

การตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับระบบจัดการที่จอดรถ
VEHICLE LICENSE PLATE DETECTION FOR PARKING MANAGEMENT SYSEYEM

นายพงศภัค อินทรประสิทธิ์
นายภาสพล วงษ์กันหา
นายณภัทร เจียมจริยธรรม

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในแต่ละปี กรุงเทพมหานครมีจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นตลอด จนจำนวนรถยนต์มีมากกว่าจำนวนของที่จอดรถที่มีอยู่ ปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอจึงเป็นหนึ่งในปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีผู้คนอยู่จำนวนมาก เช่น ศูนย์กลางเมือง เป็นต้น ซึ่งปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ ทำให้ผู้ใช้รถยนต์ต้องนำรถยนต์มาจอดในที่จอดรถที่อื่นที่ไกลจากจุดหมาย หรือ สถานที่อื่นที่ไม่ใช่ที่จอดรถหรือไม่สามารถใช้จอดรถได้ เช่นริมถนน ภายในตรอก/ซอยต่างๆ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา เช่น ปัญหาเรื่องเวลาที่ใช้นานจากการหาที่จอดรถทั้งวนในที่จอดรถและขับหาที่จอดรถที่อื่น ปัญหาการจราจรเนื่องจากรถยนต์ที่จอดในที่ที่ไม่สามารถใช้จอดรถได้ แล้วไปขัดขวางการจราจร ซึ่งปัญหาที่ตามมามีทำให้รถยนต์ต้องติดเครื่องนานกว่าเดิม ส่งผลให้เกิดปัญหาอย่างอื่นที่ตามมาอีก เช่น ปัญหามลพิษเนื่องจากรถยนต์ที่ติดนาน ทำให้เกิดควันพิษ ยิ่งปัจจุบันปัญหาควันพิษ PM 2.5 ที่เป็นปัญหาใหญ่ในประเทศไทยในปัจจุบันนี้ ควันที่เกิดจากรถยนต์ที่ติดนานก็เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของปัญหามลพิษนี้ ถ้าสามารถลดปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอได้ จะส่งผลให้ลดปัญหาที่ตามมาเรื่อยๆ ไปอีกได้

ปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอนี้เกิดจากปัญหาในที่จอดรถต่างๆ เช่น ผู้ขับไม่สามารถหาพื้นที่ว่างสำหรับจอดรถยนต์ได้ ปัญหานี้เกิดจากผู้ขับไม่สามารถทราบตำแหน่งของพื้นที่ว่างได้ จึงมีระบบการจัดการที่จอดรถมาช่วยแก้ปัญหา ระบบการจัดการที่จอดรถในตอนแรกจะใช้แรงงานมนุษย์ (เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย และเจ้าหน้าที่ตรวจบัตร) ในปัจจุบันผู้ใช้รถยนต์มีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ระบบการจัดการที่จอดรถโดยมนุษย์ไม่สามารถรองรับจำนวนของรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้

เพราะฉะนั้นระบบ Smart Parking จึงเป็นที่ต้องการอย่างมากสำหรับอาคารที่มีที่จอดรถและมีผู้ใช้งานจำนวนมาก ซึ่งระบบ Smart Parking จะอำนวยความสะดวกให้ผู้ขับรถยนต์หาที่จอดรถได้ง่ายขึ้น ลดค่าใช้จ่ายการบริหารจัดการ ลดปัญหาการจราจรภายในที่จอดรถ และเพิ่มความปลอดภัยภายในที่จอดรถ โดยระบบ Smart Parking ประกอบด้วยระบบจัดการที่จอดรถซึ่งมีระบบย่อยคือ ระบบตรวจสอบการเข้า-ออก ระบบแสดงจำนวนที่จอดรถ ระบบรักษาความปลอดภัย และระบบตรวจจับรถยนต์ แต่ระบบ Smart Parking ในปัจจุบันยังมีปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของการตรวจจับรถยนต์มีความแม่นยำต่ำ ทำให้การนับจำนวนรถยนต์มีประสิทธิภาพต่ำ เป็นผลเสียกับระบบแสดงจำนวนที่จอดรถ

ระบบ Smart Parking ในปัจจุบันใช้ระบบการตรวจจักรถยนต์โดยใช้เซนเซอร์แบบอินฟราเรด ที่มีระยะในการตรวจจับที่ค่อนข้างสั้น เซนเซอร์แบบอินฟราเรด 1 ตัวสามารถตรวจจักรถยนต์ได้เพียง 1 คันเท่านั้น และเซนเซอร์แบบอินฟราเรดยังเสียหายได้ง่าย ยิ่งที่จอดรถมีจำนวนมากเท่าไรค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาก็ยิ่งมากขึ้น บางกรณีเมื่อมีวัตถุอื่น ๆ ที่ไม่ใช่รถยนต์อยู่ในช่องจอดรถ เซนเซอร์ก็อาจทำงานผิดพลาดได้

ระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ Smart Parking บางแห่งมีกล้องวงจรปิดเฝ้าระวังอยู่แล้ว ซึ่งกล้องวงจรปิดสามารถให้ภาพของรถยนต์ที่จอดอยู่ในที่จอดรถ จึงน่าสนใจที่จะนำกล้องวงจรปิดมาแทนที่เซนเซอร์แบบอินฟราเรดในการตรวจจักรถยนต์ และนำภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิดมาประมวลผลด้วยภาพแล้วให้ผลลัพธ์ว่าที่จอดรถตรงนี้มีรถอยู่หรือไม่ ซึ่งกล้องวงจรปิด 1 ตัวสามารถตรวจจักรถยนต์ได้มากกว่า 1 คัน ระยะในการตรวจจับเท่ากับระยะของมุมกล้องที่สามารถจับได้ซึ่งมีระยะกว้างกว่าเซนเซอร์แบบอินฟราเรด การใช้การประมวลผลภาพกับระบบตรวจจักรถยนต์จึงทำให้การตรวจจักรถยนต์และการนับจำนวนรถยนต์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ระบบอื่น ๆ ภายในระบบจัดการที่จอดรถมีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามไปด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพิ่มความแม่นยำของการตรวจจับรถยนต์ของระบบ Smart Parking
2. เพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการนับจำนวนรถยนต์
3. แก้ไขปัญหาการตรวจจับรถยนต์ที่วิธีการเก่าไม่สามารถแก้ไขได้

ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบการตรวจจับรถยนต์ภายในอาคารด้วยการประมวลผลภาพ
2. รูปภาพที่ได้จากกล้อง เป็นภาพที่จอดรถจำนวน 3 ที่ต่อรูปภาพ 1 รูป
3. รูปแบบป้ายทะเบียนเหมาะสมกับการตรวจจับที่จอดรถด้วยการประมวลผลภาพ กรอบ
ป้ายทะเบียนต้องเป็นกรอบปกติไม่มีลวดลาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

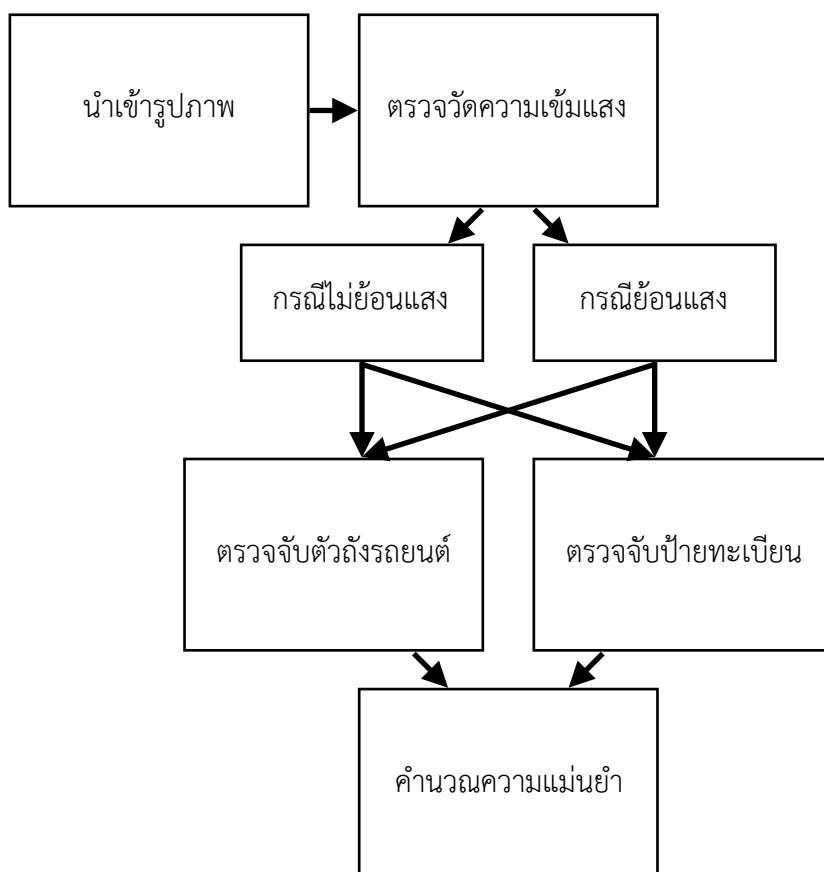
1. ความแม่นยำของการตรวจจับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพเพิ่มขึ้น
2. ระบบ Smart Parking ในส่วนของการนับมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
3. ระบบ Smart Parking มีความสมบูรณ์มากขึ้น
4. ทำให้ระบบ Smart Parking สามารถแก้ไขปัญหาที่ตามมาจากปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีการตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับระบบจัดการที่จอดรถ

หลักการทำงานของตัวอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์สำหรับระบบจัดการที่จอดรถด้วยการประมวลผลภาพ เป็นการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพเข้ามาช่วยตรวจจับรถยนต์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการนับจำนวนรถยนต์ที่จอดภายในอาคารจอดรถ และทำให้ระบบ Smart Parking ซึ่งเป็นระบบแสดงจำนวนที่จอดรถในแต่ละชั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กระบวนการเริ่มจากนำเข้ารูปภาพไปตรวจวัดความเข้มแสง เพื่อตรวจสอบว่าภาพที่รับเข้ามา ย้อนแสงหรือไม่ ซึ่งแต่ละกรณีจะผ่านการประมวลผลทั้ง 2 รูปแบบ คือ ตรวจจับตัวถังรถยนต์และตรวจจับป้ายทะเบียน ซึ่งการตรวจจับป้ายทะเบียนมีขั้นตอน คือ ตรวจจับกรอบป้ายทะเบียนแล้วตรวจจับรูปแบบตัวอักษรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำที่สุด เมื่อได้ผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพแต่ละแบบ ก็จะนำผลลัพธ์ที่ได้มารวมกันและคำนวณหาความแม่นยำ



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการเพิ่มความแม่นยำตรวจจับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพ

การนำเข้ารูปภาพ

การได้มาของภาพเริ่มจากนำเข้าข้อมูลรูปภาพ โดยการแปลงภาพจริงที่เป็นสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลผ่านทางกล่องวงจรปิดของที่จอดรถหรือกล้องวิดีโอที่นำไปติดตั้งไว้ แล้วสุ่มตัวอย่างภาพจากไฟล์วิดีโอโดยกำหนดที่ 1 ภาพต่อวินาทีทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อนำภาพที่ได้ไปประมวลผลภาพ

ลักษณะของรูปภาพเป็นรูปถ่ายที่จอดรถในอาคารขนาดสามช่อง แต่ละช่องกว้าง 2.4 เมตร ยาว 5 เมตรในลักษณะหน้าตรง กล้องที่ถ่ายห่างจากหน้ารถเป็นระยะ 3 เมตร สูงจากพื้น 2 เมตร



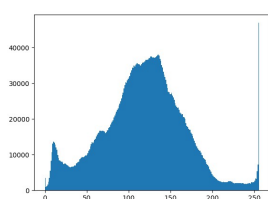
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างรูปภาพที่ใช้สำหรับการประมวลผลภาพ

การตรวจวัดความเข้มแสง

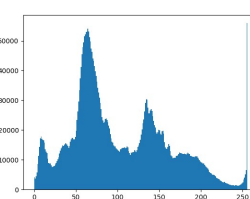
ตรวจวัดความเข้มแสงของรูปภาพด้วยวิธีการกรองสัญญาณดิจิทัลเพื่อระบุว่าเป็นภาพย้อนแสงหรือไม่ ดังรูปที่ 3.3 จะเห็นได้ว่า ภาพที่ไม่ย้อนแสงจะมีค่าความถี่ความเข้มแสงที่เฉลี่ยกันไป ต่างกับภาพย้อนแสงที่ค่าความถี่ความเข้มแสงจะไม่ต่อเนื่องกัน ถ้าภาพย้อนแสงจะไม่สามารถนำมาตรวจจับรถยนต์เลยได้ จำเป็นต้องแปลงรูปภาพที่ย้อนแสงให้เหมาะกับขั้นตอนวิธีประมวลผลภาพก่อนด้วยเทคนิคเฉพาะ เพราะภาพที่ย้อนแสงจะไม่สามารถนำมาเข้าการประมวลผลภาพแบบเดียวกันกับภาพที่ไม่ย้อนแสงได้



ภาพไม่ย้อนแสง



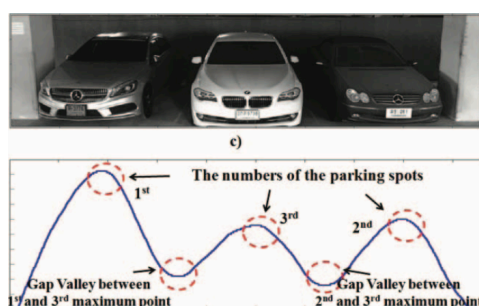
ภาพย้อนแสง



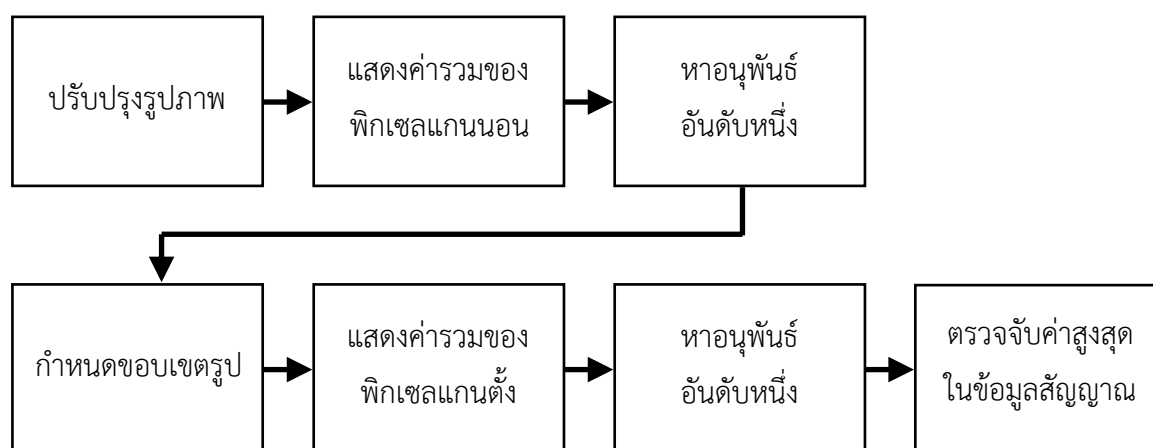
รูปที่ 3.3 การแจกแจงความถี่ความเข้มแสงของภาพทั้ง 2 กรณี ด้วยวิธีการกรองสัญญาณดิจิทัล

การประมวลผลภาพโดยตรวจจับตัวถังรถยนต์

นำการตรวจจับตัวถังรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพที่มีอยู่แล้ว มาตรวจจับตัวถังรถยนต์วิธีการนี้จะใช้ความเข้มแสงเข้ามาช่วยตรวจจับรถที่อยู่ในรูปภาพ ดังรูปที่ 3.4 จากนั้นประมวลผลภาพโดยรับข้อมูลภาพที่ผ่านการตรวจวัดความเข้มแสง มาตรวจจับตัวถังรถยนต์โดยเริ่มจากการปรับปรุงรูปภาพด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ต่อมาจะแสดงค่ารวมของพิกเซลในแกนนอน และใส่ตัวกรองให้ค่าออกมาแตกต่างกันน้อยที่สุด จากนั้นหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งของค่ารวมของพิกเซลหลังจากใส่ตัวกรองค่าไปแล้ว เพื่อกำหนดหาความสูงของรถยนต์เพื่อกำหนดขอบเขตและตัดรูปให้มีความสูงเท่ากับขอบเขตที่กำหนดไว้แล้วนำรูปที่ตัดแล้วมาเข้ากระบวนการเดิมอีกรอบแต่ทำในแกนตั้ง โดยขั้นตอนสุดท้ายจะทำการตรวจจับค่าสูงสุดในข้อมูลสัญญาณเพื่อระบุตัวถังของรถยนต์ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 การตรวจจับตัวถังรถยนต์ด้วยความเข้มแสง



รูปที่ 3.5 กระบวนการตรวจจับตัวถังรถยนต์รูปแบบเก่า

ประมวลผลภาพโดยตรวจจับป้ายทะเบียน

1. การตรวจจับกรอบป้ายทะเบียน

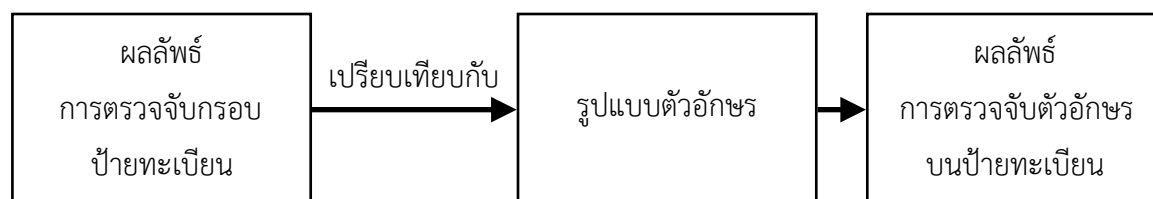
ประมวลผลภาพโดยรับข้อมูลภาพที่ผ่านการตรวจวัดความเข้มแสงมาตรวจจับกรอบป้ายทะเบียน โดยเริ่มจากการแปลงภาพให้เหลือแต่เส้นขอบของวัตถุ ดังรูปที่ 3.6 และหาป้ายทะเบียนด้วยกระบวนการหาเส้นขอบของวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมในลักษณะที่ใกล้เคียงกับป้ายทะเบียน ซึ่งกระบวนการจะวนซ้ำจนพบสี่เหลี่ยมทั้งหมดที่มีในรูปภาพ



รูปที่ 3.6 รูปภาพที่ผ่านการปรับปรุงจนเหลือแต่ขอบของวัตถุ

1. การตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียน

การตรวจจับตัวอักษรบนป้ายทะเบียนใช้วิธีการกรองสัญญาณดิจิทัลเพื่อแยกตัวอักษรออกจากพื้นหลัง และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบอักษรที่ได้เตรียมไว้ ถ้ารูปแบบอักษรไม่ตรงกับข้อมูลที่ได้เตรียมไว้อาจตีความได้ว่า กรอบสี่เหลี่ยมที่พบเป็นกรอบสี่เหลี่ยมของวัตถุอื่นที่ไม่ใช่กรอบป้ายทะเบียน

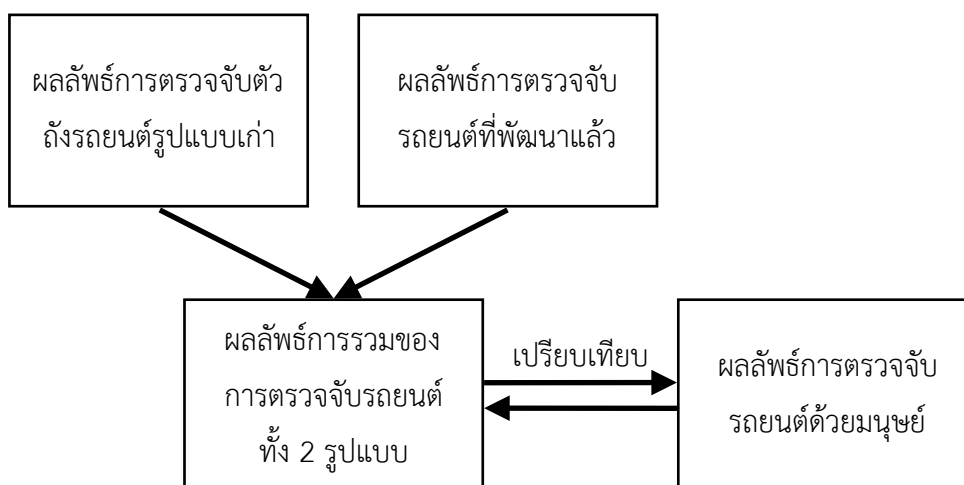


รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเปรียบเทียบระหว่างตัวอักษรภายในรูปภาพกับรูปแบบตัวอักษร

การคำนวณความแม่นยำ

คำนวณความแม่นยำของการประมวลผลภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หาผลลัพธ์ของการตรวจจับตัวถึงรถยนต์รูปแบบเก่า
2. หาผลลัพธ์ของการตรวจจับรถยนต์ที่พัฒนาแล้ว
3. หาผลลัพธ์ของการตรวจจับรถยนต์ด้วยมนุษย์
4. นำผลลัพธ์การตรวจจับตัวถึงรถยนต์รูปแบบเก่ามารวมกับการตรวจจับรถยนต์ที่พัฒนาแล้ว
5. นำผลลัพธ์จาก ข้อที่ 5 มาเปรียบเทียบกับผลการตรวจจับรถยนต์ด้วยมนุษย์เพื่อหาร้อยละความแม่นยำ



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการเปรียบเทียบระหว่างตัวอักษรภายในรูปภาพกับรูปแบบตัวอักษร

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ เพิ่มความแม่นยำของการตรวจนับรถยนต์ของระบบ Smart Parking เพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการนับจำนวนรถยนต์ และแก้ไขปัญหาการตรวจนับรถยนต์ที่วิธีการเก่าไม่สามารถแก้ไขได้

ผลการทดลองนี้จึงมีการตรวจสอบความแม่นยำของวิธีการตรวจนับรถยนต์ 2 รูปแบบ คือ

1. การคำนวณหาค่าความแม่นยำการนับของการตรวจนับตัวถังรูปแบบเก่ากับการตรวจนับรถยนต์ที่พัฒนาขึ้นมา
2. การเปรียบเทียบความแม่นยำการนับของการตรวจนับรถยนต์ที่พัฒนาขึ้นมากับมนุษย์

ผลการเพิ่มความแม่นยำของการตรวจนับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพ

1. การคำนวณหาค่าความแม่นยำการนับของการตรวจนับตัวถังรูปแบบเก่ากับการตรวจนับรถยนต์ที่พัฒนาขึ้นมา
2. การเปรียบเทียบความแม่นยำการนับของการตรวจนับรถยนต์ที่พัฒนาขึ้นมากับนับโดยมนุษย์

จากการทดลองพบว่า ความแม่นยำเฉลี่ยของการตรวจนับรถยนต์ด้วยการประมวลผลภาพเทียบกับมนุษย์มีค่าประมาณร้อยละ 34.17

ตารางที่ 4.1 ผลลัพธ์ความแม่นยำของการประมวลผลภาพเมื่อเทียบกับมนุษย์

รูปภาพที่	จำนวนรถตามจริง	โปรแกรม	ร้อยละ
1	3	1	33.33
2	3	1	33.33
3	2	0	0.00
4	3	2	66.67
5	3	3	100.00
6	3	1	33.33
7	3	0	0.00
8	3	0	0.00
9	3	3	100.00
10	3	1	33.33
11	3	1	33.33
12	3	0	0.00
13	2	0	0.00
14	3	0	0.00
15	3	1	33.33
16	3	0	0.00
17	3	1	33.33
18	2	1	50.00
19	3	3	100.00
20	3	1	33.33