

การรู้จำตัวอักษรแผ่นป้ายทะเบียนไทยด้วยเทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสง ร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง

A Thai License Plate Recognition using Optical Character Recognition Technique with K-Nearest Neighbor Algorithm

อนรรักษ์ พรหมโคตร (Anuruk Prommakhot)* ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร (Dr.Jakkree Srinonchat)^{1**}

(Received: December 20, 2018; Revised: April 24, 2019; Accepted: April 25, 2019)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการรู้จำตัวอักษรแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ด้วยเทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสงร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง การทดลองใช้ภาพถ่ายจำนวน 455 ภาพ ซึ่งมีมุมการถ่ายภาพแตกต่างกัน 7 มุม คือ -45°, -30°, -15°, 0°, 15°, 30°, 45° ตามลำดับ การประมวลผลภาพแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้ 1) การค้นหาตำแหน่งแผ่นป้ายใช้เทคนิคการแปลงภาพสัมพันธ์ เทคนิคมอร์โฟโลยี การค้นหาขอบภาพโซเบล และการวิเคราะห์ไบนารี 2) ใช้เทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสงร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียงเพื่อการรู้จำตัวอักษรบนแผ่นป้าย จากการทดลองพบว่าระบบสามารถให้ความถูกต้องในการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้ายและรู้จำตัวอักษรโดยเฉลี่ยร้อยละ 92.96 และ 88.79 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคและขั้นตอนดังกล่าวสามารถนำไปแก้ไขปัญหาระบบการจดจำป้ายทะเบียนในระบบปัญญาประดิษฐ์

ABSTRACT

This research aimed to present the license plate recognition system using Optical Character Recognition program with K-Nearest Neighbor algorithm. The license plate image of 455 pictures were included in the experiment taken in -45°, -30°, -15°, 0°, 15°, 30°, and 45° angles. The system consisted of two steps. Firstly, the affine transformations, morphological operations, Sobel operators, and blob analysis were employed to locate the license plates. Finally, the optical character recognition program with k-nearest neighbor algorithm were used recognize the characters in the images. The research revealed that the system could yield an average of 92.96 % accuracy for license plate identification, 88.79 % accuracy for character recognition. These techniques can apply for license plate recognition based on artificial intelligent system.

คำสำคัญ: การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียน การรู้จำตัวอักษรด้วยแสง

Keywords: License plate recognition, Optical character recognition

¹ Correspondent author: jakkree.s@en.rmutt.ac.th

*นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทนำ

การพัฒนาระบบการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียน [1] เป็นระบบที่สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการขนส่งรวมถึงระบบรักษาความปลอดภัยเช่น ระบบตรวจจับและรู้จำด้วยกล้อง CCTV [2] หรือระบบตรวจจับแผ่นป้ายด้วยโทรศัพท์มือถือ [3] เป็นต้น ปัจจุบันระบบรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ภายในประเทศไทย [4] มีการประมวลผลอยู่ 2 ขั้นตอนคือ การค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียน [5] และการรู้จำตัวอักษร [6] ซึ่งนั้นให้ความถูกต้องถึง 95 % และ 93.88 % สำหรับการรู้จำตัวอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย [7] และ [8] ตามลำดับ อย่างไรก็ตามงานวิจัยข้างต้น เป็นการใช้รู้จำตัวอักษรแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ในลักษณะการประมวลผลภาพถ่ายแผ่นป้ายหน้าตรง ไม่มีสัญญาณรบกวนแผ่นป้าย การนำระบบมาประยุกต์ใช้งานเป็นการติดตั้งในลักษณะมุมเอียงดังใน [9] การทดลองดังกล่าวมีอัตราความถูกต้องเพียง 80 % ผลการทดลองดังกล่าวมีความผิดพลาดเกิดจาก ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบแม่แบบที่ไม่ตรงกับหมายเลขป้ายทะเบียน สาเหตุของผลดังกล่าวเกิดจากแม่แบบที่สร้างไว้ไม่ตรงกับหมายเลขป้ายทะเบียน



ภาพที่ 1 แผ่นป้ายทะเบียนไทย

ภาพที่ 1 แผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ส่วนบุคคลตามพระราชบัญญัติรถยนต์ (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2542 ซึ่งกำหนดขนาดความกว้างของของแผ่นป้ายเป็น 15 เซนติเมตร ยาว 34 เซนติเมตร แผ่นป้ายแบ่งออกเป็น 2 บรรทัด บรรทัดบนแสดงตัวอักษรประจำหมวดและหมายเลขทะเบียน ซึ่งมีขนาดสูงไม่น้อยกว่า 6.5 เซนติเมตร มีความกว้างอักขระแต่ละตัวไม่น้อยกว่า 3.5 เซนติเมตร บรรทัดล่างแสดงชื่อจังหวัดด้วยตัวอักษรสูงไม่น้อยกว่า 2 เซนติเมตร กว้างไม่น้อยกว่า 1.5 เซนติเมตร พื้นหลังแผ่นสีขาวตัวอักษรสีดำ ขอบแผ่นป้ายสีดำ

วัตถุประสงค์การวิจัย

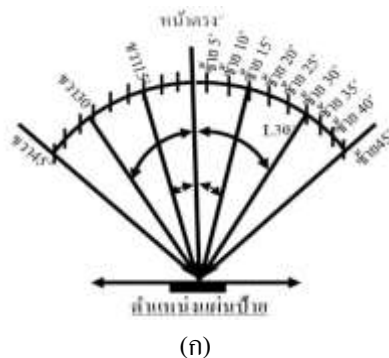
1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของภาพแม่แบบและภาพตัวอักษรแผ่นป้ายทะเบียน เมื่อภาพถ่ายในการทดลองมีลักษณะของการถ่ายภาพเอียง
2. ศึกษาและแก้ไขปัญหของการรู้จำอักษรแผ่นป้าย เมื่อภาพถ่ายในการทดลองมีลักษณะการถ่ายภาพเอียง
3. พัฒนาระบบรู้จำอักษรป้ายทะเบียน ด้วยเทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสงร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง

วิธีการวิจัย

แผ่นป้ายทะเบียนและลักษณะการถ่ายภาพที่ใช้ในการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบรู้จำอักษรแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย ซึ่งทดลองโดยใช้ภาพถ่ายขนาด 750 x 650 พิกเซล มีลักษณะการถ่ายภาพเอียงที่ใช้ในการทดลอง 7 แบบ จากตำแหน่งเอียงซ้าย 45 องศาจนถึงตำแหน่งเอียงขวา 45 องศา ขึ้นละ 15 องศา ดังภาพที่ 2 (ก) แบ่งลักษณะการถ่ายภาพเอียงหรือองศาการถ่ายภาพละ 65 ภาพ ภาพถ่าย

ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองจำนวน 455 ภาพ การถ่ายภาพเป็นการเลื่อนองศาการถ่ายภาพในระนาบแกน X กำหนดแกน Y ที่ 0 องศา ระยะห่างในการถ่ายภาพ 1 เมตร แสดงภาพถ่ายหน้าตรงที่ใช้ในการทดลองดังภาพที่ 2 (ข)



ภาพที่ 2 การถ่ายภาพ (ก) ลักษณะการถ่ายภาพ (ข) ภาพถ่ายหน้าตรงที่ใช้ในการทดลอง

ทฤษฎีการวิจัย และขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้พัฒนาโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพในการทดลอง ซึ่งมีขั้นตอนการประมวลผลและการทดลอง 2 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การค้นหาตำแหน่งแผ่นป้าย (Location License Plate: LLP)

การค้นหาตำแหน่งแผ่นป้ายคือ การแยกแยะแผ่นป้ายออกจากพื้นที่ของภาพหรือบริเวณพิกเซลของภาพที่คาดว่าจะตำแหน่งแผ่นป้าย ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยพัฒนาโดยใช้เทคนิคการแปลงสัมพรรค การค้นหาขอบภาพโซเบล เทคนิคมอร์โฟโลยี และการวิเคราะห์ไบนารี โดยอธิบายทฤษฎีการประมวลผลภาพและขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

อันดับแรกเป็นการแก้ไขภาพเอียง ผู้วิจัยใช้การแปลงสัมพรรค (Affine Transformation: AT) ดังใน [10] แปลงภาพในพิกัดโฮโมจีนียส (Homogeneous Coordinate) คือการเพิ่มเวกเตอร์จาก 2 มิติ เป็น 3 มิติ สามารถเขียนสมการการแปลงได้ดังสมการที่ 1 นำมาแก้ไขปัญหาลักษณะภาพมุมคว่ำลงและภาพมุมเงยขึ้น เนื่องจากลักษณะการติดตั้งแผ่นป้ายจะไม่อยู่ในลักษณะตรงระนาบแกน X เสมอ กำหนดลักษณะการแปลงสัมพรรคในส่วนของการเอียงภาพ (Shear) ซึ่งทำให้ภาพมีลักษณะของการเอียงแบบขนมเปียกปูนดังภาพที่ 3 (ก)

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ b_0 & b_1 & b_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

สมการที่ 1 เมื่อ a_0, a_1, a_2 คือสัมประสิทธิ์การแปลงในระนาบแกน X, b_0, b_1, b_2 คือสัมประสิทธิ์การแปลงในระนาบแกน Y จากนั้นแปลงภาพด้วยเทคนิคการค้นหาขอบภาพโซเบล (Sobel Edge) เป็นการคำนวณค่าโดยการประมาณเกรเดียนต์ (Gradient) ของฟังก์ชันความเข้มของภาพ โดยเกรเดียนต์อาศัยการคอนโวลูชันภาพด้วยตัวกรอง 2 ทิศทางดังสมการที่ 2 คือเป็นการสร้างตัวดำเนินการมาส์คสองมิติของโซเบลกระทำกับพิกเซลของภาพดังสมการที่ 3 โดยที่ X_{diff} และ Y_{diff} คือหน้าต่างกร่อนเกรเดียนต์ และเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดหรือค่าเทรชโฮลด์ด้วยค่า 12 ปรับระดับของค่าความสว่างให้อยู่ที่บิต 0 ถึงบิต 1 แสดงผลการหาขอบดังภาพที่ 3 (ข) และลดขนาดของภาพดังกล่าวลง 500×450 พิกเซล เป็นการบีบอัดข้อมูลของภาพเพื่อลดสัญญาณรบกวนขอบภาพ

$$|\nabla g(x, y)| = |\nabla_x g(x, y)| + |\nabla_y g(x, y)| \quad (2)$$

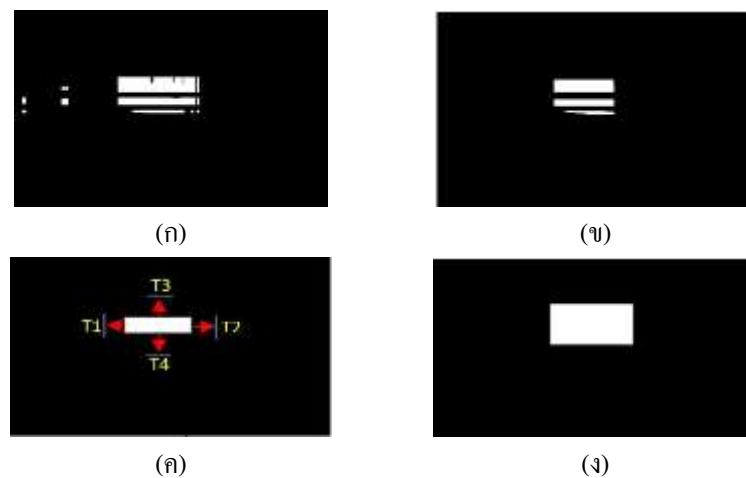
$$x_{diff} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, y_{diff} = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

ลำดับต่อมาแปลงภาพด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบเปิด (Opening) เป็นเทคนิคที่สร้างตัวดำเนินการสแกนหรือเปรียบเทียบลงบนภาพไบนารี จากพิกเซลจุดกำเนิด (Cartesian) จนถึงตำแหน่งสุดท้ายของภาพ โดยการอาศัยหลักการของเซต (set: $\cap$) ในการเปรียบเทียบพิกเซล ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้ Structuring Element (B) ขนาด 1×1 ดังใน [11] เปรียบเทียบระดับเทรสโธลแบบ Otsu's Method ดังใน [12] ขั้นตอนการแปลงภาพดังกล่าวส่งผลให้พิกเซลของภาพลดระดับลงหรือลดสัญญาณรบกวนภาพ แสดงผลเป็นภาพระดับไบนารีดังภาพที่ 3 (ค)



ภาพที่ 3 ผลการทดลอง (ก) ผลการแก้ไขภาพเอียง (ข) ผลการค้นหาขอบภาพโซเบล (ค) ผลการแปลงภาพเทรสโธล

ลำดับต่อมาผู้วิจัยแปลงภาพโดยใช้การกระทำแบบขยาย (Dilation) ดังใน [11] แบ่งการขยายตามแนวแกน ขยายในระนาบแกน X กระทำด้วย B ขนาด 80×5 และขยายในระนาบแกน Y กระทำด้วย B ขนาด 5×80 จากนั้นทำการรวมแกน X, Y กระทำด้วย B ขนาด 5×30 ขยายพิกเซลไบนารีในลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle) เพื่อความเหมาะสมกับลักษณะของแผ่นป้ายดังภาพที่ 4 (ก)



ภาพที่ 4 ผลการทดลอง (ก) ผลการแปลงแบบขยาย (ข) ผลการแปลงแบบกัดกร่อน (ค) ผลการวิเคราะห์ไบนารี (ง) ผลการขยายไบนารี

ขั้นตอนลำดับต่อมาผู้วิจัยแปลงภาพด้วยการกระทำแบบกัดกร่อน (Erosion) ดังใน [11] กระทำด้วย B ขนาด 80×5 เป็นการกัดกร่อนบริเวณไบนารีที่ไม่ต้องการดังภาพที่ 4 (ข) ขั้นตอนดังกล่าวเป็นการลดสัญญาณรบกวนไบนารีวิเคราะห์ไบนารีโดยใช้ Library ของโปรแกรม Matlab ดังใน [13-14] ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลของภาพไบนารีดังภาพที่ 5 พื้นที่ของภาพ (area) จุดกลางของวัตถุ (centroid) และตำแหน่งล้อมรอบวัตถุหรือเส้นอ้างอิงขอบภาพ (Bounding Box) ข้อมูลภาพดังกล่าวเป็นของภาพที่ 4 (ข) ทำการกำหนดบริเวณไบนารีที่สนใจและลบไบนารีที่ไม่ต้องการ แสดงผลดังภาพที่ 4 (ค) เห็นได้ว่าภาพดังกล่าวมีบริเวณไบนารีเพียงตำแหน่งเดียว จากนั้นขยายขอบเขตของบริเวณไบนารี ขั้นตอนนี้อาศัยพิกเซลตำแหน่งของเส้นอ้างอิงขอบภาพ ซึ่งจะแสดงตำแหน่งพิกเซลขอบภาพไบนารีดังภาพที่ 5 (ก) ลำดับต่อมาเพิ่มจำนวนพิกเซลขอบซ้าย 30 พิกเซล (T1) ขวา 30 พิกเซล (T2) ขอบบน 35 พิกเซล (T3) และขอบล่าง 40 พิกเซล (T4) ขั้นตอนดังกล่าวส่งผลให้พื้นที่ของวัตถุมีขนาดเพิ่มขึ้นดังภาพที่ 4 (ง) แสดงข้อมูลของไบนารีดังภาพที่ 5 (ข) เปรียบเทียบตำแหน่งไบนารีดังกล่าวกับภาพต้นฉบับ แสดงตำแหน่งด้วยเส้นอ้างอิงขอบภาพดังภาพที่ 6 ผลการค้นหาคำแหน่งแผ่นป้าย

Area: 4092	Area: 20402
Centroid: [323.5000 172]	Centroid: [323.5000 177]
BoundingBox: [257.5000 156.5000 132 31]	BoundingBox: [222.5000 126.5000 202 101]
(ก)	(ข)

ภาพที่ 5 ผลการทดลอง, (ก) ข้อมูลไบนารีของภาพที่ 4 (ค), (ข) ข้อมูลไบนารีของภาพที่ 4 (ง)



ภาพที่ 6 ผลการค้นหาคำแหน่งแผ่นป้าย

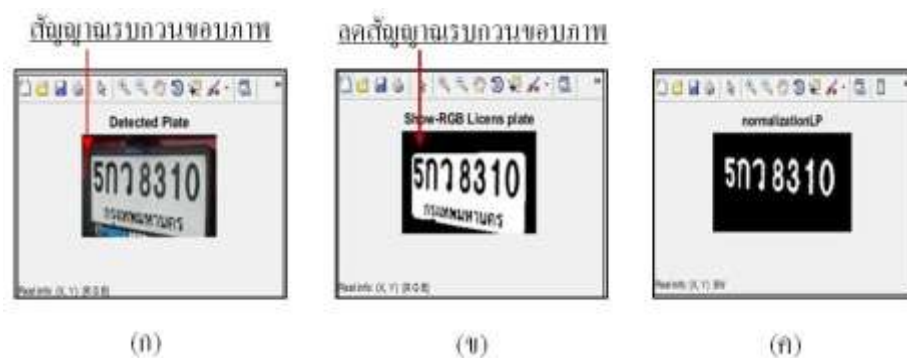
2. การรู้จำอักษรแผ่นป้าย (Character Recognition: CR)

การรู้จำอักษรเป็นขั้นตอนของการตัดสินใจ ภาพอักษรบนแผ่นป้ายที่ได้จากขั้นตอนการค้นหาคำแหน่งแผ่นป้าย เป็นตัวอักษรนั้นๆ เทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสง (OCR) ร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง (K-NN) ผู้วิจัยนำมาใช้ในส่วน มีขั้นตอนการประมวลผลและการทดลองดังนี้

การประมวลผลอันดับแรก เป็นการปรับปรุงภาพ (Normalization) ผลของการค้นหาคำแหน่งแผ่นป้ายดังภาพที่ 7 (ก) เห็นได้ว่าภาพแผ่นป้ายมีสัญญาณรบกวนกล่าวคือ บริเวณภาพที่ไม่ใช่พื้นที่สีขาวของแผ่นป้าย ขั้นตอนนี้เป็นการลดสัญญาณรบกวนดังกล่าว แปลงภาพโดยใช้เทคนิคการเพิ่มความคมชัด อาศัยการหาไดนามิกของภาพ ด้วยการหาระดับความสมดุลของสีและแสงภาพจากการแทนค่าความสว่างสูงสุดและค่าความสว่างต่ำสุดดังใน [11] ผลของการหาค่าช่วงใด

นามีกดังกล่าว มีความสมดุลของสีและแสงภาพมากขึ้น ส่งผลให้ภาพมีความเด่นชัดของตัวอักษรมากขึ้น นำภาพดังกล่าวเปรียบเทียบกับค่าเทรสโฮลด์ดังใน [12] ซึ่งภาพที่ได้เป็นภาพระดับไบนารี กรองสัญญาณรบกวน (Fill-Hold) กระทำภาพด้วยเทคนิคการแปลงภาพแบบเปิด (opening) ดังใน [11] กระทำด้วย B ขนาด 1×10 และกระทำภาพด้วยเทคนิคการกระทำแบบปิด (closing) กระทำด้วย B ขนาด 1×5 ตามลำดับ ส่งผลให้บริเวณขอบของภาพลดสัญญาณรบกวนไบนารี นำภาพดังกล่าวเปรียบเทียบกับตำแหน่งบริเวณไบนารีระหว่างภาพที่ผ่านการกระทำแบบปิดและภาพที่ผ่านการเพิ่มความคมชัด เป็นผลทำให้บริเวณไบนารีลดสัญญาณรบกวนดังภาพที่ 7 (ข)

ลำดับต่อมา ผู้วิจัยแปลงภาพเทรสโฮลด์ดังใน [12] และค้นหาพื้นที่ไบนารีที่ต้องการ ซึ่งทำให้ได้บริเวณไบนารีที่ไม่มีสัญญาณรบกวนดังภาพที่ 7 (ค) ผลของการวิเคราะห์ไบนารีนี้จะได้บริเวณไบนารีที่อยู่ห่างจากกัน และเห็นโครงสร้างของไบนารีชัดเจน ปรับขนาดของภาพเป็น 200×100 พิกเซล ลำดับต่อมาเป็นการดึงภาพอักขรออกจากกันหรือการแบ่งส่วนภาพ บทความนี้ใช้การตัดป้ายกำกับส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันดังใน [13-14] ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มพิกเซลไบนารี (บิต 1) ที่เชื่อมต่อกันเป็นตัวอักษรแล้วแยกออกจากกัน ทำการปรับขนาดของอักขร 24×42 พิกเซลดังภาพที่ 8

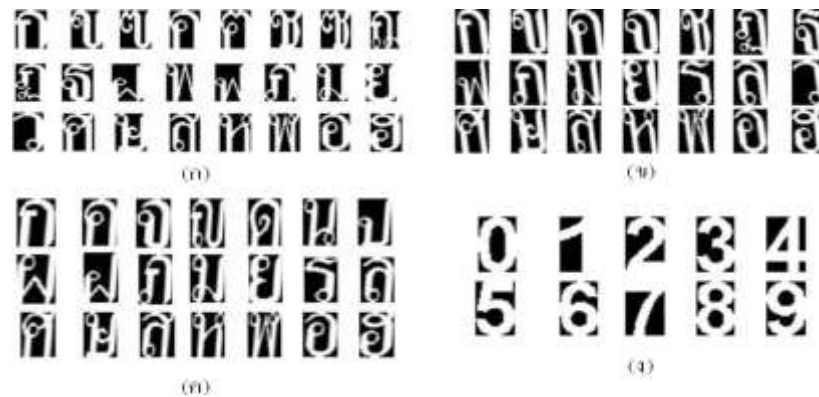


ภาพที่ 7 ผลของการปรับปรุงภาพ (ก) ผลของการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้าย (ข) ผลของการลดสัญญาณรบกวนขอบภาพ, (ค) ผลของการวิเคราะห์บริเวณไบนารี



ภาพที่ 8 ผลการดึงตัวอักษรออกจากกันหรือการแบ่งส่วนภาพ

ผู้วิจัยนี้ทำการสร้างแม่แบบขึ้นใหม่จำนวน 400 ภาพ มีลักษณะความเอียงแตกต่างกัน เป็นภาพแม่แบบตัวอักษรภาษาไทย (ก-ฮ) จากจำนวนดังกล่าวแบ่งเป็น แม่แบบตรงจำนวน 302 ภาพ ดังภาพที่ 9 (ก) แม่แบบเอียงซ้ายจำนวน 44 ภาพ ดังภาพที่ 9 (ข) แม่แบบเอียงขวาจำนวน 44 ภาพ ดังภาพที่ 9 (ค) และแม่แบบตัวเลขจำนวน 10 ภาพ ดังภาพที่ 9 (ง) แม่แบบดังกล่าวมีขนาด 24×42 พิกเซล เป็นภาพระดับสี เมื่อนำภาพดังกล่าวมาใช้งาน ทำการแปลงเทรสโฮลด์เป็นภาพระดับไบนารี เพื่อลดข้อมูลของภาพแม่แบบและเก็บเป็นฐานข้อมูลแม่แบบ

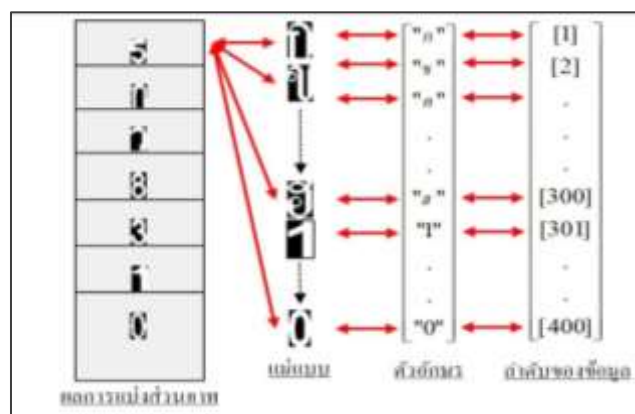


ภาพที่ 9 แม่แบบที่ใช้ในการทดลอง (ก) แม่แบบลักษณะตรง (ข) แม่แบบลักษณะเอียงซ้าย (ค) แม่แบบลักษณะเอียงขวา (ง) แม่แบบตัวเลข

การประมวลผลลำดับต่อมาเป็นการตัดสินใจว่าภาพดังกล่าวเป็นอักษรภาษาไทยหรือตัวเลขใด อันดับแรกผู้วิจัยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ (Two-Correlation Coefficient) [15] ดังสมการที่ 3 เมื่อ A คือข้อมูลของภาพต้นฉบับ B คือข้อมูลของภาพแม่แบบ $\bar{A}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพต้นฉบับ $\bar{B}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลภาพแม่แบบ

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \quad (3)$$

ภาพที่ 10 การรู้จำอักษร อันดับแรกแม่แบบที่ใช้ในการทดลองจะถูกกำกับด้วยตัวอักษรไว้ ลำดับของข้อมูล การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของภาพแม่แบบและภาพอักษรที่ถูกแบ่งส่วน จะถูกปรับขนาดภาพให้เท่ากัน 24x42 พิกเซล โดยเปรียบเทียบทีละภาพ ผลที่ได้คือค่าสัมพัทธ์ของข้อมูลภาพ (r) จากสมการที่ 3 เมื่อความสัมพันธ์ของข้อมูลของภาพทั้งสองมีค่าเข้าใกล้ 1 มากๆ ผลที่ได้จากสมการดังกล่าวคือค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลภาพ (r) แสดงตำแหน่งตัวอักษรลำดับนั้นๆ



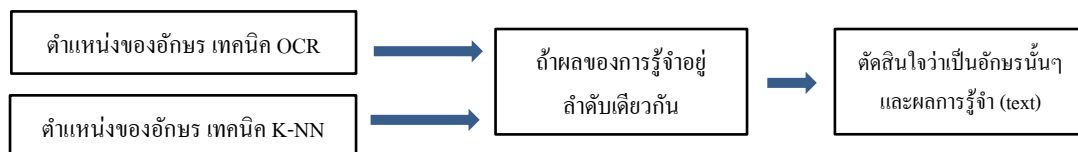
ภาพที่ 10 การรู้จำอักษรและอักษรตัวเลข

จากขั้นตอนข้างต้น พัฒนาร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง (K-NN) [16] เป็นการจดจำอักษรเพื่อเป็นเงื่อนไขการจดจำอักษรดังสมการที่ 4 เมื่อ $D(x,y)$ คือระยะห่างของเวกเตอร์ p_k คือข้อมูลการทดสอบ q_k คือข้อมูลการฝึกสอน ดังสมการที่ 4 ขั้นตอนนี้อาศัยหลักการรู้จำป้ายทะเบียนดังใน [8] โดยเพิ่มเติมคือ ฐานข้อมูลภาพแม่แบบจำนวน 400 ภาพ ดังภาพที่ 9

นำภาพดังกล่าวมาฝึกสอน โดยข้อมูลของภาพตามลำดับ (400 × 1) จับคู่กับข้อมูลที่ฝึกสอน กำหนดให้เป็นตัวอักษร (target) ของเวกเตอร์ตำแหน่งนั้นๆ แสดงตำแหน่งตัวอักษรลำดับนั้นๆ

$$D_e(x,y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2} \quad (4)$$

ลำดับต่อมาเป็นการตรวจสอบลำดับของตำแหน่งตัวอักษรลำดับนั้นๆ ดังภาพที่ 11 นำตำแหน่งของตัวอักษรที่ได้จากการรู้จำดังสมการที่ 3 และสมการที่ 4 ตรวจสอบตำแหน่งเดียวกัน (400x1) หรือผลการรู้จำมีความถูกต้อง ให้แสดงผลของการตัดสินใจว่าเป็นอักษรนั้นๆ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 การตัดสินใจว่าเป็นอักษรนั้น ๆ

การสร้างแม่แบบในลักษณะเอียงเป็นเหตุจาก แม่แบบอักษรภาษาไทยลักษณะตรงดังภาพที่ 9 (ก) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอักษรแผ่นป้ายในลักษณะภาพถ่ายตรง จะมีความเด่นชัดของโครงสร้างอักษร เป็นผลทำให้การจดจำอักษรมีประสิทธิภาพสูง แต่เมื่อนำมาประยุกต์สำหรับการประมวลผลภาพถ่ายเอียงดังภาพที่ 3 (ก) แม่แบบดังกล่าวจะมีประสิทธิภาพลดลงในส่วนของอักษรภาษาไทย เนื่องจากโครงสร้างของอักษรภาพมีความคล้ายคลึงกัน

ผู้วิจัยได้สร้างแม่แบบเพิ่มขึ้นในลักษณะเอียงซ้ายและขวาดังภาพที่ 9 (ข) และภาพที่ 9 (ค) แต่ลักษณะแม่แบบตัวเลขดังภาพที่ 9 (ง) แม่แบบมีลักษณะที่แตกต่างกันชัดเจน มีโครงสร้างของภาพที่มีพื้นที่มากกว่า และมีจำนวนน้อยกว่าอักษรภาษาไทย เมื่อเปรียบเทียบกับภาพถ่ายเอียงในระนาบแกน X ที่ไม่เกิน 45 องศา ประสิทธิภาพของตัวเลขจะมีประสิทธิภาพดีกว่าโครงสร้างอักษรภาษาไทย ดังผลของการแบ่งส่วนภาพเอียงเลข “3” และภาพอักษร “ว” ดังภาพที่ 8 ผลของค่าความสัมพันธ์ (r) ดังสมการที่ 8 ภาพเลข “3” มีค่าสัมพัทธ์ของภาพ 0.7373 ซึ่งเข้าใกล้ 1 ตามนิยามของสมการ แต่ภาพ “ว” มีค่าสัมพัทธ์ของภาพ 0.5218 เห็นได้ว่าแม่แบบตัวเลขจำนวน 10 ภาพ สามารถนำมาทดลองได้โดยมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 12 ผลการทดลอง, ผลการค้นหาแผ่นป้าย, ผลการรู้จำอักษร

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการรู้จำตัวอักษรแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ไทย โดยใช้เทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสงร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง มุ่งเน้นในการพัฒนาการรู้จำอักษรป้ายทะเบียนในลักษณะการถ่ายภาพในมุมเอียง การทดลองและการประมวลผลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน อันดับแรกเป็นการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้าย งานวิจัยนี้พัฒนาโดยใช้เทคนิคการแปลงสัมพรรค การค้นหาขอบภาพ เทคนิคมอร์ฟโอโลยีและการวิเคราะห์ไบนารี เทคนิคและขั้นตอนที่นำเสนอสรุปผลการทดลองดังตารางที่ 1 โดยประเภทที่ 1 คือ ภาพแผ่นป้ายที่มีลักษณะการถ่ายภาพในระนาบแกน X ประเภทที่ 2 คือ ภาพแผ่นป้ายที่มีลักษณะคว่ำลงและภาพมุมเงยขึ้น

ตารางที่ 1 ผลการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้าย

ลักษณะการถ่ายภาพ	จำนวนภาพถ่ายที่ใช้ในการทดลอง	จำนวนภาพที่สามารถตรวจจับได้ถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ (%)
ประเภทที่ 1	410	381	92.92
ประเภทที่ 2	45	42	93.33
รวม	455	423	92.96

ตารางที่ 1 ผลของการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้าย จากเทคนิคและขั้นตอนที่นำเสนอสามารถค้นหาแผ่นป้ายโดยมีความถูกต้องจำนวน 423 ภาพ จากจำนวนภาพถ่ายที่นำมาทดลอง 455 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 92.96

การรู้จำอักษรบนป้าย (CR) งานวิจัยนี้เป็นการรู้จำตัวอักษรเฉพาะอักษรประจำหมวดและหมายเลขทะเบียน พัฒนาโดยใช้เทคนิคการรู้จำตัวอักษรด้วยแสง (OCR) ร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง (K-NN) แสดงผลการทดลองเป็นตัวอักษรที่แก้ไขได้ ผลการทดลองอันดับแรกเป็นการแบ่งส่วนภาพ ซึ่งผลของการแบ่งส่วนนั้นหมายถึง ประสิทธิภาพของขั้นตอนการปรับปรุงภาพ งานวิจัยนี้พัฒนาโดยใช้เทคนิคการเพิ่มความคมชัด เทคนิคมอร์ฟโอโลยี การวิเคราะห์ไบนารี ผลการทดลองการแบ่งส่วนภาพดังตารางที่ 2 เป็นจำนวนภาพตัวอักษรที่ได้จากการแบ่งส่วน โดยภาพตัวอักษรบนป้ายที่นำมาทดลองมีจำนวน 2,861 ภาพตัวอักษร

ตารางที่ 2 ผลของการแบ่งภาพตัวอักษร

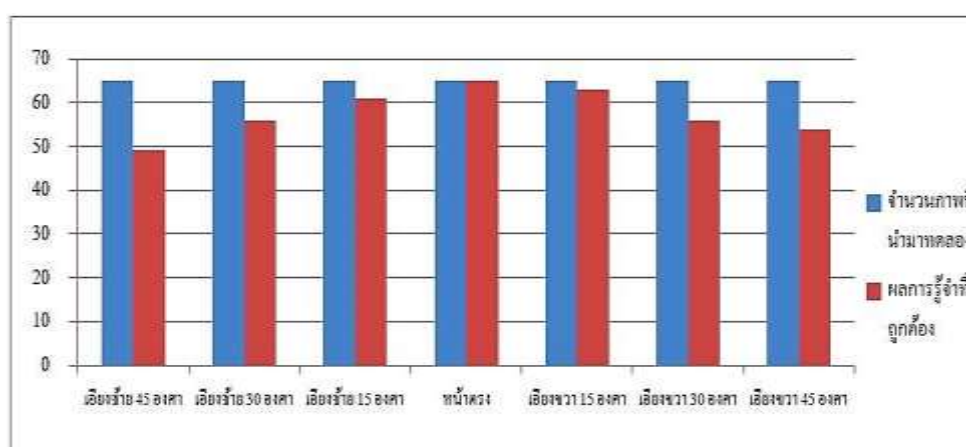
จำนวนภาพถ่ายแผ่นป้ายที่ใช้ในการทดลอง	จำนวนตัวอักษรบนป้าย	จำนวนผ่านป้าย	จำนวนภาพตัวอักษรทั้งหมด	จำนวนภาพที่ได้จากการแบ่งตัวอักษร
455 ภาพ	5 ภาพตัวอักษร	7 ภาพผ่านป้าย	35 ภาพตัวอักษร	35 ภาพตัวอักษร
	6 ภาพตัวอักษร	310 ภาพผ่านป้าย	1,860 ภาพตัวอักษร	1,788 ภาพตัวอักษร
	7 ภาพตัวอักษร	138 ภาพผ่านป้าย	966 ภาพตัวอักษร	784 ภาพตัวอักษร
รวม		455 ภาพผ่านป้าย	2,861 ภาพตัวอักษร	2,607 ภาพตัวอักษร

ตารางที่ 2 ผลของการแบ่งส่วนภาพแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของการปรับปรุงภาพจากขั้นตอนดังที่นำเสนอสามารถแบ่งส่วนได้จำนวน 2,607 ภาพตัวอักษร คิดเป็นร้อยละ 91.12 โดยภาพตัวอักษรแบบ 5 ภาพตัวอักษร สามารถแบ่งอักษรได้จำนวน 35 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 100 ลำดับต่อมาเป็นผลของการรู้จำตัวอักษรป้ายทะเบียน ซึ่งผลการทดลองนี้เป็นผลจาก นำภาพที่ได้จากการแบ่งส่วนมารู้จำภาพด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ร่วมกับการหาค่าที่ใกล้เคียง ผลการทดลองเป็นจำนวนของภาพอักษรที่ถูกต้องดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลจากการรู้จำตัวอักษร

จำนวนภาพที่ใช้ ในการทดลอง	จำนวนตัวอักษร แผ่นป้าย 3 แบบ	ผลจากการแบ่ง ตัวอักษร	ผลการรู้จำ ตัวอักษรที่ถูกต้อง	ผลการรู้จำ คิดเป็นร้อยละ
455 ภาพ	5 ภาพตัวอักษร	35 ภาพตัวอักษร	35 ภาพตัวอักษร	100 %
	6 ภาพตัวอักษร	1,788 ภาพตัวอักษร	1,779 ภาพตัวอักษร	95.64 %
	7 ภาพตัวอักษร	784 ภาพตัวอักษร	772 ภาพตัวอักษร	79.91 %
รวม		2,607 ภาพตัวอักษร	2,586 ภาพตัวอักษร	90.38 %

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการรู้จำตัวอักษรบนป้าย โดยภาพถ่ายป้ายทะเบียนที่นำมาทดลองจำนวน 455 ภาพ แบ่งเป็นป้ายแบบ 5 ตัวอักษร ป้ายแบบ 6 ตัวอักษร และป้ายแบบ 7 ตัวอักษร ประสิทธิภาพของป้ายแบบ 5 ตัวอักษรมีผลการทดลองร้อยละ 100 โดยภาพถ่ายตัวอักษรบนป้ายที่นำมาทดลองทั้งหมด 2,861 ภาพตัวอักษร เทคนิคและขั้นตอนดังกล่าวสามารถรู้จำตัวอักษรบนป้ายจำนวน 2,586 ภาพตัวอักษร คิดเป็นร้อยละ 90.38 ลำดับต่อมาเป็นการรู้จำแผ่นป้าย (LPR) นั้นหมายถึงความถูกต้องของตัวอักษรบนป้ายทั้งหมดเช่น ป้ายแบบ 5 ตัวอักษรมีความถูกต้องทั้ง 5 อักษร ภาพถ่ายที่นำมาทดลองทั้งหมด 455 ภาพ มีความถูกต้องจำนวน 404 ภาพ โดยเฉลี่ยร้อยละ 88.79 ในการทดลองแบ่งองศาการถ่ายภาพมุมเอียง 7 มุม จากเทคนิคและขั้นตอนที่นำเสนอมีผลการทดลองดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ผลการรู้จำตัวอักษรต่อจำนวนภาพที่นำมาทดลองในแต่ละองศาการถ่ายภาพ

ภาพที่ 14 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการรู้จำ มีความถูกต้องสูงที่สุดคือ ภาพถ่ายหน้าตรงซึ่งมีความถูกต้องจำนวน 65 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 100 โดยผลการทดลองของลักษณะการถ่ายภาพมุมเอียงซ้าย 45 องศา มีความถูกต้องน้อยที่สุด ซึ่งสามารถรู้จำได้จำนวน 49 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 81.53

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการรู้จำตัวอักษรป้ายทะเบียนรถยนต์ในลักษณะมุมเอียง เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับงานวิจัยที่ผ่านมามีตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของงานวิจัยที่เสนอมีประสิทธิภาพดีกว่างานวิจัย [9] ซึ่งมีผลการทดลองที่ร้อยละ 80 และเมื่อเปรียบเทียบการทดลองกับงานวิจัย [7-8] มีประสิทธิภาพน้อยกว่า แต่การทดลองนี้เสนอมีข้อดีที่สามารถรู้จำภาพถ่ายแผ่นป้ายในลักษณะการถ่ายภาพมุมเอียงซ้ายและขวาได้ไม่น้อยกว่า 45 องศา

ตารางที่ 4 ตารางการเปรียบเทียบผลการทดลอง

บทความวิจัย	เทคนิคการประมวลผล	จำนวนภาพที่ทดลอง	ผลการทดลอง (%)
[7] 2016	BP-NN	300 ภาพ	95 %
[8] 2018	K-NN	110 ภาพ	93.88 %
[9] 2014	TM	ภาพถ่ายและวิดีโอ	80 %
นำเสนอ	OCR and K-NN	455 ภาพ	88.79 %

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการรู้จำตัวอักษรป้ายในลักษณะมุมเอียง มุ่งเน้นในการศึกษาการประมวลผลภาพถ่ายเอียง การทดลองมีขีดความสามารถที่ภาพเอียงซ้าย 45 องศา ครอบค้อมถึงเอียงขวา 45 องศา ผลการทดลองด้วยขั้นตอนและเทคนิคที่นำเสนอมีความถูกต้องในการค้นหาตำแหน่งแผ่นป้ายจำนวน 423 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 92.96 สามารถจดจำอักษรมีความถูกต้องจำนวน 2,586 ภาพตัวอักษร คิดเป็นร้อยละ 90.38 และสามารถจดจำป้ายจำนวน 404 ภาพ โดยเฉลี่ยร้อยละ 88.79 ผลการทดลองยังมีความผิดพลาดเนื่องจาก ในขั้นตอนการปรับปรุงภาพ ภาพอักษรเกิดติดกับขอบแผ่นป้ายและภาพที่นำมาทดลองมีไดนามิกของแสงที่ตกกระทบแผ่นป้ายมากเกินไป เป็นผลทำให้ตัวอักษรเกิดขาดหายไม่สามารถแบ่งส่วนภาพได้ ส่งผลให้ผลการทดลองดังภาพที่ 14 การทดลองมุมเอียงซ้าย 45 มีประสิทธิภาพที่ร้อยละ 81.53 ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับภาพถ่ายหน้าตรง นอกจากนี้ขั้นตอนของการรู้จำ มีความผิดพลาดในส่วนของตัวอักษรประจำหมวด เนื่องจากเป็นตัวอักษรภาษาไทย ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างที่คล้ายกัน เช่น ถ และ ก เมื่อภาพเกิดลักษณะถ่ายภาพเอียงมากขึ้น ทำให้โครงสร้างในส่วนหัวของภาพอักษรเกิดขาดหาย ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของการรู้จำอักษรและรู้จำแผ่นป้ายลดลง

การประมวลผลที่นำเสนอ ผู้วิจัยทดลองด้วยเทคนิค OCR ร่วมกับ K-NN ทั้งยังสร้างแม่แบบเพิ่มขึ้นส่งผลให้การประมวลผลช้าลง ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำไปพัฒนาระบบการจดจำแบบเวลาจริง (Real-Time) แต่ขั้นตอนและเทคนิคที่นำเสนอมีข้อดีคือ สามารถปรับเปลี่ยนค่าของน้ำหนักของภาพตัวอักษรนั้นๆ เนื่องจากแม่แบบที่สร้างขึ้นใหม่ มีทั้งลักษณะตรงและลักษณะเอียง ทั้งนี้การแสดงผลเป็นตัวอักษรที่แก้ไขได้ ยังมีข้อดีที่สามารถลดพื้นที่ของการเก็บข้อมูลในระบบการรู้จำแผ่นป้าย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ภายใต้รหัสโครงการ : 4740 ซึ่งได้สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับโครงการนี้ ขอขอบคุณนักวิจัย และห้องปฏิบัติการวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือและร่วมมือในด้านอุปกรณ์ เครื่องมือวัดและทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

1. Priyanto H, Nurjannah S, Ida S, Wildan M. Optical Character Recognition Improvement for License Plate Recognition in Indonesia. UKSim/AMSS European Symposium on Computer Modeling and Simulation; 2012 November 14-16; 249-254.



2. Jonghoon K, Jungha J, Keecheon K. Multiple studies using license plate recognition system HD CCTV. IEEE International Conference on Internet of Things (iThings) and IEEE Green Computing and Communications (GreenCom) and IEEE Cyber, Physical and Social Computing (CPSCom) and IEEE Smart Data (SmartData); 2016 December 15-18; 594-597.
3. Sumanta S, Uararat J, Paweena H. License Plate Recognition Application using Extreme Learning Machines. Third ICT International Conference on Student Project; 2014 March 26-27; 103-106.
4. Tao H, Anikumar Kothalil G. License Plate Extraction and Recognition of a Thai Vehicle Based on MSER and BPNN. International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST); 2015 January 28-31; 48-53.
5. Yule Y, Wenbin Z, Yong Z, Xinan W, Xuefeng H, Nikos K. A Robust and Efficient Approach to License Plate Detection. IEEE Transactions on Image Processing; 2017; 26(3); 1102-1114.
6. Gee Sern H, Jiun Chang C, Yu Zu C. Application-Oriented License Plate Recognition. IEEE Transactions on Vehicular Technology; 2013; 62(2); 552-561.
7. Kittit T, Jaruwan T. Thai License Plate Recognition System by Using Back Propagation Neural Network. RMUTI Journal. 2559; 9(2); 50-62.
8. Pongsatorn K, Chatchai S. A Thai License Plate Classification Using K-Nearest Neighbor algorithm. The 10th Walaia Research National Conference; 2018; 1-8.
9. Affan B, Nurrita P, Musya B, Yanyong S, Chonthisa W. Development of License Plate Detection System using Video Analysis Technique. Thaksin University Journal; 2014; 17(3); 212-220.
10. Alfredo R, Ismael L. Dense Correspondence using Local Regions with Affine Transformations. IEEE Latin America Transactions; 2016; 14(2); 893-898.
11. Phatajarukun B. Fundamentals of Digital Image Processing. Bangkok: SE-EDUCARION. 2013.
12. Chen Y, Chen Dian r, Li Y, Chen L. Otsu's Thresholding Method Based on Gray Level-Gradient Two-Dimensional Histogram. International Asia Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics; 2010; 282-285.
13. The MathWorks. (1994-2019). Regionprops. Retrieved December, 13, 2018, from <https://www.mathworks.com/help/images/ref/regionprops.html>
14. Haralick, Robert M, Linda G. Shapiro. Computer and Robot Vision, Volume I, Addison-Wesley; 1992; 28-48.
15. Fan Z, David Rodriguez G, Trevor C, Malcolm A, Joanna W. Lesion Area Detection Using Source Image Correlation Coefficient for CT Perfusion Imaging. IEEE JOURNAL OF BIOMEDICAL AND HEALTH INFORMATICS; 2013; 17(5); 950-958.
16. Zhe Z, Chenglin W, Chunjie Y. Fault Detection Using Random Projections and k-Nearest Neighbor Rule for Semiconductor Manufacturing Processes. IEEE TRANSACTIONS ON SEMICONDUCTOR MANUFACTURING; 2015; 28(1); 70-79.