การพัฒนาระบบตรวจจับและค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ กรณีศึกษาทางพิเศษฉลองรัช

Automatic License Plate Recognition and Search Engine with AI Technology: A Case Study of Chalong Rat Expressway

ทักษิณา กรไกร[1,*] พลฉัตร ยงญาติ[2] ศิวัช ปัญญาชัยวัฒนากูล[3] และเทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[4]

1,2,3,4 กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

**Corresponding author; E-mail address: Thaksina.amp@gmail.com*

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) พัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษไปสู่ระบบจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น (Multilane Free-Flow: M Flow) เพื่อให้ผู้ใช้บริการทางพิเศษสามารถผ่านด่านเก็บเงินได้โดยเร็ว ไม่หยุดชะงัก ลดความแออัดบริเวณหน้าด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ โดยใช้เทคโนโลยีระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในรูปแบบการอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition: ALPR) เพื่อใช้ตรวจสอบยานพาหนะและระบุตัวตนผู้ใช้บริการ และหากมีความจำเป็นต้องติดตาม ทวงถาม เรียกเก็บค่าผ่านทางพิเศษย้อนหลัง ระบบสามารถออกรายงานการผ่านทางได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยลดภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ของ กทพ. อีกทั้งกรณีหน่วยงานภายนอกขอสนับสนุนข้อมูลในการดำเนินงานของหน่วยงานต่างๆ กทพ. จึงได้มีการพัฒนาระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ (ALPR) บนทางพิเศษฉลองรัช เป็นสายทางนำร่อง ซึ่งงานวิจัยนี้ประเมินประสิทธิภาพของระบบการอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ ที่ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI ด้วยการตรวจสอบปริมาณจราจรจริงที่ได้จากการบันทึกภาพ VDO พบว่าทั้งหมดที่ระบบ ALPR ตรวจจับได้ มีค่าความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ ร้อยละ 97.5 ค่าความถูกต้องในการจำแนกสี ร้อยละ 96 และค่าความถูกต้องในการจำแนกยี่ห้อ ร้อยละ 93 ทั้งนี้ค่าความถูกต้องดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแสดงผลในตารางการเดินทาง (O-D Table) และการค้นหาป้ายทะเบียน พร้อมทั้งพัฒนาโปรแกรมระบบตรวจจับและค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับทางพิเศษฉลองรัช ให้อยู่ในรูปแบบ Web Application ที่จะทำให้สามารถใช้งานได้สะดวก

คำสำคัญ: ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ, ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ, ทางพิเศษฉลองรัช, ระบบปัญญาประดิษฐ์

Abstract

The Expressway Authority of Thailand (EXAT) has developed the expressway toll collection system into a multilane free-flow (M Flow) toll collection system to enable expressway users to pass through the toll gates quickly without interruption, reducing congestion in front of the toll gates. One of the important factors for the development is identifying the vehicles by using artificial intelligence (AI) technology in the form of Automatic License Plate Recognition (ALPR) for vehicle inspection and vehicle/user identification. And if it is necessary to follow up, make a claim, or collect the toll fees retroactively, the system can automatically issue a transaction report. This will help reduce the workload of EXAT staff. In addition, in the case of external agencies requesting related information to support their operations. EXAT has then developed the ALPR system on the Chalong Rat Expressway as a pilot route. This research compares accuracy between ALPR system and Ground truth. Accuracy rate of ALPR system (97.5%), Color identification (96%) and Vehicle brand (93%). The developed system also initiates a program for detecting and searching for license plates for the Chalong Rat Expressway through the form of a Web Application which is convenient to use without having to install a program.

Keywords: Toll Plazas, Automatic License Plate Recognition, Chalong Rat Expressway, Artificial intelligence

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ให้บริการทางพิเศษจำนวน 8 สายทาง ระยะทางรวม 224.6 กิโลเมตร มีผู้ใช้บริการเฉลี่ยมากกว่า 1.8 ล้านเที่ยวต่อวัน โดยในปัจจุบัน กทพ. ได้มีการพัฒนาระบบ M-Flow (Multi-Lane Free

Flow) ซึ่งเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในรูปแบบการอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition: ALPR) สำหรับการระบุตัวตนยานพาหนะ (Vehicle Identify) ของผู้ใช้บริการ โดยได้ติดตั้งระบบ M-Flow บนทางพิเศษฉลองรัช (จำนวน 3 ด่านฯ) ซึ่ง กทพ. ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้บนทางพิเศษ เพื่อช่วยลดปัญหาการจราจร จึงได้พัฒนาระบบการอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition: ALPR) บนทางพิเศษฉลองรัชอย่างเต็มรูปแบบ เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการพัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษไปสู่ระบบ SLFF (Single Lane Free Flow) หรือ M-Flow (Multi-Lane Free Flow) ในอนาคต โดยทางพิเศษฉลองรัช ให้บริการตั้งแต่อาจณรงค์ ถึง จตุโชติ มีระยะทาง 28.2 กิโลเมตร มีผู้ใช้บริการเฉลี่ยมากกว่า 250,000 เที่ยวต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 13.9 ของปริมาณผู้ใช้บริการทางพิเศษทั้งหมด [1]

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบการอ่านป้ายทะเบียนรถอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition: ALPR) ที่ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI ด้วยการตรวจสอบความถูกต้องของปริมาณจราจรจริงที่ได้จากการบันทึกภาพ VDO เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพแม่นยำให้แก่ AI และจัดทำระบบสนับสนุนการทำงานให้กับพนักงานและสนับสนุนข้อมูลให้แก่หน่วยงานภายนอก

1.2 ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอระบบตรวจจับและค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ กรณีศึกษาทางพิเศษฉลองรัช เพื่อรองรับการพัฒนาระบบจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติแบบไม่มีไม้กั้น M-Flow (Multi-Lane Free Flow)

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เช่น ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำๆ กันในรูป แบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้ง คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ

การประมวลผลภาพ [2] เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดิทัศน์ (วิดีโอ) ในอดีตการประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณแอนะล็อก (Analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (Optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญ หรือเลิกใช้ไป ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญ สำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟี (Holography) แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ราคาถูกลง และมีความเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) จึงได้รับความนิยมมากกว่า เพราะการประมวลผลที่ทำได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายในการลงมือปฏิบัติ

2.2 ระบบการอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition, ALPR)

ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (ALPR) เป็นหนึ่งในมาตรการเฝ้าระวังและอำนวยความปลอดภัยสำหรับชุมชน โดยใช้เทคนิคการจดจำตัวอักษรบนภาพถ่ายป้ายทะเบียนรถ ระบบ ALPR สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) หรืออุปกรณ์กล้องควบคุมด้านจราจรที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษ โดยแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ [4] ดังนี้

2.2.1 อุปกรณ์กล้อง

อุปกรณ์กล้องเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับระบบ ALPR เนื่องจากความคมชัดของภาพถ่ายจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของของระบบ ALPR ในภาพรวม โดยทั่วไปจะนิยมใช้ทั้งในลักษณะของกล้องถ่ายภาพนิ่งและกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

2.2.2 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน โดยเฉพาะในกรณีที่เจ้าที่ต้องไปปฏิบัติงานในสนาม ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการตรวจสอบภาพถ่ายในเวลาปัจจุบัน ทั้งนี้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะต้องมีการพัฒนาให้สามารถดำเนินการแปรผลลัพธ์ที่ได้จากภาพถ่ายเพื่อเปรียบเทียบกับระบบฐานข้อมูลป้ายทะเบียนจากหน่วยงานส่วนกลางได้ ซึ่งจะช่วยให้การระบุตัวตนของผู้ขับขี่หรือผู้ครอบครองยานพาหนะสามารถทำได้ทันที

2.2.3 ซอฟแวร์ประมวลผล

เมื่อยานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านมุมมองของอุปกรณ์กล้องที่กำหนดไว้ ระบบจะดำเนินการถ่ายภาพป้ายทะเบียนและรูปร่างของยานพาหนะ หลังจากนั้น Algorithm จะดำเนินการวิเคราะห์และแยกข้อความต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนแผ่นป้ายทะเบียน ทั้งนี้ ความแม่นยำของระบบ ALPR จะ

ขึ้นอยู่กับความสามารถของ Algorithm ที่ใช้ในการวิเคราะห์และแยกข้อความต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนภาพถ่ายแผ่นป้ายทะเบียน

2.3 การเก็บข้อมูลสำหรับการทดสอบระบบตรวจจับและค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ

ทำการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการทดสอบความแม่นยำของระบบ โดยทำการทดสอบในหัวข้อ ดังนี้

- ความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์
- ความถูกต้องในการจำแนกสี
- ความถูกต้องในการจำแนกยี่ห้อ

การเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา ได้แก่

- ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า
- ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น
- นอกเวลาเร่งด่วนกลางวัน
- ช่วงเวลากลางคืน

เก็บข้อมูลแยกตามช่องจราจร ทุกช่องจราจร สำหรับช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบ เงินสด (MTC) และช่องเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (ETC)

ประเมินความถูกต้องของปริมาณจราจรที่ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติได้ โดยใช้สมการ (1)

$$\textit{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง} = 100\% - \left(\left|\frac{X_t - X_{ALPR}}{X_t}\right|\right) \qquad (1)$$

โดยที่

X_t คือ ค่าปริมาณจราจรจริงที่ได้จากการบันทึกภาพ VDO

X_{ALPR} คือ ค่าปริมาณจราจรทั้งหมดที่ระบบ ALPR ตรวจจับได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชลธิศา และ นิคม [3] พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อการตรวจนับปริมาณรถบนถนนด้วยการประยุกต์ใช้กล้องวิดีโอ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพเข้ามาใช้แก้ปัญหา โดยใช้วิธีตรวจจับภาพเคลื่อนไหว การปรับมุมมองในแนวลึก และ การประมาณค่าความหนาแน่นของการจราจร ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน แต่ได้ผลที่มีประสิทธิภาพ โดยประสิทธิภาพความแม่นยำในการทำงานมีค่าความถูกต้องมากกว่า ร้อยละ 80

ชลธิศา, ณัฏฐา และ นิคม [4] ชลธิศา [5] พัฒนาเทคนิคการนับปริมาณจราจร ด้วยการใช้เทคนิคการลบภาพพื้นหลังด้วยวิธีการหาผลต่างของเฟรม เลือกเทคนิคการนับรถด้วยวิธีการนับจำนวนจุดสีเพื่อหาพื้นที่ของรถ โดยทำการนับรถเมื่อมีการเคลื่อนที่ผ่านบริเวณสี่เหลี่ยมที่กำหนดขึ้นซึ่งออกแบบในแพลตฟอร์มของ DSP บน FPGA เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผล ซึ่งเลือกใช้การหาขอบภาพ เพื่อกำหนดของส่วนที่สนใจในภาพนั้น รวมถึงการใช้ Optical Flow ในการตรวจจับการเคลื่อนที่ของภาพโดยใช้ร่วมกับเทคนิคการลบพื้นที่หลังมีการนับยานพาหนะ แปลงภาพสีให้เป็นภาพ Gray Scale และเปลี่ยนเป็นภาพขาวดำโดยการทำ Threshold จะได้ภาพที่มีขนาดพิกเซลซึ่งสามารถวัดค่าพิกเซลบอกประเภทของยานพาหนะได้

เมทินี [6] พัฒนาอัลกอริธึมและโปรแกรมต้นแบบในการตรวจนับจำนวนยานพาหนะในเวลากลางคืนแบบทันกาลจากภาพวีดิทัศน์เมื่อเล็งกล้องด้านหลังรถ อัลกอริธึมที่นำเสนอผลประกอบด้วยสองขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้นเพื่อหายานพาหนะในกรอบตรวจจับและขั้นตอนการนับจำนวนยานพาหนะ โปรแกรมจะนับจำนวนยานพาหนะในบริเวณกรอบตรวจจับที่กำหนด โดยขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้นจะตรวจหาการปรากฏของยานพาหนะในแต่ละเฟรมของวีดิทัศน์เพื่อแยกยานพาหนะออกจากพื้นถนนโดยได้ทดลองวิธีการตรวจหาการปรากฏของยานพาหนะสองวิธีได้แก่การตรวจหาส่วนท้ายของยานพาหนะและการตรวจหาการปรากฏของยานพาหนะจากขอบของยานพาหนะส่วนขั้นตอนการนับจำนวนยานพาหนะจากภาพวีดิทัศน์จะอาศัยข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรก ซึ่งประมวลผลเพรมสองเฟรมที่ต่อเนื่องกัน เพื่อนำมาประมวลผลนับจำนวนยานพาหนะ ในงานนี้ได้ทดลองโปรแกรมต้นแบบจากภาพวีดิทัศน์ที่มีมุมก้มและและมุมเฉียงในการเล็งกล้องที่แตกต่างกัน ภาพที่ใช้มีความละเอียด 320X240 จุดภาพโดยถ่ายภาพวีดิทัศน์บนสะพานลอยกล้องสูงจากพื้นถนนประมาณ 7.5 เมตร ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจนับจำนวนยานพาหนะจากการพิจารณาท้ายรถมีความถูกต้องระหว่างร้อยละ 87 ถึงร้อยละ 98 การนับจำนวนยานพาหนะโดยหายานพาหนะจากการพิจารณาขอบของยานพาหนะมีความถูกต้องระหว่างร้อยละ 92 ถึงร้อยละ 96 โดยพบว่าความถูกต้องในการนับอย่างน้อยขึ้นกับมุมกล้องที่เล็งไปยังกรอบตรวจนับและระยะห่างระหว่างกล้องกับการตรวจนับเมื่อคุณภาพกล้องคงที่

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

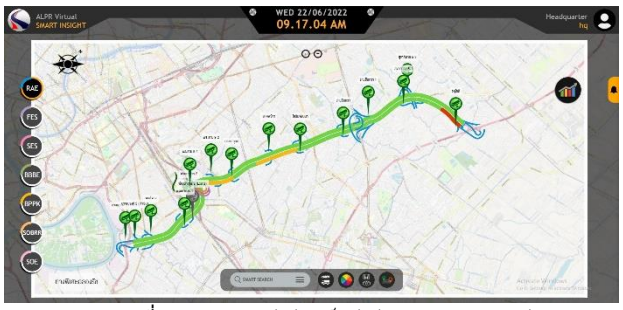
ทางพิเศษฉลองรัช ระยะทางรวม 28.2 กิโลเมตร มีด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ จำนวน 14 ด่าน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเพื่อที่ศึกษาที่ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษลาดพร้าว ซึ่งเป็นด่านฯ ที่มีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันอยู่ในระดับกลาง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันบนทางพิเศษฉลองรัชแยกรายด่าน

รายชื่อด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ทางพิเศษฉลองรัช	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (เที่ยวต่อวัน)
จตุโชติ	27,875
สุขาภิบาล 5-1	10,156
สุขาภิบาล 5-2	3,932
รามอินทรา 1	11,646
รามอินทรา	9,631
โยธินพัฒนา	13,247
ลาดพร้าว	8,359
ประชาอุทิศ	12,240
พระราม 9-1 (ฉลองรัช)	24,835
พระราม 9-2	12,104
พัฒนาการ 1	17,935
พัฒนาการ 2	7,019

รายชื่อด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ทางพิเศษฉลองรัช	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (เที่ยวต่อวัน)
พระโขนง	10,159
อาจณรงค์ 2 (ท่าเรือ)	6,008
อาจณรงค์ 2 (บางนา)	8,187

ที่มา: รายงานสถิติปริมาณจราจร ปี2565 การทางพิเศษแห่งประไทย



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษฉลองรัช

ทำการติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ และอุปกรณ์อินฟาเรด (IR) จำนวน 75 ช่องทาง ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งติดตั้งกล้องตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ และอุปกรณ์อินฟาเรด (IR)

3.2 การสำรวจความต้องการของระบบเพื่อออกแบบฟังก์ชันสำหรับการแสดงผล

ในการสำรวจความต้องการของระบบเพื่อออกแบบฟังก์ชันสำหรับการแสดงผลได้ทำการสำรวจความต้องการของผู้ใช้ระบบ จำนวน 10 ฟังก์ชัน ประกอบด้วย

3.2.1 การแสดงผลการเข้าใช้งานระบบ

3.2.2 การแสดงผลการตรวจจับป้ายทะเบียนและการอ่านข้อมูล

3.2.3 การแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามประเภทของรถยนต์

3.2.4 การแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามประเภทของรถยนต์

3.2.5 การแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามยี่ห้อของรถยนต์

3.2.6 การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของ Dashboard

3.2.7 การแสดงผลข้อมูลสำหรับการค้นหาป้ายทะเบียน

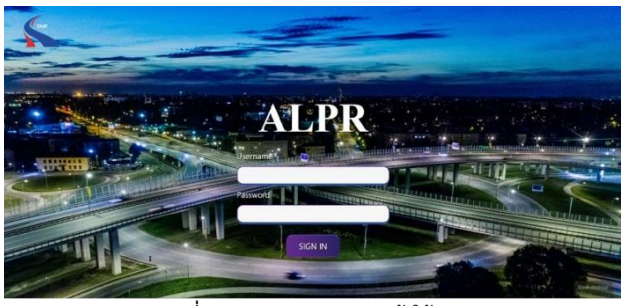
3.2.8 การแสดงผลการออกรายงาน

3.2.9 การตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านป้ายทะเบียนโดยใช้บุคคล (Manual License Plate Recognition: MLPR)

3.2.10การแสดงตารางการเดินทาง (O-D Table)

4. ผลการศึกษา

4.1 ระบบได้มีการกำหนดสิทธิของผู้เข้าใช้งานแต่ละบุคคล ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการ log in การเข้าใช้งาน

4.2 การแสดงผลการตรวจจับป้ายทะเบียนและการอ่านข้อมูล

การตรวจจับป้ายทะเบียนจะแสดงในรูปแบบของภาพวิดีโอ และภาพนิ่ง รวมทั้งข้อมูลที่อ่านได้จากป้ายทะเบียน ได้แก่ ข้อมูลป้ายทะเบียน จังหวัด สี ยี่ห้อ ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ประเภทช่องทาง วัน และเวลาที่ผ่านทาง เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 แสดงผลการตรวจจับป้ายทะเบียนและข้อมูลต่าง

4.3 การแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามประเภทของรถยนต์

ระบบจะสามารถแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามประเภทของรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 5

รูปที่ 5 แสดงแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามประเภทของรถยนต์

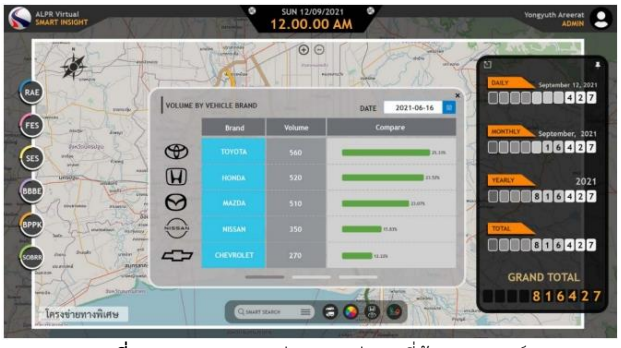
4.4 การแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามประเภทของรถยนต์

ระบบจะสามารถแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามสีของรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 แสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามสีของรถยนต์

4.5 การแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามยี่ห้อของรถยนต์

ระบบจะสามารถแสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามยี่ห้อของรถยนต์ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงผลรายการผ่านทางแบ่งตามยี่ห้อของรถยนต์

-

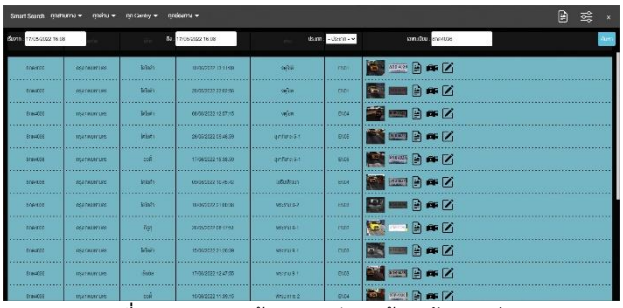
4.6 การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของ Dashboard

ระบบจะสามารถแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบของ Dashboard เช่น ปริมาณจราจร แบบรายวัน รายชั่วโมง เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 แสดงผลข้อมูลในรูปแบบของ Dashboard

4.7 การแสดงผลข้อมูลสำหรับการค้นหาป้ายทะเบียน

เมื่อค้นหาป้ายทะเบียน ระบบจะแสดงผลข้อมูลสำหรับการค้นหาป้ายทะเบียน ในกรณีค้นหารถยนต์ที่ฝ่าด่าน หรือกระทำความผิด เพื่อสนับสนุนให้กับเจ้าหน้าที่และหน่วยงานด้านความมั่นคง เช่น สำนักงานตำรวจแห่งชาติ บก.จร. และหน่วยงานในสังกัดกระทรวงคมนาคม ดังแสดงในรูปที่ 9

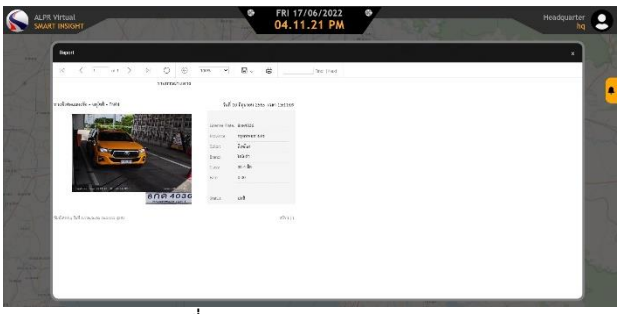


รูปที่ 9 การแสดงผลข้อมูลสำหรับการค้นหาป้ายทะเบียน

-

4.8 การแสดงผลการออกรายงาน

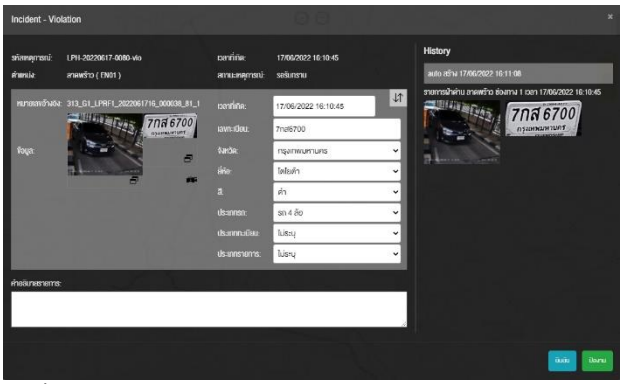
สามารถออกรายงานได้โดยอัตโนมัติ เพื่อสนับสนุนการทำงานของพนักงานจัดเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 การแสดงผลการออกรายงาน

4.9 การตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านป้ายทะเบียนโดยใช้บุคคล (Manual License Plate Recognition: MLPR)

ในการออกรายงานกรณีที่ระบบอ่านข้อมูลป้ายทะเบียนไม่ได้ หรืออ่านผิดพลาด พนักงานสามารถแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องก่อนออกรายงานได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการช่วยสร้างการเรียนรู้ให้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) อีกทางหนึ่งด้วย ดังแสดงในรูปที่ 11

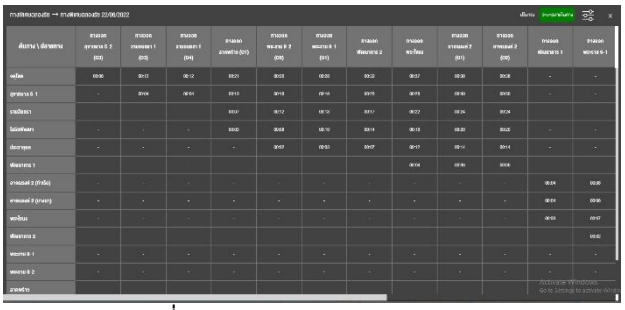


รูปที่ 11 กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของการอ่านป้ายทะเบียนโดยใช้บุคคล (MLPR)

-

4.10 การแสดงตารางการเดินทาง (O-D Table)

ระบบสามารถแสดงจุดต้นทางและจุดปลายทางของการเดินทาง บนทางพิเศษฉลองรัช ซึ่งการออกแบบสามารถรองรับการแสดงข้อมูลได้ 3 ประเภท ได้แก่ แสดงตารางข้อมูลปริมาณจราจร ตารางข้อมูลระยะเวลาการเดินทาง และตารางข้อมูลประเภทค่าผ่านทาง ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงตารางการเดินทาง (O-D Table)

ซึ่งผลทดสอบความแม่นยำของระบบ ได้ผลดังนี้

ความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ (เฉพาะตัวเลขและตัวอักษร) อยู่ที่ร้อยละ 96 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ (เฉพาะตัวเลขและตัวอักษร)

ชั่วโมง	LPR	ถูก	ผิด	%ถูก	%ผิด
7	23	23	-	100%	0%
8	63	61	2	97%	3%
9	85	80	5	94%	6%
10	83	82	1	99%	1%
11	86	83	3	97%	3%
12	56	55	1	98%	2%
13	75	69	6	92%	8%
14	89	85	4	96%	4%
15	89	88	1	99%	1%
16	90	88	2	98%	2%
17	80	77	3	96%	4%
18	168	157	11	93%	7%
รวม	**987**	**948**	**39**	**96%**	**4%**

ความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ (เฉพาะจังหวัด) อยู่ที่ร้อยละ 99 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ (เฉพาะจังหวัด)

ชั่วโมง	LPR	ถูก	ผิด	%ถูก	%ผิด
7	23	23	-	100%	0%
8	63	63	0	100%	0%
9	85	84	1	99%	1%
10	83	83	0	100%	0%
11	86	84	2	98%	2%
12	56	56	0	100%	0%
13	75	75	0	100%	0%
14	89	88	1	99%	1%
15	89	89	0	100%	0%
16	90	89	1	99%	1%
17	80	80	0	100%	0%
18	168	167	1	99%	1%
รวม	**987**	**981**	**6**	**99%**	**1%**

ความถูกต้องในการจำแนกสี อยู่ที่ร้อยละ 93 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความถูกต้องในการจำแนกสี

ชั่วโมง	LPR	ถูก	ผิด	%ถูก	%ผิด
7	23	21	2	91%	9%
8	63	58	5	92%	8%
9	85	82	3	96%	4%
10	83	79	4	95%	5%
11	86	83	3	97%	3%
12	56	52	4	93%	7%
13	75	70	5	93%	7%
14	89	84	5	94%	6%
15	89	86	3	97%	3%
16	90	87	3	97%	3%
17	80	73	7	91%	9%
18	168	144	24	86%	14%
รวม	**987**	**919**	**68**	**93%**	**7%**

ความถูกต้องในการจำแนกยี่ห้อ อยู่ที่ร้อยละ 96 ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความถูกต้องในการจำแนกยี่ห้อ

ชั่วโมง	LPR	ถูก	ผิด	%ถูก	%ผิด
7	23	23	-	100%	0%
8	63	62	1	98%	2%
9	85	83	2	98%	2%
10	83	83	0	100%	0%
11	86	85	1	99%	1%
12	56	54	2	96%	4%
13	75	74	1	99%	1%
14	89	84	5	94%	6%
15	89	87	2	98%	2%
16	90	86	4	96%	4%
17	80	77	3	96%	4%
18	168	153	15	91%	9%
รวม	**987**	**951**	**36**	**96%**	**4%**

5. สรุปผลการศึกษา

จาการสำรวจความต้องการของระบบ (Get requirement) เพื่อนำไปพัฒนาฟังก์ชันทั้ง 10 ที่แสดงอยู่ในผลการศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลความน่าเชื่อถือข้อมูลที่นำมาแสดงในฟังก์ชันดังกล่าว ทั้งนี้ได้ดำเนินการพิจารณาตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 987 คัน ที่ครอบคลุมทั้ง 4 ช่วงเวลา ณ ด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษลาดพร้าว ทางพิเศษฉลองรัช โดยได้เปรียบเทียบกับค่าปริมาณจราจรจริงที่ได้จากการบันทึกภาพ VDO และค่าปริมาณจราจรทั้งหมดที่ระบบ ALPR ตรวจจับได้ พบว่าค่าความถูกต้องในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ ร้อยละ 97.5 ค่าความถูกต้องในการจำแนกสี ร้อยละ 96 และค่าความถูกต้องในการจำแนกยี่ห้อ ร้อยละ 93 ทั้งนี้ค่าความถูกต้องดังกล่าวมีค่าค่อนข้างสูง จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแสดงผลในตารางการเดินทาง (O-D Table) และการค้นหาป้ายทะเบียน เพื่อสนับสนุนให้กับเจ้าหน้าที่และหน่วยงานด้านความมั่นคง เช่น สำนักงานตำรวจแห่งชาติ บก.จร. และหน่วยงานในสังกัดกระทรวงคมนาคม เช่น กระทรวงคมนาคม สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กรมทางหลวง เป็นต้น รวมถึงระบบที่พัฒนาสามารถแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องก่อนออกรายงานได้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการช่วยสร้างการเรียนรู้ให้ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณพนักงานและลูกจ้างการทางพิเศษแห่งประเทศไทย และผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบฯ วิเคราะห์และประเมินระบบฯ ในทุก ๆ ด้านที่ได้อนุเคราะห์ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการพัฒนาระบบฯ เก็บบันทึกข้อมูล วิเคราะห์และประเมินผลจนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้วางไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (2564). *รายงานสถิติปริมาณจราจร รายได้ค่าผ่านทางพิเศษ และอุบัติเหตุบนทางพิเศษ*.

[2] สมเกียรติ อุดมหรรษากุล (2554). *การประมวลผลภาพดิจิตอลเบื้องต้น*. สำนักพิมพ์ท๊อป, หน้า 110-133.

[3] ชลธิศา เวทโอสถ และ นิคม สุวรรณวร (2556). การพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อตรวจนับปริมาณรถบนถนนด้วยการประมวลผลภาพจากกล้องวีดิโอ. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1.

[4] ชลธิศา เวทโอสถ, ณัฏฐา จินดาเพ็ชร์ และ นิคม สุวรรณวร (2552). การออกแบบการประมวลผลภาพวีดิโอด้วยภาษาระดับสูงสำหรับการนับปริมาณรถแบบฝังตัว. *งานประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 32 (EECON-32)*.

[5] ชลธิศา เวทโอสถ (2552). *การพัฒนาระบบตรวจนับปริมาณรถด้วยการประมวลผลภาพวีดีโอบน FPGA*. ปริญญานิพนธ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

[6] เมทินี วัฒนะเมธานนท์ (2547). *การตรวจนับจำนวนยานพาหนะในเวลากลางคืนแบบทันกาลจากภาพวีดิทัศน์ด้านหลังรถ*. วิทยานิพนธ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.