

ระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด

ตัน กิลเล¹ และ วุฒิพงษ์ เรือนทอง²

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิษณุโลก

²ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิษณุโลก

Emails: tong56@email.nu.ac.th.com, wutipongr@email.nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาระบบที่มีความสามารถในการนำภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิด (CCTV) ของสถานที่จอดรถยนต์ ซึ่งปกติถูกใช้ในงานด้านรักษาความปลอดภัย มาเพิ่มคุณสมบัติในการระบุสถานะของช่องจอดรถว่ามีที่ว่างสำหรับจอดรถหรือไม่ ซึ่งได้นำเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์มาประยุกต์หลักการทำงานของระบบใช้วิธีการเปรียบเทียบภาพแบบทันทีทันใดระหว่าง ภาพต้นแบบที่เป็นภาพเมื่อช่องจอดรถมีสถานะเป็น “ว่าง” กับภาพปัจจุบันของช่องจอดรถ เพื่อหาความแตกต่างในการนำมาบ่งบอกสถานะ โดยมีหลักการดังนี้ 1) รับภาพจากกล้อง CCTV และแปลงเป็นภาพระดับเทา 2) กำหนดบริเวณที่สนใจ (ROI: Region of Interest) ของช่องจอดรถในขณะที่มีช่องจอดรถว่าง 3) บันทึกเฟรมภาพภายใน ROI ในช่วงเวลาเดียวกับที่กำหนด ROI เพื่อนำมาเปรียบเทียบ 4) เปรียบเทียบภาพปัจจุบันกับภาพที่บันทึกไว้ เพื่อระบุสถานะของช่องจอดรถในขณะนั้น ตามค่า threshold ที่กำหนดไว้ ระบบนี้ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 ร่วมกับ Library Emgu CV จากการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถระบุสถานะของช่องจอดรถได้ แต่ยังมี ความคลาดเคลื่อนได้ในบางกรณี เช่น การเปลี่ยนแปลงของแสง หรือ วัตถุที่ไม่ใช่รถยนต์ เป็นต้น

ABSTRACT

This research designs and develops the system which processes VDO stream from CCTV, normally is used for a security aspect, is added the useful feature for capability of car parking areas availability report. We use Computer Vision technology, Emgu CV Library with Microsoft Visual Studio 2010, for the implementation of this system. The system is real-time and works with 4 steps: 1) receives VDO stream from CCTV and transforms images into gray-scale 2) specifies ROI (regions of interest) while they are free (user defines regions by himself). 3) retains the first specified image meanwhile

take an image at the time from the same ROI. 4) compares the retaining image with current images from VDO stream at all time for a detection of image change (depended on a defined threshold). From the test, the system can work properly but there are some problems in case of environment's light changes abnormally and non-car objects cannot be identified.

คำสำคัญ: Emgu CV, Computer Vision, การประมวลผลภาพ วิดีโอ

1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราของจำนวนผู้คนที่ครอบครอง และใช้งานรถยนต์ส่วนบุคคลในปริมาณที่มากขึ้น ในขณะที่สถานที่ต่างๆยังมีพื้นที่สำหรับจอดรถยนต์ที่มีความจุในปริมาณเท่าเดิม จากปัจจัยที่กล่าวมานั้นทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการหาที่ว่างในการจอดรถยนต์ เนื่องจากเมื่อมีรถยนต์จำนวนมากจอดอยู่ในพื้นที่จอดรถยนต์ จะทำให้เราไม่สามารถมองเห็นได้ว่าบริเวณไหนยังมีพื้นที่ว่างสำหรับจอดรถยนต์เหลืออยู่ ซึ่งจะส่งผลให้เสียเวลาในการขับรถยนต์เพื่อหาที่จอดรถยนต์ไม่น้อย ทั้งนี้ในปัจจุบันพื้นที่จอดรถยนต์ในสถานที่ต่างๆ ส่วนใหญ่นั้นมีการติดตั้งกล้อง CCTV อยู่ เพื่องานด้านรักษาความปลอดภัยเป็นหลัก ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่านอกจากประโยชน์ด้านความปลอดภัยของกล้อง CCTV แล้ว เรายังสามารถนำภาพจากกล้อง CCTV มาผนวกกับเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ มาแก้ปัญหาข้างต้นได้

ด้วยเหตุผลเหล่านี้ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะออกแบบและพัฒนาต้นแบบ ของระบบที่จะสามารถบ่งบอกสถานะของช่องจอดรถภายในสถานที่จอดรถยนต์และรายงานสถานะให้กับผู้ขับรถได้รับทราบ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์วิทัศน์เพื่อการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้อง CCTV ที่ติดตั้งไว้ในสถานที่จอดรถ เพื่อรายงานสถานะของช่องจอดรถให้ผู้ขับรถยนต์ได้ทราบถึงตำแหน่งที่ว่างของช่องจอด ช่วยประหยัดเวลาในการขับรถเพื่อหาที่จอดรถ ซึ่งจะส่งผลให้เป็นการช่วยลดปัญหาของการจราจรในบริเวณที่จอดรถได้ไม่มากนัก

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การประมวลผลภาพ (IMAGE PROCESSING)

หมายถึงการนำข้อมูลภาพมาประมวลผลภายในคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ โดยจะมีขั้นตอนต่างๆแตกต่างกันไปในแต่ละจุดประสงค์

2.1.2 พิกเซล (PIXEL)

คือหน่วยความเข้มของแสงซึ่งมีขนาดเล็กที่สุดของรูปภาพดิจิทัล ซึ่งมาจากคำว่า PIXEL กับคำว่า ELEMENT หรือสามารถเทียบได้กับว่าเป็นจุดสีจุดหนึ่งของภาพ ซึ่งรูปภาพดิจิทัลจะประกอบได้ด้วยจุดสีหลายๆจุดรวมกันทำให้เกิดเป็นภาพ

2.1.3 การกำหนดบริเวณที่สนใจ (REGION OF INTEREST)

สามารถเรียกสั้นๆได้ว่า ROI เป็นการกำหนดขอบเขตบริเวณที่สนใจบนภาพ เพื่อนำเอาข้อมูลหรือค่าต่างๆภายในบริเวณที่ได้กำหนด ROI มาทำการคำนวณหรือประมวลผล

2.1.4 ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพ (IMAGE FEATURES)

มนูญศักดิ์ วรรณประพันธ์ และเอกพันธ์ อินดี (2556) ได้ให้ความเห็นว่า ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพเป็นคุณสมบัติภายในรูปภาพที่สามารถตรวจหาและวัดค่าได้โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ (IMAGE PROCESSING) โดยที่ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพประกอบด้วย 3 ส่วนคือสี รูปร่างและพื้นผิว

1) สี (COLOR)

เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่มีบทบาทสำคัญในระบบประมวลผลภาพ เพราะเนื่องจากสีเป็นสิ่งที่สามารถรับรู้ได้ง่าย และเป็นสิ่งแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้จากการมองภาพ ซึ่งสีมีบทบาทสำคัญในระบบค้นคืนรูปภาพ

2) รูปร่าง (SHAPE)

เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่ใช้อธิบายถึงรูปร่างและลักษณะรวมถึงขนาดของวัตถุภายในภาพ เช่น สีเหลี่ยม สามเหลี่ยม วงกลม ซึ่งทำให้สามารถใช้รูปร่างเพื่อแยกแยะวัตถุต่างๆภายในรูปได้

3) พื้นผิว (TEXTURE)

เป็นลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายการกระจายตัวของสีของแต่ละพิกเซลหรือความซับซ้อนขององค์ประกอบภายในรูปภาพซึ่งแต่ละภาพอาจจะประกอบด้วยวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์พื้นผิวให้สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุได้ดียิ่งขึ้น

2.2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 วิชยานิพนธ์เรื่องการตรวจจับความเร็วรถยนต์แบบทัน

กาลในเวลากลางคืนโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล
นภัสกมล โมงเย็น (2549) ได้ให้ความเห็นว่า งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัลกอริธึมและพัฒนาระบบต้นแบบในการตรวจจับความเร็วของรถยนต์ในเวลากลางคืน ได้มีการกล่าวถึง ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิทัล (DIGITAL IMAGE PROCESSING) ซึ่งมีความสำคัญกับระบบที่ผู้จัดทำต้องการพัฒนา ไว้ดังนี้ การประมวลผลภาพดิจิทัลเป็นการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลเพื่อให้สามารถนำเอาข้อมูลเหล่านั้นผ่านกระบวนการต่างๆเพื่อนำองค์ประกอบต่างๆของภาพมาประมวลผล โดยการวิจัยนี้มีการใช้รูปแบบดังต่อไปนี้

- การแบ่งส่วนภาพ (IMAGE SEGMENTATION)

สำหรับวิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการแบ่งส่วนภาพ คือการพิจารณาความสว่างของภาพในภาพสำหรับภาพระดับเทา (GRAYSCALE IMAGE) และพิจารณาความแตกต่างของค่าสีสำหรับภาพสี นอกจากนี้ขอบของวัตถุและลักษณะของพื้นผิวก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้สามารถทำการแบ่งส่วนภาพได้สะดวกยิ่งขึ้น

2.2.2 วิชยานิพนธ์เรื่องระบบตรวจจับและคัดแยกกรงสำหรับกล้องวงจรปิดบนท้องถนน

ไตรวิทย์ อินทจักร (2556) ได้ให้ความเห็นว่า งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างระบบตรวจจับยานพาหนะที่เกิดขึ้นในภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ และระบบคัดแยกประเภทของยานพาหนะจากวัตถุที่เกิดขึ้นภายในภาพ โดยระบบทำงานจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ การหาบริเวณของวัตถุที่สนใจในภาพ การวิเคราะห์วัตถุที่ได้และการคัดแยกประเภทของวัตถุ ซึ่งส่วนที่มีความสำคัญกับระบบที่ผู้จัดทำต้องการพัฒนา คือ การหาบริเวณของวัตถุที่สนใจในภาพ ซึ่งการวิจัยนี้ได้ใช้ลักษณะการทำงานแบบ STATIC BACKGROUND SUBTRACTION

-STATIC BACKGROUND SUBTRACTION

เป็นการหาบริเวณของวัตถุที่สนใจในภาพ ที่ได้นิยามแพร่หลาย และเหมาะกับการใช้ในภาพที่มีสภาพแวดล้อมค่อนข้างคงที่ โดยกระบวนการหลักๆคือ สร้างองค์ความรู้ภาพพื้นหลังให้กับระบบด้วยการคำนวณปริมาณสีที่เกิดขึ้นเพื่อจดจำภาพพื้นหลัง เมื่อปริมาณสีเกิดการเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้ระบบรับรู้ว่าตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นมีวัตถุเข้ามาเกี่ยวข้อง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด ได้มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 1) กำหนดหัวข้อที่สนใจ
- 2) ศึกษาความเป็นไปได้ของหัวข้อที่เลือก
- 3) ศึกษาค้นคว้ารวบรวมความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่เลือก
- 4) กำหนดขอบเขตของหัวข้อ เพื่อให้มองเห็นภาพรวมของระบบ
- 6) ออกแบบ และ พัฒนาระบบ
- 7) ทดสอบการใช้งานระบบ และ ทำการบันทึกผลการทดสอบ
- 8) ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
- 9) สรุปผลการผลของการศึกษา
- 10) จัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์

ซึ่งจะมีการดำเนินการที่สำคัญดังนี้

3.1. การออกแบบ และ พัฒนาระบบ

ระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด ถูกออกแบบให้เป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Window ซึ่งจะใช้งานกล้อง Webcam แทนกล้องวงจรปิดและใช้แบบจำลองสถานที่จอดรถแทนสถานที่จอดรถของจริง โดยจะมีการใช้เครื่องมือหลักๆดังนี้

- 1) Visual Studio 2010

เป็นโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การพัฒนาซอฟต์แวร์และระบบต่างๆ สำหรับระบบปฏิบัติการ Window ให้เป็นเรื่องง่าย ซึ่งเหมาะสำหรับภาษา VB และVB.NETเนื่องจากบริษัทผู้พัฒนาอย่างไมโครซอฟต์ได้พัฒนาโปรแกรมและภาษาขึ้นมาควบคู่กันเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นและกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังรองรับ Library สำหรับช่วยพัฒนาระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ จึงเหมาะสมที่จะนำมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด

- 2) Emgu CV

โดยในการพัฒนาระบบในครั้งนี้ได้มีการใช้ฟังก์ชัน matchTemplate ของ Emgu CV เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบภาพเพื่อบอกสถานะของช่องจอดรถยนต์ โดยการทำงานของฟังก์ชัน matchTemplate นั้นจะทำงานโดยการเลือกรูปภาพบนอีกภาพ จากซ้ายไปขวาและบนลงล่างเพื่อเปรียบเทียบ ซึ่งฟังก์ชันนี้จะให้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลที่ระบุบริเวณที่มีคล้ายคลึงของรูปภาพ ซึ่งจะมีข้อมูลอัตราความสัมพันธ์ของรูปภาพด้วย ซึ่งจะใช้สำหรับการบ่งบอกสถานะของช่องจอดรถยนต์

3.2. วิธีการทดสอบ

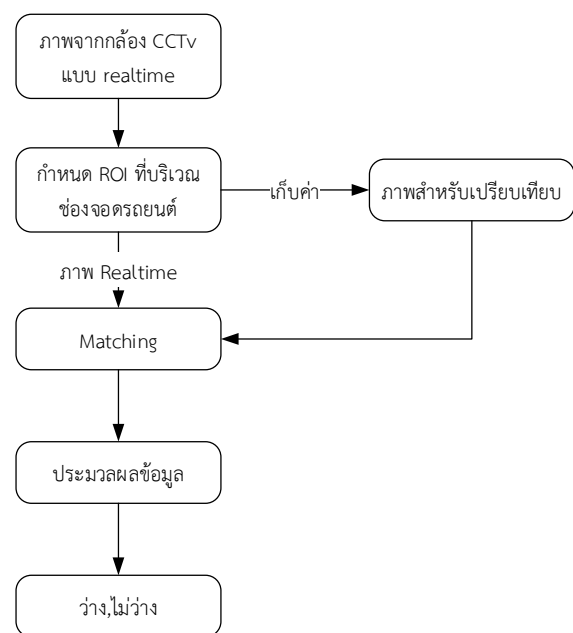
เมื่อพัฒนาระบบจนสามารถแยกแยะวัตถุและสามารถบอกสถานะของบริเวณที่สนใจได้แล้วจะทำการทดสอบด้วยการติดตั้งกับแบบจำลองสถานที่จอดรถยนต์ และออกแบบพัฒนา GUI สำหรับการใช้งานระบบตรวจหาที่จอดรถจากนั้นทำการจำลองการใช้งานสถานที่จอดรถของรถยนต์ พร้อมวิเคราะห์ผลการทดสอบโดยคำนึงถึงหัวข้อดังนี้

- 1) ประสิทธิภาพของระบบ โดยระบบจะต้องสามารถทำงานได้อย่างไม่เป็นภาระแก่ทรัพยากรของเครื่อง Computer หรือ Laptop จนเกินจุดที่รับได้ ในการทำงานแบบ Real-time
- 2) ความแม่นยำของระบบ โดยระบบจะต้องสามารถแจ้งสถานะของที่จอดรถที่นำมาทดสอบได้อย่างแม่นยำ
- 3) ความเป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน โดย GUI ของระบบจะต้องมีรูปแบบที่สามารถเรียนรู้ได้ง่าย โดยไม่ต้องสร้างภาระให้แก่ผู้ใช้งานจนเกินไป

4. ผลและอภิปราย

4.1. ผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบของโปรแกรมตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด สามารถอธิบายหลักการทำงานของระบบในการตรวจสอบสถานะของที่จอดรถได้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: หลักการทำงานของตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด

4.2 ผลการทำงานของระบบ

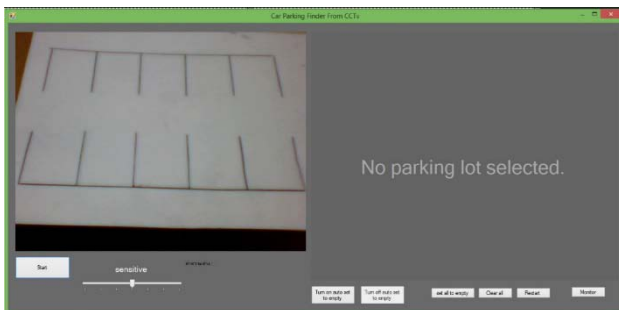
ในระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิด ได้มีการพัฒนาฟังก์ชันหลายอย่างเพื่อเติมเต็มการทำงานของระบบให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นดังนี้ จึงมีการทดสอบฟังก์ชันต่างๆดังนี้

4.2.1 การรับภาพจากกล้อง CCTV

เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาสามารถกดเริ่มรับภาพได้โดยกดปุ่ม Start โดยตัวระบบจะรับภาพแบบ Realtime จากกล้อง CCTV โดยจะรับภาพใหม่ประมาณทุกๆ 2 วินาที เพื่อเป็นการลดภาระการทำงานของทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์



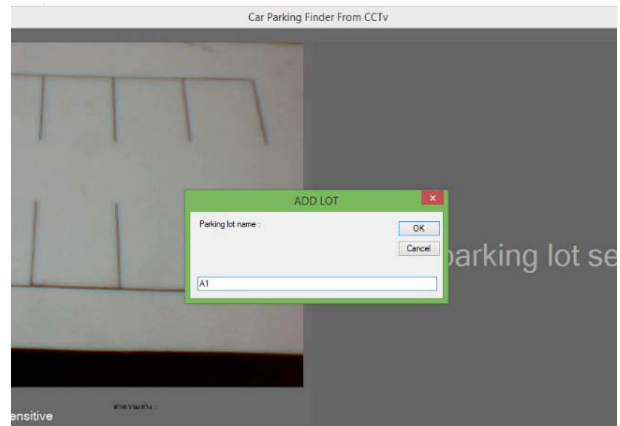
ภาพที่ 2: GUI เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมา



ภาพที่ 3: เมื่อกด Start จะการรับภาพจากกล้อง

4.2.2 การกำหนดบริเวณช่องจอดรถ

การกำหนดบริเวณช่องจอดรถนั้นสามารถทำได้โดยใช้เมาส์เคอร์เซอร์ คลิกไปที่บริเวณที่ต้องการภายในช่องแสดงภาพแบบ Realtime โดยคลิกในขณะที่ภายในบริเวณที่ต้องการยังไม่มีรถจอดอยู่ (เพื่อให้ระบบเก็บภาพในขณะที่ยังว่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์สถานะของช่องจอดรถ) เมื่อคลิกลงไปบริเวณที่ต้องการแล้วจะมีกล่อง Input box เพื่อให้ตั้งชื่อของช่องจอดรถนั้นๆ ดัง ภาพที่ 4 และเมื่อกด ok ระบบจะแสดงรายละเอียดของช่องจอดรถที่เลือกไว้โดยจะตั้งสถานะของช่องนั้นเวลาที่เกิดเป็น “ว่าง”



ภาพที่ 4: การเพิ่มช่องจอดรถโดยการคลิกในบริเวณที่ต้องการในช่องแสดงภาพ และ ทำการตั้งชื่อ

โดยการกำหนดบริเวณช่องจอดรถนั้น จะเป็นการกำหนด ROI (Region of Interest) โดยใช้ พิกัดของเมาส์บนช่องแสดงภาพ ในการกำหนดบริเวณ เพื่อนำเฉพาะภาพในบริเวณนั้นๆ ไปประมวลผล ซึ่งในที่นี้คือการ แยกภาพภายในช่องจอดรถแต่ละช่องเพื่อไปประมวลผลหาสถานะของช่องจอดรถ

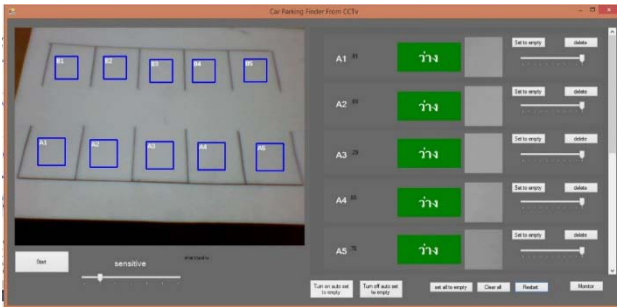
4.2.3 การตรวจจักรถยนต์และการบอกสถานะของช่องจอดรถยนต์

เมื่อมีการกำหนดบริเวณของช่องจอดรถแล้ว และมีรถเข้ามาจอด ระบบจะนำภาพจากกล้องมาเปรียบเทียบกับภาพที่ระบบทำการจดจำไว้ในขั้นตอนที่ทำการคลิกเพื่อกำหนดบริเวณช่องจอดรถ (ระบบมีการเก็บภาพ ในขั้นตอนการกำหนด ROI) เพื่อมาทำการเปรียบเทียบกับภาพ realtime ภายใน roi เพื่อนำมาวิเคราะห์ประมวลผลเพื่อบ่งบอกสถานะของช่องจอดรถนั้นๆ

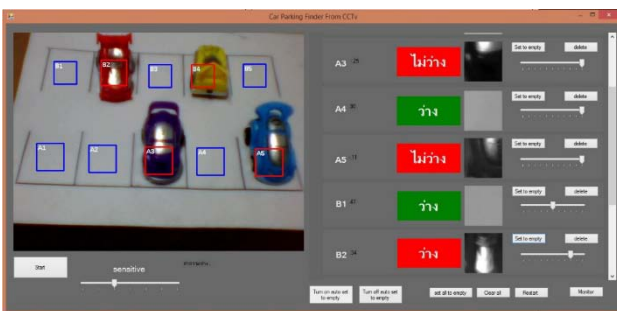
ซึ่งการเปรียบเทียบภาพ จะเปรียบเทียบโดยใช้ผลลัพธ์จากการใช้ฟังก์ชัน matchTemplate เปรียบเทียบภาพระหว่างภาพช่องจอดรถแบบ realtime กับ ภาพที่เป็นภาพขณะที่ช่องจอดรถยังว่างได้จากขั้นตอนการกำหนดบริเวณช่องจอดรถยนต์) ซึ่งจะได้เป็นภาพระดับเทา ที่มีค่าพิกเซลที่มีค่าเข้าใกล้ 1 มากที่สุดจะเป็นบริเวณที่มีความคล้ายกันมากที่สุด (คล้ายกันมากแปลว่าภายในภาพมีการเปลี่ยนแปลงน้อย หรือ แปลได้ว่า สถานะของช่องจอดรถยังคงว่างอยู่)

จากนั้นใช้ For loop เพื่อเก็บค่าของพิกเซล ของภาพผลลัพธ์จากฟังก์ชัน matchTemplate ไว้ และตั้งเงื่อนไข โดยการกำหนดค่าสำหรับเปรียบเทียบกับค่าของผลลัพธ์จากฟังก์ชัน matchTemplate เก็บไว้ ซึ่งเป็นเสมือนค่าไว้ปรับความอ่อนไหวของการตรวจจับ เป็นค่ากำหนดว่าเท่าไรควรจะว่างหรือไม่ว่าง

เช่น หากกำหนด ค่าสำหรับเปรียบเทียบไว้ที่ 0.50 หาก และถ้า หากค่าของฟังก์ชันของผลลัพธ์จากฟังก์ชัน matchTemplate มีค่าน้อยกว่า 0.50 (ออกห่าง 1) ซึ่งหมายความว่าผลของการเปรียบเทียบระหว่างภาพช่องจอดรถแบบ realtime กับ ภาพที่เป็นภาพขณะที่ช่องจอดรถยังว่าง มีความแตกต่างกันอยู่ ภาพ realtime มีการเปลี่ยนแปลงไม่เหมือนกับ ภาพขณะที่ยังว่าง ซึ่งจะบอกได้ว่าภายในภาพมีวัตถุอยู่ หรือ ไม่ว่างนั่นเอง เป็นต้น



ภาพที่ 5: เมื่อช่องจอดรถที่เพิ่มเข้าไปมีสถานะเป็น “ว่าง” และ แสดงให้เห็นถึงฟังก์ชันปรับแต่งต่างๆ ภายในระบบ



ภาพที่ 6: เมื่อช่องจอดรถที่กำหนดไว้มีการเปลี่ยนแปลงสถานะ

ซึ่งการกำหนดค่าสำหรับเปรียบเทียบ นั้นขึ้นอยู่กับสภาพแสง และคุณภาพของกล้องที่ใช้ภายในระบบ

สำหรับการปรับความอ่อนไหวในการตรวจจับสถานะของช่องจอดรถนั้น

สำหรับ UI นั้น สามารถกำหนดค่าสำหรับเปรียบเทียบได้โดยการปรับค่า sensitive โดยปรับไปทางซ้ายจะเป็นการลดความอ่อนไหวของการตรวจจับ ปรับไปทางขวาเป็นการเพิ่มความอ่อนไหวในการตรวจจับ

4.2. การอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองใช้ฟังก์ชันต่างๆของระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิดนั้น ทำให้พบว่ามีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนซึ่งอาจจะเกิดขึ้นขึ้น ได้แก่

1) คุณภาพของกล้อง CCTV

หากเป็นกล้องที่มีคุณภาพต่ำอาจจะก่อให้เกิด noise หรือ สัญญาณรบกวนเมื่อเกิดแสงน้อยซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปรียบเทียบภาพเพื่อบ่งบอกสถานะของช่องจอดรถ

2) สภาพแสงที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงอย่างรวดเร็วจะทำให้การเปรียบเทียบภาพเกิดความผิดพลาดได้

ซึ่งทั้งสองปัจจัยนั้นตัวระบบได้มีฟังก์ชันที่จะช่วยในการแก้ไขปัญหาได้แก่ ฟังก์ชัน set to empty , และการกำหนดความ sensitive ของระบบตรวจสอบสถานะของช่องจอดรถ เป็นต้น

4. บทสรุป

เมื่อการพัฒนาระบบตรวจหาที่จอดรถโดยใช้ภาพจากกล้องวงจรปิดได้เสร็จสิ้น ผู้จัดทำได้ทำการทดลองระบบกับแบบจำลองสถานที่จอดรถยนต์ โดยกำหนดให้แบบจำลองมีช่องสำหรับจอดรถยนต์ 10 ช่อง พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหากภาพจากกล้องที่นำเข้ามานั้นมีสภาพแสงที่เพียงพอ แต่ในที่ที่มีสภาวะแสงน้อยนั้นระบบอาจจะมีความ

คลาดเคลื่อนได้จึงจำเป็นต้องพัฒนาอัลกอริทึมของระบบให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแสงให้ได้ดีกว่านี้หรืออาจจะต้องศึกษาหาอัลกอริทึมอื่นที่มีความสามารถมากกว่านี้ในการนำไปพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้รถยนต์และผู้ให้บริการสถานที่จอดรถยนต์ในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีฉบับนี้ สำเร็จลงได้อันเนื่องมาจากความช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ยุทธิพงษ์ เรือนทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณะกรรมการที่ได้ให้คำแนะนำ จนจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้มอบวิชาความรู้ให้แก่ผู้จัดทำซึ่งทำให้ผู้จัดทำสามารถดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อย่างราบรื่น

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยให้คำปรึกษาและคอยให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี และขอบคุณทุกๆท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องและให้ความช่วยเหลือแต่ไม่ได้ระบุรายชื่อไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ไตรวิทย์ อินทจักร. (2556). ระบบตรวจจับและคัดแยกรถ
สำหรับกล้องวงจรปิดบนท้อง
ถนน. วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,
สงขลา.
- [2] นภัสกมล โมงเย็น. (2549). การตรวจจับความเร็วรถยนต์
แบบทันกาลในเวลากลางคืน
โดยใช้การประมวลผลภาพวีดิทัศน์. วิทยานิพนธ์
วศ.บ., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- [3] นวักค เอื้ออนันต์. (24 กันยายน 2545). Image
Segmentation. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2559, จาก
[http://gear.kku.ac.th/~nawapak/Presentation/Bio
med2002.ppt](http://gear.kku.ac.th/~nawapak/Presentation/Bio
med2002.ppt).
- [4] มนูญศักดิ์ วรรณประพันธ์ และ เอกพันธ์ อินดี. (2559).
โปรแกรมตรวจจับโมเดลส่วนท้ายรถยนต์แบบอัตโนมัติ.
วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัย สยาม,
กรุงเทพมหานคร.