การใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ในการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กในไซต์งานก่อสร้าง

Application of Computer Vision to the borrowing-returning machines process

จิณัชฌา บุญหวาน[1] นรภัทร ใจซื่อ[2] นวกานต์ พงษ์เภตรา[3] วัชระ เพียรสุภาพ[4]
[1,2,3,4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

กระบวนการยืม-คืนเครื่องจักรเป็นกระบวนการเพื่อยืมเครื่องจักรส่วนกลางเพื่อนำไปใช้งาน และนำไปคืนหลังจากใช้งานเสร็จ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนั้นมีความสำคัญในการดำเนินการก่อสร้าง เนื่องจากเครื่องจักรนั้นเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักในงานก่อสร้าง และเครื่องจักรนั้นมีราคาสูงทำต้องเก็บและดูแลรักษาเป็นอย่างดี แต่ในกระบวนการยืม-คืนในปัจจุบันยังคงมีการบันทึกด้วยมนุษย์ในรูปแบบของเอกสาร ซึ่งใช้ระยะเวลานานในการดำเนินการ และไม่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูล

วัตถุประสงค์โครงงานวิจัยนี้คือการนำเทคโนโลยีวิทัศน์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นำการประมวลภาพเข้ามาประมวลผลโดยอัลกอริทึมที่ถูกเขียนเป็นโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ให้ทำการวิเคราะห์และตัดสินใจ มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนากระบวนการยืม-คืนเครื่องจักร เพื่อให้กระบวนการดังกล่าวมีความรวดเร็วและประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ผลการดำเนินโครงงานวิจัยพบว่าคอมพิวเตอร์วิทัศน์สามารถตรวจจับพร้อมจดจำใบหน้าของผู้ทดลองได้ โดยมีความแม่นยำจากการทดสอบ 93% และการตรวจจับเครื่องจักรสามารถตรวจจับละจดจำเครื่องจักรได้ แต่พบปัญหาการตรวจจับเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลและการสอนอัลกอริทึมน้อยเกินไป หากมีทรัพยากรและเวลาเพิ่มมากขึ้น คาดว่าสามารถพัฒนาระบบให้สมบูรณ์ขึ้นได้

คำสำคัญ: คอมพิวเตอร์วิทัศน์, เครื่องจักร, กระบวนการยืม-คืน, งานก่อสร้าง, การตรวจจับ

Abstract

The machine borrowing-returning process is the process of borrowing centralized machines for use and returning them after use. This process is important in the construction process. Because machines are one of the main factors in construction, And the machines are expensive and need to be kept and maintained well. However, there are still human records in the form of documents in the present borrowing-return process. It is inefficient in data storage and takes a long time to finish.

The objective of this research project is to apply computer vision, which is a technology that enables image processing to be processed by algorithms that are programmed on a computer to analyze and make decisions, to develop the process of borrowing and returning machinery to make the process faster and more efficient.

The results of the research project showed that computer vision was able to detect and recognize the faces of the experimenters. It has a test accuracy of 93%, and machine detection can also detect and recognize machines, but it found problems detecting machines with similar characteristics because of too little collected data and algorithms taught. If more resources and time were available, it is expected that the system could be developed to be complete.

Keywords: Computer Vision, Machines, Borrowing-Returning Process, Construction, Detection

1. คำนำ

ในปัจจุบัน ปัญหาความล่าช้าของโครงการก่อสร้างส่งผลให้โครงการจำนวนมากมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าราคาที่คาดการณ์ไว้เนื่องด้วย การจ่ายเบี้ยปรับรายวัน หรือหากมีการเช่าเครื่องจักรมาใช้ในงานก่อสร้าง จะทำให้มีต้นทุนมากขึ้นจากการขยายระยะเวลาโครงการ เป็นต้น รวมถึงยังส่งผลเสียในด้านอื่นๆให้กับโครงการอีกด้วย เช่น คดีความ(Litigation), ความเป็นไปไม่ได้ของโครงการ ดังนั้นแล้วหากสามารถลดระยะเวลาของกระบวนการที่เกินความจำเป็นลงและลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ปัญหาความล่าช้าของโครงการจึงลดน้อยลงด้วยเช่นกัน

การยืม-คืนเครื่องจักร เป็นการกระบวนการที่คนงานมีการเช่ายืมเครื่องจักรมาใช้ภายในพื้นที่ก่อสร้าง ซึ่งนำมาด้วยปัญหาการจัดเก็บเครื่องมือ เครื่องจักรต่างๆ ให้เป็นระบบ และเนื่องด้วยการยืม-คืนเครื่องจักรในแต่ละครั้งจะใช้คนงานในการจดบันทึกข้อมูล ดังนั้นแล้วหากเป็นไซต์ก่อสร้างขนาดใหญ่ที่มีการยืม-คืนเครื่องจักรเป็นปริมาณมาก การใช้แรงงานคนในการนับจำนวนเครื่องจักรแต่ละชิ้นที่ต้องการยืม-คืนอาจเกิดความผิดพลาดและมีความล่าช้าเกิดขึ้นได้ จากที่กล่าวมาข้างต้นสังเกตได้ว่า กระบวนการยืม-คืนเครื่องจักรยังมีปัญหาที่เกิดการจัดการระบบด้วยแรงงานมนุษย์อยู่ ในขณะที่เราสามารถนำเทคโนโลยีเข้ามา

ช่วยพัฒนาระบบดังกล่าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการยืม-คืนเครื่องจักรได้

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการก่อสร้างมีการนำคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision)ในด้านตรวจจับ และจำแนกวัตถุ มาใช้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากสามารถประมวลผลวิดีโอจากไซต์งานได้แบบเรียลไทม์ (Real-time) หรือการนำมาใช้ในด้านความปลอดภัย เช่น ตรวจจับการใส่หมวกนิรภัย, เสื้อสะท้อนแสงของคนงานที่ทำงานในพื้นที่เสี่ยง นอกจากนี้ยังมีการนำคอมพิวเตอร์วิชันไปใช้ในอีกหลายทาง เช่น การจำลองภาพ 3มิติ, การตรวจสอบความคืบหน้าของงานก่อสร้าง เป็นต้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้ทำงานวิจัยเล็งเห็นว่าควรนำคอมพิวเตอร์วิทัศน์มาใช้ในการแก้ปัญหาการยืม-คืนเครื่องจักรในโครงการก่อสร้าง โดยให้เน้นเครื่องจักรขนาดเล็กเป็นสำคัญ เนื่องจากมีการยืม-คืนเป็นปริมาณมาก และเกิดความผิดพลาดในการจัดทำข้อมูลได้ง่าย ซึ่งแตกต่างจากเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น เครนหอสูง, รถขุดเจาะ, รถบดอัดดินเนื่องจากมีขนาดใหญ่ เห็นได้ชัดเจน นับจำนวนได้ง่าย และมีจำนวนน้อยในแต่ละไซต์งาน เสริมกับที่ปัจจุบันมีเทคโนโลยีในการตรวจจับตำแหน่งของอุปกรณ์ หรือเครื่องมือนั้นๆ ว่าเป็นเครื่องจักรที่ถูกยืมไป เช่น การแทรคตำแหน่งของรถบดอัดดิน โดยวิธีนี้จะทำให้เจ้าของทราบตำแหน่ง และ หมายเลขของเครื่องจักร แบบ real time ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดจากการคืนเครื่องจักรสลับกันได้ ซึ่งจากลักษณะที่กล่าวไป แสดงให้เห็นว่า เครื่องจักรขนาดเล็กยังไม่มีเทคโนโลยีเข้ามาช่วยดูแลเฉกเช่น เครื่องจักรขนาดใหญ่

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์วิทัศน์ได้เข้ามามีบทบาทแทนการทำงานและช่วยลดความผิดพลาดของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) มีการพัฒนาและเรียนรู้ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ซึ่งใกล้เคียงกับการทำงานของมนุษย์ที่มีกลไกซับซ้อน จึงมีนักวิจัยหลายกลุ่มที่นำการประมวลภาพ (Image processing) มาใช้ในการตรวจจับวัตถุ เช่น กลุ่ม ที่ใช้ในการตรวจจับกลุ่มของแบคทีเรีย ด้วยการประมวลภาพ ขนาด (size) และสีในระบบ RGB [3] และที่ได้ตรวจจับภาพมนุษย์ที่เดินผ่านประตูเพื่อนับจำนวนคนเข้า-ออก[5] โดยใช้กล้องวิดีโอแบบ Zenithal เพื่อทำการบันทึกและประมวลผลภาพโดยการใช้การแมชชิ่ง (Matching) ในรูปแบบ Bounding-boxes และเวกเตอร์ของสี(Color-vector) บริษัท Fuzhou Zero Automation Equipment [1] สร้างเครื่องตรวจนับถุงปูนซีเมนต์ที่แสดงผลการการนับบนหน้าจอด้วย Luminance LED ควบคุมด้วย ส่วนของชิฟไมโครคอมพิวเตอร์ตัวเดียว (Single chip microcomputer) เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทำให้เกิดความคงทนต่อการตรวจนับวัตถุมากกว่าการใช้ตัวเซ็นเซอร์ด้วยความเร็วคงที่แต่อย่างไรก็ ตามลักษณะที่มีการควบคุมใช้สร้างขึ้นมานั้นสามารถตรวจนับถุงปูนซีเมนต์ได้เท่านั้น

ในช่วงก่อนที่จะมีการนำคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆนั้น มีความนิยมในการนำเซนเซอร์หรือบาร์โค้ด มาใช้ในการตรวจจับวัตถุ การนำเทคโนโลยีบาร์โค้ดเข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ โดยนำบาร์โค้ดมาติดกับเครื่องจักรต่างๆ เพื่อใช้ในการจัดเก็บชื่อ รหัสของเครื่องจักร และตรวจสอบเครื่องจักรได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ทั้งนี้การนำบาร์โค้ดมาใช้อย่างแพร่หลายและเป็นที่นิยมกันมาก ทว่า คุณสมบัติที่มีอยู่ของบาร์โค้ดแบบ 1 มิตินั้น ยังไม่รองรับความต้องการของผู้ใช้งานได้มากเท่าที่ควร เช่น การบรรจุข้อมูลได้น้อย และการใช้ฐานข้อมูลในการจัดเก็บ เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้มีการพัฒนาบาร์โค้ด 2 มิติขึ้นมาแต่ก็ยังมีข้อจำกัดในปัจจัยอื่น เช่น ในการสแกนแถบบาร์โค้ดนั้นจำเป็นจะต้องชัดเจน ซึ่งเป็นไปได้ยากในงานก่อสร้างที่มีการใช้งานอย่างหนัก อีกทั้งยังพบว่ามีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่นวัตถุที่จะตรวจจับได้จะถูกจำกัดความเร็วในการเคลื่อนผ่านเซนเซอร์หรือบาร์โค้ดให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ และบันทึกภาพผ่านกล้องดิจิทัล แล้วจึงนำไปประมวลผล ด้วยทฤษฎีที่เรียกว่าแทมเพลตแมชชิ่ง (Template matching)[4] แบบนอร์มอลไลซ์คอร์รีเลชั่น (Normalized correlation) [2] หากวัตถุที่ถูกวิเคราะห์มีลักษณะตรงตามที่ตั้งไว้ จะถูกนับและแสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ

2.2 computer vision ความหมายและการประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง

คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) เป็นการนำทฤษฎีทางการประมวลผลภาพเข้ามาทำการประมวลผลโดยใช้อัลกอริทึม (Algorithm) ที่ถูกเขียนขึ้นเป็นโปรแกรมซึ่งประกอบด้วยคำสั่งเพื่อกำหนดการทำงานบนคอมพิวเตอร์โดยให้คอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์และตัดสินใจ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น การจดจำวัตถุ โดยใช้ลักษณะของวัตถุนั้น เช่น ขนาด (size) สี (colour) หรือรูปร่าง (shape) โดยการตรวจสอบการทำงานของระบบนั้นจะเปรียบเทียบกับการทำงานของมนุษย์ว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นถูกต้องหรือไม่

Object detection หรือการตรวจหาวัตถุแบบเฉพาะเจาะจงในภาพแต่ละภาพ ซึ่งมีการทำงานในระดับสูงที่สามารถระบุวัตถุหลายชิ้นในภาพเดียวกันได้ เช่น ในภาพของการแข่งขันฟุตบอลนั้น อาจระบุวัตถุต่าง ๆ ได้แก่ สนามฟุตบอล ผู้เล่นฝั่งทีมรุก ผู้เล่นฝั่งทีมรับ ฯลฯ โดยการทำงานของแบบจำลองการวิเคราะห์นี้อาศัยการทำจุดพิกัดตามแกน X และ Y เพื่อสร้างกล่องสำหรับการพิจารณา และระบุวัตถุทุกชิ้นที่อยู่ในในพื้นที่กล่องแต่ละกล่องที่กำหนดขึ้น

Facial recognition หรือการจดจำใบหน้า เป็นรูปแบบการระบุวัตถุขั้นสูงที่มิได้ทำแค่การระบุว่ามีใบหน้าของมนุษย์อยู่ในภาพเท่านั้น แต่ยังสามารถแยกแยะบุคคลแต่ละบุคคลออกจากกันและระบุบุคคลที่เจาะจงได้อีกด้วย

2.1.1 การเขียนโปรแกรมในคอมพิวเตอร์วิทัศน์

Python คือ ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่ถูกออกแบบมาให้อ่านง่าย โดยการแปลงชุดคำสั่งมีการทำงานแบบ Interpreter คือ แปรชุดคำสั่งทีละบรรทัด สามารถนำไปใช้เขียนโปรแกรมได้หลากหลาย ทำให้เป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน

NumPy (Numeric Python) เป็นโมดูลส่วนเสริมของ Python มีฟังก์ชั่นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และการคำนวณต่างๆ โดยทั่วไปจะเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลชุด (Array) ขนาดใหญ่และเมทริกซ์ ทั้งยังสามารถทำงานได้ใกล้เคียง Commercial software อีกด้วย สามารถติดตั้ง NumPy ได้โดยผ่าน package installer ของ Python ด้วยคำสั่งติดตั้ง Numpy และ OpenCV ผ่าน CLI (Command Line Interface) หากติดตั้ง Python แล้ว ให้ติดตั้ง pip ซึ่งเป็นตัวจัดการโมดูลสำหรับ Python วิธีการ ให้เข้าสู CLI แล้ว มีลำดับดังนี้

>python -m pip install -U pip

>pip install numpy

>pip install opencv-contrib-python

เมื่อติดตั้งเสร็จ ให้ทดสอบ OpenCV ดังนี้ (ยังอยู่ใน CLI)

>python

>>>import cv2

หากไม่มีการแจ้งความผิดพลาดแสดงว่า การใช้งาน OpenCV ถือว่าได้ติดตั้งเสร็จสิ้นแล้ว

2.1.2 การสร้างอาร์เรย์ (Array)

อาร์เรย์ (Array) ของ NumPy มีลักษณะคล้ายกับ list เพียงแต่ สมาชิกทุกตัวใน Array จะต้องเป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน โดยทั่วไปข้อมูลที่เก็บจะเป็นตัวเลข เช่น int หรือ float

รูปแบบการสร้าง

numpy.arange([start,] stop, [step,] dtype=None)

โดย start แทนค่าเริ่มต้น หากไม่ใส่ จะหมายความว่าเริ่มต้นจากศูนย์

stop แทนค่าที่จะหยุด

step แทนค่าที่เลื่อนที่ละเท่าใด หากไม่ใส่จะหมายความว่า

และ dtype คือชนิดข้อมูล ถ้าไม่ใส่จะหมายถึง จะใช้ข้อมูลที่ใน start และ stop

การใช้ NumPy ดำเนินการกับภาพ

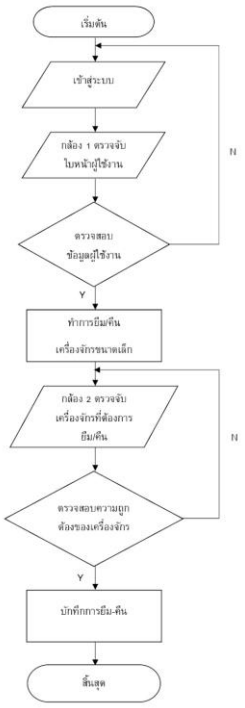
ภาพใน OpenCV มีอาร์เรย์ 2 มิติ สำหรับภาพโทนเทา เช่น ภาพสีขาว เมื่ออ่าน img[0,0] เป็นการระบุตำแหน่งแรก แกน Y หรือแนวตั้งตรง และตำแหน่งที่สองแทนตำแหน่ง X หรือแนวนอน ณ จุดนี้จะเก็บค่า 255

YOLO เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการตรวจจับใบหน้า วัตถุ สามารถง่ายต่อการสร้างและสามรรถฝึกฝนได้โดยตรงกับภาพจริง แตกต่างจากวิธีอื่นที่ต้องใช้ตัวจำแนก YOLO สามารถจำแนกวัตถุได้เร็วที่สุด ซึ่งมีความล้าสมัยและมีผู้นิยมใช้กันทั่วโลก นอกจากนั้นยังสามารถตรวจจับวัตถุตามเวลาจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการทำงานของระบบคือ ระบบจะทำการสร้างโมเดลอ้างอิงขึ้นมา จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะบนใบหน้าของผู้ใช้งานแต่ละบุคคล เช่น โครงหน้า ระยะห่างดวงตา ขนาดโหนกแก้ม เป็นต้น และดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ ตรวจจับใบหน้า และจดจำใบหน้านั้นๆ

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1การออกแบบกรอบแนวคิด



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำงานโดยรวมของระบบ

แนวคิดของงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักคือช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ทำการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็ก ให้กระบวนการดังกล่าวมีระยะเวลาที่รวบรัดมากขึ้น ดังนั้นแล้วงานวิจัยนี้จึงพยายามทำให้ทุกขั้นตอนของกระบวนการยืม-คืนอุปกรณ์ใช้เวลาน้อยที่สุด แต่ยังคงได้ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วน และสามารถตรวจสอบได้

3.2การพัฒนาระบบ

3.2.1 การเข้าสู่ระบบ

Face Recognition คือ กระบวนการจดจำใบหน้า ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบกับใบหน้าที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่เราเคยลงทะเบียนไว้ ทั้งนี้ เพื่อระบุว่าใบหน้าที่ตรวจจับได้นั้น ตรงกับบุคคลใดในฐานข้อมูล โดยใช้ Algorithm ในการวิเคราะห์จากองค์ประกอบต่างๆที่อยู่บนใบหน้า อย่างเช่น คิ้ว ตา ปาก ริมฝาก เป็นต้น

สำหรับการทำระบบ Face Recognition ของตัวโปรแกรม จะมีการใช้ Library หลักๆ 2 อัน ได้แก่ OpenCV หรือ CV2 ซึ่งเป็นไลบรารี่ที่มีฟังก์ชันที่โดดเด่นในด้านการแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ (Real-Time Computer Vision) และ ไลบรารี่ NumPy เนื่องด้วยเป็นไลบรารี่ที่มีฟังก์ชันอาร์เรย์(Array) ที่สามารถจัดเก็บ ชุดตัวเลข หรือเมตริก ขนาดใหญ่ได้ ซึ่งในทุกโครงสร้างของ OpenCV นั้นจะถูกแปลงให้เป็นอาร์เรย์ของ NumPy เช่น การอ่านภาพต่างๆ ก็จะถูกเก็บค่าความสว่างของแต่ละจุดในภาพให้อยู่ในรูปของอาร์เรย์

นอกจากนี้แล้ว งานวิจัยชิ้นนี้ยังมีการนำโมเดล haar cascade เข้ามาช่วยให้ความสะดวกในขั้นตอนการทำ Face Recognition ของ

โปรแกรม โดย haar cascade ของ OpenCV นั้นคือObject Detection Algorithm ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุแบบ real-time อ้างอิงจากงานวิจัยของ Paul Viola และ Michael Jones ชื่อ “Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features” published in 2001 โมเดลดังกล่าวจะเข้ามาช่วยสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จักใบหน้าคน โดยที่ผู้ทำการวิจัยไม่ต้องเขียนระบบตรวจจับใบหน้าขึ้นเองทั้งหมด ซึ่งถือเป็นวิธีการที่ง่ายและทำงานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งถือเป็นโมเดลที่ได้รับความนิยมมานาน แม้ในปัจจุบันจะมีการตรวจจับใบหน้าหลายวิธีแต่วิธีนี้ก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เหมาะกับการใช้ตรวจจับใบหน้าในเบื้องต้น โดยการทำงานของ haar cascade คือการใช้รูปสี่เหลี่ยมที่มีลักษณะตามรูปที่3.2 จำนวน 6,061 รูป เปรียบเทียบกับภาพเป็น stages ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ cascades ที่มีความหมายในภาษาไทยคือ น้ำตก นั่นเอง หากภาพในแต่ละ ผ่านการเปรียบเทียบคุณลักษณะจนครบทุก stages แล้ว จะถูกตีความเป็นภาพของใบหน้ามนุษย์

3.2.2 การยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็ก

งานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นถึงปัญหาในกระบวนการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กภายในโครงการก่อสร้างต่าง ๆ ของประเทศไทย ที่ยังคงใช้แรงงานมนุษย์ในการจดบันทึกประวัติการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กอยู่ นำมาซึ่งปัญหาในเรื่องของเวลา ที่ไม่มีประสิทธิภาพ และ ปัญหาเรื่องของความผิดพลาดที่เกิดจากฝีมือมนุษย์(Human Error) แม้ว่าวิธีการดั้งเดิมที่ใช้แรงงานมนุษย์ในการจดบันทึกข้อมูล จะไม่ได้สร้างความเสียหายในเรื่องของเวลามากนัก แต่ระบบของกระบวนการดังกล่าวยังคงมีพื้นที่ว่างให้เทคโนโลยีสามารถเข้าไปช่วยส่งเสริมและพัฒนาได้ ให้มีประสิทธิภาพในเรื่องของเวลาและความถูกต้องของข้อมูลที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ ก็เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของโครงการก่อสร้าง ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เทคโนโลยี Object Detection เป็นหนึ่งในรูปแบบของ Computer Vision ที่งานวิจัยนี้จะนำเข้ามาแทนที่ระบบการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กแบบเก่า ให้มีความอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น โดยมีการเสริมฟังก์ชัน Object Detection เข้าไปในโปรแกรมของงานวิจัย ให้ช่วยตรวจจับเครื่องจักรขนาดเล็กที่ผู้ใช้งานต้องการยืมหรือคืน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบันทึกประวัติการยืม-คืนให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทั้งประเภทของเครื่องจักร จำนวนเครื่องจักร ทั้งนี้ การเข้าสู่ระบบของตัวโปรแกรมก็ทำผ่านเทคโนโลยี Face recognition ที่จะช่วยยืนยันตัวบุคคลที่เข้ามาทำการยืม-คืนในโปรแกรมได้ กล่าวคือ เมื่อนำทั้งสองเทคโนโลยีเข้ามาช่วยพัฒนาระบบการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กควบคู่กันแล้ว กระบวนการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กในหน่วยงานก่อสร้างก็จะมีประสิทธิภาพในเรื่องของความถูกต้องที่มากยิ่งขึ้น

สำหรับการทำระบบ Object Detection ของตัวโปรแกรม จะมีการใช้โมเดล YOLOv3 เข้ามาช่วยพัฒนาระบบของโปรแกรม สาเหตุที่เลือกใช้โมเดล YOLOv3 เนื่องจากเป็นโมเดลสำหรับงานด้าน Object Detection ขั้นพื้นฐานที่เข้าใจง่ายและมีประสิทธิภาพสูง รวมถึงยังมี model พื้นฐานประมาณ 80 classes ที่ถูกเทรนเอาไว้เรียบร้อยแล้วอีกด้วย แต่ในขณะเดียวกัน งานวิจัยนี้ก็มีความจำเป็นในการเลือกทดสอบกับเครื่องจักรตัวอย่างที่มีความเฉพาะเจาะจงสูง ได้แก่ สว่านไฟฟ้า, ลูกหมู, วงเดือน, แท่นตัดไฟเบอร์, กล้องวัดระดับ อุปกรณ์ทั้ง 5 ชนิดนี้ ล้วนแล้วยังไม่มีการถูกเทรนในโมเดลพื้นฐานทั้งสิ้น จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่เลือกใช้ YOLOv3 ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นล่าสุดของ YOLO ที่สามารถรองรับ customize object ได้

3.2.3 การบันทึกข้อมูล

สำหรับการบันทึกข้อมูลประวัติการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็ก งานวิจัยนี้เลือกใช้ไฟล์ CSV เป็นฐานข้อมูล เนื่องจากไฟล์ CSV เป็นไฟล์ที่เหมาะแก่การจัดเก็บข้อมูลที่มีปริมาณมาก ในขณะที่ไฟล์ยังมีขนาดเล็กไม่กินพื้นที่ และที่สำคัญคือรองรับการใช้งานกับโปรแกรมฐานข้อมูลต่าง ๆ อย่างเช่น โปรแกรม Microsoft Excel, Apache OpenOffice Calc, Google Sheets

หลังจากที่ผู้ใช้งานได้ทำการบันทึกข้อมูลการยืม-คืนลงในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานจะสามารถเข้าไปตรวจสอบประวัติการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กได้ในรูปแบบของไฟล์ .xls โดยจะระบุ วัน/เดือน/ปี_เวลา_ชื่อผู้ใช้งาน_ยืม/คืน_ชนิดของเครื่องจักร ให้อยู่ในรูปแบบของตาราง ทั้งนี้ เราเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเปิดดูประวัติการยืม-คืน เนื่องด้วยความสามารถของโปรแกรม Microsoft Excel ที่สามารถต่อยอดข้อมูลที่มีอยู่ได้อย่างหลากหลาย และสามารถจัดระเบียบให้กับข้อมูลได้สะดวก ยกตัวอย่างเช่น หากผู้ใช้งานอยากทราบว่าเครื่องจักรชนิดใดถูกนำไปใช้งานบ่อยที่สุด ผู้ใช้งานก็สามารถจัดหาข้อมูลสถิติดังกล่าวด้วยตัวเองได้อย่างง่ายดาย เพียงแค่ผู้ใช้งานพิมพ์คำสั่งอย่างง่ายในไฟล์ .xls ที่มีการจดบันทึกข้อมูลการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กทั้งหมด

จากเหตุผลที่กล่าวไปทั้งหมด งานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นว่า การบันทึกข้อมูลการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กจากโปรแกรม ให้มาอยู่ในรูปแบบขอไฟล์ CSV เป็นวิธีที่เหมาะกับงานวิจัยครั้งนี้มากที่สุด

เริ่มต้นด้วย input ตั้งต้นของโปรแกรม ในการเข้าถึงข้อมูลผู้ใช้งาน ระบบจะทำการตรวจจับใบหน้าของผู้ใช้งานด้วย กล้องหมายเลข1 โดยใช้เทคโนโลยี Face recognition เพื่อตรวจจับใบหน้า แทนที่จะทำเป็นระบบกรอกข้อมูลและรหัสผ่าน ทั้งนี้เพื่อลดระยะเวลาในขั้นตอนการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน รวมถึงเพิ่มความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานได้อีกด้วย

หลังจากที่เข้าสู่ระบบ ผู้ใช้งานจะเข้าถึงขั้นตอนการยืม-คืนอุปกรณ์ขนาดเล็ก โดยระบบจะทำการสอบถามก่อนว่า ผู้ใช้งานต้องการที่จะยืมหรือ คืนอุปกรณ์ หลังจากผู้ใช้งานยืนยันแล้ว ตัวระบบจะเชื่อมไปยังกล้องหมายเลข2 เพื่อตรวจจับ อุปกรณ์ขนาดเล็ก ที่ผู้ใช้งานต้องการยืมหรือคืน ด้วยเทคโนโลยี Object detection หลังจากตรวจพบอุปกรณ์แล้ว ระบบจะส่งข้อมูลของการยืม-คืนอุปกณ์ดังกล่าวเป็นไฟล์ CSV ไปยังตารางประวัติการยืม-คืนของผู้ใช้งาน โดยจะระบุ วัน/เดือน/ปี-เวลา-ยืม/คืน-ผู้ใช้งาน-อุปกรณ์ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกรวดเร็วของกระบวนการ

และสะดวกต่อการตรวจสอบประวัติการยืม-คืนของผู้ใช้งานแต่ละคน รวมถึงการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ CSV ยังเหมาะแก่การเก็บข้อมูลเป็นปริมาณมาก สามารถดูค่าทางสถิติต่างๆเผื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆในอนาคตได้อีกด้วย

4. ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

การพัฒนาระบบจดจำใบหน้าและการตรวจจับวัตถุ เพื่อใช้ในระบบยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กของไซต์งาน มีการเก็บภาพกลุ่มตัวอย่าง เพื่อใช้ในการทดสอบซอฟแวร์ และการทดสอบประสิทธิภาพของซอฟแวร์ ดังนี้

4.1 ประสิทธิภาพของโปรแกรม

การทดสอบระบบที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและจดจำใบหน้าของผู้ใช้งาน การทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในด้านความเสถียร และความแม่นยำในการตรวจจับใบหน้า พบว่าโปรแกรมมีความเสถียร และแม่นยำในการตรวจจับใบหน้าได้ถูกต้อง 100 % สามารถระบุชื่อของผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง จากการเก็บตัวอย่างใบหน้าของผู้จัดทำทั้ง 3 คน จำนวนคนละ 300 รูป โดยในการตรวจจับใบหน้าของผู้ใช้งาน มีขั้นตอนในการทำงานคือ ผู้ใช้งานต้องสแกนใบหน้าที่กล้องดิจิทัล ในลักษณะหน้าตรง

จากผลการทดสอบพบว่า ความแม่นยำการจดจำใบหน้า (Face Recognition) ของโปรแกรมขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะทางใบหน้าของแต่ละบุคคล จากการนำไปทดลองใช้งานพบว่า สามารถจำแนกใบหน้าได้ถูกต้อง 100 % แต่มีความไวในการตรวจจับใบหน้าต่างกัน ซึ่งสามารถทำให้รวดเร็วขึ้นได้ โดยการเก็บรูปใบหน้าในระบบเพิ่มขึ้น จะทำให้ความแม่นยำ และรวดเร็วเพิ่มมากขึ้น

4.2 การวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนแรกเริ่มจากการทำ Face recognition ในโมเดล haarcascade ที่จะคอยช่วยสอนคอมพิวเตอร์ให้ตรวจจับหน้าคนได้ มา train โดยการเก็บข้อมูลหน้าของผู้ใช้งานที่ต้องการคนละ 300 รูป ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้มีผู้ใช้งานตัวอย่างทั้งหมด 3 คน เมื่อเก็บข้อมูลผู้ใช้งานครบแล้ว จึงนำข้อมูลส่งไป Train ต่อ แล้วจึงได้ไฟล์ .xml ซึ่งเป็น ไฟล์ของ Model Face recognition ที่ผ่านการ Train มาแล้วเรียบร้อย

ขั้นตอนที่สอง เป็นส่วนของ Object detection โดยเครื่องจักรขนาดเล็กที่ถูกระบุชื่อและตำแหน่งเครื่องจักรในภาพ โดยใช้เครื่องมือ LabelImg เพื่อสร้างฉลากคำตอบในรูปแบบ YOLO จำนวน 1000 ภาพ จากทั้งหมด 5 คลาส ได้แก่ ลูกหมู, วงเดือน, แท่นตัดไฟเบอร์, สว่านไฟฟ้า, กล้องวัดระดับ ซึ่งขนาดของภาพที่ใช้มีขนาดอย่างน้อย 200 px และมากที่สุดไม่เกิน 400 px ถัดมาจึงนำชุดภาพที่เตรียมมาไปใช้ร่วมกับโมเดล YOLO Darknet บน Google Colab การใช้โมเดล Darknet นั้นจะต้องเตรียมไฟล์และทำการโคลนโฟลเดอร์จาก https://github.com/AlexeyAB/darknet.git สำหรับวิธีการฝึก การ train โมเดลจะใช้ชุดข้อมูลชุดฝึกฝน และตรวจสอบ และไฟล์เพื่อเชื่อมต่อกับ darknet โหลดไฟล์ที่เตรียมไว้และทำการดูค่าในระหว่างการ train โดยดูจากค่า training loss หากมีค่าที่เข้าใกล้ 0 มากที่สุด หรือค่าไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง ให้ทำการหยุดtrainได้ จากนั้นโมเดลจะทำการบันทึกค่าน้ำหนักที่ได้จากการtrain

ต่อมาจึงทำการหา Real-time Object Detection Model ที่เหมาะสมต่อการช่วยแบ่งแยกประเภทวัตถุจากภาพ ซึ่งก็คือ Model yolov3 จากนั้นจึงเริ่ม Train ด้วยรูปตัวอย่างอุปกรณ์ขนาดเล็กทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ สว่านไฟฟ้า, ลูกหมู, วงเดือน, แท่นตัดไฟเบอร์, กล้องวัดระดับ โดยใช้อุปกรณ์ละอย่างน้อย 200 รูป ในการฝึก Model ซึ่งอาจจะน้อยไป เนื่องจากงานมีความเฉพาะเจาะจงที่สูง หลังจากที่ได้ฝึก model yolov3 แล้ว จึงนำไปใช้กับ OpenCV เพื่อช่วยประมวลผลภาพวัตถุต่างๆ เป็นตัวช่วย Prediction อุปกรณ์ขนาดเล็กให้กับตัวโปรแกรม

ขั้นตอนสุดท้ายการบันทึกข้อมูล หลังจากที่ทำฟังก์ชั่นทั้งสองเสร็จเรียบร้อยแล้ว เราได้เริ่มทำตัวระบบการเก็บบันทึกข้อมูลประวัติการ ยืม-คืน อุปกรณ์ขนาดเล็ก โดยไปใช้ save database เป็นไฟล์ CSV ทั้งนี้เพื่อความสะดวกรวดเร็วของกระบวนการ และสะดวกต่อการตรวจสอบประวัติการยืม-คืนของผู้ใช้งานแต่ละคน รวมถึงการเก็บข้อมูลเป็นไฟล์ CSV ยังเหมาะแก่การเก็บข้อมูลเป็นปริมาณมาก สามารถดูค่าทางสถิติต่างๆเผื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆในอนาคตได้อีกด้วย

4.3 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยข้อมูลด้านเนื้อหาจากงานวิจัยต่างๆด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบงานวิจัยโดยการใช้ภาพของของเครื่องจักรก่อสร้างทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ สว่านไฟฟ้า แท่นตัดไฟเบอร์ วงเดือน หินเจียร(ลูกหมู) และกล้องวัดระดับ กับภาพของบุคคลเพื่อให้สามารถตรวจจับและจดจำใบหน้าได้

ในข้อมูลการวิเคราะห์ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเฉพาะภาพที่มีความละเอียดระหว่าง 200-400 px โดยภาพของเครื่องจักรขนาดเล็กเป็นภาพมุมข้างและภาพถ่ายของบุคคลนั้นจะเป็นภาพมุมข้างทั้งสองมุมและภาพมุมตรง โดยการถ่ายจากกล้องเว็บแคมในแสงไฟนีออน หรือแสงขาวปกติ

จากผลการทดลองพบว่า ระบบ Face recognition ในแต่ละครั้งมีความถูกต้อง 93 % จากการทดสอบกับรูปตัวอย่างของผู้ทดลองทั้งหมด 100 รูป จะสามารถแสดงผลลัพธ์ถูกต้องทั้งหมด 93 รูป ในขณะเดียวกัน ระบบ Object detection ก็ยังมีปัญหาในเรื่องของความแม่นยำ ในการตรวจจับบางอุปกรณ์ เนื่องจากมีรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน

5. บทสรุป

5.1 ความสามารถของโปรแกรม

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคของการประมวลผลภาพเข้ามาใช้ในไซต์งานก่อสร้าง ที่มีการยืม-คืนอุปกรณ์ก่อสร้างเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน จึงควรทำให้ระบบเป็นไปโดยอัตโนมัติ และผลลัพธ์ที่ได้จะต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ไม่น้อยไปกว่ามนุษย์ ทำให้ต้องหาเครื่องมือเข้ามาทำหน้าที่ตรวจจับอุปกรณ์ที่มีความสามารถเทียบเท่ามนุษย์แต่มีความคงทนในการตรวจนับมากกว่า และมีความผิดพลาดที่น้อยกว่า จึงได้นำเสนอการแก้ไขปัญหาการตรวจจับและจำแนกวัตถุ โดยการบันทึกภาพโดย

กล้องดิจิทัล โดยใช้ทฤษฎีแทมเพลตแมชชิ่ง (Template matching) เพื่อทำการตรวจจับวัตถุ(image recognition) ว่าวัตถุที่ต้องการยืม-คืน ตรงกับข้อมูลใดที่ถูกบันทึกไว้ในระบบ หากวัตถุนั้นตรงกับแทมเพลตจะแสดงผลลัพธ์บันทึกการยืม-คืนวัตถุนั้นทางจอภาพ ดังสรุปจากการทดลอง ดังนี้

จากขั้นตอนการทดลองในบทที่ 4 สามารถสรุปได้ว่า การทำงานของการตรวจจับมีความผิดพลาด 93 % ซึ่งเกิดจากการทดสอบรูปตัวอย่าง 100 รูป ในขณะเดียวกัน ระบบ Object detection ก็ยังมีปัญหาในเรื่องของความแม่นยำ ในการตรวจจับบางอุปกรณ์ เนื่องจากมีรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่า การทำงานของการตรวจจับมีความผิดพลาด 7 % ซึ่งเกิดจากลักษณะเฉพาะของใบหน้าภาพตัวอย่างอาจไม่มีลักษณะเฉพาะที่มากพอ เช่น กรอบหน้า , ระยะห่างดวงตา, ทรงผม เป็นต้น แต่ความผิดพลาดนี่สามารถทำให้ลดลงได้ โดยการบันทึกภาพใบหน้าของผู้ใช้งานในระบบนั้นเพิ่มขึ้น โดยยิ่งบันทึกภาพใบหน้าไว้ในระบบมาก จะส่งผลให้ความแม่นยำและความรวดเร็วในการจดจำใบหน้าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ทางด้านการตรวจจับวัตถุ (object detection) พบว่า ยังมีข้อบกพร่องที่โปรแกรมยังจำแนกประเภทเครื่องจักรที่มีลักษณะคล้ายกันอยู่บ้าง อาจต้องทำการเพิ่มภาพตัวอย่างของเครื่องจักรแต่ละชิ้นให้มากขึ้น เพื่อลดข้อผิดพลาดดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานทางวิศวกรรมเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ในการยืม-คืนเครื่องจักรขนาดเล็กฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำปรึกษา สละเวลาอันมีค่ามาให้ความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาการทำโครงงานฉบับนี้ ทำให้คณะผู้จัดทำสามารถทำโครงงานได้อย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบคุณเป็นอย่างสูง

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานทางวิศวกรรมฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่สนใจต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Fuzhou Zero. (2003). Automation Equipment Co.,Ltd, WL99 Bagged Cement Counter Fuzhou, Rm, Building 11, Pacific City, Guanhai Road, Cangshan Zone Fujian, China. *จาก*http://www.zeroautomation.com.

[2] J. P. Lewis. (1995).“Fast Normalized Cross-Correlation”, **Industrial Light & Magic.**

[3] Junlong Fang, Wenzhe Li and Guoxin Wang. (*2009).* “Experimental Study for Automatic Colony Counting System Based on Image Processing”. **Computer and Computing Technologies in Agriculture II.** *2.*IFIP Advances in Information and Communication Technology, (*294)1061-1066.*

[4] R. Brunelli. (2009). **Template Matching Techniques in Computer Vision: Theory and Practice.** Wiley.

[5] Tsong-Yi Chen , Thou-Ho (Chao-Ho) Chen and Da-Jinn Wang, (*2009).* “A Cost-Effective People-Counter for Passing Through a Gate based on Image Processing”. **International Journal of Innovative Computing Information and Control (ICIC).** 5(3).