A Survey of Medical Ultrasound Image Analysis using Neural Network

วุฒิชัย โนนสาคู

H2I-Comm laboratory, ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

nonsakhoo@gmail.com

บทคัดย่อ

งานนี้ทำการศึกษางานวิจัยด้านด้านวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์โดยเฉพาะภาพอัลตราซาวนด์อวัยวะภายในช่องท้องด้วยเทคนิกการประยุกต์ใช้โมเดลและการดัดแปลงโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ประเภทของงานเพื่อการจำแนกประเภทของภาพออกเป็นคลาสต่าง ๆ ตามชนิดของปัญหาที่ทำการวิเคราะห์ งานวิจัยในปัจจุบันมุ่งเน้นการนำโมเดลที่ถูกสอนไว้ก่อนแล้วมาเพื่อดัดแปลงโครงสร้างบางส่วนและปรับแต่งค่าน้ำหนักบางเลเยอร์เพื่อให้สามารถใช้งานกับปัญหาของแต่ละงานวิจัยได้ งานบางส่วนได้ทำการเสนอโครงสร้างใหม่และทำการเปรียบเทียบกับโครงสร้างตามธรรมเนียมที่ถูกนำเสนอไว้ก่อนแล้ว การศึกษานี้ได้ทำการสรุปและจัดกลุ่มการใช้งาน เทคนิก และการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละงานวิจัย ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการจำแนกประเภทภาพถ่ายทางการแพทย์โดยเฉพาะภาพอัลตราซาวนด์ได้ปีนอย่างดี

คำสำคัญ: อัลตราซาวนด์ โครงข่ายประสาทเทียม การวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์

Abstract

This work studies medical imaging analysis, especially the ultrasound of the abdominal organs using technology, the application of models and structural modifications of the convoluted neural network. Types of work for classifying images into different classes according to the type of problem being analyzed. Current research focuses on using pre-taught models to modify certain structures and adjust certain weight values so that they can be applied to problems in each research. Some of the work has proposed a new structure and compared it with the traditionally proposed structure. This study summarizes and classifies the use of techniques and evaluates the effectiveness of each research. The results show that artificial neural networks can be applied to medical image classification, especially ultrasound images.

Keyword: Ultrasound, Neural Network, Medical Image Analysis

1. บทนำ

เป็นระยะเวลายาวนานที่ปัญหาทางด้านการตรวจจับวัตถุต่าง ๆ ในภาพอัลตร้าซาวนด์เป็นสิ่งที่ท้าทาย เป็นโจทย์วิจัยที่ยังต้องการการแก้ไขปัญหาและพัฒนากระบวนการให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ตราบจนปัจจุบัน วัตถุประสงค์หลักของการตรวจจับนั้นเพื่อระบุและจัดแบ่งประเภทของภาพออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ (เช่น ภาพของตับ ปอด ไต ม้าม ถุงน้ำดีและกระเพาะอาหาร) จึงมีการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ด้านการประมวลผลภาพมาใช้สำหรับการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์ โดยเฉพาะภาพอัลตร้าซาวนด์มากขึ้น นอกเหนือจากการตรวจจับวัตถุในภาพแล้ว ยังถูกใช้ในงานด้านอื่น ๆ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของภาพ การจัดแบ่งจำแนกประเภท และการแบ่งส่วนองค์ประกอบต่าง ๆ ของวัตถุภายในภาพอีกด้วย ตั้งแต่ในยุคแรกเริ่มที่มีการคิดค้นกระบวนการทางปัญญาประดิษฐ์และสร้างขึ้นจากภาษาทางการเขียนโปรแกรมต่าง ๆ เมื่อวิวัฒนาการด้านคอมพิวเตอร์พัฒนาอย่างก้าวกระโดด ทำให้กระบวนการเหล่านั้นถูกพัฒนาตามไปด้วยอย่างรวดเร็ว

จนกลายเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนขึ้น เป็นการเรียนรู้ของเครื่องที่จะเรียนรู้งานประเภทต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์อีกต่อไป งานหลักที่สำคัญที่สุดของการเรียนรู้ของเครื่องคือการจำแนกวัตถุภายในภาพ เช่น อวัยวะต่าง ๆ ในภาพอัลตร้าซาวนด์ ด้วยเทคนิคเครือข่ายประสาทเทียม ตัวจำแนกเชิงเส้น และ Support Vector Machine (โดยใช้เคอเนลจำพวก Radial basis function, Polynomial, Mercer condition, KTT condition เป็นต้น) ปัจจุบันกระแสด้านเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นและกำลังจะรับช่วงต่อจาก SVM เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่อย่างมหาศาลในปัจจุบัน การโยนภาระการเข้าใจในข้อมูลเหล่านั้นให้เครื่องเรียนรู้ด้วยตัวเองจึงเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ง่ายกว่า ในด้านการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์นั้น Convolutional Neural Network (CNN) เป็นโครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านการนำโครงสร้างมาใช้งานโดยตรงและการดัดแปลงเป็นโครงสร้างใหม่ ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้กับข้อมูลที่จำเพาะมากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลภาพถ่ายทางการแพทย์ ดังนั้นเปเปอร์นี้จึงได้ทำการรวบรวมงานวิจัยและเทคนิคต่าง ๆ ในรอบ 3 ปี ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ CNN ที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์ถึงกระบวนการภายในรวมถึงการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงข่ายประสาทเทียม

หลังจากที่โครงข่ายประสาทเทียมเริ่มได้รับความนิยมในการประยุกต์ใช้ในข้อมูลประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะการรู้จำคุณลักษณะสำคัญเพื่อจำแนกชนิดของข้อมูลมีความต้องการใช้และต้องการการเรียนรู้ที่มากขึ้นและลึกขึ้นไป กระบวนการ Deep learning จึงเข้ามามีส่วนสำคัญในงานนี้ โดยอาศัยการออกแบบตัวโครงข่ายประสาทเทียมเดิมให้มีจำนวนชั้นของการเรียนรู้ที่มากขึ้น ทำให้สามารถสกัดคุณสมบัติของข้อมูล (โดยเฉพาะข้อมูลภาพ) ได้ละเอียดมากขึ้น โครงสร้างที่ถูกนำเสนอขึ้นต่าง ๆ มักล้วนอยู่บนพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ปัจจุบันมีการนำเสนอโครงสร้างที่หลากหลายและถูกนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในด้านของงานวิจัยและเชิงพาณิชย์ ได้แก่ LeNet, AlexNet, GooLeNet, VGG, ResNet, DenseNet, SqueezeNet, MobileNet และอีกมากมาย โดยแต่ละโมเดลนั้นจะเน้นการทำงานที่เฉพาะด้านและมีจุดเด่นของโมเดลนั้น ๆ เช่น สามารถรองรับการทำงานบนการ์ดแสดงผล ที่มีศักยภาพในการคำนวณที่รวดเร็วและมีหน่วยประมวลผลที่มากกว่าหน่วยประมวลผลกลางของคอมพิวเตอร์ หรือมีการนำเสนอเทคนิคย่อยภายในโครงสร้าง หรือออกแบบให้มีขนาดเล็กสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วอยู่บนอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรณ์จำกัดได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ความซับซ้อนของการประมวลผลยังเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมยังไม่สามารถถูกนำมาใช้งานในงานขนาดระดับย่อยหรือการใช้งานในชีวิตประจำวันได้ การออกแบบโครงสร้างเหล่านี้จึงถือเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้โครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียมนั้น ๆ สามารถนำมาใช้งานได้จริงกับโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 โรคที่สามารถตรวจพบได้ในภาพอัลตราซาวนด์

โรคที่เกิดขึ้นจากความผิดปกติต่าง ๆ ของอวัยวะภายในช่องท้องสามารถถูกตรวจพบได้ง่ายด้วยเทคนิคอัลตราซาวนด์ ทำให้สามารถเห็นถึงความผิดปกติต่าง ๆ ของเนื้อเยื่ออวัยวะได้โดยตรง อีกทั้งอัลตราซาวนด์ยังเป็นเทคนิคหนึ่งที่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำดำเนินการได้อย่างสะดวก และสามารถเห็นผลได้ทันที อวัยวะสำคัญที่มักถูกถ่ายด้วยเทคนิคอัลตราซาวนด์ได้แก่ ไต ม้าม กระเพาะอาหาร ตับอ่อน และตับ หนึ่งในโรคที่สำคัญของประเทศแถบตะวันตกเฉียงใต้นั่นคือมะเร็งท่อน้ำดี เป็นโรคที่ทราบกันดีว่าเกิดจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ประกอบขึ้นจากปลาน้ำจืดมีเกล็ดแบบสุก ๆ ดิบ ๆ ทำให้ผู้ป่วยได้รับไข่พยาธิเข้าไปในร่างกายและจะเจริญเติบโตในบริเวณส่วนปลายของท่อน้ำดีในตับ อาการจะยังไม่แสดงออกมาจนกว่าเนื้อเยื่อตับนั้นจะได้รับความเสียหายจากการอักเสบของท่อน้ำดี ซึ่งบางครั้งอาจเป็นเวลาถึง 20 ปีจึงจะแสดงอาการ ดังนั้น

ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักจะเข้าขั้นเป็นโรคมะเร็งท่อน้ำดีก่อนจะได้รับการตรวจพบและเข้ารับการรักษาได้อย่างทันท่วงที เทคนิกการวิเคราะห์ภาพถ่ายอัลตราซาวนด์ตับเพื่อพิจารณาหาพังผืดที่เกิดขึ้นในท่อน้ำดีของตับนั้นจึงเป็นส่วนคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยวินิจฉัย ที่จะมาทำหน้าที่ช่วยผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ภาพถ่ายอัลตราซาวนด์ตับที่มีอยู่จำนวนมหาศาลนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มโอกาสรอดชีวิตสำหรับกลุ่มเสี่ยงต่อโรคนี้ได้เป็นอย่างดี

2.3 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในงานด้านการตรวจจับวัตถุทั่วไป

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในด้านการตรวจจับวัตถุทั่วไปมีวิวัฒนาการจากการพยายามสกัดคุณสมบัติของภาพในหลายพื้นที่และการแทนแบบพิรามิด แล้วนำคุณสมบัติที่สกัดออกมานั้นเข้าสู่ตัวแบบการทำนายและจำแนกประเภท จากนั้นมีการประยุกต์ใช้เทคนิกการสกัดคุณสมบัติแบบการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ละเอียดมากขึ้น แต่สิ่งที่เกิดขึ้นตามมานั่นคือความซับซ้อนและเวลาในการประมวลผล ทำให้มีการเสนอเทคนิกการเลือกพิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่สนใจก่อนที่จะส่งพื้นที่นั้นเข้าสู่กระบวนการสกัดคุณสมบัติที่มีพื้นฐานบนโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันและเข้าสู่ตัวแบบการจำแนกประเภทในลำดับสุดท้าย วิธีนี้ยังได้รับการพัฒนาด้านประสิทธิภาพให้รวดเร็วขึ้นในอีกหลาย ๆ งานต่อมา รวมถึงการเสนอวิธีการต่าง ๆ ในการพิจารณาพื้นที่เสนอที่สนใจโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมอีกชุดหนึ่งร่วมด้วย และในงานลำดับล่าสุดที่ถือเป็นงานที่ได้รับความนิยมนำไปประยุกต์ใช้งานมากที่สุดนั่นคือกระบวนการที่ชื่อว่า “คุณมองแค่ครั้งเดียว” ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถทำงานได้อย่างนรวดเร็วแทบจะเรียกได้เป็นเวลาจริง มีกระบวนการสำคัญอยู่สองส่วนคือการประมาณการกล่องของกรอบวัตถุและความน่าจะเป็นของคลาสต่าง ๆ ของกรอบนั้นพร้อม ๆ กัน และการแยกข้อมูลนำเข้าออกเป็นส่วนต่าง ๆ แล้วดำเนินการกระบวนการก่อนหน้านี้แบบแยกส่วน จากนั้นจึงรวมความน่าจะเป็นทั้งหมดและค่าสูงสุดของคลาสที่ทำนายเพื่อเป็นคำตอบสุดท้าย อย่างไรก็ตาม กระบวนการต่าง ๆ ข้างต้นนั้นเป็นการทำงานแบบ 2 ขั้นตอน ภายหลังจึงมีผู้ที่พยายามลดขั้นตอนเหล่านั้นให้เหลือเพียงขั้นตอนเดียว ที่สามารถทำงานได้แบบเป็นลำดับตั้งแต่ต้นจบนจบได้โดยไม่ต้องแยกพิจารณาหรือรอคำตอบจากส่วนอื่น ซึ่งจะทำให้ได้คำตอบได้รวดเร็วมากขึ้นไปอีก

2.4 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในงานด้านการจำแนกประเภทของภาพถ่ายทางการแพทย์

ภาพอัลตราซาวนด์ช่องท้องถูกนำมาเป็นข้อมูลนำเข้าของตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อทำการแบ่งส่วนองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในภาพเพื่อทำการประมาณขนาดเส้นรอบวงของช่องท้องของผู้ป่วย ทำให้ประมาณค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้จากการใช้เพียงภาพอัลตราซาวนด์เป็นข้อมูลนำเข้าเพียงอย่างเดียว โครงสร้างนี้มีข้อดีคือสามารถดำงานได้แบบทันที ทนต่อสัญญาณรบกวนและความผิดเพี้ยนของภาพที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของโพรบและอวัยวะได้ อย่างไรก็ตาม การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบนี้อาศัยการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางและกระบวนการนี้ยังไม่สามารถใช้ได้กับข้อมูลจากแหล่งอื่น การทนต่อสัญญาณรบกวนแบบต่าง ๆ ที่ได้จากงานนี้นั้นยังสอดคล้องกับกระบวนการพื้นฐานที่ใช้มาก่อนหน้านี้ที่มีข้อจำกัดมากกว่า นั่นคือการถ่ายภาพอัลตราซาวนด์ด้วยเฟรมเรทที่สูงและชดเชยค่าความสว่างของภาพด้วยตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม ถึงบงบแม้จะสามารถแก้ไขปัญหาความผิดเพี้ยนของระดับความสว่างในบริเวณต่าง ๆ ของภาพได้เป็นอย่างดีแต่กลับไม่สามารถใช้งานได้จริงเนื่องจากข้อจำกัดทางงด้านความซับซ้อนและระยะเวลาในการประมวลผล เทคนิกการเพิ่มประสิทธิภาพของภาพออัลตราซาวนด์ยังคงต้องได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถใช้งานได้ในเวลาจริงต่อไป

ขณะที่การใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำการจำแนกประเภทนั้นกลับเป็นที่ได้รับความนิยมมากกว่า และถูกใช้เป็นหัวใจหลักของหลาย ๆ งาน การวิเคราะห์เนื้อเยื่อของตับโดยใช้กระบวนการสกัดคุณสมบัติสำคัญด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันแล้วนำเข้าสู่ตัวแบ่งแยก

ประเภทที่ถูกสอนมาเฉพาะ สามารถบอกประเภทของความผิดปกติของเนื้อเยื่อตับได้ว่าเป็นไขมันพอกตับ ตับแข็ง หรือมะเร็งตับหรือไม่ นับเป็นความพยายามริเริ่มนำโครงสร้างพื้นฐานที่อยู่บนเทคนิกการคอนโวลูทมาใช้เพื่อลดภาระของการพยายามเข้าใจคุณสมบัติเฉพาะของภาพถ่ายนั้นลงไปได้ บางงานได้จำลองการพิจารณาตัวแปรสำคัญหลัก ๆ ที่จะบ่งชี้ความผิดปกติหรือไม่ปกติของตับได้จากการพิจารณาเพียงเส้นเยื่อหุ้มตับ และเสนอเทคนิกการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลนำเข้าให้มีความหลากหลายมากขึ้น ก่อนที่จะนำเข้าสู่ตัวแบบการสกัดคุณสมบัติ ทำให้ตัวแบบเห็นถึงคุณมบัติบางอย่างได้มากขึ้น โดยใช้กระบวนการเดียวกัน ถือเป็นการใช้กระบวนการเพียงครั้งเดียวแต่ได้ผลลัพธ์ที่มากขึ้นโดยไม่เพิ่มความซับซ้อนของระบบมากนัก อย่างไรก็ดี การพิจารณาเพียงเงื่อนไขเดียวอาจไม่ครอบคลุมถึงสาเหตุทั้งหมดที่ล้วนส่งผลต่อผลลัพธ์เดียวกัน กล่าวคือ เป็นการเสนอเทคนิกเพิ่มมิติของข้อมูลแต่ไม่ได้เน้นผลลัพธ์ของการทำงานมากนัก หลายงานที่ถูกกล่าวถึงข้างต้นนั้นเป็นการนำโครงสร้างหลักของโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้งานโดยตรง เพียงแต่จัดการที่กระบวนการก่อนการประมวลผล เพื่อให้ได้ข้อมูลนำเข้าที่หลากหลายมากขึ้น และเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างออกไปโดยไม่ได้มีการดัดแปลงโครสร้างของตัวแบบมากนัก ขณะที่งานที่เสนอกระบวนการวิเคราะห์เนื้อเยื่อตับว่ามีความผิดปกติหรือไม่ ได้เสนอการใช้เทคนิกการตกออกของบางโหนดในแต่ละเลเยอร์เพื่อคัดกรองการประมวลผลที่เกินความจำเป็นออกไป ทั้งยังส่งผลให้ตัวแบบมีความซับซ้อนโดยไม่จำเป็นออก ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่เที่ยงตรงมากขึ้น โดยอาศัยการปรับปรุงตัวแบบบนพื้นฐานของโมเดล VGGNet และใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์เป็นตัวจำแนกประเภท ส่งผลให้ความถูกต้องของการทำนายสูงกว่าการใช้โมเดลแบบเรียนรู้ล่วงหน้าของหลาย ๆ โครงสร้างอย่างเห็นได้ชัด ขณะที่บางงานได้นำเสนอเฟรมเวิร์คเพื่อการวิจัยด้านการเรียนรู้ของเครื่องโดยเฉพาะ โดยจำลองการทำงานภทของเนื้อเยื่อตับได้ว่าปกติหรือไม่ เป็นต้น การจำแนกชนิดของภาพถ่ายอัลตราซาวนด์เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของการประยุกต์ใช้โครงขข่ายประสาทเทียม โดยการสอนโมเดลด้วยภาพถ่ายของอวัยวะภายในช่องท้องต่าง ๆ อาทิ อาทิ ตับ ถุงน้ำดี ไต ม้าม ตับอ่อน เพื่อให้ตัวโมเดลสามารถทำนายอวัยวะได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวโมเดลสามารถทำนายได้แม่นยำกว่ามนุษย์ในบางกรณี แต่อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้กลับไม่สามารถรองรับความถูกต้องได้ในเชิงของงานทางคลินิกสำหรับนักรังสีวิทยา อีกทั้งตัวแบบยังมีข้อจำกัดในด้านการรองรับภาพอัลตราซาวนด์ที่มีความละเอียดสูงขึ้นได้ ตัวอย่างสุดท้ายของการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์ได้แก่การนำโครงสร้างแบบคอนโวลูชันเพื่อสกัดคุณสมบัติของผิดปกติของผิวหนัง จากนั้นนำคุณสมบัติเหล่านั้นผ่านกระบวนการเข้ารหัสเฉพาะที่เสนอขึ้น ก่อนจะผ่านเข้าสู่ตัวแบบการทำนายคลาสผลลัพธ์ด้วย SVM ผลลัพธ์ที่ได้สามารถทำนายได้ว่าภาพถ่ายผิวหนังที่นำเข้านั้นมีโอกาสที่จะเป็นโรคความผิดปกติของเซลล์ผิวเท่าใด ซึ่งนำไปสู่การเป็นโรคมะเร็งผิวหนังได้ในลำดับต่อไป

3. เปรียบเทียบและอภิปราย

การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งอภิปรายได้เป็น 4 ประเด็นดังต่อไปนี้

3.1 การใช้เพื่อสกัดคุณสมบัติ

เป็นการใช้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเฉพาะในส่วนของเลเยอร์แรก ๆ โดยตัดการทำงานเลเยอร์ท้าย ๆ ออกไปซึ่งเป็นส่วนของการจำแนกประเภทโดยการใช้แบบการเชื่อมต่อแบบสมบูรณ์ทิ้ง อาศัยเพียงคุณสมบัติที่สกัดได้นั้นนำเข้าสู่ตัวจำแนกประเภทที่ถูกสอนมาเฉพาะ การใช้งานลักษณะนี้มักจะเป็นการใช้โมเดลที่ผ่านการสอนมาระดับหนึ่งก่อน จากนั้นทำการปรับปรุงค่าน้ำหนักใหม่ในข้อมูลใหม่ หรืออาจเป็นการปรับเปลี่ยนฟังก์ชันการเปิดใช้งานใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลใหม่ที่นำไปใช้งาน เป็นต้น ตัวอย่างตัวจำแนกประเภทที่นิยมใช้ได้แก่ Linear SVM และ Softmax classifier

3.2 การปรับจูนแบบละเอียดสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

วิธีการแบบที่สองนี้ไม่เพียงแต่จะทำการสอนตัวโมเดลสำหรับจำแนกที่อยู่ในเลเยอร์ท้าย ๆ ของโมเดลใหม่เท่านั้น แต่ยังปรับแต่งค่าน้ำหนักของเครือข่ายด้วยกระบวนการ backpropagation ย้อนกลับทุกเลเยอร์ของโมเดล หรืออาจจะทำการคงค่าไว้บางเลเยอร์ที่ต้องการได้เช่นกัน (เช่น เลเยอร์แรก ๆ) การใช้งานในลักษณะนี้จะสังเกตได้ว่า ณ เลเยอร์แรก ๆ ของการสกัดคุณสมบัติจะมีความเป็นทั่วไปของข้อมูลมากกว่าเลเยอร์ท้าย ๆ เช่น การพิจารณาเส้นขอบ สี) ดังนั้น การปรับแต่งบางเลเยอร์เฉพาะเท่าที่จำเป็นจึงไม่เพียงแต่ทำให้การสอนตัวโมเดลเป็นไปด้วยความรวดเร็วแล้วยังทำให้ตัวโมเดลนั้นมีความแม่นยำมากกว่าการที่ต้องสอนโมเดลด้วยการสุ่มค่าน้ำหนักทั้งหมดตั้งแต่ต้น อย่างไรก็ตามโมเดลส่วนใหญ่มักจะถูกสอนมาล่วงหน้าด้วยชุดข้อมูลทั่วไป หรือเป็นการพิจารณาถึงวัตถุทั่วไปในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ในทางการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์จึงอาจมีกระบวนการบางอย่างที่จำเพาะมากขึ้นเพื่อการสอนโมเดลด้วยชุดข้อมูลใหม่บนฐานโมเดลเดิม เพื่อให้ยังสามารถทำงานได้และมีความถูกต้องมากขึ้น

3.3 การใช้โมเดลที่ถูกสอนมาล่วงหน้าแบบเต็มรูปแบบ

กรณีเช่นนี้พบได้น้อยกว่า 2 แบบแรกมากเนื่องจากเป็นการใช้ตัวต้นแบบที่ถูกสอนมาแล้วกับชุดข้อมูลเดิมเพื่อนำมาใช้กับข้อมูลใหม่ที่มีลักษณะงานชนิดเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ในทางการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์แล้วพบโมเดลในลักษณะนี้น้อยมาก เนื่องจากประเด็นปัญหาของแต่ละงานวิจัยค่อนข้างมีความจำเพาะ ดังนั้นงานวิจัยที่ใช้โมเดลในลักษณะนี้มักจะมีการนำเฉพาะโครงสร้างที่ต้องการ มาทำการดัดแปลงและสอนระบบใหม่ตั้งแต่ต้นมากกว่าที่จะนำมาใช้งานโดยตรง

3.4 เปรียบเทียบงานวิจัยและประสิทธิภาพ

ตัวแปรสำคัญที่ใช้วัดประสิทธิภาพของโมเดลและโครงสร้างของแต่ละงานวิจัยคือร้อยละของความถูกต้อง ซึ่งแต่ละงานมักจะแสดงความถูกต้องเทียบกับตัวเองเป็นหลัก เนื่องจากธรรมชาติของงานการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์นั้นมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ ที่มักจะไม่ค่อยมีงานในลักษณะที่ใกล้เคียงกันให้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้านความถูกต้องมากนัก อย่างไรก็ตาม ตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพโดยรวมของโครงสร้างและโมเดลมักจะถูกแสดงให้เห็นได้ในบางงานเช่นกัน โดยเฉพาะงานที่ลงรายละเอียดเชิงลึกในด้านเทคนิก เช่น การดัดแปลงโครงสร้างของเครือข่ายประสาทเทียมเพื่องานการจำแนกประเภทนั้น ๆ เป็นต้น ตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่การพิจารณาพื้นที่ภายใต้การดำเนินงานรับเส้นโค้งลักษณะ (Area Under Receiver Operating Characteristic Curve: AUC) และความสามารถของตัวแบบในการทำนายอัตราจริงบวกและจริงลบ (True Positive Rate and True Negative Rate: TPR and TNR) เป็นต้น มีแนวโน้มว่างานที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียมเฉพาะส่วนของการสกัดคุณลักษณะแล้วป้อนให้กับโมเดลที่สร้างขึ้นมาเฉพาะ จะมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงกว่าโมเดลที่ใช้โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบสมบูรณ์ที่ซึ่งประกอบด้วยเลเยอร์การเชื่อมต่อกันแบบสมบูรณ์ของส่วนจำแนกประเภท เนื่องด้วยความซับซ้อนที่มากกว่าและมีข้อจำกัดในการใช้งานที่มากกว่าแบบแรก อย่างไรก็ดี การใช้เทคนิกการปรับจูนไฮเปอร์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของโครงสร้างเช่นกัน เช่น จำนวนเลเยอร์ของเลเยอร์ซ่อน เทคนิกการตกออก ประเภทของฟังก์ชันการเปิดการทำงาน และการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละโหนดในตอนเริ่มต้น อีกหนึ่งการเลือกใช้และปรับปรุงไฮเปอร์พารามิเตอร์ที่ส่งผลต่ออัตราการเรียนรู้ของโมเดลได้แก่การกำหนดอัตราการเรียนรู้ จำนวนรอบของการสอนโมเดล ขนาดของชุดข้อมูล กระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ใช้ และการกำหนดโมเมนตัม เป็นต้น ตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของแต่ละงานวิจัยทั้งสิ้น แต่เนื่องด้วยความจำเพาะของแต่ละงาน และจำนวนของงานวิจัยที่ใกล้เคียงกันโดยเฉพาะในปัญหาด้านการวิเคราะห์ภาพอัลตราซาวนด์ในปัจจุบันยังมีน้อยมากทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพได้อย่างตรงไปตรงมา ทำได้

เพียงเปรียบเทียบตัวแปรอื่น ๆ เทียบเคียงเท่านั้น

4. สรุป

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์โดยเฉพาะภาพอัลตราซาวนด์อวัยวะภายในช่องท้องด้วยเทคนิกการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในระยะเวลาย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งลักษณะการใช้งานออกได้เป็น 3 แบบคือการใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวโลชันสำหรับหน้าที่ในการสกัดคุณสมบัติที่สำคัญเพื่อนำคุณสมบัติที่สกัดได้นั้นเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับตัวแบบที่ถูกสร้างขึ้นมาเฉพาะ แบบที่สองคือการใช้โมเดลที่มีอยู่แล้วและทำการปรับจูนค่าน้ำหนักของบางเลเยอร์เพื่อให้สามารถใช้งานในข้อมูลที่มีความจำเพาะมากขึ้นได้ และแบบสุดท้ายคือการใช้โมเดลที่มีอยู่แล้วเพื่อประยุกต์กับข้อมูลใหม่ที่มีอยู่แล้ว ส่วนใหญ่มักจะเป็นการนำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลมากกว่าที่จะเสนอการปรับปรุงโครงสร้างหรือเป็นการนำเสนอโครงสร้างใหม่ ๆ อีกทั้งความจำเพาะของแต่ละงานและจำนวนงานวิจัยในลักษณะเดียวกันที่ยังน้อย ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพต่าง ๆ ได้อย่างตรงไปตรงมา จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้เห็นว่างานด้านการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางการแพทย์ด้วยเทคนิกโครงข่ายประสาทเทียมนั้นยังเป็นปัญหาวิจัยที่กำลังได้รับความนิยมขึ้นเป็นระดับและยังมีอีกหลายปัญหาทางการแพทย์ที่สามารถนำเทคนิกทางคอมพิวเตอร์นี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการพัฒนากระบวนการที่ถูกนำเสนอไว้แล้วแต่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความซับซ้อนในการประมวลผลให้สามารถใช้งานแบบเวลาจริงได้ ซึ่งเป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลให้กระบวนการจากานวิจัยต่าง ๆ ถูกนำไปใช้ได้ในสถานการจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] P. P. Lin, and K. Jules, “An intelligent system for monitoring the microgravity environment quality on-board the International Space Station,” *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement*, vol. 51, no. 5, pp. 1002-1009, 2002.

[2] P. K. Simpson, “Fuzzy min-max neural networks-part 1: classification,” *IEEE Trans. Neural Networks*, vol. 3, no. 5, pp. 776-786, 1992.

[3] S. Wu and T. W. S. Chow, “Induction machine fault detection using SOM-based RBF neural networks” *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, vol. 51, no. 1, pp. 183-194, 2004.

[4] P. Meesad, “A One Pass Algorithm for Generating Fuzzy Rules from Data” *The 8th National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC 2004)*, Hat Yai , Songkhla, Thailand, Oct 21-22, 2004.

[5] P. Meesad and G. Yen, “Fuzzy Temporal Representation and Reasoning,” *Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS03)*, Bangkok, Thailand, May 25-May 28, 2003, Vol. 5, pp.789-792.

[6] P. Meesad and G. Yen, “Combined Numerical and Linguistic Knowledge Representation for Medical Diagnosis,” *IEEE transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: systems and humans*, Vol.33, No. 2, pp. 206-222, 2003.

[7] P. Meesad and G. Yen, “Accuracy, Comprehensibility, and Completeness Evaluation of a Fuzzy Expert System,” *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (IJUFKS)*, Vol. 11, No. 4, pp. 445-466, 2003.

[8] พยุง มีสัจ และ สมิช บัตรเจริญ, “การเปรียบเทียบผลพยากรณ์ปริมาณเลขหมายของชุมสายโทรศัพท์ระหว่างการถดถอยพหุคูณกับโครงข่ายประสาทเทียม” *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เม.ย.-มิ.ย. 2548 หน้า 54-64.

[9 พยุง มีสัจ และ สมพิศ โยมา, “ระบบสารสนเทศสำหรับงานการจัดการเรียนการสอนของระบบงานทวิภาคี,” *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา* ปีที่ 16 ฉบับที่ 51 กรกฎาคม-กันยายน พ.ศ. 2547 หน้า 69-75.

[`10] Elaine Rich and Kevin Knight, *Artificial intelligence*, McGraw-Hill: New York, 1991.