

ระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยการประมวลผลภาพบนชิรา คอร์ ร่วมกับพีแอลซีและไอโอที

Workpiece Inspection and Sorting System using Image Processing on CiRA CORE Integrated with PLC and IoT

ชนม์รัตน์ ตติยะวรรณนท์

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า กลุ่มวิชาวิศวกรรมควบคุมอุตสาหกรรมและเครื่องมือวัด
สถาบันวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
E-mail: chonrat@mut.ac.th

Manuscript Received October 21, 25025

Revised December 3, 2025

Accepted December 14, 2025

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยการประมวลผลภาพบนชิรา คอร์ ร่วมกับพีแอลซีและเทคโนโลยีไอโอทีเพื่อเพิ่มความแม่นยำและลดความผิดพลาดจากมนุษย์ในการตรวจสอบขนาดของชิ้นงาน โดยระบบได้ออกแบบให้ใช้กล้องตรวจจับชิ้นงาน 2 ตัวทำหน้าที่จับภาพชิ้นงานมุมมองด้านหน้ากับมุมมองด้านบนและส่งข้อมูลเข้าสู่แพลตฟอร์มชิรา คอร์ เพื่อจำแนกขนาดชิ้นงานตามเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง จากนั้นผลการตรวจสอบจะถูกส่งไปยังพีแอลซีผ่านโปรโตคอลมอดบัสเพื่อสั่งการคัดแยกชิ้นงานอัตโนมัติ พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับโปรแกรมโนด-เรด เพื่อแสดงผลและจัดเก็บข้อมูลการทำงานแบบเรียลไทม์ผ่านเทคโนโลยีไอโอที การทดสอบระบบได้ใช้ชิ้นงานทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 และ 6 เซนติเมตร รวมถึงความสูง 4 และ 5 เซนติเมตร โดยทำการตรวจสอบซ้ำ 20 ครั้งต่อขนาด ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถตรวจจับและวัดขนาดชิ้นงานได้อย่างแม่นยำ โดยมีอัตราความถูกต้องเฉลี่ยมากกว่า 98 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรผ่านโปรแกรมโนด-เรดได้

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงาน, ชิรา คอร์, การประมวลผลภาพ, ไอโอที

ABSTRACT

This paper presents a workpiece inspection and sorting system using image processing on the CiRA CORE platform integrated with a PLC and IoT technology to enhance accuracy and reduce human errors in workpiece size inspection. The system is designed to use 2 cameras to capture images of the workpieces from the front and top views, with the acquired data transmitted to the CiRA CORE platform for classifying the workpieces according to their diameters and heights. The inspection results are then transmitted to the PLC via the Modbus protocol for automatic sorting control. In addition, the system is connected to the Node-RED program to display and record real-time operational data through IoT technology. The experimental results were performed using cylindrical workpieces with diameters of 5 and 6 centimeters and heights of 4 and 5 centimeters, with each size inspected 20 times. The experimental results showed that the system could accurately detect and measure the dimensions of the workpieces, achieving

an average accuracy rate of more than 98 percent. Furthermore, the overall machine performance was evaluated through the Node-RED program.

Keywords: *workpiece inspection and sorting system, CiRA CORE, image processing, IoT.*

1. บทนำ

ระบบคัดแยกและตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพได้ถูกนำเสนอในหลากหลายงานวิจัยเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการตรวจสอบและลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์ในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ที่เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และไอโอที (IoT) ถูกนำมาใช้ร่วมกับระบบอัตโนมัติอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น งานของ Prakash และคณะ [1] ได้นำเสนอระบบคัดแยกเมล็ดข้าวโพดแบบเรียลไทม์โดยใช้โมเดล โยโล (YOLO) เพื่อจำแนกเมล็ดดีและเมล็ดเสีย ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาแรงงานคนและเพิ่มความถูกต้องของการคัดแยกได้กว่า 98% ในขณะที่ Chattunyakit และคณะ [2] ได้พัฒนา ระบบคัดแยกชิ้นงานโดยใช้พีแอลซีร่วมกับกล้องเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการตรวจสอบและคัดแยกในระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Benyezza และคณะ [3] ยังได้ออกแบบ ระบบตรวจสอบและคัดแยกผลไม้แบบอัตโนมัติ โดยใช้ OpenCV ร่วมกับพีแอลซี S7-1200 เพื่อควบคุมกระบวนการคัดแยกและตรวจสอบขนาดของผลไม้ในสายการผลิต ซึ่งช่วยเพิ่มความเร็วและความแม่นยำของกระบวนการได้ นอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าวยังมีงานวิจัยด้านการประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพร่วมกับฟิชชัลจิก อัลกอริทึมเพื่อการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้มีการศึกษาและพัฒนาหลายรูปแบบ อาทิเช่น งานของ Tatiyaworanun [4] ได้เสนอระบบตรวจสอบข้อต่อพีวีซี โดยใช้การประมวลผลภาพควบคู่กับฟิชชัลจิก อัลกอริทึมเพื่อจำแนกและตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงาน ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจสอบชิ้นงานได้อย่างแม่นยำ โดยมีความถูกต้องมากกว่า 90% อีกงานวิจัยหนึ่งของ Tatiyaworanun [5] ได้ประยุกต์แนวคิดฟิชชัลจิกอัลกอริทึม

สำหรับการจำแนกขนาดของกล้วยโดยอาศัยข้อมูลจากภาพคือ เส้นผ่านศูนย์กลางและพื้นที่ของวัตถุ เพื่อประเมินขนาดและน้ำหนักของผลกล้วยสามารถจำแนกขนาดกล้วยได้อย่างแม่นยำ โดยมีความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักไม่เกิน 2% สำหรับงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกได้ถูกนำมาใช้ในระบบคัดแยกผลผลิตทางการเกษตรได้ เช่น Duraisamy และคณะ [6] ได้พัฒนาระบบคัดแยกผลส้มแมนดาริน โดยใช้กล้องอุตสาหกรรมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ซึ่งให้ความแม่นยำสูงถึง 99.53% และงานวิจัยของ Hortinela และ Tupas [7] ได้เสนอระบบจำแนกเมล็ดโกโก้ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อจำแนกเมล็ดที่มีตำหนิออกจากเมล็ดคุณภาพดีได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความถูกต้องเฉลี่ยถึง 90.67%

บทความนี้จะนำเสนอระบบคัดแยกและตรวจสอบชิ้นงานโดยใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพบนชิรา คอร์ (CiRA CORE) เพื่อแก้ไขปัญหาความผิดพลาดการวัดขนาดชิ้นงานจากผู้ใช้งาน ระบบนี้รวมการทำงานของพีแอลซี และเทคโนโลยีไอโอที เข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้กล้อง 2 ตัวสำหรับจับภาพชิ้นงานจากมุมมองด้านบนด้วยตำแหน่งกล้องตัวที่ 1 (Camera 1) และมุมมองด้านหน้าด้วยตำแหน่งกล้องตัวที่ 2 (Camera 2) ข้อมูลภาพที่ได้จะถูกส่งไปยังแพลตฟอร์มชิรา คอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์และระบุขนาดได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง โดยข้อมูลภาพชิ้นงานจากการตรวจสอบจะถูกส่งต่อไปยัง PLC ผ่านทางโปรโตคอลมอดบัส (Modbus) เพื่อควบคุมการคัดแยกโดยอัตโนมัติ และยังใช้โปรแกรมโนด-เรด (Node-RED) ในการเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลและควบคุมการทำงานแบบเรียลไทม์ผ่านเทคโนโลยีไอโอทีที่แสดงในรูปที่ 1

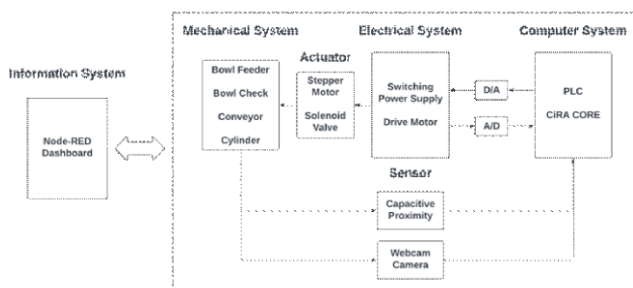
ระบบดังกล่าวช่วยให้การตรวจสอบขนาดชิ้นงานมีความถูกต้องสม่ำเสมอมากขึ้น ลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากผู้ปฏิบัติงาน และเพิ่มความเร็วของกระบวนการตรวจสอบได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้การผสานข้อมูลระหว่างแพลตฟอร์มชิรา คอร์, PLC และ ไอโอที (IoT) ยังทำให้สามารถติดตามสถานะการทำงานของระบบแบบเรียลไทม์ รวมถึงปรับแต่งการทำงานตามเงื่อนไขของกระบวนการผลิตได้ด้วย



รูปที่ 1 ระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยการประมวลผลภาพ

2. การออกแบบระบบ

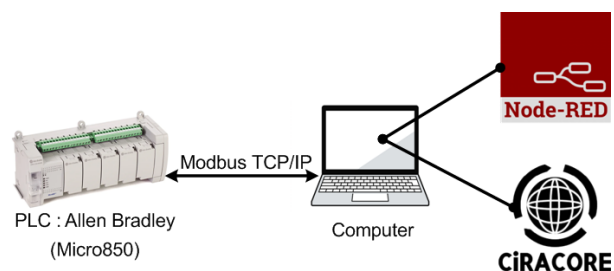
การออกแบบระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยการประมวลผลภาพบนชิรา คอร์ร่วมกับพีแอลซีและไอโอดีแสดงในรูปที่ 2 ที่มีส่วนประกอบหลักด้วยกัน 4 ส่วนได้แก่



รูปที่ 2 การออกแบบระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงาน

ส่วนแรกคือระบบข้อมูล (Information System) ใช้ส่วนแสดงผลและควบคุมด้วยโปรแกรมโนด-เรด (Node-RED Dashboard) ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินเทอร์เฟซสำหรับสั่งงานและแสดงสถานะของระบบ โดยมีการเชื่อมต่อกับพีแอลซี และชิรา คอร์ (CIRA CORE) ผ่านโปรโตคอลมอดบัส (Modbus) โดยรูปแบบการสื่อสารหลักจะใช้ Modbus TCP/IP ผ่านระบบเครือข่ายภายใน (Ethernet) ในการตั้งค่าระบบพีแอลซี งานวิจัยนี้ใช้พีแอลซี Allen Bradley รุ่น

Micro850 จะถูกกำหนดให้ทำงานเป็นมอดบัสเซิร์ฟเวอร์ (Modbus Server) แบบสเลฟ (Slave) เพื่อรับคำสั่งและส่งค่าข้อมูลออกไปยังอุปกรณ์อื่น ส่วนโนด-เรด และชิรา คอร์ จะทำหน้าที่เป็น มอดบัสไคลเอนต์ (Modbus Client) แบบมาสเตอร์ (Master) เพื่ออ่านค่าและเขียนค่าข้อมูลไปยังพีแอลซีโดยตรง โดยพีแอลซีจะต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับการสื่อสารมอดบัส เช่น IP Address, Port Number, Modbus Register Address และประเภทข้อมูล (Data Type) เพื่อให้โปรแกรมโนด-เรดสามารถเชื่อมต่อและเข้าถึงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง หลังจากเชื่อมต่อผ่าน Modbus TCP/IP แล้ว โนด-เรดสามารถทำการอ่านค่าข้อมูลจากพีแอลซี เช่น สถานะเซนเซอร์ หรือสัญญาณกระบวนการ และสามารถเขียนค่าคำสั่งกลับไปยังพีแอลซี เช่น การเริ่ม/หยุดการทำงานของเครื่องจักร โดยชิรา คอร์ จะใช้โมดูลมอดบัส (Modbus Module) ที่มีอยู่ภายในตัวซอฟต์แวร์ในการกำหนดค่าการเชื่อมต่อกับพีแอลซี โดยสามารถอ่านข้อมูลจากพีแอลซีเพื่อนำไปประมวลผลภาพ และหลังจากประมวลผลภาพเสร็จสามารถส่งค่าผลลัพธ์กลับไปยังพีแอลซีได้ดังแสดงในรูปที่ 3

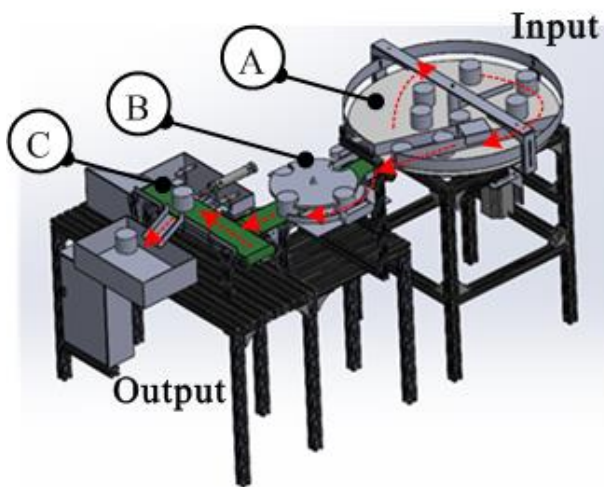


รูปที่ 3 การเชื่อมต่อนระบบข้อมูล

ส่วนที่สองคือ ระบบกลไก (Mechanical System) ประกอบด้วยส่วนกลไก 3 ส่วนหลักดังนี้

- ส่วนกลไกตำแหน่ง A คือจานหมุนป้อนชิ้นงานทำหน้าที่ป้อนชิ้นงานอินพุตเข้าสู่กระบวนการคัดแยก
- ส่วนกลไกตำแหน่ง B คือจานหมุนสำหรับตรวจสอบชิ้นงาน โดยติดตั้งกล้องจับภาพวัตถุจำนวน 2 ตัวในตำแหน่งตรวจจับภาพแนวนอนและแนวตั้งสำหรับโปรแกรมชิรา คอร์เพื่อการประมวลผลภาพ
- ส่วนกลไกตำแหน่ง C คือสายพานลำเลียงชิ้นงานสำหรับกระบวนการคัดแยกขนาดชิ้นงานด้วยกระบอกลูกกลมใส่ในกล่องชิ้นงานเอาต์พุต

ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การออกแบบระบบกลไก

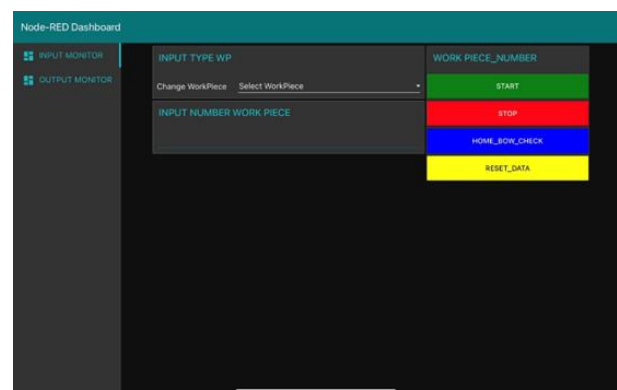
ส่วนที่สามคือระบบไฟฟ้า (Electrical System) มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ใช้สำหรับพีแอลซี และมอเตอร์สำหรับสายพานลำเลียง โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับแบบไม่สัมผัส ที่ตรวจจับได้ทั้งโลหะและอโลหะด้วยคาปาซิทีฟ พร็อกซิมิตีเซ็นเซอร์ (Capacitive Proximity Sensor) สำหรับการหน่วงเวลาให้ระบบได้ตรวจสอบหรือคัดแยกชิ้นงานได้

ส่วนสุดท้ายคือระบบคอมพิวเตอร์ (Computer System) เป็นตัวประมวลผลหลักในการประมวลผลข้อมูลและตัดสินใจของระบบ โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการติดตั้งโปรแกรมซีร่า คอ์ ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มสำหรับงานประมวลผลภาพและปัญญาประดิษฐ์ (AI Platform) ที่รองรับการใช้งานการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ในการตรวจสอบและจำแนกชิ้นงานอย่างแม่นยำ ในกระบวนการทำงานนี้ใช้กล้องจำนวน 2 ตัวที่ติดตั้งในตำแหน่งแนวนอนและแนวตั้งจะส่งภาพของชิ้นงานเข้าสู่ซีร่า คอ์ จากนั้นโปรแกรมซีร่า คอ์จะใช้โมดูลประมวลผลภาพ (Image Processing Module) ร่วมกับ โมเดลการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning Module) ที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้า (Trained Model) เพื่อตรวจจับลักษณะรูปร่าง หรือขนาดของชิ้นงาน โดยวิธีนี้ช่วยให้ระบบสามารถวิเคราะห์ชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนได้แม่นยำกว่าการใช้การประมวลผลภาพแบบดั้งเดิม (Traditional Image Processing) เมื่อซีร่า คอ์ประมวลผลเสร็จ จะส่งผลลัพธ์คือ ผ่าน/ไม่ผ่าน กลับไปยังพีแอลซี ผ่านโปรโตคอล Modbus TCP/IP เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการคัด

แยกต่อไป ระบบคอมพิวเตอร์ยังเชื่อมต่อกับโปรแกรม โนด-เรด เพื่อใช้แสดงผลและควบคุมระบบแบบเรียลไทม์ผ่านสมาร์ทโฟน (Smartphone) หรือ แท็บเล็ต (Tablet) โดยมีการออกแบบหน้าต่างควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย

- INPUT TYPE WP สำหรับเลือกขนาดของชิ้นงานที่ต้องการคัดแยก
- INPUT NUMBER WORK PIECE สำหรับระบุจำนวนชิ้นงานที่ต้องการคัดแยก
- ปุ่ม START สำหรับเริ่มการทำงานของระบบ
- ปุ่ม STOP สำหรับหยุดการทำงานของระบบ
- ปุ่ม HOME_BOW_CHECK สำหรับสั่งให้งานหมุนตรวจสอบชิ้นงานกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น
- ปุ่ม RESET_DATA สำหรับล้างข้อมูลที่แสดงผลในหน้าต่างควบคุม

ดังแสดงในรูปที่ 5



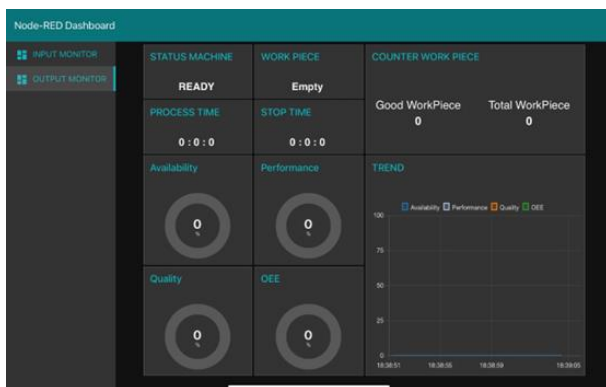
รูปที่ 5 การออกแบบการควบคุมด้วยโปรแกรมโนด-เรด

นอกจากนี้ยังมีการออกแบบหน้าต่างแสดงผลข้อมูลเพื่อใช้ติดตามสถานะการทำงานของระบบ โดยประกอบด้วย

- STATUS MACHINE สำหรับแสดงสถานะของเครื่องจักร ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 สถานะ ได้แก่
 - READY เครื่องพร้อมเริ่มทำงาน
 - NOT READY เครื่องไม่พร้อมทำงาน
 - RUN TIME เครื่องกำลังทำงาน
 - STOP TIME เครื่องหยุดการทำงานชั่วคราว
- WORK PIECE แสดงขนาดของชิ้นงานที่กำลังคัดแยก
- PROCESS TIME แสดงระยะเวลาในการทำงาน

- STOP TIME แสดงระยะเวลาที่เครื่องหยุดทำงานจริง
- COUNTER WORK PIECE ใช้แสดงจำนวนและสถานะของชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว โดยมีการแสดงค่า Good Work Piece (จำนวนชิ้นงานที่ผ่านเกณฑ์) และ Total Work Piece (จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบทั้งหมด)
- Availability แสดงอัตราการเดินเครื่อง
- Performance แสดงค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง
- Quality แสดงอัตราคุณภาพของชิ้นงาน
- OEE (Overall Equipment Effectiveness) แสดงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร
- TREND แสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟเพื่อต่อการวิเคราะห์

ดังแสดงในรูปที่ 6



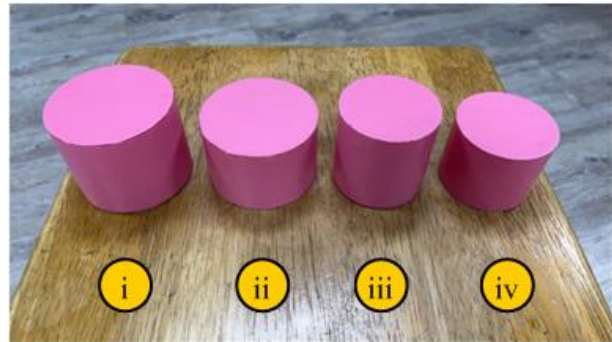
รูปที่ 6 การออกแบบการแสดงผลด้วยโปรแกรมโนด-เรด

3. การทดสอบ และผลการทดสอบ

3.1 การทดสอบระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานได้เลือกใช้ชิ้นงานทรงกระบอกจำนวน 4 แบบ โดยแบ่งตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงดังนี้

- เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร
- เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร

ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ชิ้นงานสำหรับการทดสอบระบบ

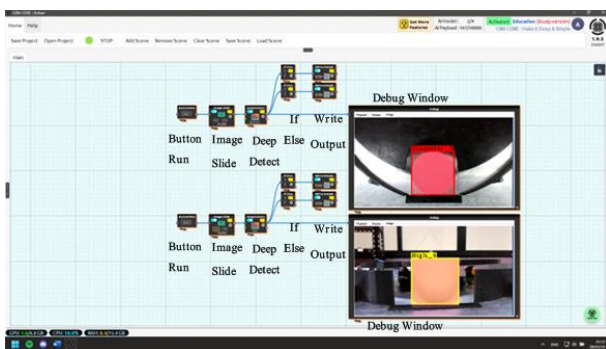
การทดสอบสำหรับระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยการประมวลผลภาพบนชิรา คอรั [8] ได้ใช้โมดูล DeepTrain ซึ่งเป็นโมดูลการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ที่ผ่านการฝึกสอนล่วงหน้าเพื่อใช้ในการตรวจจับลักษณะ รูปร่าง และขนาดของชิ้นงานคือเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง โดยหลังจากที่ชิ้นงานได้รับการฝึกฝนด้วยชุดข้อมูลภาพของชิ้นงานแล้ว ระบบจะทำการทดสอบการทำงานของชิ้นงานด้วยข้อมูลภาพที่ชิ้นงานไม่เคยเห็นมาก่อน เพื่อประเมินความสามารถในการจำแนกชิ้นงานใหม่ โดยโปรแกรม ชิรา คอรั ถูกใช้เป็นแพลตฟอร์มหลักในการประมวลผลภาพและการตัดสินใจของระบบ โดยมีการทำงานของระบบในโปรแกรมชิรา คอรั ประกอบด้วยโมดูลหลักดังนี้

- Button Run Module ใช้สำหรับเริ่มต้นการทำงานของระบบ โดยผู้ใช้สามารถกดปุ่มเพื่อสั่งให้ระบบเริ่มประมวลผลภาพจากกล้องหรือจากชุดข้อมูลทดสอบที่เตรียมไว้
- Image Slide Module ทำหน้าที่นำเข้าภาพของชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบมาจากกล้อง
- Deep Detect Module เป็นโมดูลหลักของระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI Module) ซึ่งใช้โมเดล DeepTrain ในการตรวจจับและจำแนกวัตถุในภาพคือเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) หรือความสูง (High) ของชิ้นงาน โดยผลลัพธ์จะปรากฏในรูปกรอบสี่เหลี่ยมชื่อคลาส เช่น "Diameter_5" หรือ "High_4" เพื่อบ่งบอกผลการตรวจจับ
- If Else Module ทำหน้าที่เปรียบเทียบค่าผลลัพธ์จากการตรวจจับกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (Threshold) เพื่อใช้ตัดสินใจว่า ชิ้นงานผ่าน หรือ ไม่ผ่าน หากค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ระบบจะส่งสัญญาณ "True" และ

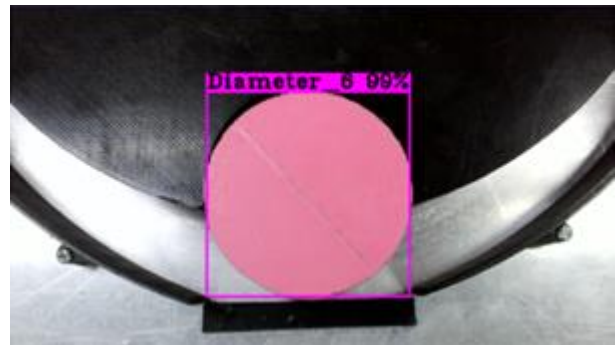
หากอยู่นอกเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้จะส่งสัญญาณ “False”

- Write Output Module เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์สุดท้ายจากระบบไปยังพีแอลซีผ่านโปรโตคอล Modbus TCP/IP โดยส่งสัญญาณแบบดิจิทัลเพื่อควบคุมอุปกรณ์ในกระบวนการคัดแยก เช่น สัญญาณ “1” (ผ่าน) เพื่อส่งให้แขนกลหรือสายพานคัดชิ้นงานเข้าสู่กลุ่มที่มีคุณภาพ และสัญญาณ “0” (ไม่ผ่าน) เพื่อส่งให้ชิ้นงานถูกแยกออกไปยังกลุ่มของเสียหรือชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
- Debug Window เป็นหน้าต่างแสดงผลจากการประมวลผลภาพ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพได้โดยตรง

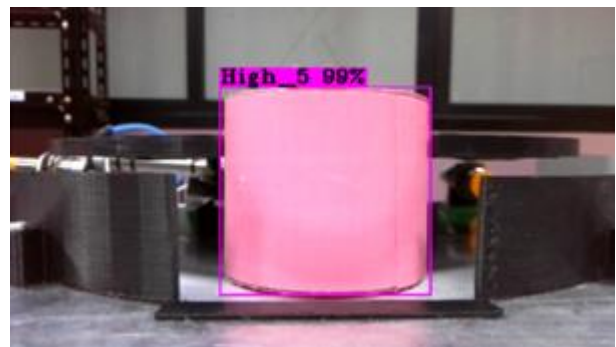
ดังแสดงในรูปที่ 8 โดยหน้าต่างดีบัก (Debug Window) แสดงผลการตรวจสอบภาพแบบเรียลไทม์ โดยมีกรอบสี่ล้อมรอบวัตถุที่ตรวจพบพร้อมแสดงชื่อคลาสและค่าตัวเลข เช่นการตรวจสอบชิ้นงานด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง “Diameter_6 99%” ได้ตัวเลข 99% หมายถึงค่าความมั่นใจ (Confidence Score) ของโมเดล Deep Learning ที่ใช้ในการประมวลผลภาพจากกล้องแนวตั้งมีระยะทางชิ้นงาน 18 เซนติเมตรเป็นมุมมองด้านบนชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 9 และการตรวจสอบชิ้นงานด้านความสูง “High_5 99%” ได้ค่าความมั่นใจคือ 99% จากกล้องแนวนอนระยะทางชิ้นงาน 10 เซนติเมตรเป็นมุมมองด้านหน้าชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 10 ทำการทดสอบด้วยชิ้นงานใหม่จำนวน 20 ชิ้นงานได้ผลการทดสอบการตรวจสอบชิ้นงานจากการประมวลผลภาพด้วยชิรา คอร์ดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 8 การประมวลผลภาพชิ้นงานด้วยชิรา คอร์



รูปที่ 9 ผลการทดสอบตรวจสอบชิ้นงานด้วยชิรา คอร์จากกล้องแนวตั้ง



รูปที่ 10 ผลการทดสอบตรวจสอบชิ้นงานด้วยชิรา คอร์จากกล้องแนวนอน

จากตารางที่ 1 ชิ้นงานที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความมั่นใจเท่ากับ 99% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความมั่นใจเท่ากับ 98.95% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22, ขนาดความสูง 4 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความมั่นใจเท่ากับ 99% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0, ขนาดความสูง 5 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยความมั่นใจเท่ากับ 98.95% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.22

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) [9] – [10] สำหรับระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยเทคโนโลยีเอไอ ที่ โดยใช้โปรแกรมโนด-เรด ในการแสดงผลและควบคุมการทำงาน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการตรวจสอบชิ้นงานจากการประมวลผลภาพด้วยซีร่า คอร์

มุมมอง กล้อง	กล้องตัวที่ 1 มุมมองด้านบน		กล้องตัวที่ 2 มุมมองด้านหน้า	
ชิ้นงาน	Diameter 5 cm.	Diameter 6 cm.	High 4 cm.	High 5 cm.
ครั้งที่	ค่าความ มั่นใจ	ค่าความ มั่นใจ	ค่า ความ มั่นใจ	ค่าความ มั่นใจ
1	99%	99%	99%	99%
2	99%	99%	99%	99%
3	99%	99%	99%	99%
4	99%	99%	99%	99%
5	99%	99%	99%	99%
6	99%	99%	99%	99%
7	99%	99%	99%	99%
8	99%	99%	99%	99%
9	99%	99%	99%	99%
10	99%	99%	99%	99%
11	99%	99%	99%	99%
12	99%	99%	99%	98%
13	99%	99%	99%	99%
14	99%	99%	99%	99%
15	99%	99%	99%	99%
16	99%	98%	99%	99%
17	99%	99%	99%	99%
18	99%	99%	99%	99%
19	99%	99%	99%	99%
20	99%	99%	99%	99%
ค่าเฉลี่ย ความ มั่นใจ	99%	98.95%	99%	98.95%

เริ่มต้นจากงานหมุนป้อนชิ้นงานมายังงานหมุนตรวจสอบชิ้นงาน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 4 จากนั้นทำการเก็บผลการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร โดยจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักคือ อัตราการเดินเครื่อง (Availability), ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance), อัตราคุณภาพ (Quality) และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ดังนี้

- ส่วนที่ 1 การคำนวณหาอัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ ค่าความแตกต่างระหว่างเวลากระบวนการ (เวลาที่ทั้งหมดที่ใช้ในการคัดแยกต่อ 1 กระบวนการ โดยจะจับเวลาเมื่อกดปุ่ม Start และหยุดจับเวลาเมื่อเครื่องคัดแยกเสร็จ) กับเวลาหยุดเครื่อง (เวลาที่เครื่องหยุดทำงาน โดยจะจับเวลาเมื่อกดปุ่ม Stop และหยุดจับเวลาเมื่อเครื่องทำงานต่อ หรือ มีการกดปุ่ม Reset Data) ต่อเวลากระบวนการทั้งหมดดังสมการที่ 1

$$\text{Availability} = \frac{T_{\text{plan}} - T_{\text{stop}}}{T_{\text{plan}}} \times 100\% \quad (1)$$

เมื่อ T_{plan} คือเวลากระบวนการสำหรับการทำงานทั้งหมดที่วางแผนไว้ T_{stop} คือเวลาหยุดเครื่องจักร

- ส่วนที่ 2 การคำนวณหาประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) คือ เวลาอุดมคติของการผลิตต่อชิ้น (เวลาที่คัดแยกได้ต่อ 1 ชิ้น ซึ่งเท่ากับ 5 วินาที โดยคิดจากเวลาที่เครื่องสามารถคัดแยกได้เร็วที่สุดเมื่อมีชิ้นงาน 40 ชิ้น ซึ่งเท่ากับ 200 วินาที) คูณกับจำนวนชิ้นงานทั้งหมดต่อเวลากระบวนการทั้งหมดดังสมการที่ 2

$$\text{Performance} = \frac{T_{\text{ideal}} \times N_{\text{total}}}{T_{\text{plan}}} \times 100\% \quad (2)$$

เมื่อ T_{ideal} คือเวลาอุดมคติของการผลิตต่อชิ้น N_{total} คือจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่ตรวจจับได้ T_{plan} คือเวลากระบวนการสำหรับการทำงานทั้งหมดที่วางแผนไว้

- ส่วนที่ 3 การคำนวณหาอัตราคุณภาพ (Quality) คือ จำนวนชิ้นงานดีที่คัดแยกได้ (จำนวนขนาดชิ้นงานที่ถูกเลือกและคัดแยกได้) ต่อจำนวนชิ้นงานทั้งหมดดังสมการที่ 3

$$\text{Quality} = \frac{N_{\text{good}}}{N_{\text{total}}} \times 100\% \quad (3)$$

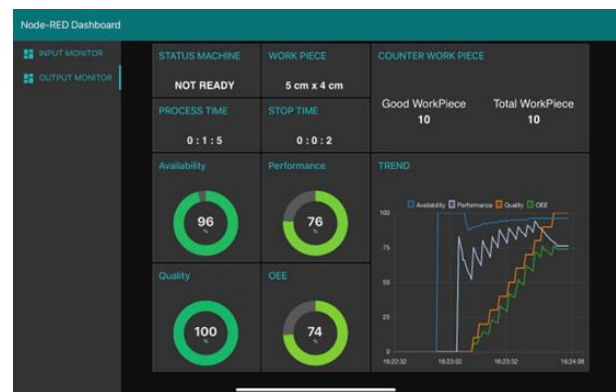
เมื่อ N_{good} คือจำนวนชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบ N_{total} คือจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่ตรวจจับได้

- ส่วนที่ 4 การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) เมื่อคำนวณค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability), ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) และค่าอัตราคุณภาพ (Quality) แล้วให้คูณทั้งสามค่าดังสมการที่ 4

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality} \quad (4)$$

การทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรมโนด-เรด ในการแสดงผลและควบคุมการทำงานแบ่งเป็น 4 กรณีดังนี้

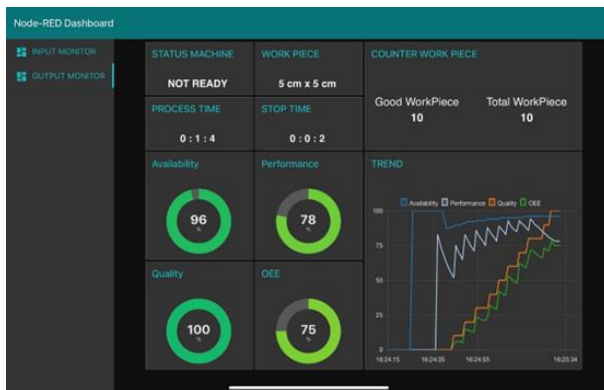
- กรณีที่ 1 โปรแกรมโนด-เรด ในการแสดงผลประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรของชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและความสูง 4 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 11 และตารางที่ 2 โดยมีการหยุดเครื่อง 2, 4, 6, 8 และ 10 วินาทีตามลำดับ
- กรณีที่ 2 โปรแกรมโนด-เรด ในการแสดงผลประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรของชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและความสูง 5 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 12 และตารางที่ 3 โดยมีการหยุดเครื่อง 2, 4, 6, 8 และ 10 วินาทีตามลำดับ
- กรณีที่ 3 โปรแกรมโนด-เรด ในการแสดงผลประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรของชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตรและความสูง 4 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 13 และตารางที่ 4 โดยมีการหยุดเครื่อง 2, 4, 6, 8 และ 10 วินาทีตามลำดับ
- กรณีที่ 4 โปรแกรมโนด-เรด ในการแสดงผลประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักรของชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตรและความสูง 5 เซนติเมตรดังแสดงในรูปที่ 14 และตารางที่ 5 โดยมีการหยุดเครื่อง 2, 4, 6, 8 และ 10 วินาทีตามลำดับ



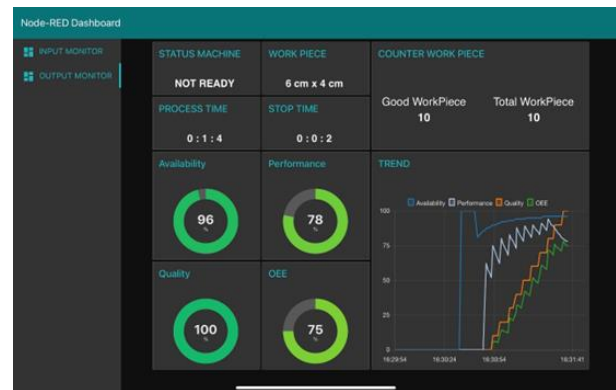
รูปที่ 11 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและความสูง 4 เซนติเมตรด้วย โนด-เรด

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและความสูง 4 เซนติเมตรที่

กรณี ที่	จำนวน ชิ้น งาน	เวลา การ วน ก าร (วินาที)	Av ail abi lity (%)	Pe rfo rm an ce (%)	Qu ali ty (%)	OE E (%)
1	10	65	96	76	100	74
2	20	118	95	84	50	40
3	30	166	95	90	33	28
4	40	226	96	92	22	20
5	50	266	96	93	30	26



รูปที่ 12 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและความสูง 5 เซนติเมตรด้วย โนด-เรด



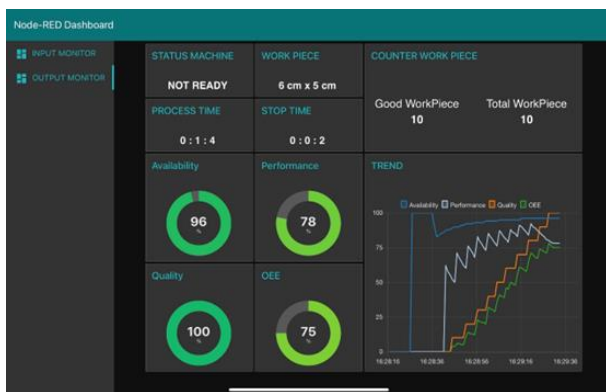
รูปที่ 13 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตรและความสูง 4 เซนติเมตรด้วย โนด-เรด

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรและความสูง 5 เซนติเมตร

ครั้งที่	จำนวนชิ้นงาน (วินาที)	เวลา (วินาที)	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	10	64	96	78	100	75
2	20	114	95	87	50	41
3	30	168	95	89	33	28
4	40	220	95	90	25	21
5	50	265	96	94	32	29

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตรและความสูง 4 เซนติเมตร

ครั้งที่	จำนวนชิ้นงาน (วินาที)	เวลา (วินาที)	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
1	10	64	96	78	100	75
2	20	116	96	86	50	41
3	30	165	96	90	33	29
4	40	216	96	92	22	20
5	50	262	96	95	28	25



รูปที่ 14 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตรและความสูง 5 เซนติเมตรด้วย โนด-เรด

จากตารางที่ 2 - 5 พบว่าเมื่อเวลาหยุดเครื่องเพิ่มขึ้นจาก 2 วินาทีถึง 10 วินาที ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 75% เหลือเพียง 20% สะท้อนให้เห็นว่าความต่อเนื่องของการทำงานมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเนื่องจากการหยุดเครื่องทำให้จังหวะการป้อนชิ้นงานและตำแหน่งการจับภาพคลาดเคลื่อน ส่งผลให้ระบบประมวลผลภาพจำแนกผิดพลาดมากขึ้น ทำให้ค่าอัตราคุณภาพ (Quality) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรลดลง ถึงแม้ค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability) และค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) จะเปลี่ยนแปลงไม่มาก

4. สรุป

ระบบตรวจสอบและคัดแยกชิ้นงานด้วยการประมวลผลภาพบนชิรา คอร์ (CIRA CORE) ร่วมกับพีแอลซีและเทคโนโลยีไอโอที (IoT) ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถตรวจสอบและจำแนกชิ้นงานทรงกระบอกได้อย่างแม่นยำ โดยใช้กล้องเว็บแคมในการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 และ 6 เซนติเมตร รวมถึงความสูง 4 และ 5 เซนติเมตร ระบบสามารถประมวลผลภาพและส่งผลลัพธ์ “ผ่าน/ไม่ผ่าน” ไปยังพีแอลซีผ่านโปรโตคอล Modbus TCP/IP เพื่อควบคุมกระบวนการคัดแยกได้แบบอัตโนมัติ จากผลการทดสอบจำนวน 20 ครั้งต่อขนาด พบว่าความแม่นยำของการตรวจจับมากกว่า 98% แสดงให้เห็นว่าความแม่นยำของการตรวจจับอยู่ในระดับสูงที่

ใช้ในแพลตฟอร์มชิรา คอร์ ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) โดยแสดงผลผ่านโปรแกรมโนด-เรด (Node-RED) พบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีแนวโน้มลดลงจาก 75% เหลือเพียง 20% เมื่อเวลาหยุดเครื่องเพิ่มขึ้นจาก 2 วินาทีถึง 10 วินาที ซึ่งเกิดจากอัตราการเดินเครื่อง (Availability) และประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) ที่ลดลงเล็กน้อยร่วมกับอัตราคุณภาพ (Quality) ที่ลดลงตามการหยุดเครื่อง ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมลดลง โดยนำข้อมูลเหล่านั้นมาแสดงผ่านระบบแสดงผลและควบคุมด้วยโปรแกรมโนด-เรด (Node-RED Dashboard) สามารถช่วยให้ผู้ควบคุมตรวจสอบค่าประสิทธิภาพของระบบได้แบบเรียลไทม์และเข้าใจผลกระทบของการหยุดเครื่องต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบ OEE สำหรับชิ้นงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตรและความสูง 5 เซนติเมตร

ครั้งที่	จำนวนชิ้นงาน	เวลา การ ระบบ วน การ (วินาที)	Av ail abi lity (%)	Pe rfo rm an ce (%)	Qu ali ty (%)	OE E (%)
1	10	64	96	78	100	75
2	20	122	95	81	50	39
3	30	164	95	91	33	29
4	40	216	95	92	25	22
5	50	265	96	94	30	27

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีความเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในระบบการผลิตจริง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจสอบ ลดความผิดพลาดของมนุษย์ และเป็นแนวทางต้นแบบในการพัฒนาเทคโนโลยีตรวจสอบชิ้นงานด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยีไอโอที (IoT) สำหรับอุตสาหกรรมประเทศไทยได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์นี้ได้รับความช่วยเหลือจากนาย
อัฐภาณุ โกษาทอง นายอนุกุล โชคเหมาะ และนายเอกอนันต์ แซ่ลื้อ
ที่ช่วยสนับสนุนงานวิจัยด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] G. V. J. Prakash, K. S. Vamsi and M. Kavitha, "Real-Time Maize Seed Quality Sorting Using YOLO11n," *2025 5th International Conference on Intelligent Technologies (CONIT)*, HUBBALI, India, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/CONIT65521.2025.11167388.
- [2] S. Chattunyakit et al., "AI and IoT-enabled Workpiece Sorting System using Mini-PLC for Industrial Automation," *2024 International Conference on Advanced Mechatronic Systems (ICAMechS)*, Kusatsu, Shiga, Japan, 2024, pp. 225-229, doi: 10.1109/ICAMechS63130.2024.10818841.
- [3] H. Benyezza, M. Bouhedda, I. Kratbi, A. Boukhtache, R. Kara and Y. Aniba, "Automated Fruits Inspection and Sorting Smart System for Industry 4.0 Based on OpenCV and PLC," *2023 2nd International Conference on Electronics, Energy and Measurement (IC2EM)*, Medea, Algeria, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/IC2EM59347.2023.10419533.
- [4] C. Tatiyaworanun, "Application of Fuzzy Logic Algorithm with Image Processing for PVC Socket Inspection," *Engineering Transactions: A Research Publication of Mahanakorn University of Technology*, vol. 26, no. 2, July–December, 2023, pp. 69-78 (in Thai).
- [5] C. Tatiyaworanun, "Application of Fuzzy Logic for Banana Size Classification based on Image Processing," *Engineering Transactions: A Research Publication of Mahanakorn University of Technology*, vol. 25, no. 1, January–June, 2022, pp. 39-47 (in Thai).
- [6] M. Duraisamy, R. Govindaraj, N. Mohan, A. Kamalakannan, S. Bindal and A. Titus, "Performance Evaluation of Deep Learning based Mandarin Fruit Sorting System with Industrial Camera," *2022 3rd International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, Trichy, India, 2022, pp. 1238-1243, doi: 10.1109/ICOSEC54921.2022.9951937.
- [7] C. C. Hortinela and K. J. R. Tupas, "Classification of Cacao Beans Based on their External Physical Features Using Convolutional Neural Network," *2022 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, Mumbai, India, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/TENSYP54529.2022.9864337.
- [8] C. K. Loo et al., "CiRA CORE: A Low Code Platform that Makes AI Work for Industry 4.0," *2024 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, Kuching, Malaysia, 2024, pp. 1187-1188, doi: 10.1109/SMC54092.2024.10831625.
- [9] P. Dobra and J. Jósval, "Predicting the impact of type changes on Overall Equipment Effectiveness (OEE) through machine learning," *2022 IEEE 1st International Conference on Internet of Digital Reality (IoD)*, Gyor, Hungary, 2022, pp. 000011-000016, doi: 10.1109/IoD55468.2022.9986645.
- [10] R. Kaundal, S. K. Soni and S. Rajguru, "SCADA-Enhanced Real-Time OEE Visualization Driving Industry 4.0 Advancements," *2024 International Conference on Smart Systems for applications in Electrical Sciences (ICSSES)*, Tumakuru, India, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICSSES62373.2024.10561431.



ชนมรัตน์ ตติยะวรนนท์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) ในปี พ.ศ. 2544 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมระบบวัดคุม) ในปี พ.ศ. 2549 และวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) ในปี พ.ศ. 2558 จากมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และได้รับตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ในสาขาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด