

การประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อจำแนก ปลาแซลมอนและปลาเทราต์

Apply of Deep Learning Techniques for Classify Salmon and Trout

ธนิตชา จินดารา¹, วชิรญาณ ศรีนวล², สุชาพุฒิ ประณีตทอง³, อภิวัฒน์ เกษสาวงศ์⁴

Thanitcha Jindara¹, Wachiraya Srinual², Suchaphut Praneetthong³, Apiwat Ketsawong⁴

s6506021620121@email.kmutnb.ac.th¹, s6506021620172@email.kmutnb.ac.th²

s6506021620202@email.kmutnb.ac.th³, s6506021620211@email.kmutnb.ac.th⁴

บทคัดย่อ

งานนี้เป็นการนำเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมาประยุกต์ในการจำแนกรูปภาพของปลาแซลมอนและปลาเทราต์ โดยใช้โมเดลเชิงลึก การใช้ข้อมูลรูปภาพปลาแซลมอนและปลาเทราต์ จำนวนมากเพื่อฝึกและทดสอบโมเดล โดยการฝึกสอนโมเดลหลายรอบเพื่อให้มันเรียนรู้และจำแนกรูปลักษณะของปลาแซลมอนและปลาเทราต์ออกจากกันได้ ข้อมูลรูปภาพที่นำมาใช้ในการทดสอบโมเดลมีจำนวนทั้งหมด 1960 ภาพ แบ่งเป็นคลาสทั้งหมด 2 คลาส และตั้งค่าฝึกสอนจำนวน 28 รอบ จากการทดลองพบว่าวิธีการแบบหลายติปเลิร์นนิ่งมีการแยกแยะรูปภาพเนื้อปลาปลาแซลมอนและปลาเทราต์ร้อยละ 66.33 โมเดลที่ได้จากการวิจัยนี้มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับจำแนกเนื้อปลาเพื่อความสะดวกและเข้าใจในการเลือกชนิดเนื้อปลา และลดความเข้าใจผิดในการเลือกชนิดเนื้อปลา

คำสำคัญ – ติปเลิร์นนิ่ง, การแยกแยะรูปภาพ, เนื้อปลาปลาแซลมอนและปลาเทราต์

ABSTRACT

This project applies deep learning techniques to classify images of salmon and trout using a deep learning model. A large dataset of salmon and trout images was used to train and test the model, with the model undergoing multiple training rounds to learn and

distinguish the features of salmon and trout. The image dataset used for testing consists of 1,960 images, divided into two classes, and the model was trained for 30 epochs. Experimental results show that the deep learning approach achieved a classification accuracy of 66.33% in distinguishing between salmon and trout meat images. The model developed in this research has the potential to be used in the development of an information system for fish meat classification, facilitating easier and more accurate fish selection, while reducing misidentifications.

Keywords – deep learning, image classification, salmon and trout meat

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้เชิงลึกมีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยเฉพาะในด้านการจำแนกและรู้จำภาพ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและการประมงเพื่อควบคุมคุณภาพและการบริหารจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การแยกแยะสายพันธุ์ปลาที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น ปลาแซลมอนและปลาเทราต์ ถือเป็นตัวอย่างของปัญหาที่ท้าทาย เนื่องจากปลาเหล่านี้มี

ลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกัน ทำให้การจำแนกด้วยตาเปล่า หรือวิธีการดั้งเดิมอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

การวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก เพื่อจำแนกปลาแฉลมอนและปลาเทราต์ โดยใช้การสร้างแบบจำลองที่สามารถเรียนรู้และจดจำลักษณะเฉพาะของแต่ละสายพันธุ์อย่างแม่นยำ จากการทดลองและทดสอบพบว่า เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกช่วยเพิ่มความถูกต้องในการจำแนกสายพันธุ์ปลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อดีของระบบนี้คือการลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการจำแนกด้วยวิธีดั้งเดิม ส่วนข้อด้อยคือ ความต้องการทรัพยากรในการประมวลผลที่สูง ซึ่งอาจทำให้ระบบใช้เวลามากขึ้น

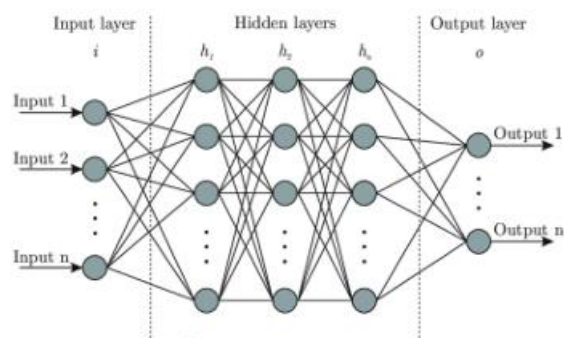
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) มีรูปแบบโครงสร้างและการทำงานของการทำงานประมวลผลเหมือนกับสมองของสิ่งมีชีวิตซึ่งมีปรับเปลี่ยนตัวเองต่อการตอบสนองของอินพุตตามกฎของการเรียนรู้ (Learning rule) หลังจากที่ได้เรียนรู้สิ่งที่ต้องการแล้ว โครงข่ายนั้นจะสามารถทำงานที่กำหนด

2.2 การเรียนรู้เชิงลึก

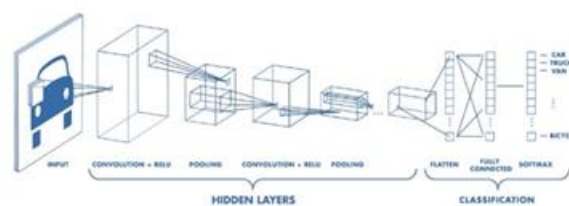
การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) คือ เป็นอัลกอริทึมที่เรียนรู้โดยอัตโนมัติใช้โครงข่ายประสาทหลายๆชั้น (Layer) เหมือนแบบจำลองโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Neurons) และทำการเรียนรู้ข้อมูล โดยใส่ข้อมูลเข้าไปและทำงานเป็นลำดับขั้นขั้นแรกคือชั้นรับข้อมูล (Input Layer) เป็นชั้นที่รับข้อมูลหรือฟีเจอร์ จากนั้นเครื่องจักรจะนำข้อมูลไปประมวลผลในชั้นที่สองคือชั้นซ่อน (Hidden Layer) เพื่อปรับค่าน้ำหนักแล้วเมื่อคำนวณค่าน้ำหนักกับข้อมูลและปรับค่าผลลัพธ์ด้วยฟังก์ชันกระตุ้นแล้วจะนำเสนอข้อมูลผลลัพธ์ไปยังชั้นแสดงผล (Output Layer) ข้อดีของการเรียนรู้เชิงลึกคือผู้พัฒนาไม่จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานกับระบบล่วงหน้าตัวอัลกอริทึมก็สามารถสร้างแบบจำลองและแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้หลากหลายอีกทั้งมีความยืดหยุ่นสูงสำหรับอัลกอริทึมที่ได้รับความนิยมในการจำแนกรูปภาพในปัจจุบันคือ โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน (Convolution Neural Network: CNN



ภาพ 1 โครงสร้าง Deep Learning [4]

2.3 โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน

โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน (Convolution Neural Networks: CNN) เป็นการเรียนรู้ของเครื่องอีกประเภทหนึ่ง (Machine Learning) ที่ได้จำลองรูปแบบประเภทโครงข่ายประสาทเทียมในรูปแบบการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยเริ่มจากกระบวนการสกัดคุณลักษณะที่สำคัญของรูปภาพออกมาโดยใช้ Convolutional Layer ผ่านฟิลเตอร์ในแต่ละขั้นตอนการ Pooling หลังจากนั้นจึงทำการแปลงโครงสร้างของข้อมูลที่ต้องการเรียนรู้ด้วยการ Flatten และเข้าสู่กระบวนการจำแนกด้วยโครงข่ายประสาทเพื่อหาผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งตัวโมเดลจะมีความยืดหยุ่นและสามารถสร้างรูปแบบการเรียนรู้ขึ้นมาได้เองโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบในการเรียนรู้ให้กับตัวโมเดล

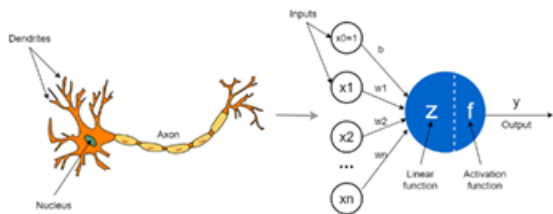


ภาพ 2 โครงสร้าง CNN [5]

2.4 Artificial Neural Network

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาเพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองของมนุษย์ โมเดลจะให้ค่าน้ำหนักซึ่งจะถูกปรับเปลี่ยนค่า เมื่อมีการเรียนรู้ใหม่ๆ เกิดขึ้น ค่าน้ำหนักเปรียบเสมือนความรู้ที่ถูกรวบรวมขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในสมองของมนุษย์เหมือนในระบบประสาทของมนุษย์ภายในโหนดจะมีฟังก์ชันกระตุ้นหรือ

Activation Function ซึ่งเป็นฟังก์ชันสำหรับส่งสัญญาณส่งออกหรือผลลัพธ์ ภาพจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทเทียมแสดงดังภาพที่ 3



ภาพ 3 โครงสร้างของ ANN [6]

2.5 TensorFlow

TensorFlow คือ ไลบรารี deep learning ของบริษัท Google ซึ่งบริษัท Google ได้ใช้เป็นเครื่องมือในงานหลายๆ ด้านเช่น เครื่องมือค้นหา (search engine), คำบรรยายภาพ (image captioning), การแปลภาษา (translation), และเครื่องมือช่วยการเสนอแนะ (recommendations) สามารถใช้งานได้ดีกับภาษา Python แต่อย่างไรก็ตามสามารถใช้ภาษาอื่นๆ ได้เช่น C, Java หรือ Go ซึ่ง TensorFlow เมื่อถูกนำไปใช้แล้วจะช่วยให้โปรแกรมต่าง ๆ ให้ผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ที่สำคัญไลบรารีเหล่านี้สามารถใช้งานได้ทั้งเป็น Open Source และทำงานได้บนอุปกรณ์หลากหลายแพลตฟอร์มทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์และบนอุปกรณ์เคลื่อนที่เช่น สมาร์ทโฟน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Rizal Isnanto และคณะ ในปี 2020 เรื่อง "Fish Freshness Classification Based on Image using Convolutional Neural Network (CNN)" มีเป้าหมายในการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับจำแนกความสดของเนื้อปลาโดยใช้เทคนิค Deep Learning ผ่าน Convolutional Neural Network (CNN) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ภาพถ่ายของเนื้อปลาที่ถูกถ่ายภายใต้สภาวะควบคุม ซึ่งแบ่งภาพถ่ายออกเป็นหลายประเภทตามระดับความสดของปลา เช่น ปลาสดใหม่ ปลาที่สดปานกลาง และปลาที่ไม่สด เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพของปลาในอุตสาหกรรมอาหารทะเล ระบบ CNN ที่ใช้ในการจำแนกความสดของเนื้อปลาสามารถแยกความแตกต่างของเนื้อปลาสดและไม่สดได้แม่นยำกว่า 85% โดยวิเคราะห์จาก

คุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ของเนื้อปลา เช่น สี เนื้อสัมผัส และลักษณะพื้นผิว ซึ่ง CNN สามารถจับคุณลักษณะเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ไม่ได้ระบุจำนวนภาพในชุดข้อมูล train และ test อย่างชัดเจน แต่โดยทั่วไปแล้ว การวิจัยในลักษณะนี้จะใช้ชุดข้อมูลที่แบ่งเป็น Train และ Test เพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้และทดสอบได้อย่างเหมาะสม



3. วิธีดำเนินการศึกษา

การแยกแยะรูปเนื้อปลาแชลมอนและปลาเทราต์ด้วยรูปภาพโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกแบบ Supervise learning มีการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่ 1) การรวบรวมและเตรียมข้อมูล 2) การสร้างโมเดลจำแนกภาพ 3) การวัดประสิทธิภาพโมเดล 4) การนำโมเดลมาประยุกต์ใช้

3.1 การรวบรวมและเตรียมข้อมูล

รูปภาพที่ได้มาจากเว็บ pixabay 30 รูป, google img 482 รูป, 3aggle datasets 430 รูป, Unsplash 20 รูป, google Dataset search 50 รูป, Facebook 50 รูป ซึ่งเป็นรูปของปลาแชลมอน และ istockphoto 128 รูป, pinterest 21 รูป, pixabay 9 รูป ซึ่งเป็นปลาเทราต์ และแบ่งเป็นชุดข้อมูลจำนวน 3 ชุด train 70% หรือเท่ากับ 1,372 รูป, validation 15% หรือเท่ากับ 294 รูป, test 15% หรือเท่ากับ 294 รูป แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การรวบรวมข้อมูล

ชนิดของภาพ	จำนวนภาพ	ชุด train	ชุด validation	ชุด test
แชลมอน 	980	686	147	147
เทราต์ 	980	686	147	147
รวม	1960	1372	294	294

3.2 การสร้างโมเดลจำแนกภาพ

การสร้างโมเดลแยกแยะเนื้อปลาแซลมอนและเทราต์ มีขั้นตอนดังนี้ การสร้างโมเดลเริ่มจากนำรูปภาพที่ได้จัดเตรียมไว้ทำการฝึกและสร้างโมเดลด้วยภาษา Python และไลบรารี TensorFlow และสร้างโมเดลด้วยเทคนิคแบบโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน โดยโครงสร้างของตัวโมเดลสำเร็จรูปของ InceptionV3 จาก google

3.3 การวัดประสิทธิภาพโมเดล

ในงานวิจัยนี้ใช้มาตรวัดประสิทธิภาพทั้งหมด 4 ตัวคือค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าความถ่วงดุล (F1-score) ซึ่งแต่ละค่ามีวิธีการคำนวณดังสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (4) ตามลำดับ

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$\text{F1-score} = \frac{2 * (\text{Precision} * \text{Recall})}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (4)$$

โดยที่ TP (True Positive) คือ จำนวนข้อมูลที่โมเดลจำแนกได้ถูกต้องและมีผลลัพธ์จริงที่ถูกต้อง

3.4 การนำโมเดลมาปรับใช้

การนำโมเดลจำแนกภาพที่ผ่านการฝึกสอนเรียบร้อยแล้วมาปรับใช้กับเว็บไซต์ตัวอย่างที่ได้จัดทำขึ้น ผู้วิจัยเขียนด้วยภาษา python บนโปรแกรม google colab ชื่อโปรเจกต์ (webProject) เพื่อเรียกใช้โมเดลและประมวลผลในเว็บไซต์ ตัวอย่าง ซึ่งไฟล์โมเดลที่ได้จากการฝึกสอนและผ่านการทดสอบประสิทธิภาพแล้วคือไฟล์ (InceptionV3_3.h5) การเรียกใช้งานโมเดลในโปรแกรม google colab โดยมีการใช้ framework ประกอบดังนี้ ngrok , flask เพื่อเรียกใช้งานโดยการโหลดโมเดลเพื่อมาแสดงผล

4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

ในส่วนของผลการศึกษา ผู้วิจัยแบ่งผลการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้งสองอัลกอริทึม และส่วนของการนำโมเดลไปพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการวัดประสิทธิภาพโมเดล

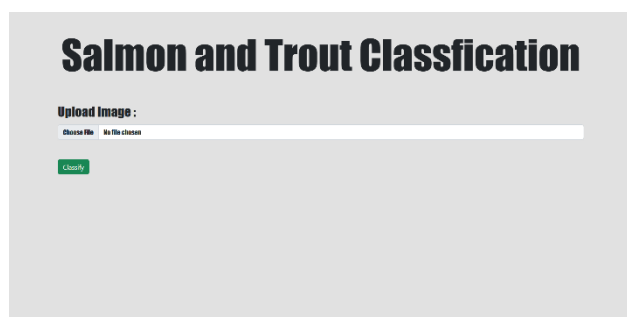
การศึกษานี้ได้ทดลองเปรียบเทียบการสร้างโมเดลการเรียนรู้จดจำรูปภาพเนื้อปลาแซลมอนและเทราต์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน (CNN) เพื่อจำแนกคำตอบเป็น 2 คลาส คือ SALMON กับ TROUT จำแนกรูปภาพจำนวนทั้งสิ้น 1,960 ภาพ โดยผู้วิจัยได้แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ชุด คือ ชุดข้อมูลฝึกจำนวนร้อยละ 70 ชุดข้อมูลทดสอบการฝึกจำนวนร้อยละ 15 และชุดข้อมูลทดสอบจำนวนร้อยละ 15 จากข้อมูลทั้งหมด และวัดประสิทธิภาพด้วยมาตรวัดจำนวน 4 มาตรวัด หลังจากนั้นจะนำผลของการจำแนกของทั้งสองอัลกอริทึมมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและคัดเลือกอัลกอริทึมที่ให้ค่าประสิทธิภาพที่สูงที่สุดนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป ผลการเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 2 จากตารางที่ 2 โดยให้ค่าความแม่นยำ (PRECISION) เท่ากับ 0.68 ค่าความระลึก (RECALL) ค่าความถ่วงดุล (F1-SCORE) และค่าความถูกต้อง (ACCURACY) เท่ากับ 0.66 จึงถูกนำมาใช้ในการพัฒนาต่อยอดสำหรับการจำแนกบนเว็บแอปพลิเคชันต่อไป

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล

Algorithm Measure	CNN	INCEPTIONV3
PRECISION	0.60	0.68
RECALL	0.60	0.66
F1-SCORE	0.59	0.65
ACCURACY	0.60	0.66

4.2 ผลการพัฒนาเว็บไซต์

ผลลัพธ์ของการพัฒนาเว็บไซต์จำแนกเนื้อปลาแซลมอนและเทราต์ มีรายละเอียดดังภาพที่ 4 ซึ่งแสดงหน้าเว็บไซต์ผู้ใช้งานสามารถเลือกอัปโหลดรูปภาพเนื้อปลาแซลมอนและเทราต์เพื่อให้โมเดลทำการจำแนกหาคำตอบ โดยหากตัวโมเดลเรียนรู้แล้วจำแนกออกมาว่าเป็นเนื้อปลาแซลมอน จะแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 5 และหากเป็นเนื้อปลาเทราต์จะแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 6



ภาพ 4 หน้าเว็บไซต์หลัก



ภาพ 5 หน้าเว็บไซต์เมื่อผลลัพธ์เป็นเนื้อปลาแซลมอน



ภาพ 6 หน้าเว็บไซต์เมื่อผลลัพธ์เป็นเนื้อปลาเทราต์

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้เว็บไซต์

ซึ่งผลของการประเมินโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงผลการประเมินดังตารางที่ 3 การประเมินความพึงพอใจในการใช้งานเว็บไซต์จากผู้ใช้งานจำนวนทั้งสิ้น 14 คน โดยแบ่งการประเมินผลออก 5 ด้าน คือด้านการทำงานที่ตรงกับความต้องการของ

ผู้ใช้งานด้านความถูกต้องในการทำงาน ด้านการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้านการใช้งานอย่างสะดวกสบาย ด้านความใช้งานง่าย ในส่วนของผลการประเมินจากการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันพบว่าผู้ใช้งานให้คะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 3.48 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถนำไปใช้ในการจำแนกเนื้อปลาได้ในระดับหนึ่งและถ้าหากได้รับการพัฒนาและปรับปรุง คาดว่าภายในอนาคตจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาต่อคือการเพิ่มอัลกอริทึมในการจำแนกเพื่อให้ค่าประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและนำโมเดลที่ได้ไปพัฒนาเพื่อใช้กับภาพวิดีโอเพื่อให้สามารถใช้งานได้จริงในอนาคต

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

หัวข้อประเมินความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1.ด้านการทำงานที่ตรงกับความใช้งานของผู้ใช้งาน	3.5	ดี
2.ด้านความถูกต้องในการทำงาน	3.8	ดี
3.ด้านการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ	3.5	ดี
4.ด้านการใช้งานอย่างสะดวกสบาย	3.3	ดี
5.ด้านความใช้งานง่าย	3.3	ดี
เฉลี่ยรวม	3.48	ดี

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อจำแนกสายพันธุ์ปลาแซลมอนและปลาเทราต์ โดยประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) ในการสร้างแบบจำลองที่สามารถเรียนรู้ลักษณะเฉพาะของเนื้อปลาแซลมอนกับเทราต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การดำเนินงานเริ่มจากการรวบรวมชุดข้อมูลภาพถ่ายปลาแซลมอนและปลาเทราต์จำนวนทั้งสิ้น 1960 ภาพ ซึ่งแบ่งเป็นสองคลาส ได้แก่ คลาสปลาแซลมอนและคลาสปลาเทราต์ จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาฝึกสอนแบบจำลอง CNN ด้วยโครงสร้างสำเร็จรูป InceptionV3 จาก google เป็นจำนวน 28 รอบ เพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้

และจดจำคุณลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละสายพันธุ์ได้อย่างละเอียด จากการทดสอบพบว่า โมเดลที่ได้มีความสามารถในการจำแนกสายพันธุ์ปลาได้อย่างแม่นยำถึง 66.33%

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมีศักยภาพในการช่วยแก้ปัญหาการจำแนกสายพันธุ์ปลาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารและการประมงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ยังสามารถต่อยอดไปสู่การพัฒนาระบบสารสนเทศที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเลือกชนิดของเนื้อปลาได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดในการเลือกชนิดของปลาและเพิ่มความเข้าใจที่ถูกต้องในกระบวนการผลิตและการบริหารจัดการทรัพยากรอาหาร

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลลัพธ์จะมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้ แต่ยังพบข้อจำกัดที่สำคัญในเรื่องความซับซ้อนของโมเดลที่ส่งผลให้การประมวลผลใช้ทรัพยากรสูง รวมถึงประสิทธิภาพของโมเดลที่ยังคงมีขอบเขตจำกัด ดังนั้นข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตคือการปรับปรุงโครงสร้างของโมเดลเพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผล รวมถึงการเพิ่มคุณภาพของชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน เช่น การเพิ่มความหลากหลายของภาพในสภาวะแสงที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยให้โมเดลมีความแม่นยำสูงขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Fish Species Classification Using Neural Networks ,[ออนไลน์]2565 สืบค้นเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2567. จาก https://www.researchgate.net/publication/369293150_Fish_Species_Image_Classification_Using_Convolutional_Neural_Networks%E2%80%8BFish
- [2] Species Detection Using Deep Learning for Industrial Applications , [ออนไลน์]2564 สืบค้นเมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2567. จาก. https://www.researchgate.net/publication/361275313Fish_Species_Detection_Using_Deep_Learning_for_Industrial_Applications%E2%80%8BIsVoNet8
- [3] A Proposed Deep Learning Model for Classification of Some Fish Species ,[ออนไลน์]2566 สืบค้นเมื่อวันที่ 9

สิงหาคม 2567. จาก.

https://www.researchgate.net/publication/360894758_IsVoNet8_A_Proposed_Deep_Learning_Model_for_Classification_of_Some_Fish_Species%E2%80%8B

- [4] Backpropagation neural network with two hidden layers., [ออนไลน์] 2565. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2567. จาก.

https://www.researchgate.net/figure/Backpropagation-neural-network-with-two-hidden-layers_fig2_275467483

- [5] Pengertian dan Cara Kerja Algoritma Convolutional Neural Network (CNN)., [ออนไลน์] 2556. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2567. จาก.

https://www.t5ivusi.web.id/2022/04/algoritma_cnn.html

- [6] Scientists Developed a “Synthetic Neuron” that Can Hold Electronic Memories., [ออนไลน์] 2565. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2567. จาก.

<https://engineeringexploration.com/scientists-developed-a-synthetic-neuron-that-can-hold-electronic-memories/>