ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI

License plate detection and data collection system with AI

โดย

1.นายไชยวัฒน์	แซ่มัว	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2.นายชินวัฒน์	วัฒนศรพันธ์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3.นายธีรภัทร	ยอดมณีบบรรพต	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ครูที่ปรึกษา

1.นายพงศ์ธร เปงวงศ์

2.นายวีรพนธ์ พลเมฆ

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา

สังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ

โครงงานเรื่อง ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI

โรงเรียน ราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา

ครูที่ปรึกษา 1. นายพงศ์ธร เปงวงศ์ E-Mail : pongtornz@hotmail.com

2. นายวีรพนธ์ พลเมฆ E-Mail : phonza2559@gmail.com

ผู้จัดทำโครงงาน

1. นายไชยวัฒน์ แซ่มัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. นายชินวัฒน์ วัฒนศรพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. นายธีรภัทร ยอดมณีบรรพต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ

โครงงานคอมพิวเตอร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI 3) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการแปลภาพเป็นข้อความโดย Python ซึ่งโรงเรียนราชประชานเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยามีรถยนต์เข้าออกโรงเรียนในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก การเข้าออกในโรงเรียน จำเป็นต้องมีการเก็บป้ายทะเบียนรถในการเข้าออกอยู่ตลอดเวลา อาทิการออกไปราชการ ออกไปทำกิจกรรมนอกโรงเรียน กลับบ้าน และกิจกรรมอื่นๆ ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการตรวจจับป้ายทะเบียนรถด้วย Script LPR และการแปลงภาพป้ายทะเบียนโดยใช้กระบวนการ OCR มาประยุกต์ใช้ในการอ่านป้ายทะเบียนรถยนต์ซึ่งมีความถูกต้องและแม่นยำ

ผลการศึกษา พบว่า โครงงานระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นรถยนต์ ซึ่งประกอบไปด้วย รถยนต์ที่อยู่ในฐานข้อมูลจำนวน 10 คัน โดยระบบที่พัฒนามีค่าเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจในการจำแนกป้ายทะเบียนเฉลี่ยอยู่ที่ 56.18% และมีค่าปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำของการจำแนกป้ายทะเบียนรถ อยู่ที่ 71.00% นอกจากนี้จากการทดสอบยังพบว่าสภาพของแสงที่มีการเปลี่ยนแปลง ความคล้ายคลึงกันของป้ายทะเบียน นั้น มีผลต่อความแม่นยำของระบบ ดังนั้นสิ่งที่ควรพัฒนาต่อไปในอนาคต คือการพัฒนาระบบ ให้มีความทนทานต่อสภาพแสงที่เปลี่ยนไป ตำแหน่งของรถยนต์ และพัฒนาเพื่อเพิ่มความ แม่นยำของระบบให้มีค่าความมั่นใจและความแม่นยำสูงขึ้น

คำสำคัญ

1.การแปลภาพเป็นข้อความด้วยภาษา Python, 2. Script LPR, 3.กระบวนการ OC

ที่มาและความสำคัญ

เนื่องด้วยโครงการสถานศึกษาปลอดภัย เป็นหนึ่งในนโยบายหลักของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ เนื่องจากเล็งเห็นว่าหากสถานศึกษาไม่มีความปลอดภัย การเรียนการสอนก็จะมีคุณภาพไม่ได้ เพราะทั้งผู้เรียน และผู้สอนจะมีความรู้สึกถึงความไม่ปลอดภัย ทำให้มีผลกระทบต่อการเรียนการสอนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึง เป็นที่มาของโครงการ “SAFE สถานศึกษาปลอดภัย นักเรียนอุ่นใจ” และได้มอบหมายให้สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ดำเนินการตามนโยบาย โดยกระทรวงศึกษาธิการได้ดำเนินการ สร้างระบบและกลไกในการดูแลความปลอดภัยที่จะเป็นช่องทางในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งใช้ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยส่งเสริมและสนับสนุน ให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการบริหาร จัดการความปลอดภัยในสถานศึกษา ผ่านระบบ MOE SAFETY CENTER ที่ช่วยทำให้ทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง กับการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นนักเรียน ผู้ปกครอง ครูและบุคลากรทางการศึกษาทุกคน จะได้มีเครื่องมือที่สามารถ แจ้งเหตุปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานศึกษาหรือนอกสถานศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนและบุคลากรทุกคนได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา เป็นโรงเรียนประเภทอยู่ประจำสังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ ดำเนินงานภายใต้การประสานงานระหว่างมูลนิธิราชประชานุเคราะห์ในพระบรมราชูปถัมภ์ และกระทรวงศึกษาธิการ เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปัจจุบันมีนักเรียนจำนวน 1,054 คน และบุคลากรจำนวน 110 คน เป็นโรงเรียนประเภทศึกษาสงเคราะห์รับนักเรียนที่ยากไร้และด้อยโอกาสทางการศึกษา การจัดการศึกษาในสถานศึกษาโดยโรงเรียนมีการเข้าออกโรงเรียนในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก การเข้าออกในโรงเรียนจำเป็นต้องมีการเก็บป้ายทะเบียนรถในการเข้าออกอยู่ตลอดเวลา อาทิการออกไปราชการ ออกไปทำกิจกรรมนอกโรงเรียน กลับบ้าน และกิจกรรมอื่นๆ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาและพัฒนาโครงงานเรื่อง ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI โดยนำเทคนิคการตรวจจับป้ายทะเบียนรถด้วย Script LPR เพื่อตรวจจับหาวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมแล้วทำการแคปภาพป้ายทะเบียนไปเก็บที่ Web Server จากนั้นนำภาพป้ายทะเบียนไปผ่านกระบวนการ OCR เพื่อแปลงภาพป้ายทะเบียนเป็นข้อความแล้วนำไปตรวจสอบกับ Database ในตาราง car ถ้าข้อความป้ายทะเบียนตรงกับฐานข้อมูลจะทำการบันทึก วัน เวลา ที่รถผ่านประตูและป้ายทะเบียนลงในตาราง car_log เพื่อนำไปรายงานการเก็บข้อมูล วัน เวลา ที่รถผ่านประตู ผ่าน web browser

วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการแปลภาพเป็นข้อความโดย Python

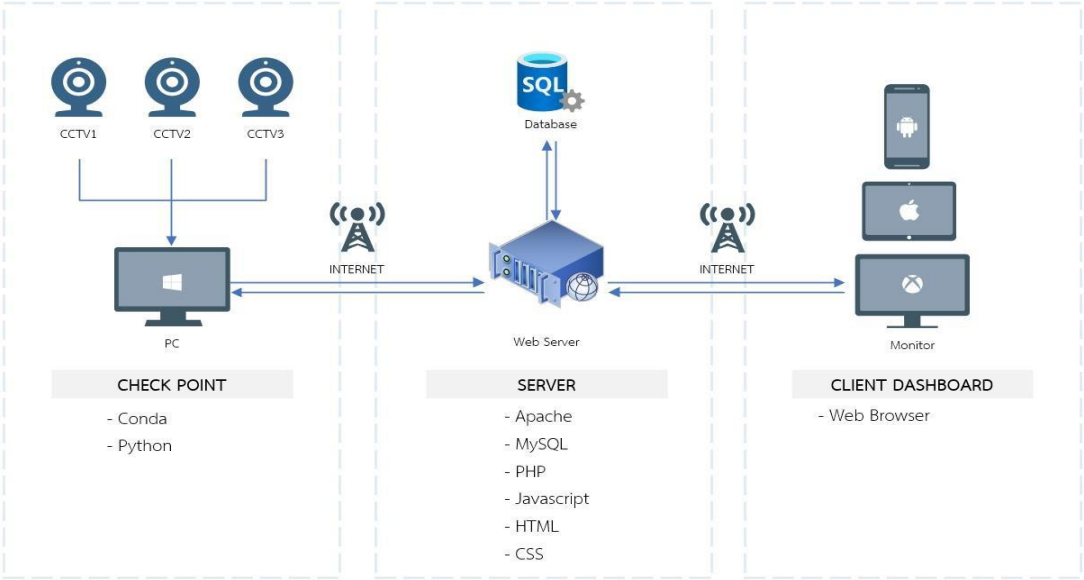
ขอบเขตการทำโครงงาน

1. การทดลองสร้างและใช้ระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการบันทึกป้ายทะเบียนรถ
2. สถานที่ในการทดลอง และเก็บข้อมูลคือบริเวณโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ๒๔ จังหวัดพะเยา

วิธีการดำเนินงาน

1. ระเบียบวิธี/แนวคิดของระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI

โครงงานระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI โดยการการนำเทคนิคการตรวจจับป้ายทะเบียนรถ และการแปลงภาพป้ายทะเบียนโดยใช้กระบวนการ OCR มาประยุกต์ใช้ในการแปลภาพเป็นตัวหนังสือโดยระบบจะนำวิดีโอมาเล่นทีละเฟรมภาพแล้ววน Loop เพื่อนำเฟรมภาพมาผ่าน Script LPR เพื่อตรวจจับวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมแล้วทำการแคปภาพป้ายทะเบียนไปเก็บที่ Web Server จากนั้นนำภาพป้ายทะเบียนไปผ่านกระบวนการ OCR เพื่อแปลงภาพป้ายทะเบียนเป็นข้อความแล้วนำไปตรวจสอบกับ Database ในตาราง car ถ้าข้อความป้ายทะเบียนตรงกับฐานข้อมูลจะทำการบันทึก วัน เวลา ที่รถผ่านประตู และป้ายทะเบียนลงในตาราง car_log จากนั้นระบบจะทำตามขั้นตอนข้างจนไปเรื่อยๆ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของระบบตรวจจับป้ายรถยนต์ด้วย AI

องค์ประกอบของระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI ประกอบด้วย 3 ส่วน

1) CHECK POINT เป็น Python Server สำหรับเรียกวีดีโอจากกล้อง CCTV ที่ติดตั้งอยู่ที่ป้อมยาม โดยใช้ opencv นำมาผ่าน Loop while เพื่อแสดงวีดีโอในรูปแบบ frame-by-frame เพื่อผ่าน Script LPR (License Plate Recognition) คือ ระบบที่ทำการวิเคราะห์รูปแผ่นป้ายทะเบียนจากภาพวีดีโอ โดยหาจากวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมแล้วทำการแคปภาพป้ายทะเบียนส่งไปเก็บที่ Web Server จากนั้นนำภาพป้ายทะเบียนไปผ่านกระบวนการ OCR หรือ Optical Character Recognition คือ กระบวนการในการเปลี่ยนข้อความที่อยู่

ในรูปให้อยู่ในรูปแบบของข้อความ (เลขป้ายทะเบียนรถ) แล้วร้องขอไปยัง Web Server ให้ตรวจสอบป้ายทะเบียนจาก Database project_car01 ในตาราง car ถ้าป้ายทะเบียนตรงกับฐานข้อมูลจะทำการบันทึก วัน เวลา ที่รถผ่านประตู และป้ายทะเบียนรถลงในตาราง car_log จากนั้นระบบจะทำกระบวนการข้างต้นไปเรื่อยๆ

2) Web Server เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลทำหน้าที่ แสดง เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลใน Database project_car01 ประกอบด้วย 1) ตาราง car สำหรับเก็บข้อมูลรถ 2) ตาราง car_log สำหรับเก็บข้อมูล วัน เวลา ที่รถผ่านประตู ตามที่ CHECK POINT และ CLIENT DASHBOARD ร้องขอ

3) CLIENT DASHBOARD เป็นส่วน User Interface สำหรับรายงานผลการเก็บข้อมูล วัน เวลา ที่รถผ่านประตู ทำหน้าที่ร้องขอไปยัง Web Server เพื่อเรียกข้อมูลจาก Database project_car01 ตาราง car_log แล้วนำมาแสดงผลใน Web Browser

2. ขั้นตอนการดำเนินการ

2.1 ทำการติดตั้งโปรแกรมภาษา Python ที่ใช้เขียนโปรแกรม

1) ดาวน์โหลด Anaconda Python จากเว็บไซต์

2) ตรวจสอบและติดตั้ง Anaconda Python

3) ติดตั้ง Library : opencv numpy matplotlib pytesseract datetime mysql-connector

4) ดาวน์โหลดและติดตั้ง Tesseract – OCR 5.3.1.20230401 หรือ https://sourceforge.net/projects/tesseract-ocr.mirror/files/5.3.1/

5) ดาวน์โหลดและติดตั้ง NumPy 1.25.0 released โดยใช้คำสั่ง conda install -c anaconda numpy หรือ https://github.com/numpy/numpy/releases/tag/v1.25.1

6) ดาวน์โหลดและติดตั้ง datetime 4.0.1 https://pypi.org/project/DateTime/

7) ดาวน์โหลด mysql-connector-python 8.1.0 และติดตั้ง pip install mysql-connector-python หรือ https://dev.mysql.com/downloads/connector/python /?os=31

8) ดาวน์โหลด pycarm จากเว็บไซต์ https://www.jetbrains.com/pycharm/

2.2 เขียนโค้ด MODEL_LPR.py สำหรับการนำวิดีโอจากกล้อง CCTV โดยใช้ OpenCV มาผ่าน Script LPR เพื่อหาวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมแล้วบันทึกไปยัง Web Server

2.3 เขียนโค้ด MODEL_OCR.py สำหรับนำภาพจาก Web Server มาผ่านกระบวนการ OCR เพื่อแปลงภาพเป็นข้อความ Text

2.4 เขียนโค้ด CCTV_SCAN.py สำหรับติดต่อฐานข้อมูล MySQL เพื่อนำ Text ที่ได้จากขั้นตอน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

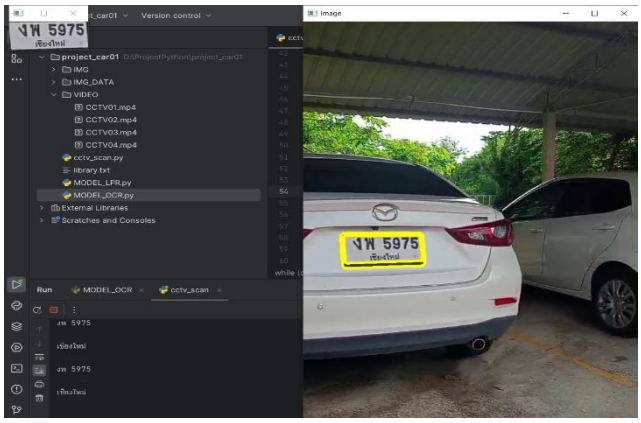
3.1 การออกแบบข้อมูล (Entity-Relationship Diagrams) ฐานข้อมูล project_car01

3.2 เก็บข้อมูลทะเบียนรถ ตารางพจนานุกรมข้อมูล เอนทิตี car

3.3 เก็บข้อมูลทะเบียนและเวลาที่รถผ่านประตู

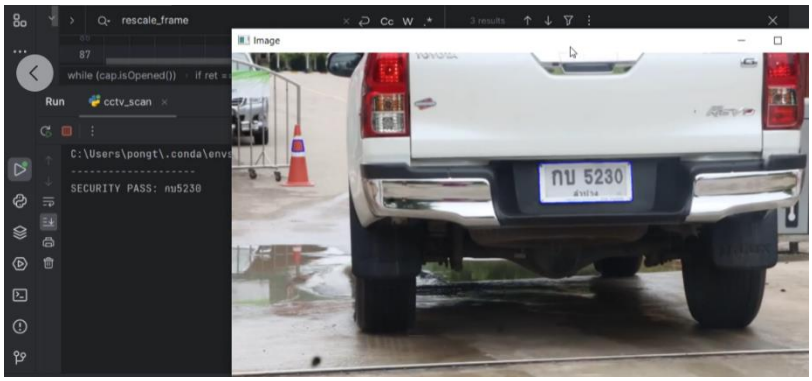
4. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

4.1 ทดลอง RUN ไฟล์ MODEL_LPR.py เพื่อนำวีดีโอจาก CCTV มาหาวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมแล้วบันทึกไปยัง Web Server



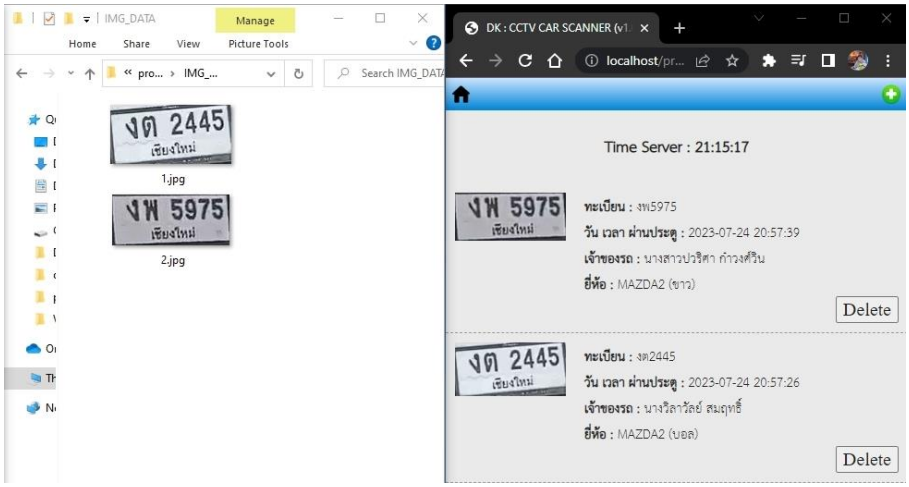
ภาพที่ 1 ผลการทดลอง RUN ไฟล์ MODEL_LPR.py

4.2 ทดลอง RUN ไฟล์ MODEL_OCR.py นำภาพจาก Web Server มาผ่านกระบวนการ OCR เพื่อแปลงภาพเป็นข้อความ Text



ภาพที่ 2 ผลการทดลอง RUN ไฟล์ MODEL_OCR.py

4.3 ทดลอง RUN ไฟล์ CCTV_SCAN.py สำหรับติดต่อฐานข้อมูล MySQL เพื่อนำ Text ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับป้ายทะเบียนรถในฐานข้อมูล และส่งไปบันทึกข้อมูลยัง Web Server



ภาพที่ 3 ผลการทดลอง RUN ไฟล์ CCTV_SCAN.py

ผลการทดลอง

1.การทดสอบการตรวจจับป้ายรถด้วย AI

การทดสอบนี้ เป็นการทดสอบเพื่อดูผลของการตรวจจับป้ายทะเบียนรถ โดยใช้รถยนต์ทดลองจำนวน 10 คัน หรือมีป้ายทะเบียน 10 ป้ายทะเบียนโดยทำการบันทึกภาพป้ายทะเบียนเก็บไว้ในฐานข้อมูล project_car01 ตาราง car ทำการทดสอบ โดยทำการเทียบป้ายทะเบียนผ่านกล้องจำนวนคนละ 10 ครั้ง รวมเป็นการทดลองทั้งหมด 10 คัน x 10 ครั้ง เท่ากับ 100 ครั้ง เพื่อหาจำนวนครั้งที่ปรากฏป้ายทะเบียน (ID) ที่ตรงกับรถยนต์ ลักษณะการตรวจจับรถยนต์ผ่านกล้อง จะสามารถตรวจจับได้ดีเมื่อป้ายทะเบียน ตรงกับเฟรมกล้อง ไม่หันด้านข้างมากจนทำให้ระบบไม่สามารถจับองค์ประกอบของป้ายทะเบียนเพื่อแยกลักษณะอักษรได้ รวมทั้งต้องมีแสงสว่างที่พอเหมาะไม่มืดหรือสว่างมากจนเกินไป เพราะการตกกระทบของแสง ที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อรูปแบบ การเกิดเงาที่ป้ายทะเบียนรถยนต์ทำให้ยากต่อการ อ่านอักษรออกมาก โดยมีผลการทดลอง เป็นจำนวนครั้งที่ปรากฏอักษรบนป้ายทะเบียนรถยนต์ให้ตรงกับ เจ้าของรถยนต์ และจำนวนครั้งที่ปรากฏเป็น unknown หรือไม่พบป้ายทะเบียนรถยนต์ที่ตรงกับฐานข้อมูล เป็นดัง ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความถูกต้องของการตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์

คนที่	จำนวนครั้งที่ป้ายทะเบียนปรากฏตรงกับเจ้าของรถยนต์											ค่าความแม่นยำ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	unknoe	
1	1	0	2	1	1	2	0	3	0	1	0	0.60
2	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	0	0.80
3	2	2	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0.70
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.50
5	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	0	0.80
6	1	1	3	3	1	1	3	1	1	1	0	0.90

คนที่	จำนวนครั้งที่ป้ายทะเบียนปรากฏตรงกับเจ้าของรถยนต์											ค่าความแม่นยำ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	unknoe	
7	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	0	0.80
8	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	0	0.80
9	2	0	1	1	2	2	0	1	1	1	0	0.60
10	1	1	2	1	1	2	0	1	1	1	0	0.60
ค่าความแม่นยำเฉลี่ย												**0.71**

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าความแม่นยำของการตรวจจับป้ายทะเบียนรถ เท่ากับ 71.0%

2.การทดสอบการจำป้ายทะเบียนรถยนต์

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบเพื่อดูผลของกระบวนการ OCR เพื่อแปลงภาพป้ายทะเบียนรถเป็นข้อความแล้วนำไปตรวจสอบกับฐานข้อมูล project_car01 ตาราง car ซึ่งจะแสดงออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ ซึ่งเป็นผลจากการคำนวณ เปรียบเทียบกับค่า NCC จากการบวนการ OCR เพื่อเป็นการตรวจสอบความแม่นยำในการแปลงภาพป้ายทะเบียนรถเป็นข้อความ ซึ่งจากการทดสอบได้แสดงเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจเฉลี่ยที่แสดงเลขป้ายทะเบียน ตรงกับฐานข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจเฉลี่ยที่แสดงข้อมูลบุคลากรที่ตรงกับป้ายทะเบียนรถ

คัน	จำนวนครั้งที่แสดงป้ายทะเบียนถูกต้อง	ค่าเปอร์เซ็นความมั่นใจ
1	5	47.3
2	6	42.6
3	9	64.2
4	7	54.3
5	7	54.3
6	8	60.2
7	9	64.2
8	7	54.3
9	8	60.2
10	8	60.2
ค่าความมั่นใจของระบบ		**56.18**

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าความมั่นใจของระบบมีค่าเท่ากับ 56.18%

สรุปผลการดำเนินการ

โครงงานนี้ได้ศึกษาและทำการพัฒนาระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถและเก็บข้อมูลด้วย AI โดยใช้ภาษา Python และกระบวนการ OCR ในการพัฒนาระบบผู้จัดทำได้ทำการทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นรถยนต์ ซึ่งประกอบไปด้วย รถยนต์ที่อยู่ใน ฐานข้อมูลจำนวน 10 คัน โดยระบบที่พัฒนามีค่าเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจในการจำแนกป้ายทะเบียนเฉลี่ยอยู่ที่ 56.18% และมีค่าปอร์เซ็นต์ ความแม่นยำของการจำแนกป้ายทะเบียนรถอยู่ที่ 71.00% นอกจากนี้จากการทดสอบยังพบว่า สภาพของแสงที่มีการเปลี่ยนแปลง ความคล้ายคลึงกันของป้ายทะเบียน นั้น มีผลต่อความแม่นยำของระบบ ดังนั้นสิ่งที่ควรพัฒนาต่อไปในอนาคต คือการพัฒนาระบบ ให้มีความทนทานต่อสภาพแสงที่เปลี่ยนไป ตำแหน่งของรถยนต์ และพัฒนาเพื่อเพิ่มความ แม่นยำของระบบให้มีค่าความมั่นใจและความแม่นยำสูงขึ้น

อภิปรายผลการดำเนินการ

จากการจัดทำโครงงานระบบตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ คณะผู้จัดทำสามารถนำมาอภิปรายผลการดำเนินการ ได้ดังนี้

1. ระบบค่อนข้างใช้เวลาในการตรวจหาวัตถุทรงสี่เหลี่ยม
2. สภาพแสงมีผลความแม่นยำในการแปลงภาพเป็นข้อความ
3. ระบบเกิดความผิดพลาดในการจำแนกป้ายทะเบียนรถ ในบางมุมของรถยนต์

เอกสารอ้างอิง

P. Viola and M. Jones. "Rapid object detection using a Boosted cascade of simple features", Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. p.511-518. IEEE: Publisher, 2001.

Daniel Lelis Baggio, D. and et al. Mastering OpenCV with Practical Computer VisionProjects. Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2012

Face Recognition: Understanding LBPH Algorithm, Kelvin Salton do Prado, Nov 11, 2017, http://towardsdatascience.com/face-recognition-how-lbph-works-90ec258c3d6b.

Python 101, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OBJECT DETECTION : FACE DETECTION USING HAAR CASCADE CLASSFIERS, https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_open cv3_Image_Object_Detection_Face_Detectin_Haar_Cascade_Classifiers.php

การประมวลผลรู้จำใบหน้า Face Recognition ด้วย Python, Asst. Prof. Banyapon PoolsawasFebruary, 23,2022, http://www.daydev.com/developer/s6- programming-language/python/python-face-recognition.htms

แสงเดือน โปธา. การพัฒนาเครื่องมือช่วยตรวจจับป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้ Raspberry Pi.
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2021.

ภาพผนวก