh, Y., Abeyratne, U., Swarnkar, V. and Triasih, R. 2015. Cough sound analysis for pneumonia and asthma classification in pe-diatric population. In 2015 6th International Conference on Intelligent Systems.; February, pp. 127-131.

Andrès, E., Gass, R., Charloux, A., Brandt, C. and Hentzler, A. 2018. Respiratory sound analysis in the era of evidence-based medicine and the world of medicine 2.0. Journal of medicine and life.; 11(2), 89.

Azmy, M. M. 2015. Classification of lung sounds based on linear prediction cepstral coefficients and support vector machine. In 2015 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT).; November, pp. 1-5.

Demir, F., Sengur, A. and Bajaj, V. 2020. Convolutional neural networks based efficient approach for classification of lung diseases. Health information science and systems.; 8(1), 1-8.

Emmanouilidou, D., McCollum, E. D., Park, D. E. and Elhilali, M. 2017. Computerized lung sound screening for pediatric auscultation in noisy field environments. IEEE Transactions on Biomedical Engineering.; 65(7), 1564-1574.

Fraiwan, L., Hassanin, O., Fraiwan, M., Khassawneh, B., Ibnian, A. M. and Alkhodari, M. 2021. Automatic identification of respiratory diseases from stethoscopic lung sound signals using ensemble classifiers. Biocybernetics and Biomedical Engineering.; 41(1), 1-14.

Haider, A., Ashraf, M. D., Azhar, M. U., Maruf, S. O., Naqvi, M., Khawaja, S. G. and Akram, M. U. 2014. Separation and classification of crackles and bronchial breath sounds from normal breath sounds using Gaussian mixture model. In International Conference on Neural Information Processing, Springer, Cham.; November, pp. 495-502.

Islam, M. A., Bandyopadhyaya, I., Bhattacharyya, P. and Saha, G. 2018. Multichannel lung sound analysis for asthma detection. Com-puter methods and programs in biomedicine.; 159, 111-123.

Liu, Y., Zhang, C. M., Zhao, Y. H. and Dong, L. 2006. The feature extraction and classification of lung sounds based on wavelet packet multiscale analysis. Chinese Journal of Computers.; 29(5), 769.

Palaniappan, R., Sundaraj, K. and Sundaraj, S. 2014. A comparative study of the svm and k-nn machine learning algorithms for the diagnosis of respiratory pathologies using pulmonary acoustic signals. BMC bioinformatics.; 15(1), 1-8.

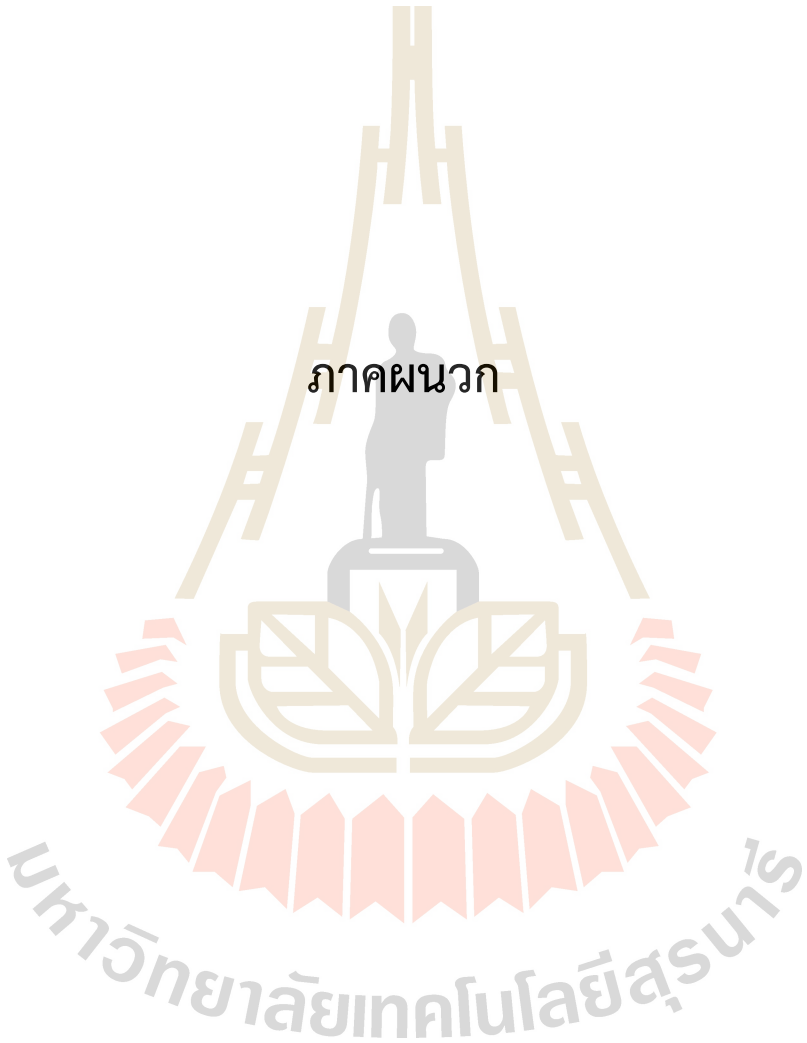
Sengupta, N., Sahidullah, M. and Saha, G. 2016. Lung sound classification using cepstral-based statistical features. Computers in biol-ogy and medicine.; 75, 118-129.

Tripathy, R. K., Dash, S., Rath, A., Panda, G. and Pachori, R. B. 2022. Automated Detection of Pulmonary Diseases from Lung Sound Signals Using Fixed-Boundary-Based Empirical Wavelet Transform. IEEE Sensors Letter.; 6(5), 1-4.

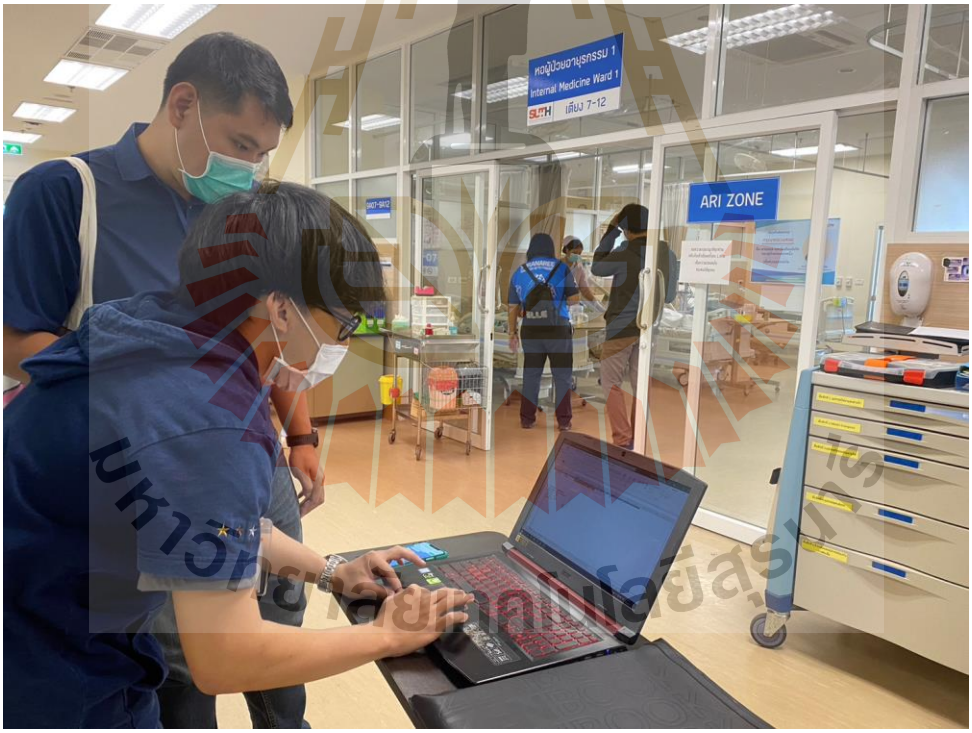
Uysal, S., Uysal, H., Bolat, B. and Yıldırım, T. 2014. Classification of normal and abnormal lung sounds using wavelet coefficients. In 2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU).; April, pp. 2138-2141.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก



จัดประชุมชี้แจ้งการดำเนินงานโครงการวิจัยในโรงพยาบาลให้ผู้ปฏิบัติงานทราบ



เข้าเก็บข้อมูลเสียงปอดด้วยหูฟังแพทย์แบบดิจิตอลในหอผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เก็บข้อมูลเสียงปอดด้วยหูฟังแพทย์แบบดิจิตอลในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีภายในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล ได้รับปริญญาวิศวกรรมไฟฟ้าระดับปริญญาตรีในปีพ.ศ. 2539 และปริญญาโทในปี พ.ศ. 2541 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทยและได้รับปริญญาเอกด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและวิศวกรรมไฟฟ้าจากมหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์ ปริสเบน เมืองบริสเบน ออสเตรเลียในปีพ.ศ. 2550

ตั้งแต่ปีพ.ศ 2541 ถึงปีพ.ศ 2544 ได้เข้าทำงานเป็นพนักงานหนึ่งในบริษัทโทรคมนาคมชั้นนำในประเทศไทย ณ ปัจจุบันกำลังปฏิบัติงานเป็นรองศาสตราจารย์ ชำนาญการและเป็นคณบดีฝ่ายงบประมาณที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย โดยมีผลงานวิจัยมากกว่า 100 เรื่องและเป็นผู้เขียนหรือผู้แต่งร่วมในหนังสือต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายขั้นสูง Internet of Things (IoT) วิศวกรรมคลื่นสมองและเครือข่ายเซ็นเซอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี