การประเมินประสิทธิภาพของระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูงบนทางพิเศษบูรพาวิถี

A PERFORMANCE EVALUATION OF AUTOMATIC LICENSE PLATE RECOGNITION SYSTEM FOR HIGH-SPEED VEHICLES ON BURAPHA WITHI EXPRESSWAY

พลฉัตร ยงญาติ[1,*], พรรณทิพา พันธ์ยิ้ม[1] , ศิวัช ปัญญาชัยวัฒนากูล[1] และ เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[2]
[1] วิศวกร, กองวิจัยและพัฒนา, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
[2] ผู้อำนวยการ, กองวิจัยและพัฒนา, การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
[*]Corresponding author address: ponlachat.y@gmail.com

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทยมีแผนการพัฒนาระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษ โดยการนำเทคโนโลยีระบบการเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบไม่มีไม้กั้นในรูปแบบหลายช่องทาง (Multi - Lane Free Flow: MLFF) มาใช้กับระบบทางพิเศษ ซึ่งระบบดังกล่าวเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติรูปแบบใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีระบบตรวจจับยานพาหนะอัตโนมัติ (Automatic Vehicle Identification: AVI) ร่วมกับระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition: ALPR) ดังนั้น จึงได้มีการทดสอบประสิทธิภาพด้านความแม่นยำของระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูง และระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่ไม่รองรับความเร็วสูง โดยการติดตั้งอุปกรณ์ 1) กล้อง ALPR 2) อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร (Microwave Radar Sensor) และ 3) อุปกรณ์ตรวจจับยานพาหนะ (Detector) บนโครงป้ายคร่อมช่องจราจร (Gantry) ตำแหน่ง กม.32+500 ทิศทางมุ่งหน้าบางนา ทางพิเศษบูรพาวิถี จากการทดสอบทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืนนั้น พบว่า ระบบอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูงมีประสิทธิภาพในการตรวจจับป้ายทะเบียนได้จำนวน 95.65% จากรถทั้งหมดที่นับได้ด้วย Microwave Sensor ขณะที่ระบบอ่านป้ายทะเบียนยานพาหนะจากกล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูงมีประสิทธิภาพในการตรวจจับป้ายทะเบียนได้จำนวน 63.11% จากรถทั้งหมดที่นับได้ด้วย Microwave Sensor ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความแม่นยำของกล้อง ALPR ทั้งสองแบบพบว่ากล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูงมีประสิทธิภาพในการตรวจจับป้ายทะเบียนยานพาหนะมากกว่ากล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูง 32.54% ผลการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้สำหรับระบบการเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบไม่มีไม้กั้นในรูปแบบหลายช่องทาง (MLFF) ได้ในอนาคต

คำสำคัญ: *ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ, การตรวจจับยานพาหนะ, ทางพิเศษบูรพาวิถี*

Abstract

Expressway Authority of Thailand (EXAT) has a plan of developing the toll collection system by implementing the technology of Multi-Lane Free Flow (MLFF) to the expressway system. MLFF is a new Electronic Toll Collection (ETC) system that applies Automatic Vehicle Identification (AVI) system with Automatic License Plate Recognition (ALPR) system. Therefore, ALPR system with supporting high-speed vehicles has been tested the accuracy and efficiency of detecting the vehicles on expressway, comparing with ALPR system without supporting high-speed vehicles by installing 1) ALPR Camera 2) Microwave Radar Sensor and 3) Vehicle Detector on gantry at Sta.32+500 with the direction of heading to Bangna on the Burapha Withi Expressway. The results of ALPR system testing both day time and night time indicates that ALPR system with supporting high-speed vehicles can detect 95.65% of all vehicles detected by Microwave Sensor, while ALPR system without supporting high-speed vehicles can detect 63.11% of all vehicles detected by Microwave Sensor. In conclusion, comparing the accuracy of detecting vehicles between those 2 ALPR systems, ALPR system with supporting high-speed vehicles is more accuracy of detecting vehicles than ALPR system without supporting high-speed vehicles by 32.54%. Due to the result of this study, it shows that ALPR system with supporting high-speed vehicles will be applicable for MLFF in the future.

Keywords: *Automatic License Plate Recognition, Vehicle Detector, Burapha Withi Expressway*

1. บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การทางพิเศษแห่งประเทศไทยมีแผนการพัฒนาระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษ โดยการนำเทคโนโลยีระบบการเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบไม่มีไม้กั้นในรูปแบบหลายช่องทาง (Multi - Lane Free Flow: MLFF) มาใช้กับระบบทางพิเศษ ซึ่งเป็นระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติรูปแบบใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีระบบตรวจจับยานพาหนะ

อัตโนมัติ (Automatic Vehicle Identification: AVI) ร่วมกับระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ (Automatic License Plate Recognition: ALPR) ทั้งนี้ เนื่องจากความเร็วของยานพาหนะบนทางพิเศษถือเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ ดังนั้น จึงได้มีการทดสอบประสิทธิภาพด้านความแม่นยำของระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูง และระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่ไม่รองรับความเร็วสูง โดยการติดตั้งอุปกรณ์ 1) กล้อง ALPR 2) อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร (Microwave Radar Sensor) และ 3) อุปกรณ์ตรวจจับยานพาหนะ (Detector) บนโครงป้ายคร่อมช่องจราจร (Gantry) ตำแหน่ง กม. 32+500 ทิศทางมุ่งหน้าบางนา ทางพิเศษบูรพาวิถี และทำการทดสอบทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้จะสามารถนำไปใช้สำหรับระบบการเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบไม่มีไม้กั้นในรูปแบบหลายช่องทาง (MLFF) ได้ในอนาคต

1.2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกล้องอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่รองรับการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้ความเร็วสูง และกล้องอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ไม่รองรับความเร็วสูง
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกล้องอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่รองรับการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ใช้ความเร็วสูง และกล้องอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ไม่รองรับความเร็วสูงที่ช่วงความเร็วต่างๆ

1.3. ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยนี้ทำการทดสอบประสิทธิภาพด้านความแม่นยำของระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูง และระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่ไม่รองรับความเร็วสูง โดยการติดตั้งอุปกรณ์กล้อง ALPR อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร (Microwave Radar Sensor) และ อุปกรณ์ตรวจจับยานพาหนะ (Detector) บนโครงป้ายคร่อมช่องจราจร (Gantry) ตำแหน่ง กม. 32+500 ทิศทางมุ่งหน้าบางนา ทางพิเศษบูรพาวิถี โดยทดสอบทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. การอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ

ระบบการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ เป็นระบบที่ต้องวิเคราะห์ตัวเลขและตัวอักษร จากป้ายทะเบียนรถยนต์ ดังนั้นจำเป็นต้องมีกล้องที่เป็นตัวรับสื่อ และเมื่อรับสื่อที่เป็นภาพที่วิเคราะห์แล้วว่าเป็นรถยนต์ที่มีป้ายทะเบียน ระบบจะทำการวิเคราะห์ต่อว่าในภาพดังกล่าวมีป้ายทะเบียนอยู่ ณ ส่วนใดของภาพ และทำการระบุตำแหน่งนั้นๆ ไปวิเคราะห์ต่อเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

การประมวลผลภาพเพื่อที่จะได้ค่ามาวิเคราะห์นั้นประกอบด้วยหลายตัวแปรหรือหลายปัจจัยที่มีความสำคัญ ได้แก่ สี ที่จะเป็นตัวบอกความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและตัววัตถุ หรือรูปทรงต่างๆ (Contour) ต่อมา คือ หน่วยของภาพ หรือ พิกเซล ที่มีผลในเรื่องของความละเอียด ซึ่งยิ่งละเอียดมากก็จะสามารถแยกส่วนของข้อมูลภาพได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น และแสงซึ่งหากมีแสงน้อยอาจจะทำให้การวิเคราะห์ป้ายทะเบียนมีความแม่นยำน้อยลง และสุดท้ายคือ ความเร็วของยานพาหนะซึ่งยิ่งมีความเร็วสูงมากขึ้นความแม่นยำในการตรวจจับป้ายทะเบียนก็อาจจะลดน้อยลง ดังนั้น ปัจจัยพื้นฐานที่จะได้ข้อมูลจากภาพเพื่อนำไปวิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำนั้น ได้แก่ สี ปริมาณพิกเซล แสง และความเร็วของยานพาหนะ ทั้งนี้ จากปัจจัยดังที่กล่าวมาหากมีการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นก็จะยิ่งทำให้โอกาสเกิดความผิดพลาดในการตรวจจับป้ายทะเบียนลดลงได้

กระบวนการอ่านป้ายทะเบียน (License plate recognition) จากภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน (License plate detection) 2) การแยกตัวอักษร (Character segmentation) และ 3) การอ่านตัวอักษร (Optical character recognition) ซึ่งการพัฒนาวิธีการในแต่ละขั้นตอนให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพค่อนข้างยากเนื่องจากข้อกำหนดต่างๆ ที่แตกต่างกันจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้องเท่าที่ควร เช่น ลักษณะของป้ายทะเบียนที่มีหลายรูปแบบ ป้ายทะเบียนชำรุดเสียหาย การเปลี่ยนแปลงของแสงที่มีอยู่ตลอดเวลา หรือสภาวะแวดล้อมในการนำเข้าข้อมูลภาพไม่เหมาะสม เป็นต้น โดยระบบอ่านป้ายทะเบียนก็จะนำเสนอเทคนิควิธีการภายใต้เงื่อนไขที่มีความแตกต่างกัน เพื่อสามารถประมวลผลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนจะสามารถทำได้จากคุณลักษณะพิเศษของป้ายเอง เช่น โครงสร้างทางเลขาคณิต อัตราส่วนความกว้างความสูง สี ลักษณะของโทนสีขาวดำ ความถี่การเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงหรือคุณลักษณะของตัวอักษรที่อยู่ในป้าย ค่าความเปลี่ยนแปลงจากการเปลี่ยนแปลงของ gradient อัตราส่วนของตัวอักษร และอัตราการกระจายตัวของช่วงว่างระหว่างตัวอักษร เป็นต้น ด้วยคุณลักษณะดังกล่าวจึงทำให้สามารถหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ ซึ่งขั้นตอนต่อมาก็คือการแยกตัวอักษรและอ่านตัวอักษร ในการแยกตัวอักษรสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำ Projection วิธีทาง Morphology การทำ Relaxation Labeling และการหา Component ที่ติดกัน เป็นต้น ในแต่ละวิธีก็จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไปสำหรับส่วนขั้นตอนของการอ่านตัวอักษรนั้นมีวิธีการต่างๆ ที่หลากหลาย เช่น Genetic Algorithm, Neural Networks, Fuzzy, C-means, Support Vector Machine และ Markov Processes เป็นต้น [1]

2.2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมามีงานวิจัยหลายงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ ทั้งส่วนของการปรับการอ่านป้ายทะเบียนให้สอดคล้องกับตัวอักษรของแต่ละภาษา การประมวลผลจากภาพป้ายทะเบียนเป็นข้อมูลตัวอักษร การปรับปรุงโปรแกรมประมวลผลป้ายทะเบียนลักษณะต่างๆ การวิเคราะห์ความแม่นยำในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยวิธีต่างๆ แต่ยังมีอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ยังไม่มีการศึกษามากนัก คือ ความเร็วของรถยนต์ที่ส่งผลต่อระบบการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยเฉพาะบนทางพิเศษซึ่งมีการใช้ความเร็วค่อนข้างสูง ทั้งนี้ ได้สรุปการวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

Ogiuchi, Y. และคณะ [2] ทำการศึกษาระบบอ่านแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติในประเทศไทยด้วยระบบเซนเซอร์รูปภาพ โดยศึกษาการตรวจจับป้ายทะเบียน และการอ่านป้ายทะเบียนที่ประกอบด้วยการอ่านตัวอักษรภาษาไทยประจำหมวดและตัวเลขอารบิคหมายเลขทะเบียน ทำการเก็บข้อมูลรูปภาพรถยนต์ทุกประเภททั้งช่วงกลางวันและกลางคืน สามารถรวบรวมข้อมูลรูปภาพนำเข้าเพื่อประมวลผลทั้งหมด 10,174 ภาพ พบว่า มีความแม่นยำในการตรวจจับป้ายทะเบียนร้อยละ 94.6 มีความแม่นยำในการอ่านตัวเลขอารบิคหมายเลขทะเบียนร้อยละ 93.7 มีความแม่นยำในการอ่านตัวอักษรภาษาไทยประจำหมวดร้อยละ 92.8 และมีความแม่นยำในการอ่านทั้งตัวอักษรและตัวเลขหมายเลขทะเบียนร้อยละ 92 สามารถสรุปความแม่นยำโดยรวมทั้งหมดของระบบตรวจจับและอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติร้อยละ 87

T.Lovas และคณะ [3] ทำการศึกษาโดยใช้แสงเลเซอร์ในการตรวจสอบหาวัตถุที่อยู่บนถนน ซึ่งภาพที่ได้จากการสะท้อนกลับของแสงเลเซอร์จะมีการใช้ความแตกต่างของเทรชโฮลด์ (Threshold) เพื่อแยกภาพยานพาหนะออกจากภาพถนน ซึ่งจะมีการแยกประเภทยานพาหนะออกเป็น 3 ประเภท คือ รถยนต์ส่วนบุคคล, รถอเนกประสงค์ และรถบรรทุก หลังจากนั้นก็ทำการเปรียบเทียบการจำแนกประเภทยานพาหนะ 3 วิธี ได้แก่ การใช้ค่าระยะห่างที่น้อยที่สุด การใช้โครงข่ายประสาทเทียม และ การจำแนกด้วยวิธีการใช้กฎพบว่า วิธีการใช้ค่าระยะห่างที่น้อยที่สุดเป็นวิธีที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด โดยการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบยานพาหนะทั้งหมด 261 คัน

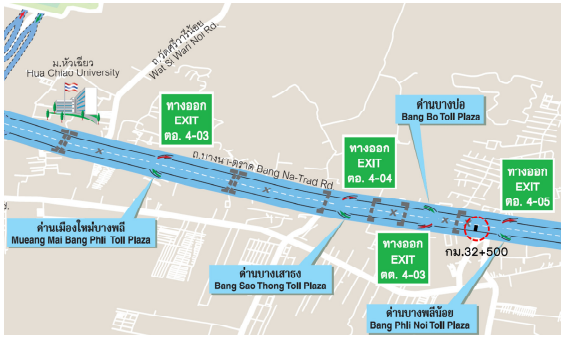
Puarungroj, W. และคณะ [4] ทำการศึกษาระบบอ่านแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติเฉพาะแผ่นป้ายทะเบียนรถจักรยานยนต์ในประเทศไทยโดยศึกษาการตรวจจับป้ายทะเบียน และการอ่านป้ายทะเบียนที่ประกอบด้วย 3 บรรทัด ดังนี้ บรรทัดที่หนึ่ง คือ ตัวอักษรภาษาไทยประจำหมวด บรรทัดที่สอง คือ ชื่อจังหวัดที่จดทะเบียน และบรรทัดที่สาม คือ ตัวเลขอารบิคหมายเลขทะเบียน ตามลำดับจากด้านบนไปด้านล่าง โดยนำเสนอวิธีการฝึกสอนและอ่านป้ายทะเบียนแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกแบ่งแยกบรรทัดแต่ละบรรทัดของแผ่นป้ายทะเบียนโดยใช้วิธี deep learning (Mobile Nets และ Inception-v3) และขั้นตอนที่สองการฝึกสอนอ่านตัวอักษรภาษาไทยและตัวเลขอารบิค บนแผ่นป้ายทะเบียน ทำการประมวลผลกับรูปภาพนำเข้าในหลายมุมมอง พบว่า ระบบอ่านแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำในการตรวจจับและแบ่งแยกบรรทัดร้อยละ 96.94 และมีความแม่นยำในการอ่านตัวอักษรและตัวเลขอารบิคหมายเลขทะเบียนร้อยละ 91.76

Tejas, K. และคณะ [5] ศึกษาประสิทธิภาพของระบบอ่านแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติโดยการพัฒนาอัลกอริทึม Unique Edge Detection และ Smarter Interpretation ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การเตรียมวิดีโอหรือรูปภาพนำเข้าของรถยนต์จากความละเอียดกล้อง ระยะห่าง สภาพแสงสว่างและสภาพอากาศที่แตกต่างกัน 2) การหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียน 3) การแบ่งแยกตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียน และ 4) การอ่านแผ่นป้ายทะเบียน ประมวลผลภาพนำเข้าทั้งหมด 95 ภาพ พบว่า มีความแม่นยำในการหาตำแหน่งแผ่นป้ายทะเบียนร้อยละ 97.89 มีความแม่นยำในการแบ่งแยกตัวอักษรบนแผ่นป้ายทะเบียนร้อยละ 98.947 และมีความแม่นยำในการอ่านแผ่นป้ายทะเบียนร้อยละ 96.842

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้พิจารณาเลือกพื้นที่เส้นทางพิเศษบูรพาวิถี ตำแหน่ง กม.32+500 ทิศทางมุ่งหน้าบางนา (รูปที่ 1) ซึ่งเส้นทางดังกล่าว เป็นเส้นทางพิเศษที่มีแนวเส้นทางเชื่อมต่อข้ามจังหวัด ซึ่งพฤติกรรมของผู้ขับขี่ที่เดินทางระยะทางไกลมักจะใช้ความเร็วค่อนข้างสูง



รูปที่ 1 ตำแหน่งของด่านเก็บค่าผ่านทางพิเศษที่ใช้ศึกษา

ในการสำรวจข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลเฉพาะปริมาณจราจรช่องขวาสุดซึ่งคาดว่าจะมีพฤติกรรมการขับขี่โดยใช้ความเร็วสูง โดยการติดตั้งอุปกรณ์ระบบตรวจจับรถที่ผ่านช่องทาง และระบบตรวจจับป้ายทะเบียนอัตโนมัติบนโครงป้ายคร่อมช่องจราจร (Gantry) (รูปที่ 2) โดยทดสอบทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแม่นยำของระบบอ่าน

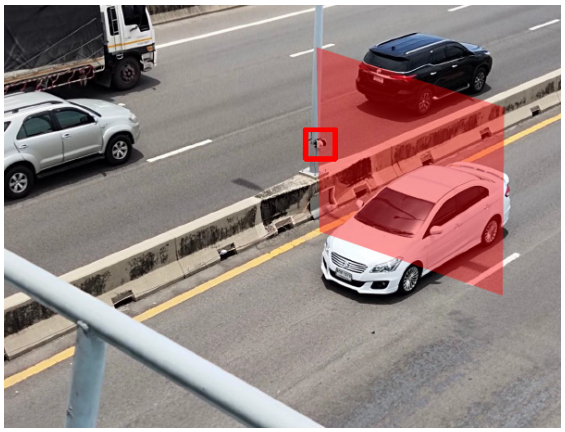
ป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูงและไม่รองรับความเร็วสูง

รูปที่ 2 โครงป้ายคร่อมช่องจราจร (Gantry) สำหรับติดตั้งอุปกรณ์

3.2. ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ

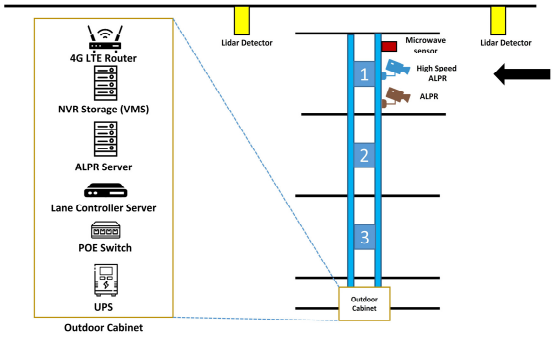
ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ ที่ติดตั้งที่ Gantry ตำแหน่ง กม.32+500 ทางพิเศษบูรพาวิถี (ขาเข้า) จะทำการติดตั้งในช่องทางด้านขวาสุด ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย กล้อง High Speed ALPR Camera, กล้อง ALPR (รูปที่ 3), Microwave Sensor, Lidar Detector (รูปที่ 4), Outdoor Cabinet

รูปที่ 3 การติดตั้งกล้อง ALPR บนโครงป้ายคร่อมช่องจราจร (Gantry)



รูปที่ 4 การติดตั้ง Lidar Detector

อุปกรณ์ที่ติดตั้งแต่ละชนิด มีประโยชน์ ดังนี้ 1) กล้อง High Speed ALPR Camera ใช้ในการตรวจจับป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูง 2) กล้อง ALPR ใช้ในการตรวจจับป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่ไม่รองรับความเร็วสูง 3) Microwave Sensor ใช้ในการวัดความเร็วรถที่ผ่านจุดทดสอบ 4) Lidar Detector ใช้ในการตรวจจับรถทุกคันที่ผ่านจุดตรวจจับในช่องขวาสุด 5) Outdoor Cabinet เป็นตู้ควบคุมที่เก็บอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ, Server และแหล่งจ่ายไฟ ประกอบด้วย 4G Router, NVR Storage, ALPR Server, Lane Controller Sever, PoE Switch และ UPS โดยรูปแบบการติดตั้งแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การออกแบบการติดตั้งและรูปแบบการเชื่อมต่อระบบ

เมื่อทำการติดตั้งระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติแล้ว ทำการปรับเทียบระบบการอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติโดยการกำหนดพื้นที่ประมวลผลภาพเคลื่อนไหว (Capture Area) แล้วระบบอ่านป้ายทะเบียนจะนำส่งภาพรถที่ตรวจจับได้เข้าสู่ระบบประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนและอ่านป้ายทะเบียนต่อไป ประมวลผลการอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติจากภาพเคลื่อนไหว ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ การหาตำแหน่งของป้ายทะเบียน (License plate detection) และการอ่านป้ายทะเบียน (Character recognition) ส่วนอุปกรณ์

4. ผลการศึกษา

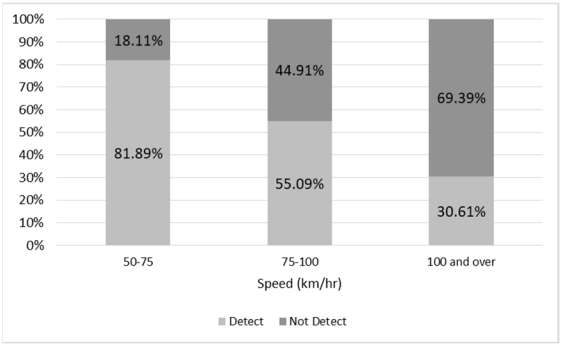
4.1. ผลการประเมินระบบตรวจจับป้ายทะบียนรถยนต์อัตโนมัติ (ALPR)

จะแบ่งรถยนต์ออกเป็น 3 กลุ่ม ตามช่วงความเร็ว ได้แก่ 50-75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง 75-100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป ซึ่งผลการตรวจสอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1. การตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูง

จากผลการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูง พบว่า ในกลุ่มรถยนต์ที่มีความเร็ว 50-75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กล้อง ALPR สามารถตรวจพบป้ายทะเบียน

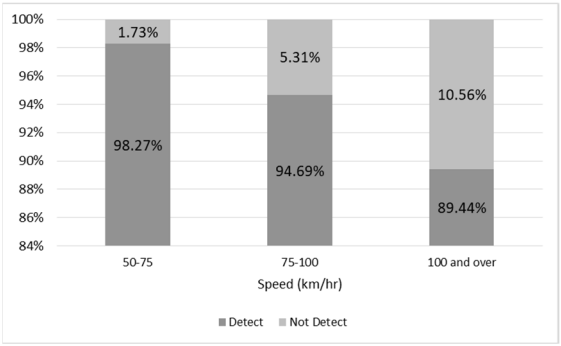
รถยนต์เป็นสัดส่วนมากที่สุดที่ 81.89% และไม่สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์เป็นสัดส่วน 18.11% ขณะที่กลุ่มของรถยนต์ที่มีความเร็วสูงกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป พบว่า กล้อง ALPR กลับตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์ได้เป็นสัดส่วนน้อยกว่า รถยนต์ที่ไม่สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพของการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูง

4.1.2. การตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูง

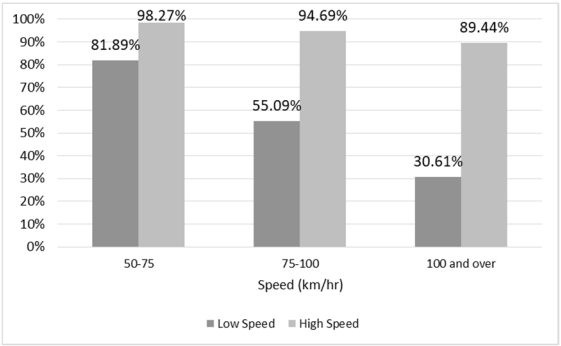
จากผลการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูง พบว่า ในกลุ่มรถยนต์ที่มีความเร็ว 50-75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กล้อง ALPR สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์เป็นสัดส่วนมากที่สุดที่ 98.27% และไม่สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์เป็นสัดส่วนเพียง 1.73% ขณะที่กลุ่มของรถยนต์ที่มีความเร็วสูงกว่า 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป พบว่า กล้อง ALPR ก็ยังคงตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์ได้เป็นสัดส่วนมากกว่ารถยนต์ที่ไม่สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์ได้ โดยสัดส่วนของรถยนต์ที่ไม่สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนได้จะเพิ่มขึ้นตามค่าความเร็ว แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ประสิทธิภาพของการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูง

4.1.3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับและไม่รองรับความเร็วสูง

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับและไม่รองรับความเร็วสูง พบว่า กล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูง สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนเป็นสัดส่วนที่สูงกว่ากล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูงที่ทุกช่วงความเร็ว โดยเมื่อค่าความเร็วยิ่งเพิ่มสูงขึ้นค่าความแตกต่างก็มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับและไม่รองรับความเร็วสูง

5. สรุปผลการศึกษา

จากการทดสอบประสิทธิภาพระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ (ALPR) ที่รองรับความเร็วสูง เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่รองรับความเร็วสูง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีระบบการเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบไม่มีไม้กั้นในรูปแบบหลายช่องทาง (Multi - Lane Free Flow: MLFF) สามารถสรุปได้ว่า ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่ทำการทดสอบบริเวณตำแหน่ง กม. 32+500 ทิศทางมุ่งหน้าบางนา ทางพิเศษบูรพาวิถี เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแม่นยำของการตรวจพบป้ายทะเบียนรถยนต์จากกล้อง ALPR ที่รองรับและไม่รองรับความเร็วสูง พบว่า กล้อง ALPR ที่รองรับความเร็วสูง สามารถตรวจพบป้ายทะเบียนเป็นสัดส่วนที่สูงกว่ากล้อง ALPR ที่ไม่รองรับความเร็วสูงที่ทุกช่วงความเร็ว โดยเมื่อค่าความเร็วยิ่งเพิ่มสูงขึ้นค่าความแตกต่างก็มีแนวโน้มสูงขึ้น ดังนั้น การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ (ALPR) ที่รองรับความเร็วสูงจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้อุปกรณ์บนทางพิเศษซึ่งเป็นเส้นทางที่มีการใช้ความเร็วสูงกว่าถนนปกติ ทั้งนี้ความสมบูรณ์ของป้ายทะเบียนก็ส่งผลต่อประสิทธิภาพการตรวจจับป้ายทะเบียนด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้น ในการกำหนดมาตรฐานการตรวจสภาพรถควรจะหมายรวมถึงสภาพของป้ายทะเบียนด้วย เพื่อประสิทธิภาพในการอ่านป้ายทะเบียน และหากจะปรับเปลี่ยนจากระบบเก็บค่าผ่านทางพิเศษอัตโนมัติเป็นการเก็บค่าผ่านทางพิเศษแบบไม่มีไม้กั้นในรูปแบบหลายช่องทาง (Multi - Lane Free Flow: MLFF) ก็ควรมีการกำหนดแนวทางการพัฒนาระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติให้มี

ประสิทธิภาพสูงขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

ผลจากการการประเมินประสิทธิภาพของระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติที่รองรับความเร็วสูงบนทางพิเศษบูรพาวิถี ทำให้ทราบถึงความจำเป็นในการเลือกใช้อุปกรณ์ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์อัตโนมัติ (ALPR) ที่สอดคล้องกับสภาพจราจรในแต่ละสายทาง ทั้งนี้ มีข้อเสนอแนะจากงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ควรเพิ่มอุปกรณ์ที่ตรวจสอบความแม่นยำของการตรวจจับความเร็วยานพาหนะ เพื่อสอบทานความแม่นยำของความเร็วที่ตรวจจับได้

2. ในอนาคต เพื่อสนับสนุนแนวทางการพัฒนาระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ป้ายทะเบียนควรออกแบบตัวอักษรให้สามารถอ่านได้ง่ายด้วยกล้อง ใช้อักขระเดียวกันทุกประเภทรถ และการตรวจสภาพรถควรจะหมายรวมถึงสภาพของป้ายทะเบียนด้วย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพนักงานและลูกจ้างการทางพิเศษแห่งประเทศไทยทุกท่าน และบริษัทผู้ให้บริการด้านระบบสารสนเทศและระบบอ่านแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

8. การอ้างอิง

[1] นิคม สุวรรณวร (2550). การศึกษาเบื้องต้นการนำเทคโนโลยีทางด้านการประมวลผลภาพมาใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[2] Ogiuchi, Y., Higashikubo, M., Panwai, S. and Luengvilai, E. (2014). Automatic License Plate Detection and Recognition in Thailand. Sei Technical Review, 78, April 2014, pp.39 - 43.

[3] T. Lovas, C.K. Toth, A. Barsi, (2003). Model-based vehicle detection from lidar data. Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary.

[4] Puarungroj, W. and Boonsirisumpun, N. (2018). Thai License Plate Recognition Based on Deep Learning. Procedia Computer Science, 135, pp.214 – 221.

[5] Tejas, K., Ashok Reddy, K., Pradeep Reddy, D. and Rajesh Kumar, M. (2017). Efficient License Plate Detection By Unique Edge Detection Algorithm and Smarter Interpretation Through IoT. 7th international conference on soft computing and problem solving – SocPros 2017, 23 – 24 December 2017.