ระบบตรวจจับและตีความป้ายจราจร

Traffic Signs Detection and Recognition

ตะวัน ขุนอาสา[1*] อนุชา ซาเฮาะ[1] และพงศ์กรณ์ ปุบผาโสมตระกูล[1]

Tawan Khunarsa[1*] Anucha Sahoh[1] and Phongkorn Pubphasomtrakool[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการตรวจจับและตีความที่ไม่ซับซ้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับ โดยนำเสนอการตรวจจับด้วยวิธี Haar like feature detection ร่วมกับการตีความป้ายจราจรด้วยกระบวนการจับคู่แม่แบบด้วยวิธี Normalized Cross Correlation ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนี้สามารถตรวจจับป้ายจราจรได้ถูกต้องที่ร้อยละ 88.61 และในส่วนของการตีความป้ายจราจรได้เพิ่มขั้นตอนการคัดแยกสีแดงออกจากป้ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตีความ ซึ่งพบว่าขั้นตอนดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้ดีเช่นกันคือมีอัตราความถูกต้องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 64.91 เป็นร้อย 86.73 ดังนั้นวิธีที่นำเสนอนี้สามารถนำไปใช้ช่วยเหลือผู้ขับขี่เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ระบบตรวจจับ ป้ายจราจร การคัดแยก การจับคู่แม่แบบ

Abstract

This research present, use of simple image enhancements to increase detection performance. We used Haar-like feature object detection framework is applied for traffic sign detection and use of Normalized Cross Correlation technique for traffic sign recognition. The experimental results show that the proposed system can detect the traffic sign with the accuracy of 88.61 %. The proposed traffic sign recognition added red tones classification from traffic signs affected to increase enhancements of the performance for traffic sign recognition from 64.91 % to 86.73 %. Therefore, the proposed technique can be implemented for the driving assistance systems effectively.

Keywords: Detection System , Traffic Sign, Classification, Template Matching

[1] สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดนนทบุรี

[1] Computer Science Department, Science and Technology Faculty, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. Nonthaburi. Thailand.

* Corresponding author. E-mail : hankmen@hotmail.com , anucha@rmutsb.ac.th, pitha_b@hotmail.com

บทนำ

ความปลอดภัยบนท้องถนน เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอย่างมากในการใช้ยานพาหนะบนท้องถนน ดังนั้น การปฏิบัติตามกฎจราจรอย่างเคร่งครัด จึงถือเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้จำนวนของอุบัติเหตุบนท้องถนนลดลงซึ่งส่วนมากแล้วตามท้องถนนจะมีป้ายสัญญาณจราจรช่วยแนะนำและเตือนผู้ขับขี่ให้ปฏิบัติตามกฎจราจร อยู่แล้วแต่เนื่องจากผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ไม่ปฏิบัติตาม ซึ่งตามรายงานสถิติกระทรวงมหาดไทยพบว่าปี 2554 มีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนทางหลวงแผ่นดิน กว่า 10,000 ราย หรือเฉลี่ย 33 คนต่อวัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานข่าวของกระทรวงคมนาคมประจำเดือนพฤษภาคมปี 2555 ว่ามีอุบัติเหตุบนถนนหลวงเกิดขึ้นจำนวน 1,001 ครั้งมีผู้เสียชีวิต 243 คน หรือเฉลี่ย 8 คนต่อวัน [1] ซึ่งโดยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการที่ผู้ขับขี่ไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร เช่น ใช้ความเร็วเกินกำหนด แซงในที่ห้ามแซง จอดรถบนไหล่ทางที่เสี่ยงต่ออันตราย หรือกลับรถในที่ห้ามกลับ เป็นต้น

จากปัญหาที่กล่าวมานี้ ส่วนหนึ่งอาจมาจากการจงใจไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรของผู้ขับขี่เอง หรืออาจจะเกิดจากปัญหาการมองป้ายสัญญาณจราจรไม่เห็น ไม่ชัดเจน หรือไม่ทราบความหมายที่ถูกต้องของป้ายจราจรประเภทนั้น ๆ จึงเป็นสาเหตุให้มีการทำผิดกฎจราจรและก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ โดยมาตรฐานของป้ายจราจรตามระเบียบของกระทรวงคมนาคมได้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

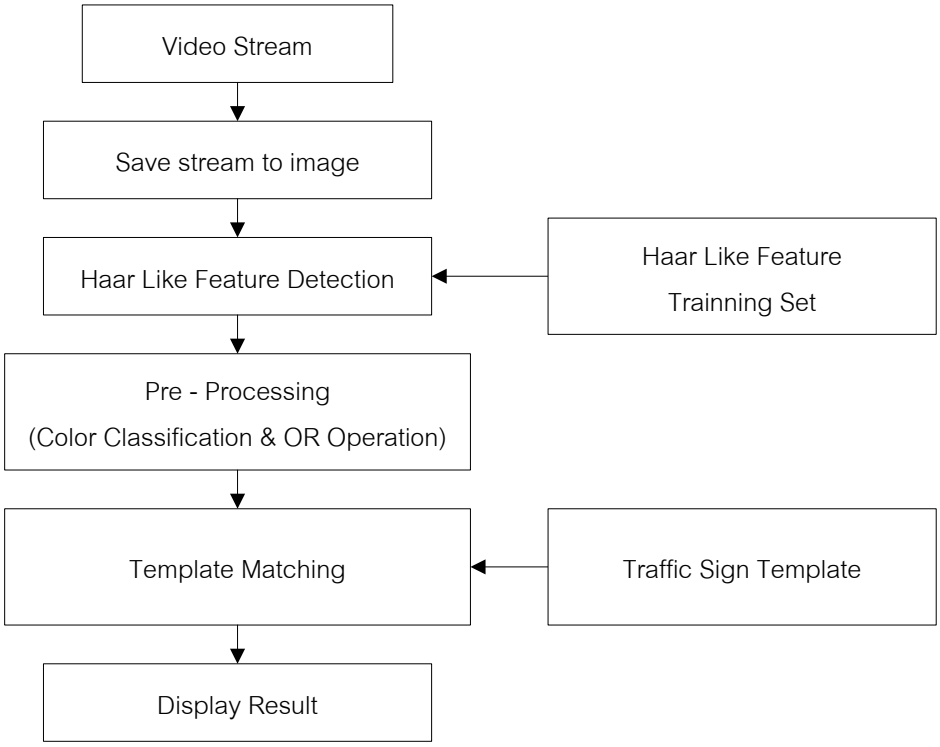
1) ป้ายบังคับ ใช้เพื่อสื่อให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะทราบถึง การบังคับ การห้ามหรือข้อจำกัดบางประการและคำสั่งให้ปฏิบัติ ทั้งนี้ จะใช้ร่วมกับการบังคับตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบกและกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) ป้ายเตือน ใช้เพื่อสื่อให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะระมัดระวังอันตรายหรือทราบล่วงหน้าถึงสภาพทางหรือสภาวะอย่างอื่นที่เกิดขึ้นบนสายทางอันอาจเกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุ

3) ป้ายแนะนำ ใช้เพื่อแนะนำให้ผู้ขับขี่ยานพาหนะได้ทราบทิศทางของการเดินทางไปสู่จุดหมายปลายทางหรือทราบถึงข้อมูลข่าวสารที่สำคัญในการเดินทางรวมทั้งสถานที่และบริเวณต่างๆ ที่ตั้งอยู่ตามเส้นทางที่ตัดผ่านเพื่อให้เดินทางไปสู่จุดหมายปลายทางได้ถูกต้อง สะดวก และปลอดภัย จากข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการหาวิธีการป้องกัน หรือนำเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมและทางด้านซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มาช่วยเหลือผู้ขับขี่ เช่นการเตือนล่วงหน้า การช่วยให้สามารถตัดสินใจได้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขว้างคือการประมวลผลภาพดิจิตอลซึ่งจะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วถูกต้องแม่นยำ เช่น ระบบตรวจจับไฟเบรคของรถคันหน้าเพื่อช่วยเหลือผู้ขับขี่ [2] ที่ทำหน้าที่ตรวจจับไฟเบรคของรถคันที่อยู่ด้านหน้าเพื่อแจ้งเตือนให้ผู้ขับขี่ระมัดระวังมากขึ้น หรือการตรวจจับขอบถนน [3] ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแจ้งเตือนผู้ขับขี่ว่ามีการขับรถออกนอกขอบถนนในกรณีที่ผู้ขับขี่อาจมีอาการง่วงนอนชั่วขณะระหว่างการขับขี่ ซึ่งงานวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีวัตถุประสงค์เพื่อการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์จริงและสามารถลดจำนวนอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบตรวจจับและคัดแยกป้ายจราจรด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ให้สามารถแสดงผลเป็นแบบเรียลไทม์ (Real Time) โดยงานวิจัยนี้จะใช้ป้ายประเภทบังคับจำนวน 6 ป้ายคือ ป้ายห้ามแซง ห้ามกลับรถ ห้ามเลี้ยวซ้าย ห้ามเลี้ยวขวา ห้ามจอด และห้ามหยุด ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถนำมาใช้งานได้จริงและข้อมูลต่าง ๆ ก็จะสามารถนำไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยจะประกอบไปด้วยการศึกษาระบบตรวจจับวัตถุภายในภาพด้วยหลักการ Haar Like Feature Detection เพื่อตรวจจับป้ายจราจร จากนั้นทำการประมวลผลภาพขั้นต้น (Pre-Processing) โดยคัดแยกสีแดงออก ทำภาพระดับเทา (Gray Scale) ภาพสองระดับ(Binary Image) และแยกสิ่งที่ไม่ต้องการออกจากภาพโดยการทำ OR operation กับภาพต้นฉบับที่เตรียมไว้ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลภาพที่มีอยู่ ด้วยการจับคู่แม่แบบ (Template Matching) เพื่อตีความป้ายจราจรที่ตรวจจับได้ว่าเป็นป้ายจราจรประเภทใด โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแสดงได้ดังภาพที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างการทำงานของระบบตรวจจับและตีความป้ายจราจร

เทคนิคการตรวจจับแบบ Haar like feature Detection

งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการตรวจจับแบบ Haar like feature Detection โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

2.1.1 การสร้างฐานข้อมูลภาพจากภาพตัวอย่าง (Training Set)

การสร้างฐานข้อมูลภาพจะเตรียมภาพตัวอย่างทั้งหมด 2 กลุ่มคือภาพ Positive หมายถึงภาพที่ต้องการตรวจจับซึ่งในงานวิจัยนี้คือภาพของป้ายจราจรทั้ง 6 ประเภท และภาพ Negative หมายถึงภาพทั่ว ๆ ไปที่ไม่ใช่ภาพป้ายจราจร โดยตัวอย่างของภาพทั้ง 2 แบบแสดงดังรูปที่ 2

ภาพ Positive

ภาพ Negative

รูปที่ 2 ภาพตัวอย่างที่นำมาสร้างฐานข้อมูลภาพ (xml file)

ในขั้นตอนนี้จะใช้วิธีของ AdaBoost Learning Algorithm [4] มาใช้คำนวณหาค่าความเหมือนและความต่าง (Feature) ของภาพทั้ง 2 กลุ่มแล้วนำผลที่ได้เก็บไว้ในเท็กซ์ไฟล์สำหรับอธิบายความหมายภาพซึ่งเป็นไฟล์ประเภท xml (Extensible Markup Language) โดยขั้นตอนในการสร้างไฟล์ xml ดังกล่าวจะใช้เครื่องมือสำหรับการสร้างฐานข้อมูลภาพในไลบารี่ openCV คือ CreateSamples และ HaarTraining [5] โดยไฟล์ฐานข้อมูลภาพที่ได้จากขั้นตอนนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3

```
<tree1>
        <feature>
                <rects>
                <_> 7 10 2 6 -1. </_>
                <_> 7 13 2 3 2. </_>
                </rects>
            <tilted>0</tilted>
        </feature>
</tree1>
```

รูปที่ 3 ไฟล์ฐานข้อมูลภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 2.1.1

การตรวจจับด้วยเทคนิค Haar Like Feature Detection

การตรวจจับด้วยเทคนิคดังกล่าวนี้ จะเรียกใช้ฟังก์ชั่นสำหรับการตรวจจับวัตถุที่ชื่อ *cvHaarDetectObjects* ในไลบารี่ openCV โดยใช้ไฟล์ฐานข้อมูลภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 2.1.1 มาเปรียบเทียบกับภาพจากเฟรมวิดีโอที่ได้จากกล้องทีละภาพ เมื่อได้ภาพที่ต้องการแล้วจึงทำการตัดเฉพาะภาพป้ายจราจรที่ต้องการออกมาเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพขั้นต้น และตีความป้ายจราจรด้วยการจับคู่แม่แบบต่อไป

การประมวลผลภาพขั้นต้น (Pre-Processing)

การประมวลผลภาพขั้นต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับภาพให้มีรูปร่างที่ชัดเจนและตัดส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยทั้งนี้ต้องปรับขนาดภาพให้เท่ากันทั้งหมด ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดให้ภาพทุกภาพมีขนาด 200x200 พิกเซล ซึ่งการประมวลผลภาพขั้นต้นมีด้วยกัน 2 ขั้นตอนคือ

2.2.1 การคัดแยกสีแดงออกจากภาพ (Color Classification)

จากคุณลักษณะของป้ายบังคับทั้ง 6 ประเภทจะมีลักษณะอย่างหนึ่งที่คล้ายกันคือมีขอบวงกลมและเส้นคาดกลางสีแดง โดยจะมีป้ายอยู่ 2 ประเภทที่ลักษณะใกล้เคียงกันคือป้ายห้ามจอด และป้ายห้ามหยุด ป้ายทั้ง 2 ประเภทนี้จะมีสีพื้นเป็นสีฟ้าเข้มหรือสีน้ำเงินซึ่งมีเป็นโทนเข้มคล้ายสีแดง ส่งผลให้การทำภาพสองระดับ ของป้ายทั้งสองออกมาไม่แตกต่างกันมากนัก ทำให้การตีความประเภทของป้ายด้วยการเปรียบเทียบแม่แบบได้ผลไม่ดีนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเพิ่มขั้นตอนของการคัดแยกสีแดงจากภาพป้ายออกก่อนเพื่อให้ได้ภาพสองระดับที่สมบูรณ์มากขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

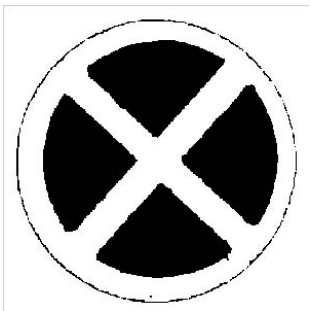
การคัดแยกสีแดงเริ่มที่ตรวจหาความหนาแน่นของสีแดงบนภาพป้ายตัวอย่าง ตามสมการที่ 1 และจากนั้นจึงนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาคัดแยกแสงสีแดงออกจากภาพ [6] โดยใช้หลักการคัดแยกดังสมการที่ 2

$$R = \frac{R}{R+G+B} \tag{1}$$

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 \;\; if \dfrac{f_R(x,y)}{f_R(x,y)+f_G(x,y)+f_B(x,y)} > T \;\; and \;\; f_R(x,y)+f_G(x,y)+f_B(x,y) > T \\ 0 \;\; if \; otherwise \end{cases} \tag{2}$$

เมื่อ $g(x,y)$ คือภาพสองระดับที่ได้จากสมการที่ 2 และ $f_R(x,y)$, $f_G(x,y)$, $f_B(x,y)$ คือค่าของสีแดง เขียว และน้ำเงินจากภาพป้ายตัวอย่าง และค่า *T* (Threshold) เป็นค่าเฉลี่ยของ *R* จากสมการที่ 1 โดยเฉลี่ยมาจากกลุ่มของภาพป้ายตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเบื้องต้น โดยภาพที่ผ่านการคัดแยกสีแดงแล้วแสดงได้ดังรูปที่ 4

ภาพสองระดับที่ไม่ผ่านการคัดแยกสีแดง



ภาพสองระดับที่คัดแยกสีแดงออกแล้ว

รูปที่ 4 ภาพที่ผ่านและไม่ผ่านการคัดแยกสีแดง (ป้ายห้ามหยุด)

2.2.2 การทำ OR operation

เนื่องจากภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอเป็นภาพจริงที่เกิดขึ้นขณะขับรถ และเมื่อตรวจจับภาพป้ายจราจรได้แล้ว ระบบจะทำการตัดภาพป้ายออกมาเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมทำให้มีส่วนที่ไม่ต้องการติดมากับภาพด้วยซึ่งจะส่งผลต่อการเปรียบเทียบแม่แบบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำภาพที่ตรวจจับได้มาทำ OR operation ระหว่างภาพต้นแบบที่เตรียมไว้กับภาพที่ตรวจจับได้เพื่อตัดส่วนที่ไม่ต้องการออก ซึ่งการทำ OR operation แสดงได้ดังสมการที่ 3

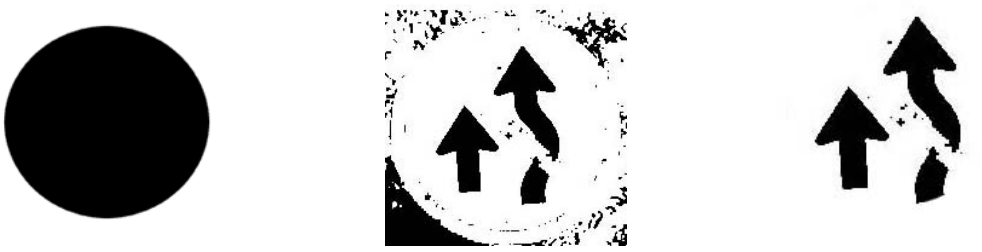
$$A[i] = B[i] + C[i] \tag{3}$$

เมื่อ *A[i]* คือภาพเอาต์พุตที่ได้จากการทำ OR operation

B[i] คือภาพต้นแบบ

C[i] คือภาพป้ายที่ตรวจจับได้

และผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ Or operation แสดงได้ดังรูปที่ 5



ภาพต้นแบบ ภาพป้ายที่ตรวจจับได้ ภาพที่ได้จากการทำ OR operation

รูปที่ 5 การทำ OR operation เพื่อตัดส่วนที่ไม่ต้องออก

การตีความป้ายด้วยการจับคู่แม่แบบ (Template Matching)

เมื่อได้ภาพสองระดับที่ผ่านการทำ OR operation จากขั้นตอนที่ 2.2.2 แล้วจะนำมาจับคู่แม่แบบด้วยวิธี Normalized Cross Correlation ซึ่งหาได้จากสมการที่ 4

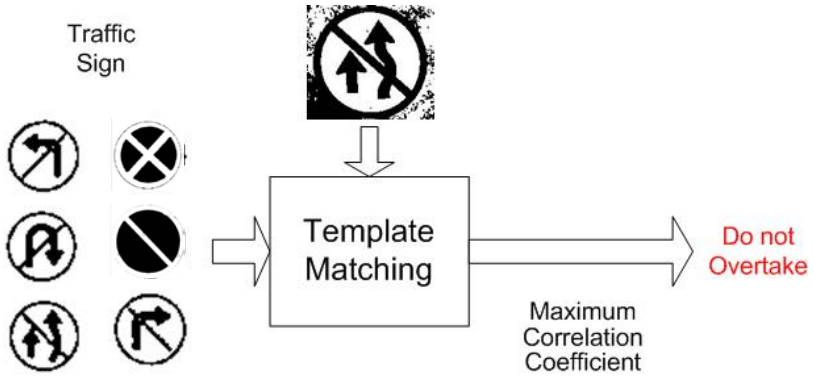
$$R(x,y) = \frac{\sum_{y'=0}^{h-1}\sum_{x'=0}^{w-1} T(x',y')I(x+x',y+y')}{\sqrt{\sum_{y'=0}^{h-1}\sum_{x'=0}^{w-1} T(x',y')^2 \sum_{y'=0}^{h-1}\sum_{x'=0}^{w-1} I(x+x',y+y')^2}} \tag{4}$$

เมื่อ $R(x,y)$ คือค่า Cross Correlation coefficient

$I(x,y)$ คือภาพที่นำมาทำเป็นต้นแบบ

$T(x',y')$ คือภาพที่ต้องการนำมาเปรียบเทียบความเหมือนกับภาพต้นแบบ

โดยโครงสร้างของการทำงานในส่วนนี้แสดงดังรูปที่ 6 โดยขั้นตอนการจับคู่แม่แบบจะหาค่า Maximum Cross Correlation coefficient ของภาพโดยการนำมาเทียบกับภาพต้นแบบทั้งหมด 6 ภาพ ซึ่งถ้าภาพป้ายจราจรภาพใดมีค่า Cross Correlation coefficient ที่สูงที่สุดแสดงว่ามีความเหมือนหรือคล้ายกับภาพที่ต้องการค้นหามากที่สุด **[7]**



รูปที่ 6 การจับคู่แม่แบบเพื่อตีความป้ายจราจร

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การทดสอบระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจจับป้ายจราจรทั้ง 6 ประเภท และทดสอบการตีความของป้ายจราจร ซึ่งการทดสอบนี้จะใช้ไฟล์วิดีโอที่มีขนาดความละเอียดขนาด 640x480 พิกเซล ที่ถ่ายในแต่ละสถานที่ ๆ แตกต่างกันและเป็นช่วงเวลากลางวันปกติที่ไม่มีวัตถุอื่นใดมาบดบังป้าย โดยป้ายแต่ละประเภทจะใช้ไฟล์ในการทดสอบทั้งหมดป้ายละ 5 ไฟล์

ผลการศึกษา

3.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจจับป้ายจราจร

การทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจจับป้ายจราจรจะทดสอบหาอัตราความแม่นยำในการตรวจจับ (Corrected Rate: CR) โดยหาได้จากสมการที่ 5 เมื่อ *corrected frame* คือจำนวนเฟรมที่สามารถตรวจจับป้ายได้ถูกต้อง และ *N* คือจำนวนเฟรมวิดีโอทั้งหมดในไฟล์วิดีโอที่นำมาทดสอบ

$$CR = \frac{corrected_frame}{N} * 100(\%) \quad (5)$$

การทดสอบอัตราความผิดพลาดที่ตรวจจับป้ายไม่ได้ (False Negative Rate: FNR) แสดงได้สมการ 6 เมื่อ *not detected frame* คือจำนวนเฟรมที่ไม่สามารถตรวจจับป้ายได้ และ *N* คือจำนวนเฟรมวิดีโอทั้งหมดในไฟล์วิดีโอที่นำมาทดสอบ

$$FNR = \frac{not_detected_frame}{N} * 100(\%) \quad (6)$$

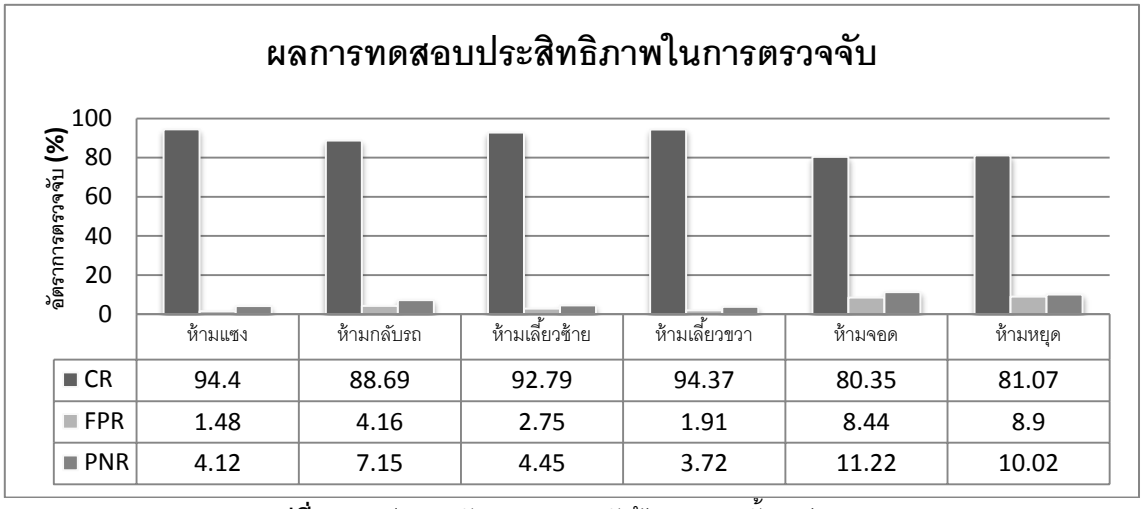
และอัตราการตรวจจับผิดพลาดในส่วนที่ไม่ใช่ป้าย (False Positive Rate: FPR) โดยหาได้จากสมการ 7 เมื่อ *false frame* คือจำนวนเฟรมที่ตรวจจับผิดพลาดไปตรวจจับได้ในส่วนที่ไม่ใช่ป้ายจราจรทั้ง 6 ประเภท เช่น ตรวจจับภาพป้ายจำกัดความเร็ว จับภาพต้นไม้ ป้ายโฆษณา ป้ายชื่อร้าน หรืออื่น ๆ เป็นต้น และ *N* คือจำนวนเฟรมวิดีโอทั้งหมดในไฟล์วิดีโอที่นำมาทดสอบ

$$FPR = \frac{false_frame}{N} * 100(\%) \quad (7)$$

โดยการแสดงผลของระบบแสดงได้รูปที่ 7 และผลทดสอบการตรวจจับป้ายจราจรแสดงได้รูปที่ 8

ตีความถูกต้อง ตีความไม่ถูกต้อง ตรวจจับผิดพลาด

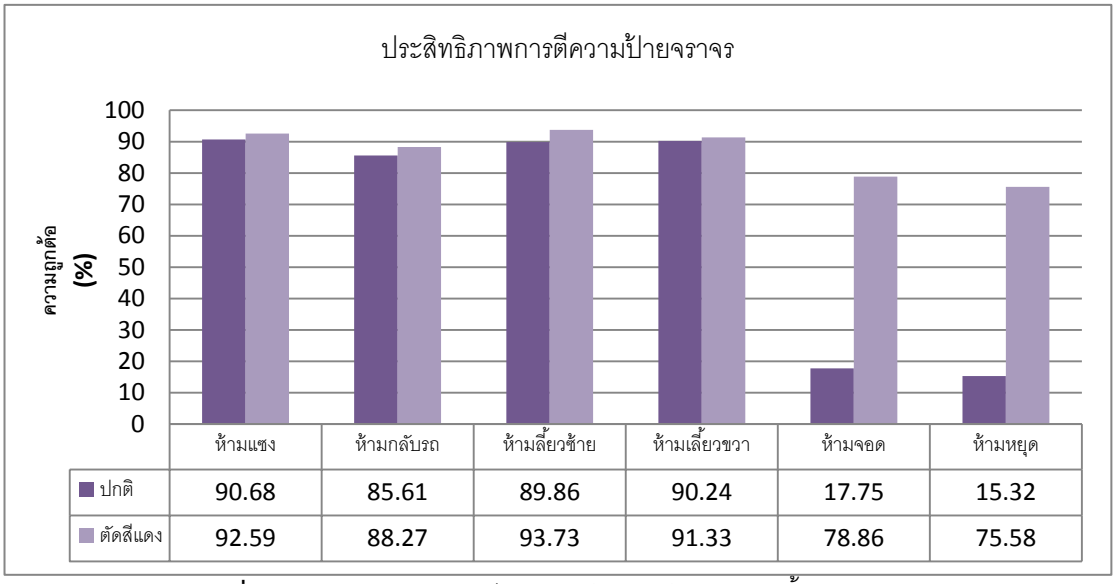
รูปที่ 7 การแสดงผลของระบบ



รูปที่ 8 กราฟแสดงอัตราการตรวจจับป้ายจราจรทั้ง 6 ประเภท

3.1.2 การทดสอบการตีความป้ายจราจร

การทดสอบประสิทธิภาพในการตีความป้ายจราจร จะนำภาพป้ายที่ตรวจจับได้ถูกต้องมาทดสอบ โดยจะทำการทดสอบใน **2** กรณีคือ ภาพป้ายที่ยังไม่คัดแยกสีแดงในบริเวณป้ายออก และหลังจากคัดแยกสีแดงออกแล้ว ซึ่งผลการทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ **9**



	ห้ามแซง	ห้ามกลับรถ	ห้ามเลี้ยวซ้าย	ห้ามเลี้ยวขวา	ห้ามจอด	ห้ามหยุด
ปกติ	90.68	85.61	89.86	90.24	17.75	15.32
ตัดสีแดง	92.59	88.27	93.73	91.33	78.86	75.58

รูปที่ 9 กราฟแสดงอัตราการตีความถูกต้องของป้ายจราจรทั้ง 6 ประเภท

อภิปรายผล

จากผลการตรวจจับป้ายจราจรทั้ง 6 ประเภท มีอัตราความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 88.61 โดยมีข้อสังเกตว่าป้ายจราจรประเภท ห้ามแซง ห้ามกลับรถ ห้ามเลี้ยวขวา และห้ามเลี้ยวซ้ายมีอัตราการตรวจจับได้ถูกต้องค่อนข้างสูง คือประมาณร้อยละ 90 แต่ป้ายอีก 2 ประเภทคือป้ายห้ามจอด กับป้ายห้ามหยุด จะมีอัตราการตรวจจับได้ถูกต้องค่อนข้างต่ำกว่า คือประมาณร้อยละ 80 ทั้งนี้เนื่องจากป้ายทั้งสี่ประเภทแรกนั้นมีโครงสร้างของสีภายในป้ายต่างกันชัดเจนคือสีขาวและแดง ส่วนป้ายสองประเภทหลังมีโครงสีเป็นสีแดงและสีน้ำเงินซึ่งเป็นสีโทนเข้มเหมือนกัน จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพในการตรวจจับ เนื่องจากภาพที่นำมาใช้ในขั้นตอนการตรวจจับนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นภาพระดับเทาก่อนในทุก ๆ ภาพ

ผลการทดสอบในส่วนของการตีความจะทดสอบ 2 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้ภาพที่ยังไม่ผ่านการคัดแยกสีแดงบริเวณขอบป้ายออกพบว่าค่าเฉลี่ยของป้ายทั้ง 6 ประเภทอยู่ที่ร้อยละ 64.91 ซึ่งต่ำมากและการที่อัตราการตีความถูกต้องต่ำนั้นเกิดจากป้ายประเภทห้ามจอด กับป้ายห้ามหยุดมีอัตราการตีความถูกต้องต่ำมากคือที่ร้อยละ 17.75 และ 15.32 ตามลำดับ ดังกราฟในรูปที่ **9** ซึ่งที่เป็นเช่นนี้เพราะความเข้มของสีพื้นและสีขอบของป้ายทั้งสองประเภทนี้เป็นโทนเดียวกันทำให้ภาพสองระดับที่ได้ไม่มีความชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเพิ่มขั้นตอนของการคัดแยกสีแดงออกจากป้ายทั้ง 6 ประเภท เพื่อเพิ่มความชัดเจนให้กับภาพสองระดับและทดสอบการตีความครั้งที่ 2 ซึ่งให้ผลที่ดีคือมีค่าเฉลี่ยการตีความที่ถูกต้องของป้ายทั้ง 6 ประเภทเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 86.73 โดยป้ายประเภทห้ามจอด กับป้ายห้ามหยุดมีอัตราการตีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น คือที่ร้อยละ 78.86 และ 75.58 ตามลำดับ

สรุป

ระบบตรวจจับและตีความป้ายจราจรนำเสนอการตรวจจับด้วยวิธี Haar like feature detection ร่วมกับการตีความป้ายจราจรด้วยกระบวนการจับคู่แม่แบบด้วยวิธี Normalized Cross Correlation ซึ่งพบว่าในส่วนของการตรวจจับป้ายจราจรให้ผลที่มีประสิทธิภาพที่ดีคือมีอัตราการตรวจจับได้ถูกต้องที่ร้อยละ 88.61 และในส่วนของการตีความป้ายจราจรได้เพิ่มขั้นตอนการคัดแยกสีแดงออกจากป้ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตีความ ซึ่งพบว่าขั้นตอนดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้ดีเช่นกันคือมีอัตราความถูกต้องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 64.91 เป็นร้อย 86.73 ดังนั้นในการพัฒนาระบบต่อไปจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการปรับปรุงภาพขั้นต้นก่อนการนำเข้ากระบวนการตีความป้ายจราจร เพราะจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการตีความให้มากขึ้นได้ และสามารถนำไปพัฒนาติดตั้งบนยานพาหนะเพื่อส่งสัญญาณแจ้งเตือนผู้ขับขี่ให้คำนึงถึงความปลอดภัยมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้โอกาสในการจัดทำและพัฒนางานวิจัย อาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ศูนย์นนทบุรี ที่ให้คำแนะนำในการพัฒนาระบบ อาจารย์ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ศูนย์หันตรา ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนบทความ และนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทดสอบระบบ เก็บข้อมูลภาพ ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ นำไปสู่การพัฒนาให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงเพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านความปลอดภัยของผู้ขับขี่ยานพาหนะต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กองสารนิเทศ. 2555. “ข่าวกระทรวงคมนาคม MOT NEWS” กองสารนิเทศ. กระทรวงคมนาคม. กรุงเทพฯ.

ตะวัน ขุนอาสา. 2554. “ระบบตรวจจับไฟเบรคของรถคันหน้าเพื่อช่วยเหลือผู้ขับขี่ยานพาหนะ”. สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. The 4th Annual PSU Phuket Research Conference 2011.

David Hanwell and Majid Mirmehdi. 2012. “DETECTION OF LANE DEPARTURE ON HIGH-SPEED ROADS.” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods. ICPRAM.

Stanciulescu, B. Breheret, A. and Moutarde, F. 2007. Introducing New AdaBoost Features for Real-Time Vehicle Detection. COgnitive Systems with Interactive Sensors.

R. Lienhart., and J. Maydt.. 2002. “An Extended Set of Haar-like Features for Rapid Object Detection” Proceedings of ICIP. pp. 900-903.

Tantalo, J. Merat, F. Brake Light Detection by Image Segmentation. Department of Electrical Engineering and Computer Science, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio.

B. Balasubramanian and K. Porkumaran. 2010. “PET/CT and MR Image Registration using Normalized Cross Correlation Algorithm and Spatial Transformation Techniques” (IJCNS) International Journal of Computer and Network Security. Vol. 2.