

ระบบวิเคราะห์ค่าเวลาการทำงานจากวิดีโอในสายการผลิตอุตสาหกรรม

Design and Development of a Video-Based Work Time Analysis System for Industrial Production Lines

รณกฤต ทิมสันเทียะ¹ และชัยยงค์ เสริมผล^{1*}

Ronnakij Thimsanthia¹ and Chaiyong Soemphol^{1*}

¹สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹Department of Electrical and Computer Engineering,
Faculty of Engineering, Mahasarakham University

*Corresponding author: chaiyong.s@msu.ac.th

Received: May 26, 2025

Revised: September 20, 2025

Accepted: September 30, 2025

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน วิธีการจับเวลาการทำงานด้วยนาฬิกาจับเวลา (stopwatch method) แม้จะเป็นวิธีที่ใช้แพร่หลาย แต่ยังคงมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำ ความต่อเนื่อง และภาระการใช้แรงงาน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและไม่สะดวกต่อการตรวจสอบย้อนหลัง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบวิเคราะห์ค่าเวลาการทำงานจากวิดีโอในสายการผลิตอุตสาหกรรม โดยใช้เทคโนโลยีเว็บร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อเพิ่มความถูกต้องและลดข้อจำกัดของวิธีดั้งเดิม ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชันซึ่งรองรับการอัปโหลดวิดีโอจากสถานงาน และสามารถคำนวณค่าเวลามาตรฐานพร้อมทั้งค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ผลการทดลองกับสายการผลิตจำลอง 11 สถานงาน พบว่า ระบบสามารถลดการบันทึกเวลาที่ต้องทำด้วยคนกว่า 110 ครั้ง เหลือเพียงการอัปโหลดวิดีโอครั้งเดียวต่อสถานี อีกทั้งยังให้ค่าความแปรปรวนต่ำสุดเพียง 0.74% ซึ่งสะท้อนถึงความแม่นยำสูง ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริงในการคำนวณค่าเวลามาตรฐานและสนับสนุนการวิเคราะห์กระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: ระบบจับเวลา เวลามาตรฐาน การวิเคราะห์วิดีโอ สายการผลิต เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract

Currently, the stopwatch method is widely used for measuring work time in production processes; however, it still has limitations in terms of accuracy, continuity, and labor requirements, often leading to errors and difficulties in retrospective verification. This research aims to design and develop a video-based work time analysis system for industrial production lines using web technologies combined with statistical data analysis, in order to enhance accuracy and overcome the limitations of traditional methods. The developed system is a web-based application that supports video uploads from workstations and calculates standard time along with statistical measures such as mean, median, standard deviation, and coefficient of variation. Experimental results from a simulated production line with 11 workstations showed that the system reduced manual time recording from over 110 instances to a single video upload per station. Moreover, it achieved a coefficient of variation (CV) as low as 0.74%, reflecting higher accuracy compared to the traditional stopwatch method. Therefore, the proposed system can be effectively applied to calculate standard time and support systematic analysis of production processes, ensuring practical and reliable use in industrial environments.

Keywords: time measurement system, standard time, video analysis, production line, web application



บทนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ระบบการผลิตมีความซับซ้อนและต้องการความแม่นยำสูงมากขึ้น การจัดการเวลาในกระบวนการผลิตจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความสูญเสีย และสนับสนุนการตัดสินใจที่มีข้อมูลรองรับ ระบบจับเวลาถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการวัดระยะเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนในสายการผลิต โดยเฉพาะการใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพ กำหนดกำลังการผลิต และวางแผนการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสม รวมถึงสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในบริบทของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ

วิธีการจับเวลาแบบดั้งเดิมที่อาศัยการสังเกตและใช้เครื่องมือจับเวลาด้วยมือ แม้จะสามารถใช้งานได้ง่าย แต่ยังคงมีข้อจำกัด เช่น ความผิดพลาดจากมนุษย์ ความไม่ต่อเนื่องในการเก็บข้อมูล และความสิ้นเปลืองทรัพยากร งานวิจัยปัจจุบันจึงเริ่มประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวิดีโอและ

ระบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวัดเวลา เช่น Ji, Pannakkong and Buddhakulsomsiri (2022) ที่นำเสนอแบบจำลองการใช้ computer vision สำหรับการวิเคราะห์เวลาอัตโนมัติ และ Shedage, Deshpande and Khot (2020) ที่ใช้ซอฟต์แวร์วิเคราะห์วิดีโอเพื่อปรับสมดุลสายการผลิต ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของวิดีโอและเว็บเทคโนโลยีในการสนับสนุนการวัดเวลาและการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ ผลงานของ Xiang et al. (2021) จะมุ่งเน้นด้านการวิเคราะห์ metadata ของวิดีโอเพื่อประโยชน์ด้าน digital forensics แต่ที่สะท้อนถึงศักยภาพของวิดีโอในการเป็นแหล่งข้อมูลที่ตรวจสอบย้อนหลังได้และเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการนำวิดีโอมาใช้ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่

งานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาาระบบจับเวลาผ่านวิดีโอโดยใช้เทคโนโลยีเว็บ ผสานกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อสร้างระบบที่มีความแม่นยำ ยืดหยุ่น สามารถลดต้นทุนการดำเนินงาน และประยุกต์ใช้ได้จริงในภาคอุตสาหกรรม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบจับเวลาในสายการผลิต
2. เพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณค่าเวลามาตรฐานในการทำงาน
3. เพื่อลดการใช้ทรัพยากรมนุษย์ในการปฏิบัติงาน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Department of Industrial Promotion (2020) เอกสารของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ได้ระบุว่า การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสายการผลิตควรอาศัยข้อมูลเชิงเวลาเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพ การวางแผนการผลิต และการลดต้นทุนอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรและมีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้อ้างอิงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ การจับเวลาในสายการผลิต เวลามาตรฐานและการประยุกต์ใช้ และเทคโนโลยีที่บูรณาการกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ดังนี้

การจับเวลา

การจับเวลา (time study) เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยมีเป้าหมายเพื่อวัดระยะเวลาที่แรงงานใช้ในแต่ละขั้นตอนอย่างถูกต้องภายใต้สภาพการทำงานปกติ วิธีที่นิยมมากที่สุด คือ การใช้นาฬิกาจับเวลา เนื่องจากสะดวกและต้นทุนต่ำ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำและความต่อเนื่อง รวมถึงอคติจากผู้จับเวลา (Wangchuk & Madan, 2023)

งานวิจัยในประเทศไทย เช่น Kamla et al. (2021) ได้ประยุกต์ใช้การจับเวลาแบบทางตรงในโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จ พบว่าสามารถใช้งานได้จริงในภาคอุตสาหกรรม แต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องความน่าเชื่อถือของข้อมูล ขณะที่งานวิจัยสากลเริ่มหันมาใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ แทน เช่น Ji, Pannakkong and Buddhakulsomsiri (2022) ที่นำ Computer Vision มาใช้ในการทำ Motion Time Study แบบอัตโนมัติ ซึ่งช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์และทำให้การวัดเวลามีความต่อเนื่องและแม่นยำมากขึ้น

เวลามาตรฐานและการประยุกต์ใช้

เวลามาตรฐาน (standard time) หมายถึง ระยะเวลาที่แรงงานทั่วไปควรใช้ในการทำงานภายใต้สภาพการทำงานปกติ โดยประกอบด้วย เวลาที่สังเกตได้ การปรับด้วยค่าประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน และค่าเผื่อ ที่สะท้อนปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความเหนื่อยล้าและเวลาพัก สูตรการคำนวณสามารถเขียนได้ ดังนี้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = (\text{เวลาที่สังเกต} \times (\text{PR}/100)) \times (1 + \text{Allowance}) \quad (1)$$

โดยที่

เวลาที่สังเกต คือ เวลาที่จับได้จากการทำงานจริงในการสังเกตแต่ละรอบ หรือค่าเฉลี่ยของเวลาที่จับหลายรอบ

PR (Performance Rating) คือ ค่าร้อยละของความสามารถของผู้ปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับพนักงานมาตรฐาน เช่น หากผู้ปฏิบัติงานทำงานเร็วกว่าปกติ ค่านี้อาจเป็น 110%

Allowance คือ อัตราเวลาสำรองที่เพิ่มเข้าไปในเวลาทำงาน เพื่อชดเชยเวลาที่สูญเสียจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความเหนื่อยล้า พักระหว่างงาน หรือเวลาที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น 15% หรือ 0.15

เวลามาตรฐานมีบทบาทสำคัญในการวางแผนการผลิต การจัดสรรทรัพยากร และการประเมินประสิทธิภาพของสายการผลิต งานวิจัยของ Akpan and Amade (2024) ยืนยันว่าเวลามาตรฐานที่แม่นยำช่วยเพิ่มความสามารถในการผลิตและส่งผลโดยตรงต่อผลประโยชน์ขององค์กร ขณะเดียวกัน Ramadhan and Hartati (2024) ได้ชี้ให้เห็นว่าการคำนวณเวลามาตรฐานที่ถูกต้องเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดขีดความสามารถการผลิตและการจัดการกำลังคน

งานวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็น แม้การหาค่าเวลามาตรฐานจะมีการใช้มาอย่างยาวนาน แต่การใช้เทคนิคการวิเคราะห์สมัยใหม่ เช่น การประมวลผลวิดีโอและการคำนวณเชิงสถิติ สามารถทำให้การกำหนดเวลามาตรฐานมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางที่งานวิจัยนี้นำมาประยุกต์ใช้

เทคโนโลยีวีดีโอและการวิเคราะห์เชิงสถิติ

เทคโนโลยีวีดีโอถูกนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อช่วยเก็บข้อมูลการทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ ลดความผิดพลาดจากการสังเกตด้วยตนเองและเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูล การวิเคราะห์วีดีโอควบคู่กับสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนช่วยให้สามารถประเมินกระบวนการผลิตได้อย่างเป็นระบบ

งานของ Shedage, Deshpande and Khot (2020) ได้นำเสนอการใช้ซอฟต์แวร์ที่ประมวลผลจากวีดีโอเพื่อช่วยปรับสมดุลสายการผลิต (video-based line balancing) ทำให้การวัดเวลาและการจัดสายงานมีความแม่นยำมากขึ้น ขณะที่ Patel, Vaghela and Singh (2024) ศึกษาการใช้ Work Study ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และพบว่าการใช้ข้อมูลเชิงสถิติจากการวัดเวลาที่แม่นยำสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนได้จริง

ในด้านเทคโนโลยีขั้นสูง Gurav and Upadhyay (2025) ได้นำ Computer Vision ร่วมกับ Machine Learning มาใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของแรงงานในสายการผลิต ซึ่งสามารถตรวจจับเวลาได้อย่างละเอียดและแม่นยำกว่าวิธีการเดิมงานของ Spot AI (2024) ยังชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของ Video Analytics ที่ถูกนำไปใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการผลิตและปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการ

ดังนั้นการใช้วีดีโอและการวิเคราะห์เชิงสถิติไม่เพียงช่วยลดข้อจำกัดของการจับเวลาด้วยมือ แต่ยังเป็นแนวทางสำคัญที่สะท้อนว่าการพัฒนาระบบ Web Application เพื่อวิเคราะห์เวลาจากวีดีโอ สามารถตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบวิเคราะห์ค่าเวลาการทำงานจากวีดีโอในสายการผลิตอุตสาหกรรม โดยอาศัยแนวคิดของการนำข้อมูลจากวีดีโอการทำงานมาประมวลผลผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อวิเคราะห์เวลาในการทำงานและคำนวณเวลามาตรฐาน โดยมีโครงสร้างของกรอบแนวคิดการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. นำเข้า (input) ประกอบด้วยวีดีโอการทำงานในแต่ละสถานีของสายการผลิต ข้อมูลเวลาที่จับได้ในแต่ละรอบ และจำนวนรอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นข้อมูลต้นทางที่ใช้ในการประมวลผล

2. กระบวนการ (process) ระบบที่พัฒนาด้วยภาษา HTML CSS และ JavaScript ทำหน้าที่วิเคราะห์วีดีโอเพื่อจับเวลาในแต่ละรอบการทำงาน พร้อมคำนวณค่าสถิติที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ระบบยังสามารถแสดงผลในรูปแบบตารางกราฟ และส่งออกข้อมูล เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

3. ผลลัพธ์ (output) ประกอบด้วยค่าเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีงาน ข้อมูลวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละรอบ และข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนกำลังคน ปรับปรุงสายการผลิต และตัดสินใจเชิงกลยุทธ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจับเวลาจากวีดีโอสำหรับใช้ในสายการผลิตอุตสาหกรรม โดยดำเนินงานตามขั้นตอนหลัก ๆ ได้แก่ การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมข้อมูล การออกแบบระบบ และการทดสอบระบบ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

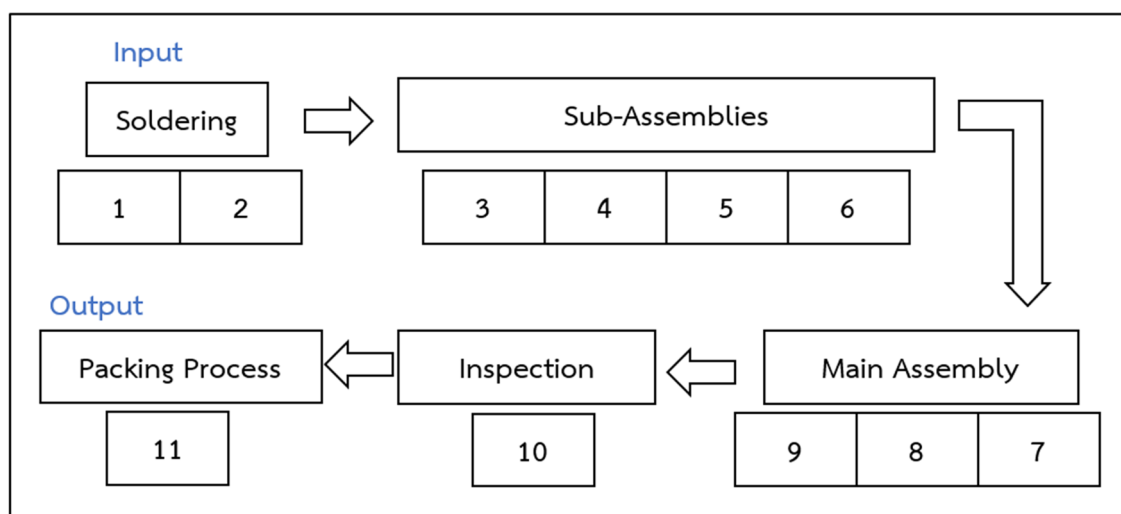
ผู้วิจัยได้ดำเนินการจำลองสายการผลิตจำนวน 11 สถานี โดยอ้างอิงจากกระบวนการผลิตจริงในภาคอุตสาหกรรมที่มีลำดับขั้นตอนต่อเนื่องกันอย่างเป็นระบบ เพื่อสะท้อนภาพรวมของสายการผลิตที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุด สถานีงานที่เลือกครอบคลุมลักษณะงานที่หลากหลาย ทั้งงานประกอบ งานตรวจสอบคุณภาพ งานบรรจุภัณฑ์ และงานเคลื่อนย้ายวัสดุ เพื่อให้การเก็บข้อมูลมีความสมบูรณ์และสะท้อนถึงลักษณะการทำงานจริงในภาคอุตสาหกรรม ดังภาพ 1

จากภาพ 1 การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลำดับกระบวนการในสายการผลิตและแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นสถานีย่อยอย่างเป็นระบบ โดยแบ่งออกทั้งหมด 11 สถานีงาน ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในด้านเนื้อหา ระยะเวลา และลักษณะการปฏิบัติงาน การแบ่ง

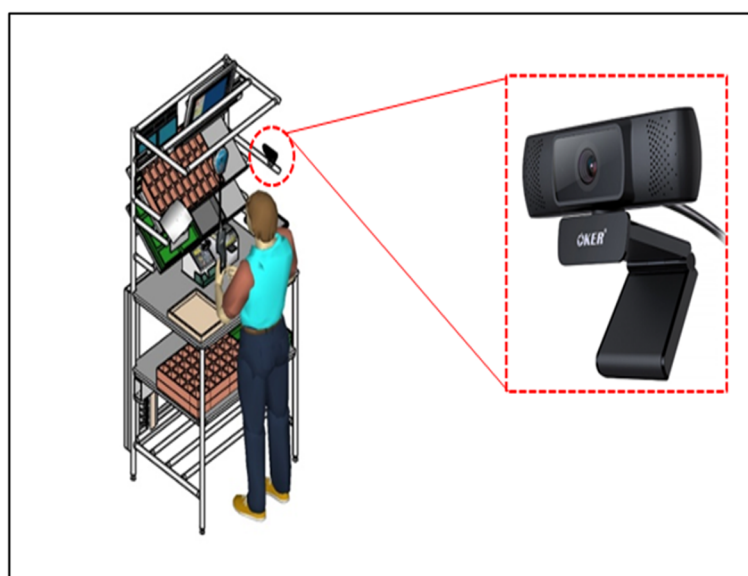
เช่นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถศึกษารายละเอียดของแต่ละกระบวนการได้อย่างละเอียด ช่วยให้การวิเคราะห์เวลาเฉพาะในแต่ละกิจกรรมมีความแม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์แบบรวมทั้งกระบวนการ อีกทั้งยังเอื้อต่อการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละสถานี และสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ในการออกแบบหรือปรับปรุงสายการผลิตในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

ภายหลังจากการกำหนดสถานีงาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการบันทึกวิดีโอในแต่ละสถานีงานอย่างเป็นระบบ

โดยใช้กล้องวิดีโอความละเอียดสูงที่ติดตั้งในมุมซึ่งสามารถครอบคลุมทั้งการเคลื่อนไหวของแรงงานและอุปกรณ์การผลิตได้อย่างครบถ้วน พร้อมทั้งควบคุมปัจจัยแวดล้อม เช่น แสงสว่าง เสียงรบกวน และมุมกล้อง เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีคุณภาพและมีความสม่ำเสมอในทุกสถานีงาน การกำหนดจำนวนรอบการทำงานที่บันทึกไว้ล่วงหน้าถูกออกแบบให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนการจัดวางมุมกล้องดังกล่าวช่วยให้การบันทึกภาพมีความต่อเนื่อง ดังภาพ 2



ภาพ 1 แสดงแผนผังสถานีงานย่อยสายการผลิตสินค้า



ภาพ 2 การติดตั้งมุมกล้องบันทึกวิดีโอในสถานีงาน

จากภาพ 2 จะเห็นว่ากล้องถูกติดตั้งในมุมสูงเพื่อให้สามารถบันทึกภาพรวมของพื้นที่การทำงานได้อย่างครบถ้วน ทั้งการเคลื่อนไหวของแรงงานและการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน ทำให้สามารถติดตามลำดับขั้นตอนการทำงานและจับเวลาการผลิตได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ การเลือกตำแหน่งติดตั้งกล้องยังช่วยลดปัญหาภาพบังหรือการหลุดเฟรม ซึ่งมีความสำคัญต่อการวิเคราะห์เวลามาตรฐานที่ต้องในขั้นตอนต่อไป การบันทึกวิดีโอจะใช้ระบบสแกนบาร์โค้ดเพื่อจับช่วงเริ่มและสิ้นสุดการทำงานวิดีโอ เพื่อให้ใกล้เคียงกับระบบเดิมที่ใช้การกดเพื่อเริ่มและหยุดในการจับเวลา

เมื่อเสร็จสิ้นการบันทึกวิดีโอ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของไฟล์อย่างรอบคอบ ทั้งในด้านความคมชัดของภาพ ความต่อเนื่องของวิดีโอ และระยะเวลาที่บันทึก เพื่อให้มั่นใจได้ว่า ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมีคุณภาพและพร้อมที่จะนำเข้าสู่ระบบที่พัฒนาขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป ขั้นตอนเหล่านี้ช่วยให้มั่นใจได้ว่า ฐานข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีความถูกต้อง เชื่อถือได้ และสามารถสะท้อนถึงสภาพการทำงานจริงในสายการผลิตได้อย่างสมบูรณ์

การออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบวิเคราะห์เวลาผ่านวิดีโอ ผู้วิจัยได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบต้นแบบที่สามารถวิเคราะห์เวลาการทำงานในแต่ละสถานีจากวิดีโอที่ผู้ใช้งานอัปโหลดเข้าสู่ระบบ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีจุดเด่นตรงที่สามารถทำงานได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้การจับเวลาด้วยมือ ลดข้อผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากมนุษย์ และช่วยให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดโครงสร้างระบบวิเคราะห์เวลา ดังภาพ 3

โครงสร้างระบบวิเคราะห์เวลาที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ส่วนรับข้อมูล (input) ผู้ใช้งานสามารถอัปโหลดวิดีโอการทำงานของแต่ละสถานีผ่านทางหน้าเว็บ โดยระบบจะดึงข้อมูลความยาววิดีโอ และจัดเก็บไว้เพื่อใช้ในการคำนวณ

2. ส่วนประมวลผล (processing) เมื่อวิดีโอถูกอัปโหลดเข้าสู่ระบบ ระบบจะใช้ HTML5 Video API เพื่ออ่านเวลาของวิดีโอ และใช้ JavaScript ในการคำนวณค่าทาง

สถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่ามัธยฐาน (median) ค่าต่ำสุด (min) ค่าสูงสุด (max) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV)

3. ส่วนแสดงผล (output) ระบบนำเสนอผลการวิเคราะห์ผ่านอินเทอร์เฟซที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้ โดยแสดงผลทั้งในรูปแบบข้อความ ตาราง และกราฟ เพื่ออำนวยความสะดวกในการนำข้อมูลไปใช้งานต่อ เช่น การวางแผนผลิตหรือจัดทำรายงาน

ระบบนี้สามารถใช้งานได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติม จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานในภาคสนามหรือหน่วยงานที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร

เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนา การพัฒนาระบบนี้อาศัยเทคโนโลยีเว็บแบบครบวงจร ได้แก่

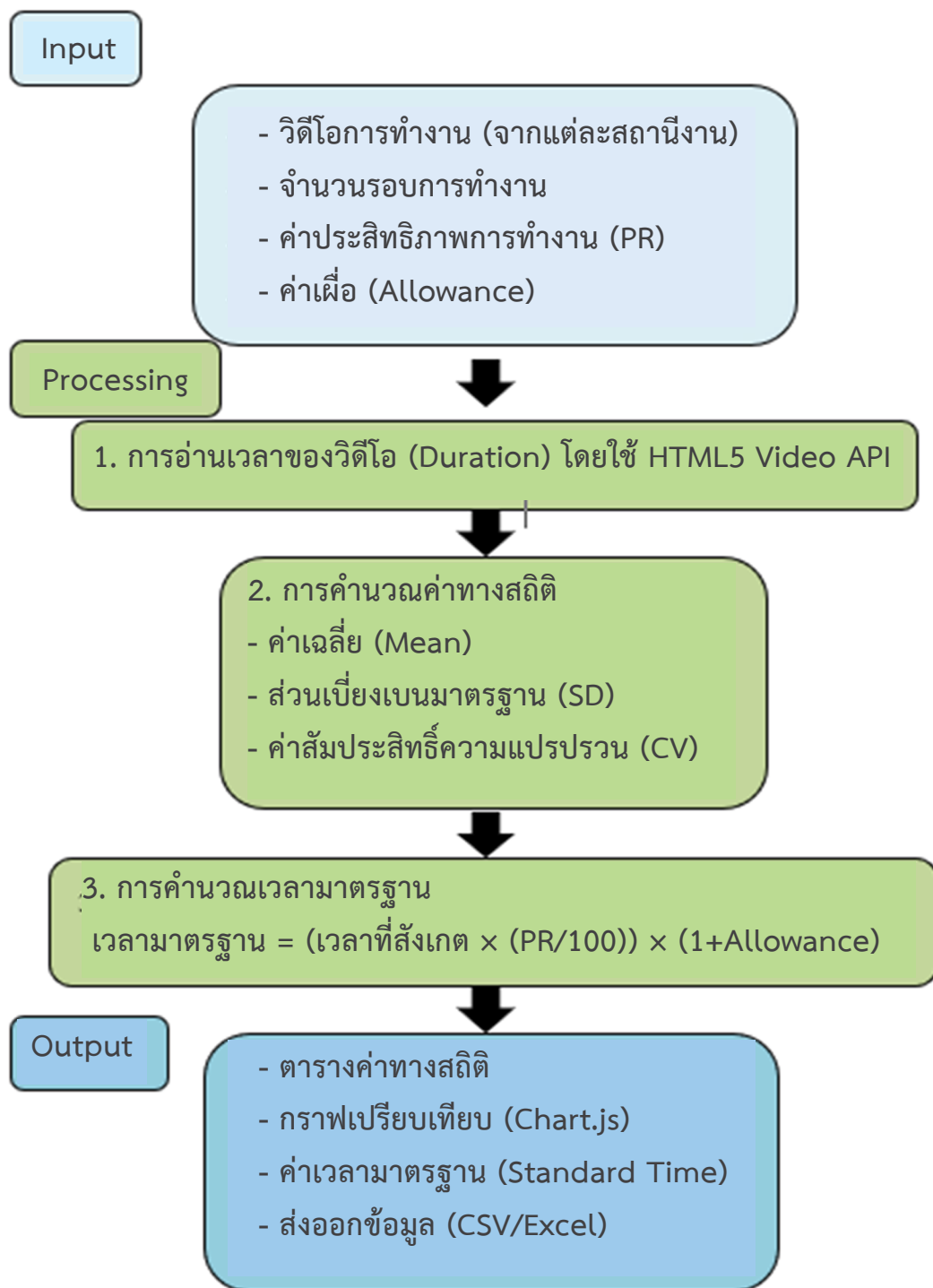
1. HTML ใช้กำหนดโครงสร้างพื้นฐานของหน้าเว็บ เช่น ปุ่มอัปโหลด ช่องกรอกข้อมูล

2. CSS ใช้ตกแต่งและจัดรูปแบบอินเทอร์เฟซของระบบให้ใช้งานง่าย

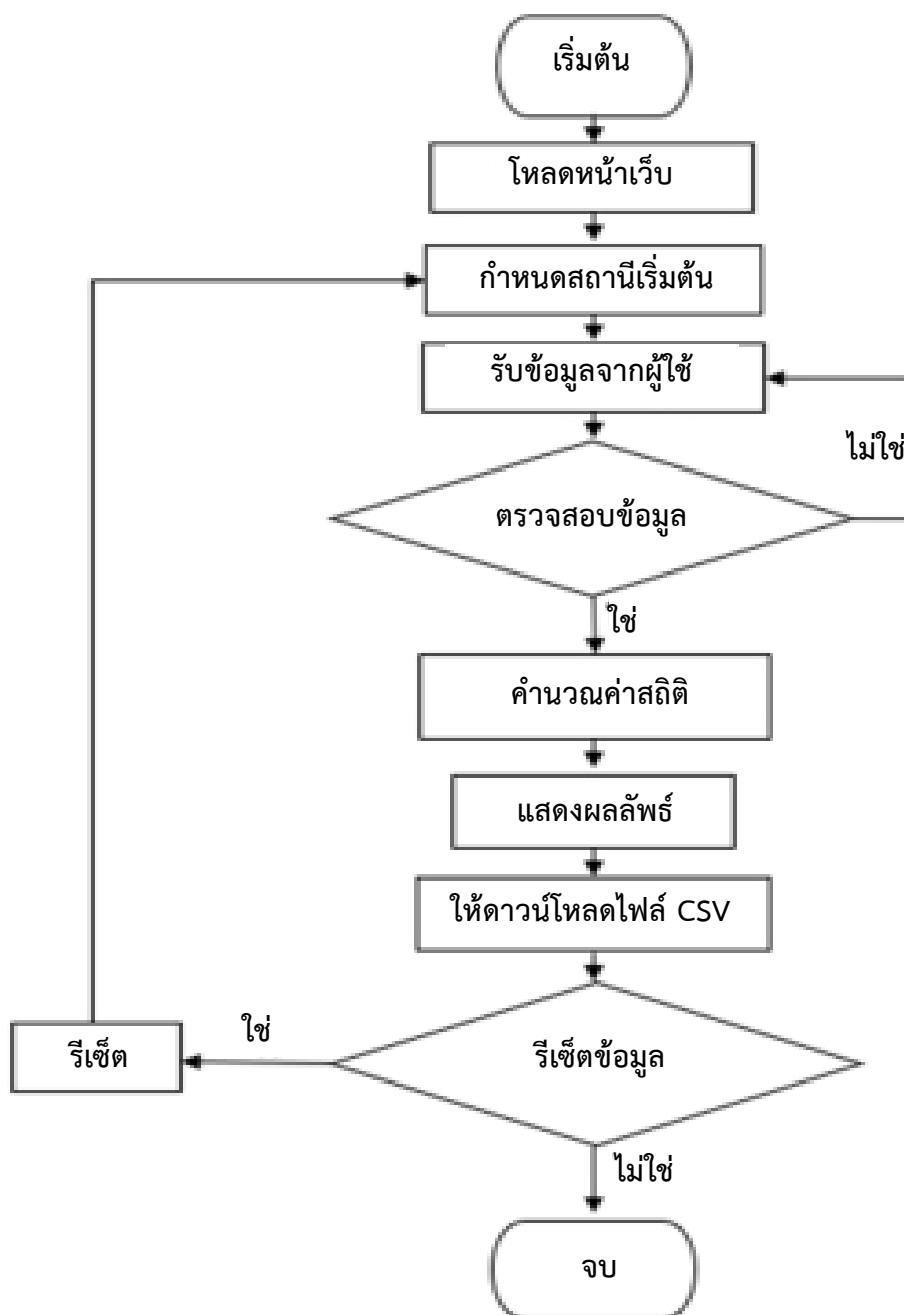
3. JavaScript ใช้ควบคุมกระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบ เช่น การอ่านค่าจากวิดีโอ คำนวณสถิติ และควบคุมกราฟหรือการส่งออกไฟล์

ระบบยังใช้ไลบรารี Chart.js ในการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ และใช้ HTML5 Video API เพื่อดึงข้อมูลความยาวของวิดีโอแบบอัตโนมัติ แนวทางการใช้งาน HTML5 Video API ในระบบนี้อ้างอิงจากเอกสารของ MDN Web Docs (2025) ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการฝังวิดีโอบนเว็บไซต์และการดึงค่าความยาวของวิดีโอเพื่อประมวลผล โดยองค์ประกอบทั้งหมดจะทำงานร่วมกันอย่างเป็นลำดับ

ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีจุดเด่นตรงที่สามารถประมวลผลวิดีโอเพื่อคำนวณเวลาการทำงานและค่าสถิติได้ ผู้ใช้ยังคงต้องบันทึกวิดีโอการทำงานและนับจำนวนรอบด้วยตนเอง ก่อนนำวิดีโอเข้าสู่ระบบ ทั้งนี้ระบบยังเปิดโอกาสให้สามารถพิจารณาความถูกต้องของข้อมูลที่ประมวลผลก่อนจะนำไปคำนวณเวลามาตรฐาน (standard time) ด้วยสูตรที่พิจารณาค่า Performance Rating: PR และค่า Allowance รวมอยู่ด้วย ซึ่งสามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนผ่านแผนภาพโฟลว์ชาร์ตดังภาพ 4



ภาพ 3 โครงสร้างระบบการวิเคราะห์เวลา



ภาพ 4 ผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบวิเคราะห์เวลามาตรฐาน

จากภาพ 4 ระบบจับเวลาจากวิดีโอที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีลำดับการทำงานตั้งแต่การรับข้อมูลจากผู้ไปจนถึงการแสดงผลลัพธ์และการส่งออกข้อมูล โดยสามารถอธิบายได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นและโหลดหน้าเว็บ เมื่อผู้ใช้เปิดระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ระบบจะโหลดอินเทอร์เฟซที่พัฒนาด้วย HTML และ CSS โดยแสดงเมนูหลัก ปุ่มอัปโหลดวิดีโอ และช่องกรอกข้อมูลที่เป็น เช่น ชื่อสถานีนงาน จำนวนรอบที่ต้องการวิเคราะห์ และค่าตัวแปร เช่น Performance Rating (PR) และค่า Allowance

ขั้นตอนที่ 2 ผู้ใช้งานอัปโหลดวิดีโอ ผู้ใช้ทำการเลือกไฟล์วิดีโอจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่ใช้งานและอัปโหลดเข้าสู่ระบบผ่านช่องทางที่กำหนด โดยระบบจะตรวจสอบประเภทไฟล์ ความยาว และความสมบูรณ์ของไฟล์วิดีโอก่อนดำเนินการขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 อ่านค่าความยาววิดีโอ ระบบจะใช้ HTML5 Video API เพื่ออ่านค่าความยาว (duration) ของวิดีโอที่อัปโหลดเข้ามา ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถดึงข้อมูลเวลาทำงานในแต่ละรอบได้ และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการกรอกข้อมูลด้วยมือ

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณค่าทางสถิติและเวลามาตรฐาน ระบบจะใช้ JavaScript ในการคำนวณข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และเวลามาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 5 แสดงผลลัพธ์ ระบบจะแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น ตารางข้อมูลสถิติของแต่ละรอบ กราฟเปรียบเทียบเพื่อแสดงความแตกต่างของเวลา เช่น กราฟแท่ง ค่าเฉลี่ยรวม และเวลามาตรฐานรวมของแต่ละสถานี การแสดงผลเหล่านี้ดำเนินการผ่านไลบรารี Chart.js ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นแนวโน้มของข้อมูลได้อย่างชัดเจน และสะดวกต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละสถานีนงาน

ขั้นตอนที่ 6 ส่งออกข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดผลลัพธ์ทั้งหมดเป็นไฟล์รูปแบบข้อมูลที่สามารถส่งออกเพื่อประมวลผลภายนอก เพื่อนำไปใช้งานในซอฟต์แวร์อื่น เช่น Excel หรือระบบวางแผนการผลิต (ERP) ได้ทันที

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบหรือทำรายการใหม่ หากพบว่าเวลาที่ได้จากวิดีโอไม่ตรงกับความเป็นจริง หรือเกิดความผิดพลาดใด ๆ ผู้ใช้งานสามารถรีเซ็ตข้อมูล และเริ่มกระบวนการใหม่ได้จากหน้าเว็บเดิม โดยไม่ต้องรีเฟรชหรือลงโปรแกรมเพิ่มเติม

ผลการดำเนินงาน

จากระบบวิเคราะห์ค่าเวลาการทำงานจากวิดีโอในสายการผลิตอุตสาหกรรม พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยผู้ใช้งานสามารถอัปโหลดวิดีโอจากแต่ละสถานีนงานเข้าสู่ระบบ และระบบจะทำการประมวลผลความยาวของวิดีโอโดยอัตโนมัติผ่าน HTML5 Video API จากนั้นดำเนินการคำนวณค่าทางสถิติต่าง ๆ เช่น ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และเวลามาตรฐานโดยใช้สูตรที่เหมาะสม

ระบบสามารถแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ได้แก่ ตารางแสดงข้อมูลสถิติของแต่ละรอบ กราฟเปรียบเทียบ เช่น กราฟแท่งที่แสดงความแตกต่างของเวลาในแต่ละรอบ และผลรวมของค่าเฉลี่ยและเวลามาตรฐานของแต่ละสถานี นอกจากนี้ยังสามารถส่งออกข้อมูลในรูปแบบที่นำไปประมวลผลต่อภายนอกได้ ซึ่งทั้งหมดนี้ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้อย่างเป็นระบบและตรวจสอบได้

จากการทดสอบระบบกับสายการผลิตจำลองที่ประกอบด้วย 11 สถานีนงาน พบว่าระบบสามารถคำนวณข้อมูลได้อย่างถูกต้อง มีความแม่นยำในการแสดงผล และสามารถใช้งานได้จริงในสถานการณ์ใกล้เคียงกับการปฏิบัติงานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม ดังภาพ 5 และภาพ 6

ภาพ 5 แสดงหน้าจอหลักของระบบซึ่งประกอบด้วยแบบฟอร์มอัปโหลดวิดีโอ

ภาพ 6 แสดงหน้าจอในส่วนของผลลัพธ์

จากภาพ 5 และภาพ 6 แสดงหน้าจอการทำงานของระบบ ตั้งแต่ขั้นตอนการเพิ่มจำนวนสถานีงาน การอัปโหลดวิดีโอ และการระบุจำนวนรอบการทำงาน ไปจนถึงการแสดงผลในรูปแบบตารางข้อมูลสถิติและกราฟเปรียบเทียบ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นแนวโน้มและความแตกต่างของเวลาการทำงานในแต่ละสถานีได้อย่างชัดเจน

เวลามาตรฐาน

การทดลองผู้ทดลองจะอัปโหลดวิดีโอจากสถานีงานจำลอง 11 สถานี (5 ไฟล์สำหรับสถานีที่ 1–5 และ 10 ไฟล์สำหรับสถานีที่ 6–11) แล้วให้ระบบคำนวณค่าเฉลี่ยเวลาโดยอัตโนมัติ ผู้ใช้งานสามารถลบหรือเปลี่ยนวิดีโอได้

หากพบข้อผิดพลาด ดังตาราง 1 และตาราง 2

จากตาราง 1 ระบบคำนวณค่าทางสถิติที่ได้จากการประมวลผลวิดีโอในแต่ละสถานีงาน โดยได้คำนวณค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าพิสัย ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และจำนวนรอบที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้เห็นแนวโน้มของค่าเฉลี่ยเวลาทำงานของแต่ละสถานีได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ได้ทำการนำเสนอข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบกราฟแท่ง ดังภาพ 7

ระบบนำค่าเฉลี่ยจากแต่ละสถานีไปคำนวณเป็นเวลามาตรฐาน โดยใช้สูตรที่รวมค่าประสิทธิภาพ (PR) และค่าเผื่อ (allowance) ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับ

หลักวิศวกรรมอุตสาหการ และเหมาะแก่การประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตจริง ดังตาราง 2

จากตาราง 1 และตาราง 2 จะเห็นได้ว่า แต่ละสถานีใช้เวลาแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยสถานีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 311 วินาที และมีเวลามาตรฐาน 358 วินาที ในขณะที่สถานีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยเพียง 54 วินาที และเวลามาตรฐาน 62 วินาที แสดงให้เห็นว่างานในแต่ละสถานีไม่จำเป็นต้องใช้เวลาเท่ากัน เนื่องจากลักษณะของกิจกรรมมีความซับซ้อนแตกต่างกัน เช่น สถานีประกอบหลัก (main

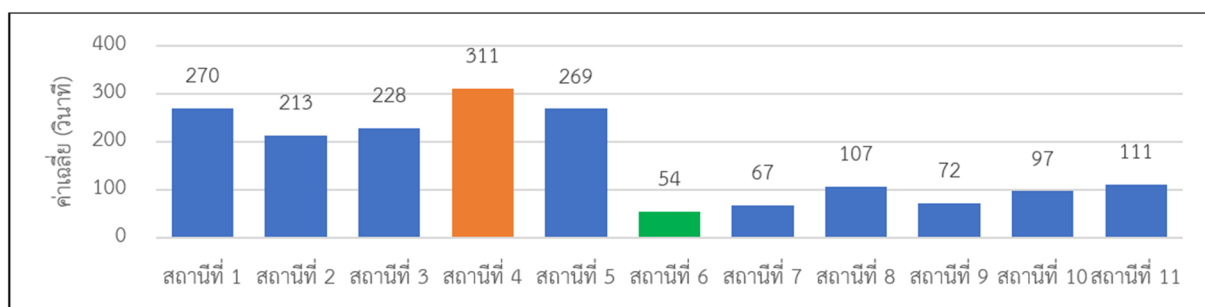
assembly) มีขั้นตอนจำนวนมากจึงใช้เวลามากกว่าสถานีตรวจสอบหรืองานเคลื่อนย้าย

นอกจากนี้ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) ของแต่ละสถานียังสะท้อนถึงความสม่ำเสมอในการทำงาน เช่น สถานีที่ 1 มีค่า CV เพียง 0.74% แสดงว่ามีความเสถียรสูง ส่วนสถานีที่ 7 มีค่า CV 5.97% บ่งบอกถึงความไม่สม่ำเสมอของเวลาในการทำงาน ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของทักษะแรงงานหรือความซับซ้อนของงานในบางรอบการผลิต

ตาราง 1

ค่าทางสถิติของแต่ละสถานี

สถานี	ค่าเฉลี่ย (วินาที)	ค่ามัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	SD	พิสัย	CV (%)	จำนวนรอบที่เหมาะสม
สถานีที่ 1	270	270	266	273	2	7	0.74	1
สถานีที่ 2	213	211	204	222	7	19	3.29	4
สถานีที่ 3	228	226	220	245	9	24	3.95	5
สถานีที่ 4	311*	310	302	318	6	16	1.93	2
สถานีที่ 5	269	269	259	282	8	23	2.97	3
สถานีที่ 6	54*	54	52	55	1	3	1.85	2
สถานีที่ 7	67	68	61	73	4	12	5.97	11*
สถานีที่ 8	107	107	100	114	4	14	3.74	5
สถานีที่ 9	72	73	66	77	3	11	4.17	6
สถานีที่ 10	97	97	92	103	3	11	3.09	3
สถานีที่ 11	111	110	106	116	3	10	2.7	3



ภาพ 7 แสดงหน้าจอในส่วนของผลลัพธ์แสดงค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานของแต่ละสถานี

ตาราง 2

การคำนวณเวลามาตรฐานแต่ละสถานี

สถานี	ค่าเฉลี่ยเวลา(วินาที)	PR (%)	Allowance (%)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
สถานีที่ 1	270	100	15	311
สถานีที่ 2	213	100	15	245
สถานีที่ 3	228	100	15	263
สถานีที่ 4	311	100	15	358
สถานีที่ 5	269	100	15	310
สถานีที่ 6	54	100	15	62
สถานีที่ 7	67	100	15	78
สถานีที่ 8	107	100	15	123
สถานีที่ 9	72	100	15	84
สถานีที่ 10	97	100	15	112
สถานีที่ 11	111	100	15	128

การเปรียบเทียบระบบเดิมกับระบบที่พัฒนา

วิธีจับเวลาด้วยมือ (stopwatch method) เป็นวิธีดั้งเดิมที่ใช้กันแพร่หลายในสายการผลิต เนื่องจากมีความสะดวกและต้นทุนต่ำ อย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำ ความต่อเนื่อง และไม่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ ซึ่งมักทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากมนุษย์ (Wangchuk & Madan, 2023) ตรงกันข้ามระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้ใช้การบันทึกวิดีโอควบคู่กับการสแกนบาร์โค้ดในช่วงเริ่มและสิ้นสุดการทำงานทุกครั้ง ทำให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับเวลาจริงในสายการผลิตและสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้หลายครั้ง ช่วยลดความผิดพลาดจากมนุษย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการเปรียบเทียบเชิงปริมาณพบว่า หากใช้ Stopwatch Method ผู้วิจัยจะต้องทำการบันทึกเวลารวม 110 ครั้ง (11 สถานี×10 รอบ) ขณะที่ระบบที่พัฒนาในครั้งนี้อาจประมวลผลอัตโนมัติจากวิดีโอโดยไม่ต้องพึ่งแรงงานคน ซึ่งถือเป็นการลดภาระงานได้ทั้งหมด อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติได้อย่างละเอียด เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ข้อมูลจากตาราง 1 และ 2

แสดงให้เห็นว่าสถานีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเวลา 311 วินาที และมีเวลามาตรฐาน 358 วินาที ในขณะที่สถานีที่ 6 ใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 54 วินาที และมีเวลามาตรฐาน 62 วินาที ความแตกต่างดังกล่าวสะท้อนว่า ลักษณะงานแต่ละสถานีไม่จำเป็นต้องใช้เวลาเท่ากัน นอกจากนี้ ค่า CV ของสถานีที่ 1 อยู่ที่ 0.74% ซึ่งบ่งชี้ถึงความสม่ำเสมอของการทำงาน ในขณะที่สถานีที่ 7 มีค่า CV สูงถึง 5.97% แสดงถึงความแปรปรวนของเวลาการทำงาน ข้อมูลในลักษณะนี้เป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และตัดสินใจด้านการปรับปรุงสายการผลิต ซึ่งไม่สามารถทำได้โดยวิธี Stopwatch แบบดั้งเดิม

ในเชิงคุณภาพ ระบบใหม่ยังมีข้อได้เปรียบที่ชัดเจนกว่าวิธีเดิม ได้แก่ ความสามารถในการตรวจสอบย้อนหลังจากวิดีโอ ความสะดวกในการแสดงผลเป็นกราฟและตารางโดยอัตโนมัติ และการลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องเฝ้าสังเกตจับเวลาโดยตรง ข้อได้เปรียบดังกล่าวทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลไปใช้ต่อยอดในระบบวางแผนการผลิต หรือการวิเคราะห์เชิงกลยุทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นแม้ระบบใหม่จะยังไม่เปรียบเทียบกับ Stopwatch แบบเชิงทดลองโดยตรง แต่ด้วยกลไกการบันทึกวิดีโอที่ใช้ระบบสแกนบาร์โค้ดเพื่อจับช่วงเริ่มและสิ้นสุดการทำงาน ทำให้เวลาที่ได้ใกล้เคียงกับเวลาจริงในสายการผลิต อีกทั้งยังให้ข้อมูลที่ครบถ้วนและสอดคล้องกับลักษณะงานจริงมากกว่า จึงถือว่า ระบบนี้สามารถทดแทนวิธีการเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

จากการทดสอบระบบพบปัญหาบางประการ เช่น ไฟล์วิดีโอที่อัปโหลดไม่สมบูรณ์ ผู้ใช้งานบางรายลืมกรอกข้อมูล หรือดำเนินการไม่ถูกต้องตามขั้นตอน ส่งผลให้การประมวลผลล่าช้าและไม่ครบถ้วน อุปสรรคอีกประการ คือ ระบบยังไม่รองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์มือถือ ทำให้การเข้าถึงในบางกรณีไม่สะดวก

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางปรับปรุง ได้แก่ การเพิ่มระบบแจ้งเตือนเมื่อไฟล์หรือข้อมูลไม่สมบูรณ์ การปรับอินเทอร์เฟซให้ใช้งานง่ายและลดความผิดพลาดจากผู้ใช้ รวมถึงการขยายการรองรับไปยังแพลตฟอร์มมือถือเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและการเข้าถึงในอนาคต

นอกจากนี้ ระบบต้นแบบที่พัฒนายังไม่สามารถจับช่วงเวลาอัตโนมัติได้ ผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอดโดยประยุกต์ใช้เทคนิค Computer Vision และ AI เพื่อช่วยตรวจจับช่วงเวลาโดยไม่ต้องพึ่งการกรอกข้อมูลจากผู้ใช้อย่างไรก็ตาม ข้อเสนอนี้เป็นเพียงแนวทางในอนาคต ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของระบบที่ใช้งานในปัจจุบัน

ตาราง 3

แสดงการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างวิธีเดิม (stopwatch method) และระบบที่พัฒนา

เกณฑ์เปรียบเทียบ	Stopwatch Method(ระบบเดิม)	ระบบที่พัฒนา
การเก็บข้อมูล	ต้องจับเวลาทุกครั้งด้วยคน (11 สถานี x 10 รอบ = 110 ครั้ง)	อัปโหลดวิดีโอครั้งเดียว ระบบคำนวณอัตโนมัติ
ความแม่นยำ	เสี่ยงต่อ Human Error (กดช้า/เร็ว)	อ้างอิงจากวิดีโอและสแกนบาร์โค้ด ใกล้เคียงเวลาจริง
การตรวจสอบย้อนหลัง	ทำไม่ได้ ต้องจับเวลาใหม่	ทำได้ วิดีโอสามารถเล่นซ้ำและตรวจสอบหลายครั้ง
ข้อมูลสถิติ	ได้เพียงค่าเฉลี่ย	ได้ Mean, Median, Min, Max, SD, CV, Standard Time
แรงงานที่ใช้	ต้องใช้บุคลากรเฝ้าสังเกต	ลดแรงงานในการบันทึกเวลา
การวิเคราะห์	จำกัดการเปรียบเทียบ	มีกราฟตารางแสดงความแตกต่างแต่ละสถานีชัดเจน
ข้อได้เปรียบเชิงอุตสาหกรรม	ใช้งานง่ายแต่ข้อมูลจำกัด	แม่นยำกว่า สะดวกกว่า และรองรับการใช้งานจริงในโรงงาน

สรุปและอภิปรายผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานวิจัยเรื่องวิเคราะห์ค่าเวลาการทำงานจากวิดีโอในสายการผลิตอุตสาหกรรม พบว่าระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้จริง โดยรองรับการอัปโหลดวิดีโอ คำนวณเวลาการทำงานในแต่ละรอบ และแสดงค่าทางสถิติทั้งในรูปแบบตารางและกราฟ ผู้ใช้งานยังสามารถกำหนดจำนวนรอบ ประสิทธิภาพแรงงาน (PR) และค่าเผื่อ (allowance) ได้เอง ส่งผลให้การคำนวณเวลามาตรฐานมีความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับบริบทขององค์กร เมื่อเปรียบเทียบกับ Stopwatch Method ระบบใหม่ช่วยลดการบันทึกเวลาที่ต้องทำด้วยคนกว่า 110 ครั้ง เหลือเพียงการอัปโหลดวิดีโอครั้งเดียวต่อสถานี จึงลดภาระและความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานได้อย่างชัดเจน

ผลการทดลองกับสายการผลิตจำลอง 11 สถานี แสดงให้เห็นว่าลักษณะงานส่งผลโดยตรงต่อเวลาที่ใช้ เช่น สถานีที่ 4 (main assembly) ใช้เวลามากที่สุด เนื่องจากเป็นงานประกอบซับซ้อน ขณะที่สถานีที่ 6 (inspection) ใช้เวลาน้อยที่สุดเพราะเป็นงานตรวจสอบที่มีขั้นตอนน้อย และมีเครื่องมือช่วย นอกจากนี้ การใช้ค่าความแปรปรวน (CV) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ยังช่วยยืนยันความต่อเนื่องและความแม่นยำของข้อมูล โดยพบว่าสถานีที่ 1 มีค่า CV ต่ำสุดเพียง 0.74% แสดงถึงความเสถียรของผลลัพธ์ ข้อมูลที่ได้จึงสามารถนำไปใช้ปรับปรุงสายการผลิต เช่น การลด bottleneck การจัดสรรแรงงานให้เหมาะสม

และการเชื่อมต่อกับระบบ ERP เพื่อสนับสนุนการวางแผนการผลิต

ดังนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นไม่เพียงแต่เพิ่มความแม่นยำและลดภาระงาน แต่ยังให้ข้อมูลเชิงสถิติที่ช่วยวิเคราะห์ประสิทธิภาพทั้งรายสถานีและเชิงเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ในระดับโรงงาน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยครั้งนี้ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากระบบยังไม่สามารถจับช่วงเวลาอัตโนมัติได้ และยังคงอาศัยการป้อนข้อมูลบางส่วนจากผู้ใช้ ข้อเสนอแนะเรื่องการประยุกต์ใช้ AI จึงเป็นเพียงแนวทางการพัฒนาต่อยอดในอนาคต ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของระบบต้นแบบในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้อุปกรณ์บันทึกวิดีโอที่มีคุณภาพ และจัดเตรียมกระบวนการตรวจสอบไฟล์ก่อนนำเข้าสู่ระบบ
2. ผู้ใช้งานควรได้รับคำแนะนำหรือคู่มือการใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างถูกต้อง
3. ควรพัฒนาระบบให้สามารถตรวจจับช่วงเวลาการทำงานโดยอัตโนมัติ
4. รองรับการใช้งานผ่านอุปกรณ์พกพา และเพิ่มระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาด
5. เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลถาวรเพื่อเก็บข้อมูลย้อนหลัง



References

- Akpan, E. O. P., & Amade, B. (2024). Standard time scenario in the production system dynamics. *PM World Journal*, 13(8), 1-10. Retrieved from <https://pmworldjournal.com/article/standard-time-scenario-in-the-production-system-dynamics>
- Department of Industrial Promotion. (2020). *Guidelines for analyzing production line efficiency*. Bangkok: Office of Industrial Economics. (in Thai)
- Gurav, V., & Upadhyay, A. (2025). A computer vision-based motion time study for manufacturing assembly line. *Industrial Engineering Journal*, 54(3), 112-120. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389692640_A_Computer_Vision-Based_Motion_Time_Study_for_Manufacturing_Assembly_Line

- Ji, J., Pannakkong, W., & Buddhakulsomsiri, J. (2022). A computer vision-based model for automatic motion time study. *Computers, Materials & Continua*, 73(2), 3279–3297.
<https://doi.org/10.32604/cmc.2022.030418>
- MDN Web Docs. (2025). *The video embed element*. Retrieved from
<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML/Element/video>
- Patel, H., Vaghela, S., & Singh, M. D. (2024). Enhancing productivity in small scale manufacturing industry through work study approach: A case study. *International Journal of Research in Engineering and Science*, 12(1), 150–157. Retrieved from <https://www.ijres.org/papers/Volume-12/Issue-1/1201150157.pdf>
- Pornsiri Kamla, Natthawut Srikham, & Suthida Songkhun. (2021). Application of direct time study for analyzing the production process of ready-mixed concrete in a factory. *Proceedings of the 2021 Industrial Engineering Network Conference* (pp. 84-89).
Ubon Ratchathani: Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Ramadhan, S. C. R., & Hartati, V. (2024). Identification of standard times to determine production capacity: A case study. In V. Mardiansyah & B. A. Prasetyo (Eds.), *Proceedings of the Widyatama International Conference on Engineering 2024 (WICOENG 2024)* (pp. 184-191). Atlantis Press
- Shedage, J., Deshpande, M., & Khot, S. (2020). Production line balancing using video based line balancing software. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 7(10), 950–954.
Retrieved from <https://mail.irjet.net/archives/V7/i10/IRJET-V7I10120.pdf>
- Spot AI. (2024). *Using video analytics for manufacturing*. Retrieved from
<https://www.spot.ai/articles/video-analytics-for-manufacturing>
- Wangchuk, S., & Madan, A. K. (2023). Stopwatch method for assembly line production. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 5(1), 39–45. Retrieved from
https://www.researchgate.net/publication/366953783_Stopwatch_Method_For_Assembly_Line_Production
- Xiang, Z., Horváth, J., Baireddy, S., Bestagini, P., Tubaro, S., & Delp, E. J. (2021). Forensic analysis of video files using metadata. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops* (pp. 1862–1871). IEEE.

