การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์

Developing a Machine Learning-Based Web Application for Pet Classification with a Pet Adoption System on Geographic Mapping

อาทิตยา พันธ์นิล[1], ไพศาล สิมาเลาเต่า[2] และ อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา[3*]
Artidtaya Pannin[1], Paisan Simalaotao[2] and Ubonrat Sirisukpoca[3*]
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม[1, 2, 3]
Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University[1, 2, 3]
e-mail: 634245033@webmail.npru.ac.th[1], paisan.smlt@gmail.com[2], ubonrat76@gmail.com[3]
Received: May 24, 2024 Revised: August 28, 2024 Accepted: November 14, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ และ (2) หาประสิทธิภาพของระบบจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง คือ ข้อมูลสัตว์เลี้ยง และข้อมูลรับเลี้ยงสัตว์ เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือในการทดลอง คือ เว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ที่พัฒนาด้วย PHP, HTML, CSS, Bootstrap 3, Bootstrap 4 เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL พัฒนาร่วมกับการเรียนรู้ของเครื่องตามแนวคิดเครือข่ายประสาทเทียม โดยมีความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ 93.50% และเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชัน วิธีการดำเนินการวิจัยตามแนวคิด SDLC และมีการประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชัน ผลการวิจัยพบว่า (1) เว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยสมาชิกสามารถโพสต์หาบ้านให้แก่สัตว์เลี้ยง ระบุตำแหน่งปัจจุบันของสัตว์เลี้ยงที่กำลังหาผู้รับเลี้ยง และใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับการจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงโดยใช้รูปภาพได้ และ (2) ผลการประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 และค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ 0.18

คำสำคัญ: การเรียนรู้ของเครื่อง ปัญญาประดิษฐ์ แผนที่ภูมิศาสตร์ สัตว์เลี้ยง เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

This research aims to (1) analyse, design, and develop a web application for classifying pets using machine learning, in conjunction with a geographic system for finding pet adopters, and (2) evaluate the effectiveness of the pet classification system using machine learning alongside the geographic pet adoption system. The data used in the experiments includes pet information and adoption data. The research tools comprise a web application for classifying pets using machine learning, developed with PHP, HTML, CSS, Bootstrap 3, and Bootstrap 4, connected

to a MySQL database. The machine learning component is based on neural network concepts, achieving an accuracy of 93.50%. The research follows the Software Development Life Cycle (SDLC) methodology and includes an evaluation of the application's performance. The findings indicate that (1) the web application for classifying pets using machine learning, along with the geographic pet adoption system developed, meets its objectives. Users can post requests for homes for pets, specify the current location of pets seeking adopters, and use artificial intelligence technology to classify pets based on images. Additionally, (2) the evaluation of the effectiveness of the web application by five experts resulted in a very high average score of 4.88 with a reliability coefficient of 0.18.

Keywords: Machine Learning, Artificial Intelligence, Geographic Information System, Pets, Web Application

บทนำ

ยุคปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้น ปัญญาประดิษฐ์ยังคงเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญอย่างต่อเนื่อง แต่นอกจากเรื่องของปัญญาประดิษฐ์แล้ว แนวโน้มการเลี้ยงสัตว์ก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ตามวิถีชีวิตคนรุ่นใหม่ทั้งกลุ่มคนที่อยู่เป็นโสด และกลุ่มคนที่อยู่เป็นคู่แต่ไม่ต้องการมีลูก รวมถึงแนวโน้มของจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มสูงขึ้น กลุ่มคนเหล่านี้มีความต้องการเลี้ยงสัตว์และเลี้ยงในรูปแบบเป็นหนึ่งในสมาชิกของครอบครัว (จิโกโล, 2566)

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีสัตว์จรจัดเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะสุนัขและแมว ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่สัตว์เลี้ยงพลัดหลงกับเจ้าของ หรือสัตว์เลี้ยงสูญหายโดยไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งมีหลายแนวทางในการติดตาม เช่น การพัฒนาระบบตามหาและติดตามสัตวเลี้ยงโดยใช้อุปกรณอิเล็กทรอนิกส์ติดไว้กับสัตวเลี้ยง เชน การฝังชิปใต้ผิวหนังของสัตว์เลี้ยง หรือติดอุปกรณ์ส่งสัญญาณแสดงพิกัดที่อยู่ที่ปอกคอ โดยทำงานรวมกับอุปกรณ์อินเทอรเน็ตของสรรพสิ่งและเซนเซอร์ที่ใช้ข้อมูลจากเครือข่ายจีพีเอส (Junior, 2020) หรือการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันสำหรับติดตามสัตว์เลี้ยง (Aqraldo et al., 2021) หรือติดตามและค้นหาสัตว์เลี้ยงที่สูญหาย (Tangsripairoj et al., 2018) และส่วนหนึ่งเกิดจากการนำสุนัขหรือแมวมาปล่อยในสถานที่สาธารณะอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะบริเวณวัด ซึ่งมาจากความไม่รับผิดชอบของเจ้าของ หรือไม่สามารถรับภาระที่จะดูแลได้อีกต่อไป เวลามีผู้พบสัตว์เลี้ยงถูกทิ้งไว้อาจต้องการข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงเพิ่มเติม หรืออยากช่วยหาผู้ดูแลที่มีความต้องการเลี้ยงสัตว์ประเภทต่าง ๆ โดยผู้วิจัยได้เล็งเห็นแนวทางที่สามารถสร้างพื้นที่สำหรับการร่วมมือโดยสมัครใจ โดยมีผู้ที่ไม่สามารถเลี้ยงสัตว์ต่อได้หรือผู้ที่พบเจอสัตว์จรจัดในสถานที่ต่าง ๆ แต่ไม่สามารถเลี้ยงเองได้ และอยากช่วยเหลือสัตว์จรจัดให้มีเจ้าของดูแล แต่พบปัญหาการให้รายละเอียดที่อยู่หรือตำแหน่งของสัตว์และตำแหน่งของผู้ที่มีความต้องการเลี้ยง

จากปัญหาและเหตุผลดังกล่าว ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง หรือ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการจำแนกสัตว์เลี้ยงด้วยภาพ โดยเฉพาะ การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และเครือข่ายประสาทเทียมลึก (Deep Neural Networks) ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์รูปภาพและระบุประเภทของสัตว์เลี้ยงได้อย่างแม่นยำ (สุรพงษ์ กนกทิพย์สถาพร, 2566) ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ เพื่อลดปัญหาสัตว์จรจัดข้างต้นและช่วยเหลือผู้ที่ไม่สามารถเลี้ยงสัตว์เลี้ยงต่อได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นัทชา หาญจิตต์ และหรรษธร นรินทร์รัมย์ (2565) ได้พัฒนาระบบค้นหาสุนัขด้วยการเรียนรู้เชิงลึก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างโมเดลในการจำแนกประเภทสายพันธุ์สุนัขด้วยรูปแบบ Fine-Grained Classification และ Multi-Label Classification ให้มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง และ 2) สร้างโปรแกรมต้นแบบในการทำ Dog Classification ด้วย Fine-Grained Classification และ Multi-Label Classification ผลการวิจัยพบว่า จากการทดลองประเมินประสิทธิภาพด้วย Confusion Matrix การรู้จำภาพสุนัขโดยใช้ชุดข้อมูลรูปภาพสายพันธุ์สุนัข 3,973 ภาพ และภาพคุณลักษณะของสุนัข 2,772 ภาพ ด้วยการประยุกต์ใช้ร่วมกับสถาปัตยกรรม Inception V3 มีประสิทธิภาพในการทำนายสูงสุด และได้ทำการเลือกโมเดลที่จำเป็นเพื่อนำมาประมวลผลบนแอปพลิเคชัน ได้แก่ โมเดลสายพันธุ์ หู หาง สีตัว เนื่องจากมีค่าความถูกต้องสูงและผลการทดสอบกับภาพสุนัข 100 ภาพ มีผลการทำนายที่ถูกต้องมากกว่าเมื่อเทียบเท่ากับโมเดลขนและปลอกคอ

ปวริศ ทับทิมเขียว และคณะ (2565) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และ 2) หาประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง คือ รูปภาพใบหน้าบุคคลที่ไม่สวมหน้ากากอนามัย จำนวน 700 รูป และรูปภาพใบหน้าบุคคลสวมหน้ากากอนามัย จำนวน 750 รูป ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถใช้งานได้อย่างดี และ 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพรวมทุกด้าน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.74, S.D. = 0.33)

ภูษณิศา มีนาเขตร และคณะ (2562) ได้ทำวิจัยเรื่อง การประเมินคุณภาพของการประยุกต์ใช้ Google My Maps ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาคุณภาพและความพึงพอใจของการประยุกต์ใช้ Google My Maps ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของการประยุกต์ใช้ Google My Maps ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.30, SD = .47) การประยุกต์ใช้ Google My Maps จึงเหมาะสำหรับใช้ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาลและเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในชุมชน ผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการให้บริการด้านสุขภาพในระดับปฐมภูมิเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Dandil และ Polattimur (2018) ได้ทำวิจัยเรื่อง ระบบจำแนกสัตว์ที่ใช้ PCA โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) จำแนกสัตว์ตาม PCA ในชุดข้อมูลที่สร้างจากภาพที่รวบรวมจากสัตว์ และ 2) จำแนกประเภทของสัตว์โดยการจับคู่รูปภาพที่เกี่ยวข้องในชุดข้อมูล วิธีดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 1) กำหนดชุดพิกเซลของภาพ 2) คำนวณค่าเฉลี่ยของรูปภาพ 3) คำนวณค่าความแปรปรวนร่วม 4) คำนวณเมทริกซ์ค่าลักษณะเฉพาะ 5) เรียงลำดับค่า Eigenvalues จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด 6) หาค่าไอเกนเวกเตอร์ที่มีค่า Eigenvalues สูงที่สุด และ 7) แต่งตั้งไอเกนเวกเตอร์ที่มีค่า Eigenvalues สูงที่สุด ผลการวิจัย พบว่า 1) ในระหว่างการทดสอบความสำเร็จอัตราส่วนในภาพที่ตรงกันคือ 92% และ 2) สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างอัลกอริธึมการจำแนกประเภท

Campanilla และคณะ (2022) ได้ทำวิจัยเรื่อง แอปรับเลี้ยงสัตว์เพื่อศูนย์พักพิงสัตว์ฟรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเว็บและแอปพลิเคชันบนมือถือที่ช่วยให้สถานพักพิงสัตว์และเจ้าของสัตว์เลี้ยง สามารถโพสต์สัตว์เพื่อรับอุปการะได้ การศึกษานี้ใช้การดำเนินการวิจัยเชิงพรรณนาเชิงพัฒนาการและใช้แบบสอบถาม

สองชุด ผู้ตอบแบบสอบถามคือศูนย์พักพิงสัตว์ เจ้าของสัตว์เลี้ยง และผู้รับอุปการะในเมืองเซบู ประเทศฟิลิปปินส์ ผลการวิจัย พบว่า ผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันมาก

Antony (2021) ได้ทำวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้ Google Maps โดยนักเดินทางในเมืองมทุไร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อระบุการรับรู้และรูปแบบการใช้ Google Maps ของนักเดินทางเพื่อธุรกิจในเมืองมทุไร 2) เพื่อหาระดับความพึงพอใจต่อการใช้ Google Maps ในเมืองมทุไร 3) เพื่อให้เข้าใจปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Google Maps ในเมืองมทุไร และ 4) เพื่อเสนอข้อเสนอแนะจากการศึกษาในปัจจุบัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ร้อยละ 2) เทคนิคการจัดอันดับ Garrett และ 3) วิธีถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ผลการวิจัย พบว่า การใช้ Google Maps เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการระบุสถานที่ด้วยเวลาที่จำกัด ด้วยการใช้เทคโนโลยีและโทรศัพท์ที่ดียิ่งขึ้น เครื่องมือการนำทางนี้จะพัฒนาเป็นเครื่องมืออัจฉริยะที่ปรับแต่งตามเวลาและสถานที่พร้อมคุณสมบัติมากมาย และคาดว่าจะมีการใช้งานต่อไปทั่วโลกโดยเฉพาะในเมืองที่เป็นแหล่งท่องเที่ยว

สุระเจตน อ่อนฤทธิ์ และเอกรินทร์ วทัญญูเลิศสกุล (2565) พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับค้นหาสัตว์เลี้ยงที่สูญหายโดยใช้วิธีรู้จำรูปภาพ ประกอบด้วย ส่วนการรู้จำ ซึ่งใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน และส่วนต่อประสานผู้ใช้ของแอปพลิเคชัน ใช้สำหรับแสดงผลภาพจากที่สืบค้นได้ โดยแยกภาพสัตวเลี้ยงออกจากพื้นหลัง การสกัดคุณลักษณะสำคัญด้วยเทคนิค InceptionV3 และการสร้างโมเดลการรู้จำ เพื่อใช้ในการแสดงผลที่ได้ในแอปพลิเคชันที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Solar2D การทดสอบเบื้องต้นแสดงผลลัพธ์ที่น่าพอใจในด้านความถูกต้องของการสืบค้นและความพึงพอใจ รวมทั้งประสบการณ์ของผู้ใช้งาน โดยใช้ฐานข้อมูลรูปภาพแมว จำนวน 152 ตัว พบว่า ระบบสามารถจำแนกสัตวเลี้ยงได้ถูกต้อง โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 87.51 และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยที่ 4.55

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยที่ใช้แนวทางการประมวลผลภาพเพื่อวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจำแนกผู้ป่วยโรคอัลไซเมอร์จากภาพ โดยแบ่งภาพสมองออกจากพื้นหลังโดยใช้ K-means หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อลดขนาดของข้อมูลลง และจำแนกประเภทโดยการเรียนรู้ของเครื่อง ทำการทดสอบการจำแนกด้วย ไอเกนเฟส ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และโครงข่ายประสาทเทียมแบบสังวัฒนาการ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบ พบว่า วิธีที่นำเสนอให้ค่าความถูกต้องมากถึงร้อยละ 87 (จันทนา ปัญญาวราภรณ์ และปรเมศวร์ ห่อแก้ว (2562) การจำแนกโรคข้าว (Lu et al., 2017) และการจำแนกโรคพืชด้วยรูปใบของพืชชนิดนั้น ๆ (Sladojevic et al., 2016) ซึ่ง พบว่า โครงข่ายประสาทเทียมใช้จำแนกประเภทข้อมูลส่งผลให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกมากกว่าร้อยละ 90

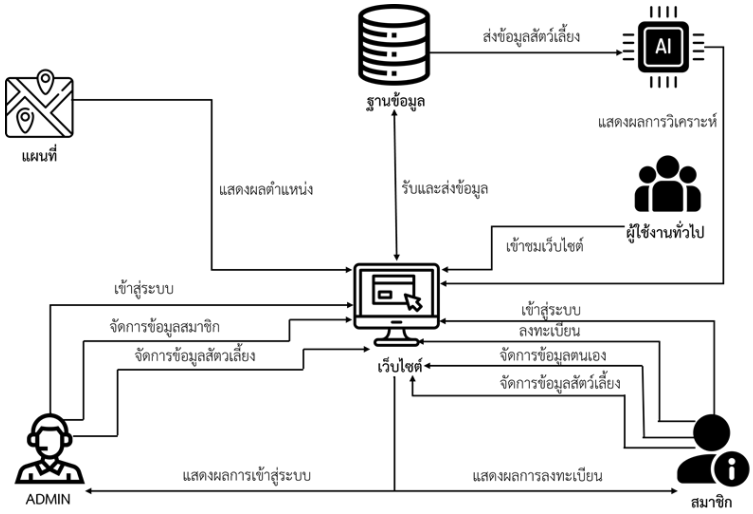
วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการพัฒนาระบบ มีผู้ใช้งานทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ผู้ใช้งานทั่วไป และสมาชิก ผู้ดูแลระบบเมื่อเข้าสู่ระบบจะสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลทั้งหมดของระบบได้ ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไปเข้าเว็บไซต์

ได้โดยไม่ต้องลงทะเบียน สามารถดูข้อมูลสัตว์เลี้ยง และรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการรับเลี้ยงสัตว์ได้ ส่วนของสมาชิกเมื่อเข้าสู่ระบบสามารถรับเลี้ยงสัตว์ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลสัตว์เลี้ยง โดย AI จะทำหน้าที่เก็บข้อมูลสัตว์เลี้ยง เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลรูปภาพเข้ามายังเว็บไซต์ AI จะวิเคราะห์ชนิดของสัตว์เลี้ยงที่กรอกเข้ามาว่าตรงกับสัตว์เลี้ยงชนิดใดในฐานข้อมูลและแสดงการวิเคราะห์ผ่านเว็บไซต์ ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของระบบ

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ มีขั้นตอนวิธีในการดำเนินการวิจัย ตามแนวคิดวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ดังนี้

1. การศึกษาเบื้องต้น

ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการพัฒนาและการออกแบบระบบ การจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่องการใช้เทคโนโลยี Google Maps API รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร และเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

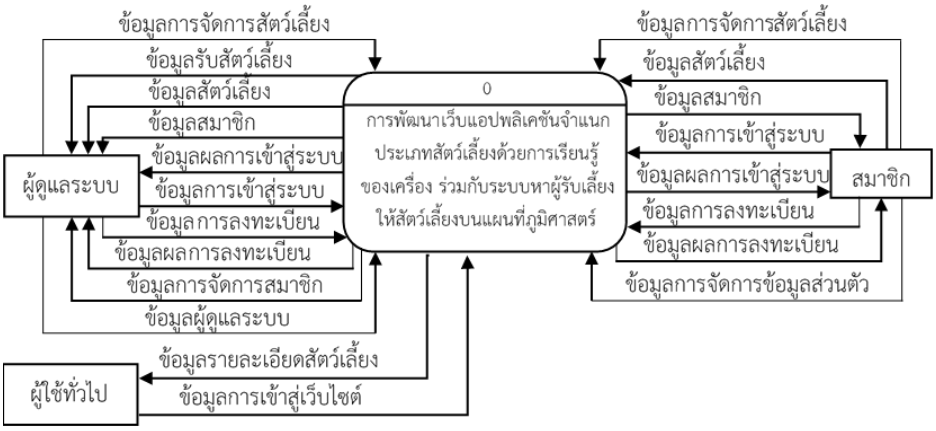
2. การกำหนดความต้องการของระบบ

ผู้วิจัยได้กำหนดความต้องการของเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น โดยมีการเก็บข้อมูลสัตว์เลี้ยงประเภทต่าง ๆ ข้อมูลเส้นทางของสถานที่ผู้รับเลี้ยงสัตว์ และมีการระบุตำแหน่งบนแผนที่ภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้งานผ่านแอปพลิเคชันในคอมพิวเตอร์และสมาร์ตโฟนโดยออกแบบและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด

3. การออกแบบระบบ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์นี้ ผู้พัฒนาได้วิเคราะห์และออกแบบการทำงานในส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในระบบงานมากขึ้น โดยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบ ได้แก่ แผนภาพกระแสข้อมูล แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล และการออกแบบหน้าจอเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

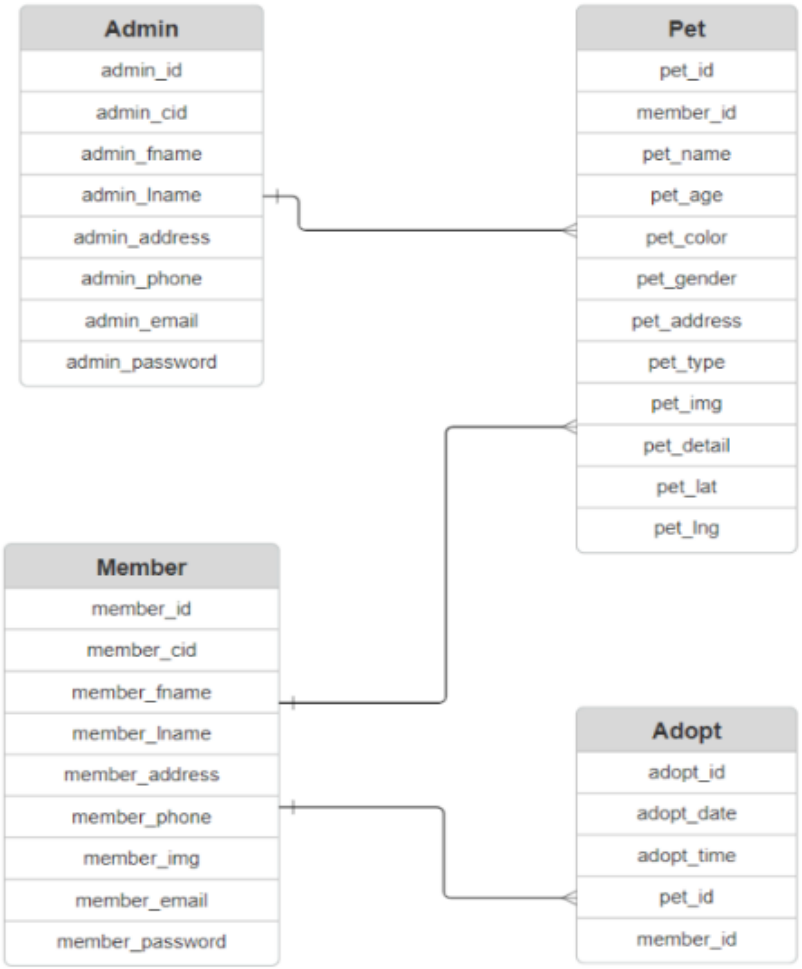
3.1 แผนภาพกระแสข้อมูล (Dataflow Diagram) การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ มีการออกแบบแผนภาพกระแสข้อมูลระดับภาพรวม (Context Diagram) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับภาพรวม

จากภาพที่ 2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับภาพรวม มีผู้ใช้งานทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ เมื่อเข้าสู่ระบบจะสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลทั้งหมดของระบบได้ ผู้ใช้งานทั่วไป เข้าเว็บไซต์ได้โดยไม่ต้องลงทะเบียน สามารถดูข้อมูลสัตว์เลี้ยง และรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการรับเลี้ยงสัตว์ได้ ส่วนของสมาชิกเมื่อเข้าสู่ระบบสามารถรับเลี้ยงสัตว์ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลสัตว์เลี้ยงได้

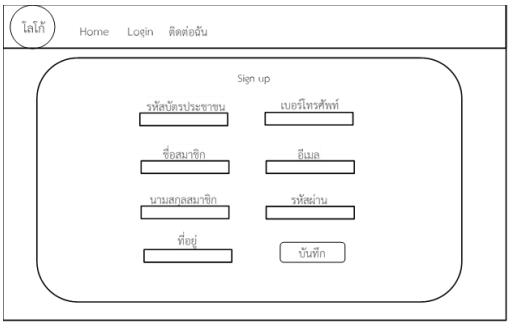
3.2 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram) การออกแบบการทำงานของระบบประกอบด้วยตารางต่าง ๆ ที่จัดเก็บข้อมูล ได้แก่ ตารางผู้ดูแลระบบ ตารางสมาชิก ตารางสัตว์เลี้ยง และตารางการรับเลี้ยงสัตว์ แสดงได้ดังภาพที่ 3



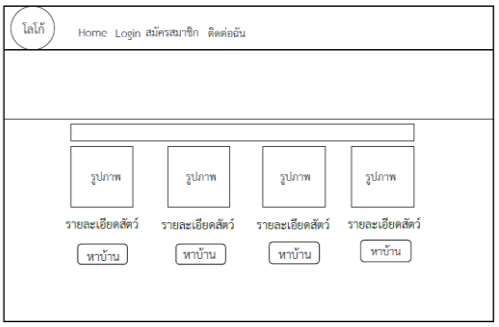
ภาพที่ 3 ER Diagram การทำงานของระบบ

3.3 การออกแบบหน้าจอเว็บแอปพลิเคชัน

การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอการออกแบบหน้าจอบางส่วน เช่น หน้าลงทะเบียนเพื่อเข้าใช้งานสำหรับผู้ดูแลระบบและสมาชิกดังภาพที่ 4 (ก) หน้าจอแสดงข้อมูลสัตว์เลี้ยงสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป ดังภาพที่ 4 (ข) หน้าจอการรับเลี้ยงสัตว์ โดยมีแผนที่แสดงข้อมูลที่อยู่ของสัตว์เลี้ยงและมีปุ่มสำหรับการรับเลี้ยงสัตว์ ดังภาพที่ 4 (ค) และหน้าจอแบบฟอร์มการรับเลี้ยงสัตว์ จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสัตว์ที่รับเลี้ยง รูปภาพ และรายละเอียดต่าง ๆ ดังภาพที่ 4 (ง)

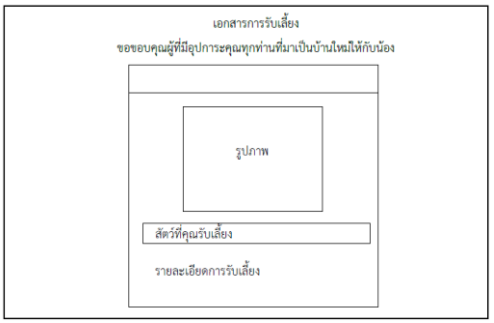


(ก) การออกแบบในส่วนของหน้าลงทะเบียน



(ข) หน้าจอแสดงข้อมูลสัตว์เลี้ยงสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป

(ค) การออกแบบหน้าจอการรับเลี้ยงสัตว์



(ง) หน้าจอแบบฟอร์มการรับเลี้ยงสัตว์

ภาพที่ 4 การออกแบบหน้าจอเว็บแอปพลิเคชัน

4. การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ด้วย PHP, HTML, CSS, Bootstrap 3, Bootstrap 4 เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL ผู้วิจัยใช้ Teachable Machine ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องตามแนวคิดเครือข่ายประสาทเทียม โดยมี 1 input layers ที่ส่งต่อไปยัง 3 hidden layers และได้ผล 1 output layers โดยมีความถูกต้องแม่นยำอยู่ที่ 93.50% ในการจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยง และนำเทคโนโลยี Google Maps API มาพัฒนาเพื่อแสดงแผนที่ของสถานที่ผู้รับเลี้ยงสัตว์เลี้ยง

5. การทดสอบระบบ

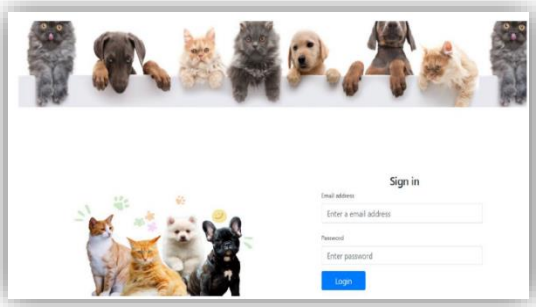
เมื่อทำการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบระบบโดยนำข้อมูลต่าง ๆ เข้าสู่ระบบ เช่น ข้อมูลประเภทสัตว์เลี้ยง ข้อมูลตำแหน่งสถานที่บนแผนที่ภูมิศาสตร์ และทดสอบความผิดพลาด จากนั้นแก้ไขให้สมบูรณ์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพก่อนที่จะใช้งานจริง

ผลการวิจัย

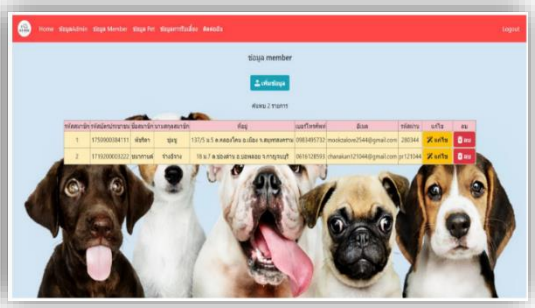
ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการพัฒนาระบบ

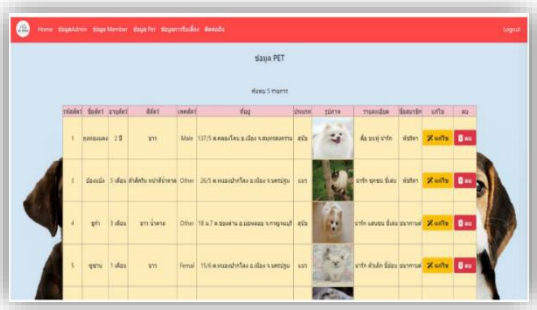
ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน แสดงได้ดังภาพที่ 5 โดยผู้ดูแลระบบและสมาชิกสามารถยืนยันตัวตนเพื่อเข้าสู่ระบบได้ ดังภาพที่ 5 (ก) ผู้ดูแลระบบสามารถดูรายละเอียด เพิ่ม ลบ และแก้ไขข้อมูลสมาชิกได้ ดังภาพที่ 5 (ข) สามารถดูรายละเอียดต่าง ๆ เช่น ชื่อของสมาชิกที่โพสต์หาบ้านให้สัตว์เลี้ยง และสามารถแก้ไขและลบข้อมูลของสัตว์เลี้ยงได้ ดังภาพที่ 5 (ค) การแสดงข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงซึ่งโพสต์โดยสมาชิก ดังภาพที่ 5 (ง) และภาพที่ 5 (จ) การประมวลผลภาพการจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง สมาชิกสามารถเพิ่มรูปภาพสัตว์เลี้ยงที่ต้องการได้ เมื่อเพิ่มแล้วหน้าเว็บไซต์จะแสดงชนิดของสัตว์เลี้ยง และมีปุ่มกดเพื่อนำเข้าสู่หน้าเว็บไซต์ที่แสดงสัตว์เลี้ยงทั้งหมดที่เป็นชนิดเดียวกับภาพที่สมาชิกเพิ่มข้อมูลเข้าไป ดังภาพที่ 5 (ฉ)



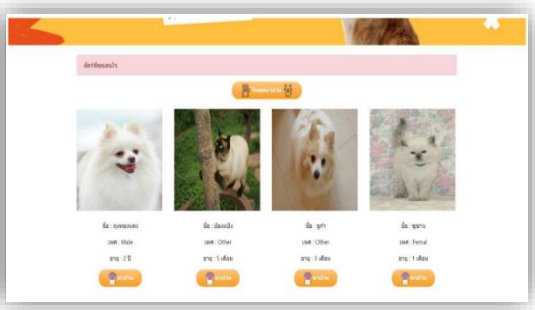
(ก) การเข้าสู่ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบและสมาชิก



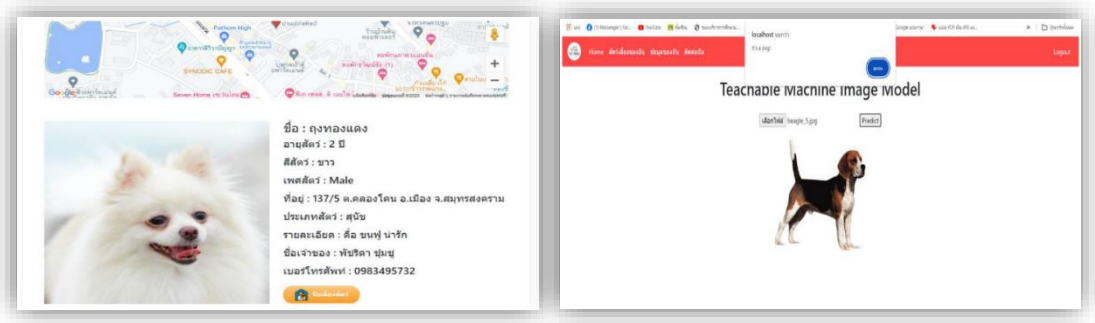
(ข) หน้าเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขข้อมูลสมาชิก



(ค) หน้าเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขข้อมูลสัตว์เลี้ยง



(ง) การแสดงข้อมูลสัตว์เลี้ยง



(จ) การแสดงรายละเอียดสัตว์เลี้ยง (ฉ) การประมวลผลภาพการจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยง

ภาพที่ 5 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 5 คน แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ประสิทธิภาพ
1. ด้านตรงตามความต้องการ (Function Requirement)	**4.87**	**0.12**	**ดีมาก**
1.1 ความสามารถในการเรียกใช้งานในระบบฐานข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความสามารถของระบบในการเพิ่มข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
1.3 ความสามารถของระบบในการปรับปรุงข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
1.4 ความสามารถของระบบในการนำเสนอข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 ระบบฐานข้อมูลมีความถูกต้องครบถ้วน	4.33	0.58	ดี
2. ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)	**4.87**	**0.23**	**ดีมาก**
2.1 ความถูกต้องของการทำงานระบบในภาพรวม	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของระบบในการจัดประเภทของข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความถูกต้องของระบบในการเพิ่มข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ความถูกต้องของระบบในการปรับปรุงข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
2.5 ความถูกต้องของระบบในการนำเสนอข้อมูล	4.67	0.58	ดีมาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ประสิทธิภาพ
3. ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)	**4.93**	**0.12**	**ดีมาก**
3.1 ความง่ายและสะดวกในการเรียกใช้ระบบ	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	5.00	0.00	ดีมาก
3.4 ความง่ายในการทำความเข้าใจต่อข้อมูลที่นำเสนอ	5.00	0.00	ดีมาก
3.5 ความง่ายในการใช้งานของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
4. ด้านประสิทธิภาพและความเร็ว (Performance)	**4.87**	**0.23**	**ดีมาก**
4.1 ประสิทธิภาพและความเร็วในการแสดงผลจากการเชื่อมโยงเพจ	4.67	0.58	ดีมาก
4.2 ประสิทธิภาพและความเร็วในการติดต่อกับฐานข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
4.3 ประสิทธิภาพและความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
4.4 ประสิทธิภาพและความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
4.5 ประสิทธิภาพและความเร็วในการทำงานของระบบในภาพรวม	4.67	0.58	ดีมาก
5. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล (Security)	**4.87**	**0.23**	**ดีมาก**
5.1 การกำหนดสิทธิ์เข้าใช้ระบบมีความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	ดีมาก
5.2 ความปลอดภัยของระบบเครือข่าย	5.00	0.00	ดีมาก
5.3 ความปลอดภัยของการเข้าถึงข้อมูล	5.00	0.00	ดีมาก
5.4 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.67	0.58	ดีมาก
5.5 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่าง ๆ	4.67	0.58	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	**4.88**	**0.18**	**ดีมาก**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 และค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ 0.18 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า 1) ประสิทธิภาพของระบบด้านตรงความต้องการ (Function Requirement) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.87, S.D. = 0.12) 2) ประสิทธิภาพของระบบด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.87, S.D. = 0.23) 3) ประสิทธิภาพของระบบด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.93, S.D. = 0.12) 4) ประสิทธิภาพของระบบด้านประสิทธิภาพและความเร็ว (Performance) มีประสิทธิภาพอยู่ใน

ระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.87, S.D. = 0.23) และ 5) ประสิทธิภาพของระบบด้านความมั่นคงและปลอดภัยของข้อมูล (Security) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.87, S.D. = 0.23)

สรุปผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันดังกล่าวขึ้น โดยมีการจัดเก็บข้อมูลสัตว์เลี้ยงประเภทต่าง ๆ นำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง เมื่อผู้ใช้กรอกข้อมูลรูปภาพเข้ามายังเว็บไซต์ ในส่วนของการเรียนรู้ของเครื่องจะวิเคราะห์ชนิดของสัตว์เลี้ยงที่กรอกเข้ามาว่าตรงกับสัตว์เลี้ยงชนิดใดในฐานข้อมูลและแสดงการวิเคราะห์ผ่านเว็บไซต์ สมาชิกสามารถโพสต์หาบ้านให้แก่สัตว์เลี้ยง และระบุตำแหน่งปัจจุบันของสัตว์เลี้ยงที่กำลังหาผู้รับเลี้ยงได้

และจากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเว็บแอปพลิเคชันหลังจากที่พัฒนาเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันจำแนกประเภทสัตว์เลี้ยงด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ร่วมกับระบบหาผู้รับเลี้ยงให้สัตว์เลี้ยงบนแผนที่ภูมิศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยรวมทุกด้าน อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 และค่าความน่าเชื่อถืออยู่ที่ 0.18

การอภิปรายผล

สัตว์เลี้ยง โดยเฉพาะสุนัขและแมวจรจัดเป็นปัญหาที่พบโดยทั่วไป ในแต่ละปีมีสุนัขและแมวจรจัดจำนวนมาก รวมทั้งการส่งต่อข่าวสารการอุปการะสัตว์จรจัดยังกระจัดกระจายหลายช่องทาง ผู้วิจัยจึงพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับหาบ้านใหม่ให้สุนัขและแมวที่ยังไม่มีบ้านอยู่ เพื่อช่วยลดปัญหาสุนัขและแมวจรจัดข้างต้น โดยนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การพัฒนาแอปพลิเคชัน การจัดข้อมูลด้วยฐานข้อมูล มาช่วยในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยง ทำให้การจัดการข้อมูลสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Campanilla และคณะ (2022) ที่พัฒนาเว็บและแอปพลิเคชันบนมือถือรับเลี้ยงสัตว์ เพื่อช่วยให้สถานพักพิงสัตว์และเจ้าของสัตว์เลี้ยง สามารถโพสต์สัตว์เพื่อรับอุปการะได้ Dandil และ Polattimur (2018) ที่จำแนกสัตว์ตาม PCA ในชุดข้อมูลที่สร้างจากภาพที่รวบรวมจากสัตว์ และจำแนกประเภทของสัตว์โดยการจับคู่รูปภาพที่เกี่ยวข้องในชุดข้อมูล ในส่วนของการเรียนรู้ของเครื่อง มาช่วยในเรื่องของการวิเคราะห์ชนิดของสัตว์เลี้ยงจากภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปวริศ ทับทิมเขียว และคณะ (2565) ได้นำเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่องมาเป็นส่วนช่วยในตรวจจับใบหน้าของผู้ที่สวมหน้ากากอนามัยและไม่สวมหน้ากากอนามัย นอกจากนี้ยังมีการใช้เทคโนโลยี Google Maps ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการระบุสถานที่ ช่วยระบุตำแหน่ง ทำให้สะดวกในการเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภูษณิศา มีนาเขตร และคณะ (2562) ได้ประยุกต์ใช้ Google My Maps ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล และ Antony (2021) ได้ใช้ Google Maps ในการระบุตำแหน่งสถานที่ท่องเที่ยวในเมืองมทุไร ทำให้นักท่องเที่ยวเดินทางได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

จันทนา ปัญญาวราภรณ์ และปรเมศวร์ ห่อแก้ว. (2562). การศึกษาวิธีจำแนกภาพ PET เพื่อการวินิจฉัยโรคอัลไซเมอร์เบื้องต้น. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์* ม.อบ., *12*(1), 93-105.

จิโกโล. (2566, 10 ธันวาคม). *AI ผสานเทรนด์สัตว์เลี้ยงก่อเกิดเทคโนโลยีที่ช่วยห้ามไม่ให้แมวนำเหยื่อกลับบ้าน.* Marketing Oops.https://www.marketingoops.com/tech-2/ai-invention-keeps-unwanted-critters-from-getting-inside-your-home

นัทชา หาญจิตต์ และหรรษธร นรินทร์รัมย์. (2565). *ระบบค้นหาสุนัขด้วยการเรียนรู้เชิงลึก*. [ปริญญานิพนธ์บัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ปวริศ ทับทิมเขียว, อุบลรัตน์ ศิริสุขโภคา และไพศาล สิมาเลาเต่า. (2565). การพัฒนาระบบสารสนเทศอัจฉริยะเพื่อคัดกรองการสวมหน้ากากอนามัยโดยการตรวจจับใบหน้าด้วยการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. ใน *วิจัยสร้าง Innovation and Technology เพื่อรองรับสังคมไทยสู่ยุค Digital World. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 14* (น. 819-829). สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

ภูษณิศา มีนาเขตร, สิริทรัพย์ สีหะวงษ์, อังศวีร์ จันทะโคตร และณัฐสุดา คติชอบ. (2562). การประเมินคุณภาพของการประยุกต์ใช้ Google My Maps ในการเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *วารสารพยาบาลกระทรวงสาธารณสุข, 29*(2), 51-63.

สุรพงษ์ กนกทิพย์สถาพร. (2566, 30 เมษายน). Prompt Engineering คืออะไร. *BUA labs.* https://www.bualabs.com/archives/4483/what-is-prompt-engineering/#more-4483 /

สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์ และเอกรินทร์ วทัญญูเลิศสกุล (2565). แอปพลิเคชันตามหาสัตว์เลี้ยงหายด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, *15*(4), 75-87.

Antony, B. (2021). A study on usage of Google Maps by travellers in Madurai city. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences, 8(*1), 75-88.

Aqraldo, B. W., Jessen, Sentoman, Y., Markos, D., & Warnars, H. L. H. S. (2021). Detepet mobile application for pet tracking. In *Proceedings of the 2021 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics* (pp. 48-52). IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/ESCI50559.2021.9397028

Campanilla, B. S., Etcuban, J. O., Maghanoy, A. P., Nacua, P. A. P., & Galamiton, N. S. (2022). Pet adoption app to free animal shelters. *Journal of Positive School Psychology, 6*(8), 5993-6006.

Dandil, E., & Polattimur, R. (2018). PCA-based animal classification system. In *Proceedings of the 2018 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies* (pp. 1-5). IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/ISMSIT.2018.8567256

Junior, R. L. (2020). IoT applications for monitoring companion animals: A systematic literature review. In *Proceedings of the 2020 14th International Conference on Innovations in Information Technology* (pp. 239-246). IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/IIT50501.2020.9299045

Lu, Y., Yi, S., Zeng, N., Liu, Y., & Zhang, Y. (2017). Identification of rice diseases using deep convolutional neural networks. *Neurocomputing*, *267*, 378–384. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.06.023

Sladojevic, S., Arsenovic, M., Anderla, A., Culibrk, D., & Stefanovic, D. (2016). Deep neural networks based recognition of plant diseases by leaf image classification. *Computational Intelligence and Neuroscience, (2016)*1, Article 3289801. https://doi.org/10.1155/2016/3289801

Tangsripairoj, S., Kittirattanaviwat, P., Koophiran, K., & Raksaithong, L. (2018) Bokk Meow: A mobile application for finding and tracking pets. In *Proceedings of the 2018 15th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering* (pp. 1-6). IEEE Xplore. https://doi.org/10.1109/JCSSE.2018.8457351