การพัฒนาระบบคัดแยกยานพาหนะเพื่อออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสม ด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก

Developing a Vehicle Sorting System to Optimize Parking Spaces with a Deep Learning Model

กิตติภัทร์ ยางคำ[1] กิตติคุณ บุญเกตุ[1] จิรวดี โยยรัมย์[1] และเปรม อิงคเวชชากุล[1*]

Kittiphat Yangkhum[1] Kittikoon Boonkate[1] Jiravadee Yoyram[1] and Prem Enkvetchakul[1*]

[1] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

[*]Corresponding Author E-mail Address : prem.ev@bru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการพัฒนาระบบคัดแยกยานพาหนะเพื่อออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสมด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกยานพาหนะและประเมินคุณภาพของระบบ มีวิธีดำเนินการวิจัยโดยตรวจสอบคัดแยกจำนวนยานพาหนะด้วยเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อนำไปวิเคราะห์และออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสมด้วย Teachable Machine ที่เป็นระบบ No-Code Machine Learning Platform ช่วยให้สามารถสร้างแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม โดยมีวิธีการสร้างแบบจำลอง 3 ขั้นตอน คือ 1) Gather การรวบรวมข้อมูล 2) Train การสร้างโมเดล Deep Learning ในการกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น และ 3) Export การทดสอบโมเดลโดยการใส่ข้อมูลและสามารถส่งออกโมเดลออกมาใช้ในระบบอื่น ๆ ได้โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution(CNN) ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาแอพลิเคชันในการจำแนกประเภทของยานพาหนะที่ได้จากการทดลองแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่สามารถช่วยจำแนกข้อมูลรูปภาพประเภทของยานพาหนะได้เป็นอย่างดีโดยมีค่าความแม่นยำในการจำแนกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 95% จากชุดข้อมูลทดสอบและประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.12 อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: โครงข่ายประสาทเทียม การเรียนรู้เชิงลึก ปัญญาประดิษฐ์

Abstract

This research has been conducted on developing vehicle sorting systems to design parking spaces appropriately with deep learning models. The objective is to apply artificial intelligence technology to sort vehicles that can evaluate the quality of vehicle monitoring programs with deep learning technology to analyze and design parking facilities appropriately, created with teachable machines that are no-code machine learning platforms, allowing deep learning models to be modeled without programming, with three steps: 1) Gather is a data collection process that will be used, 2) Train is a deep learning modeling process to configure basic parameters, and 3) Export is the process of testing models by inserting data and being able to export models for use in other systems using the Convolution Neural Network (CNN) technique. The

researchers developed an application to classify the vehicle types obtained from deep learning simulation experiments. It can help classify the vehicle's image information as well. The classification accuracy is 95% and assess the quality of the system by experts with an overall average of 4.12, at a good level

Keywords: Convolutional Neural Networks, Deep learning, Artificial intelligence

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นพาหนะซึ่งสามารถวิ่งไปบนท้องถนน สามารถรับรู้สถานการณ์ต่างๆ บนท้องถนน และสามารถขับเคลื่อน และหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้อย่างปลอดภัย หรือการแท็กเพื่อนในรูปที่เราโพสต์บนเฟซบุ๊ค ล้วนใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกทั้งหมด (ณัฏฐณิชา ยงยิ่ง, 2562) Machine Learning เป็นการใช้อัลกอริทึมในการแยกแยะและวิเคราะห์ข้อมูล เรียนรู้จากข้อมูลนั้น เพื่อสร้างโมเดลในการตัดสินใจหรือคาดการณ์เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง แทนที่จะเขียนโค้ดเป็นชุดคำสั่งให้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ แต่จะใช้การ "เทรนด์" โดยใช้ชุดข้อมูลขนาดใหญ่ในการเรียนรู้ที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ การที่จะสอนให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ได้นั้น ก็มีเทคนิคต่าง ๆ มากมาย เช่น Supervised Learning, Unsupervised Learning, Reinforcement Learning หรือ Artificial Neuron Networks เป็นต้น และหนึ่งในเทคนิคที่ถูกพูดถึงอย่างมาก ก็คือ "Deep Learning" เป็นชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยชุดคำสั่งนี้จะทำให้เครื่องสามารถประมวลผลข้อมูลจำนวนมากที่พยายามเรียนรู้วิธีการแทนข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้การเรียนรู้ของเครื่องสามารถให้ผลลัพธ์ในการตัดสินใจและคาดการณ์ได้ดีมากยิ่งขึ้น (Q. Wu, Y. Liu, Q. Li, S. Jim and F. Li, 2017)

ประชากรส่วนใหญ่มีอัตราการใช้ยานพาหนะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยใช้ยานพาหนะส่วนตัวมากกว่าขนส่งสาธารณะ เนื่องจากความสะดวกสบายในการเดินทาง จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องที่จอดรถไม่เพียงพอต่อจำนวนรถที่เข้ามาใช้บริการ ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมาย เช่น ปัญหาการจอดรถซ้อนคัน การจอดรถคร่อมเลน และปัญหาการแย่งที่จอดรถ แต่เนื่องด้วยมีการพัฒนาของเทคโนโลยีด้านการรู้จำรูปภาพ (Image Recognition) และมีการนำเอาเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ข้อมูลตัวอย่างในการสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้จากข้อมูลตัวอย่าง และนำไปปรับใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การจดจำลักษณะหรือชนิดของยานพาหนะ การจดจำใบหน้าเพื่อสำหรับระบบรักษาความปลอดภัย และการจดจำชนิดของสัตว์และสิ่งของต่าง ๆ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาระบบตรวจสอบจำนวนยานพาหนะ ซึ่งระบบนี้ได้มีการนำโมเดล เพื่อสอนจำข้อมูลยานพาหนะ ด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution (CNN) สามารถทำได้ทั้งการสกัดคุณลักษณะพิเศษ (Feature Extraction) และจำแนกประเภท (Classification) ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเด่นของโครงข่ายนี้ (Jakkarin and Surinta, 2019) จากนั้น นำโมเดลที่ได้มาทดสอบกับยานพาหนะประเภทต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมีการพัฒนาแอพพลิเคชั่นขึ้นมาและได้ทำการเก็บข้อมูลรถประเภทต่าง ๆ ตาม วัน เดือน ปี ไว้ในฐานข้อมูลและสามารถสรุปผลรายงานจำนวนรถที่เข้ามาใช้งานได้ โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การจำแนกประเภทของยานพาหนะที่เข้ามาใช้บริการในมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาหรือประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการออกแบบสถานที่จอดรถที่เหมาะสมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1.วิธีดำเนินการวิจัย

1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

รูปภาพของยานพาหนะทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ รถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถจักรยาน จำนวนอย่างละ 60 รูป รวมทั้งสิ้น 180 รูป

1.2 การพัฒนาโมเดลที่ใช้ในการจำแนกยานพาหนะ

ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution (CNN) และ Teachable Machine ที่เป็นระบบ No-Code Machine Learning Platform ช่วยให้สามารถสร้างแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม

1.3 การพัฒนาเว็บไซต์สำหรับใช้ในการแสดงผล โดยใช้ภาษา PHP, HTML, Java Script

2. ขอบเขตและการทำงานของระบบ

2.1 สามารถจำแนกประเภทยานพาหนะได้ 3 ประเภท ได้แก่ รถยนต์ รถจักรยานยนต์ และจักรยาน

2.2 สามารถนับจำนวนยานพาหนะที่เข้ามาในพื้นที่ได้

2.3 สามารถบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ได้แก่ วัน เดือน ปี เวลา ประเภทของยานพาหนะ

2.3 สามารถแสดงข้อมูลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน

2.4 สามารถดูรายงานสรุปจำนวนยานพาหนะที่เข้ามาในพื้นที่ ตามช่วงเวลาได้

3. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพโมเดล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพโมเดล คือ Confusion Matrix นำมาใช้ในการคำนวณและประเมินประสิทธิภาพการทำนายของโมเดลเพื่อวัดค่าความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งการวัดประสิทธิภาพนั้นส่วนใหญ่จะวัดค่าจากใน Table ข้อมูลที่มี Confusion Matrix คือ ตารางสำคัญในการวัดความสามรถของ Machine Learning ในการแก้ปัญหา Classification ในรูปที่ 1

		Actual Values	
		Positive (1)	**Negative (0)**
Predicted Values	**Positive (1)**	TP	FP
	Negative (0)	FN	TN

รูปที่ 1 Confusion Matrix ขนาด 2x2 (P. Deepan, 2019)

ค่า TP, FP, TN และ FN สามารถนำมาใช้คำนวณมาตรวัดต่างๆ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลของโมเดล ซึ่งค่า Accuracy เป็นการวัดความถูกต้องของ Model โดยพิจารณารวมทุกคลาส สามารถเขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

เมื่อ True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า "จริง" และ มีค่าเป็น "จริง"

True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า "ไม่จริง" และ มีค่า "ไม่จริง"

False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” แต่ มีค่าเป็น “ไม่จริง”

False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” แต่ มีค่าเป็น “จริง”

3.2 ประเมินคุณภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของระบบที่ผ่านการตรวจสอบความครบถ้วนและความสอดคล้องของเนื้อหาของแบบสอบถามที่ตรงกับเรื่องที่จะศึกษาและตรวจสอบความเชื่อมั่น โดยมีค่า เท่ากับ 0.825 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตรวัดของลิเคอร์ท 5 ระดับ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ดำเนินการเก็บรวมรวบข้อมูลโดยการแจกแบบประเมินคุณภาพระบบให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านพิจารณา

4.2 เก็บรวบรวมแบบประเมิน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลและแปรผล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพระบบ วิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีเกณฑ์การประเมินจากค่าเฉลี่ย และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51- 5.00	มีคุณภาพในระดับมากที่สุด
3.51- 4.50	มีคุณภาพในระดับมาก
2.51- 3.50	มีคุณภาพในระดับปานกลาง
1.51- 2.50	มีคุณภาพในระดับน้อย
1.00-1.50	มีคุณภาพในระดับน้อยที่สุด

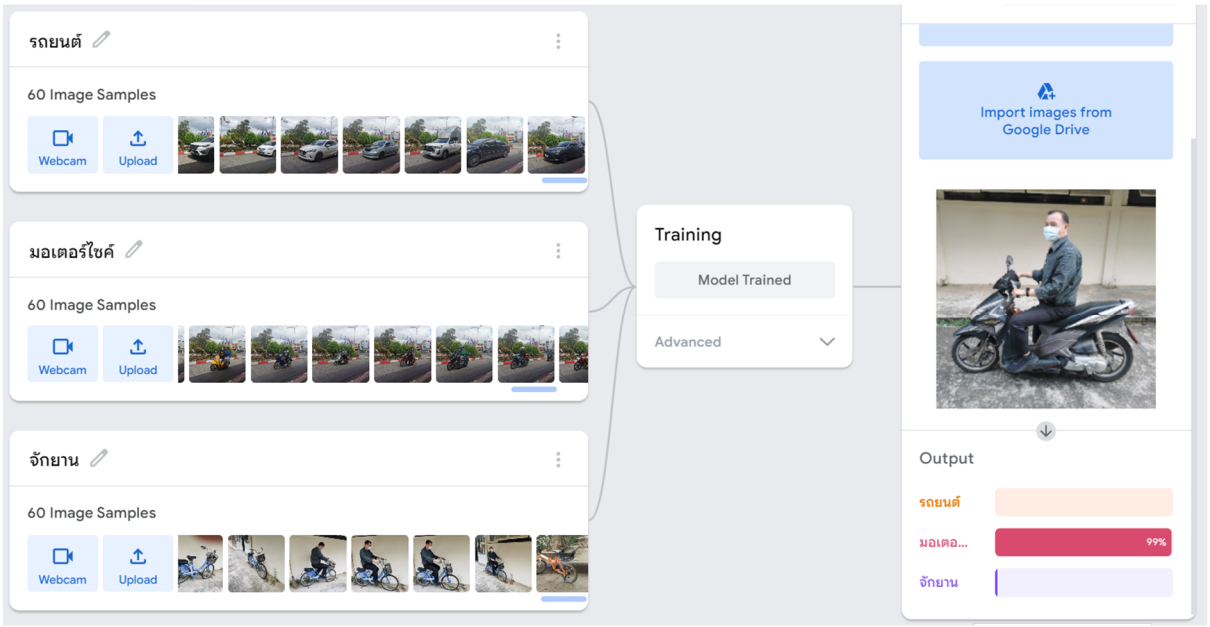
5.2 นำข้อมูลไปสรุปและอภิปรายผลต่อไป

ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่องระบบคัดแยกยานพาหนะเพื่อออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสมด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก สามารถแสดงผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาระบบคัดแยกยานพาหนะด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก

ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution (CNN) และ Teachable Machine ที่เป็นระบบ No-Code Machine Learning Platform ช่วยให้สามารถทำแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก ในรูปที่ 2



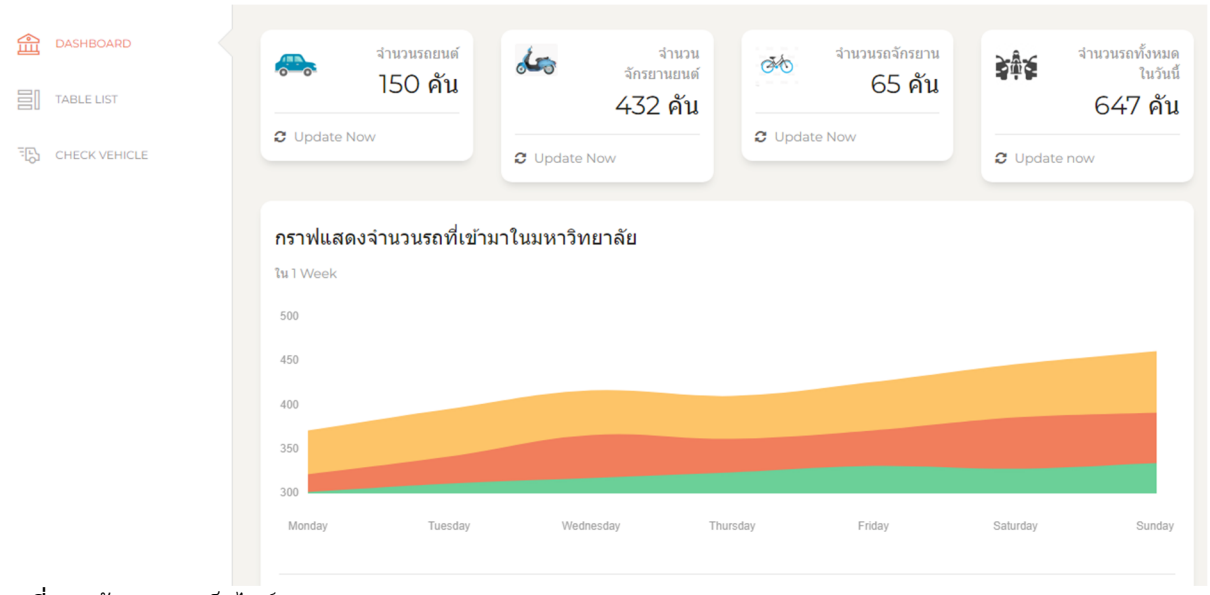
รูปที่ 2 การพัฒนาโมเดลที่ใช้ในการจำแนกประเภทยานพาหนะ

จากรูปที่ 2 เป็นการแสดงการสร้างแบบจำลองการรู้จำรูปภาพยานพาหนะด้วย Teachable Machine ใช้ Learning Rate ที่ 0.001 และ Batch Size ที่ 16 โดยใช้รูปภาพยานพาหนะ 3 ประเภท ประกอบด้วย รถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถจักรยาน โดยผลของประสิทธิภาพในการรู้จำยานพาหนะอยู่ที่ร้อยละ 95 จากชุดข้อมูลทดสอบ

จากนั้น ใช้รูปภาพจักรยานยนต์ในการทดลองการรู้จำของแบบจำลอง จะเห็นได้ว่า แบบจำลองทำนายว่าเป็นรถจักรยานยนต์ อยู่ที่ 99% และทำนายว่าเป็นรถจักรยานอยู่ที่ 1%

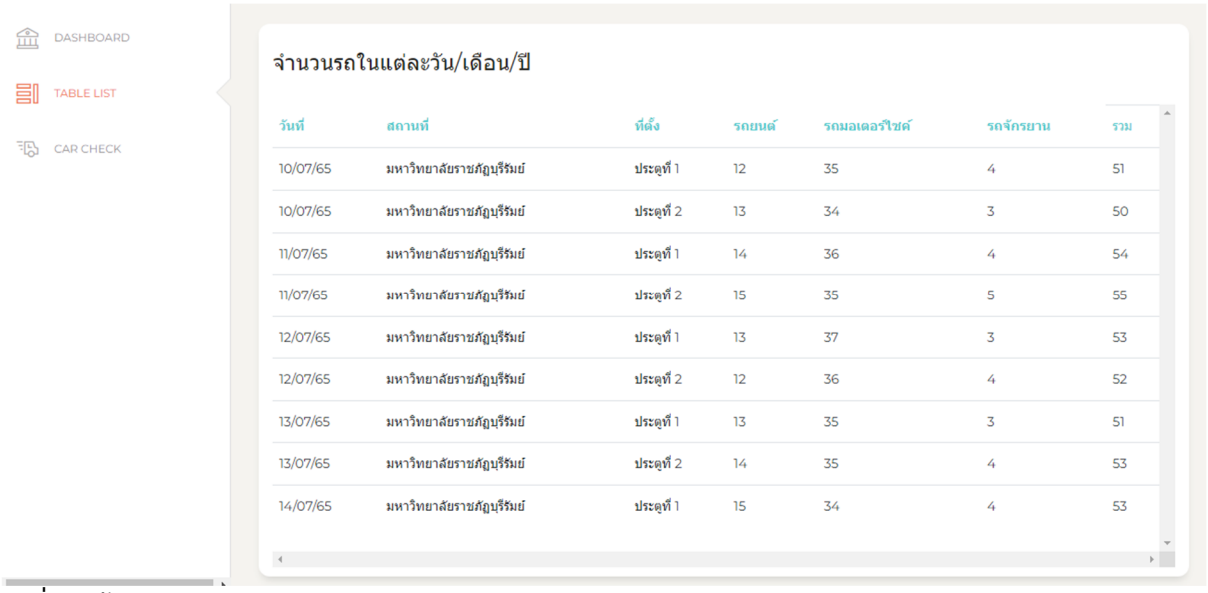
2. การพัฒนาเว็บไซต์ที่ใช้ในการแสดงผล

2.1 หน้าเว็บไซต์แสดงผลจำนวนรถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถจักรยาน และแสดงจำนวนยานพาหนะทั้งหมด สามารถแสดงเป็นกราฟโดยแยกแต่ละวันได้ แสดงได้ในรูปที่ 3



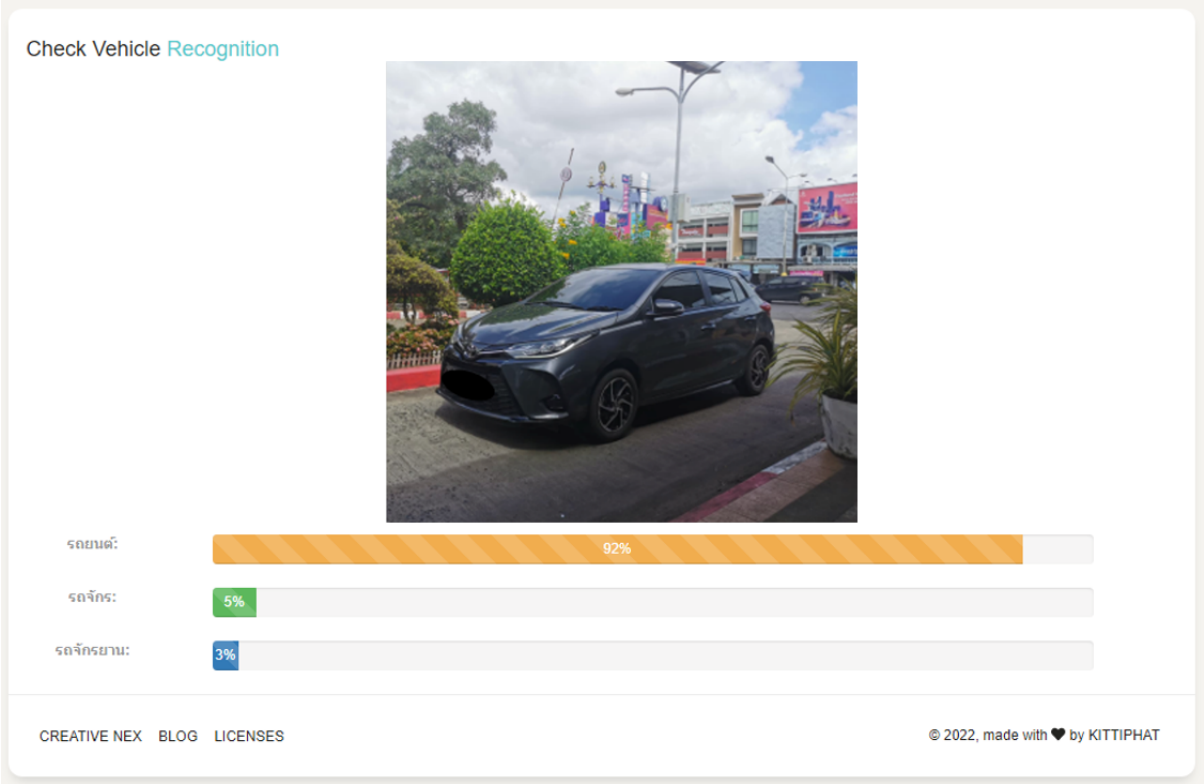
รูปที่ 3 หน้าแรกของเว็บไซต์

2.2 หน้า Table List แสดงจำนวนยานพาหนะในแต่ละวัน/เดือน/ปี จำแนกตามประตูทางเข้า แสดงได้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 หน้า Table List

2.3 หน้าโปรแกรมที่ใช้แยกประเภทของรถ โดยเมื่อมียานพาหนะผ่านกล้อง โมเดลจะทำการทำนายผล ประเภทยานพาหนะแต่ละชนิด แสดงออกมาเป็นค่าความน่าจะเป็นของยานพาหนะแต่ละประเภท ใช้ความน่าจะเป็นของค่าที่สูงที่สุดมาใช้ในการตรวจจับยานพาหนะ โดยค่าความน่าจะเป็นต้องมากกว่าร้อยละ 80 จึงสรุปได้ว่าเป็นยานพาหนะประเภทใด จากนั้นทำการนับจำนวนและหน่วงเวลา 1 วินาที แล้วจึงเริ่มนับใหม่ แสดงได้ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน้าโปรแกรมที่ใช้แยกประเภทของรถ

3. ผลการทดลองใช้ระบบคัดแยกยานพาหนะด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้ระบบคัดแยกยานพาหนะด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกที่พัฒนาขึ้น ให้กับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ในการพิจารณาและประเมินคุณภาพระบบ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ จากนั้นนำแบบประเมินมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความคิดเห็น
1. การทำงานของระบบประมวลผล	4.00	0.00	ดี
2. การทำงานของระบบแสดงผลหน้าจอ	4.33	0.58	ดี
3. ความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	ดี
4. ความเหมาะสมของอุปกรณ์ที่ใช้	4.00	0.00	ดี
5. ความสะดวกต่อการใช้งาน	4.00	0.00	ดี
6. ความรวดเร็วในการทำงาน	3.67	0.58	ดี
7. ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ	4.00	1.00	ดี
8. การออกแบบมีความเหมาะสม	4.00	0.00	ดี
โดยรวม	**4.12**	**0.49**	**ดี**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.12 อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านความปลอดภัยในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 รองลงมาคือการทำงานของระบบแสดงผลหน้าจอ และค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ความรวดเร็วในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.67

การอภิปรายผล

ระบบคัดแยกยานพาหนะเพื่อออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสมด้วยแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึก เป็นการออกแบบจำลองระบบ โดยนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้ในการคัดแยกยานพาหนะด้วยเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Convolution (CNN) และ Teachable Machine ที่เป็นระบบ No-Code Machine Learning Platform ช่วยให้สามารถทำแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกในการจำแนกข้อมูลรูปภาพ ประเภทของรถได้เป็นอย่างดี โดยมีค่าความแม่นยำในการจำแนกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 95% ในชุดข้อมูลทดสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพา ชีวาประกอบกิจ (2562) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ พบว่า โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional neural network: CNN) ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพ ซึ่งผลการทดลองพบว่าการใช้เทคนิคด้วยการสร้างภาพเทียม จะช่วยให้ประสิทธิภาพในการจำแนกภาพแม่นยำสูงขึ้นจาก 84.79% เป็น 87.57%

บทสรุป

งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เพื่อตรวจสอบยานพาหนะที่เข้ามาใช้บริการในมหาวิทยาลัย โดยใช้การสร้างแบบจำลองการรู้จำรูปภาพยานพาหนะด้วย Teachable Machine ใช้ Learning Rate ที่ 0.001 และ Batch Size ที่ 16 โดยใช้รูปภาพยานพาหนะ 3 ประเภท ประกอบด้วย รถยนต์ รถจักรยานยนต์ และรถจักรยาน โดยผลของประสิทธิภาพในการรู้จำยานพาหนะอยู่ที่ร้อยละ 95 จากชุดข้อมูลทดสอบ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาไปใช้ได้ทั้งในห้างสรรพสินค้า โรงเรียน โรงแรม หรือสถานที่อื่นๆ ที่มีสถานที่จอดรถได้ สามารถนับจำนวนยานพาหนะที่เข้ามาในพื้นที่ บันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล แสดงข้อมูลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน และดูรายงานสรุปจำนวนยานพาหนะที่เข้ามาในพื้นที่ตามช่วงเวลาได้ เพื่อออกแบบสถานที่จอดรถให้เหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยนี้ ยังพบข้อผิดพลาดจากการนับจำนวนยานพาหนะจำนวนมากกว่า 2 คันในรูปเดียวกันไม่ได้ ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรใช้การตรวจสอบวัตถุในภาพ (Object Detection) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐณิชา ยงยิ่ง. (2562). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึกในการจำแนกข้อมูลถนนจากภาพถ่าย Drone เพื่อการสำรวจถนนในเขตชนบท. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สุวีริยาสาส์น.

พิมพา ชีวาประกอบกิจ. (2562). การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ. TNI Journal of Engineering and Technology, 7(1): 59-64.

พุฒิพงศ์ ขุนทรง และณรงค์ชัย จินดาประกาย. (2561). การออกแบบต้นแบบจำลองระบบจอดรถอัจฉริยะแบบโรตารี่. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 3. 30 สิงหาคม 2561 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 205-210.

Anuksan J. and Surinta O. (2019). Deep Convolutional Neural Networks for Plant Recognition in Natural Environment. Journal of Science and Technology Mahasarakham University. 38(2): 113–124.

Deepan P. (2019). Fusion of Deep Learning Models for Improving Classification Accuracy of Remote Sensing Images. Journal of Mechanics of Continua And Mathematical Sciences. 14(5): 189-201.

Wu Q., Liu Y., Li Q., Jim S. and Li F. (2017). The Application of Deep Learning in Computer Vision. in Proceeding of 2017 Chinese Automation Congress (CAC). 20-22 October 2017. 6522–6527.