

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบล้างรถอัตโนมัติแบบลำดับขั้นโดยมุ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพ

Design and Development of a Sequential Automatic Car Wash

Prototype for Performance Evaluation

ชนภัช เชนนาราทพัฒน์ และ สิริวิช ทัดสวน*

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

*ติดต่อ: Siriwicht@sau.ac.th; 02-807-4500

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบล้างรถอัตโนมัติแบบลำดับขั้น โดยมุ่งเน้นการประเมินประสิทธิภาพเชิงปริมาณของโครงสร้างการควบคุมเชิงอุตสาหกรรม ระบบถูกออกแบบตามแนวคิดการทำงานแบบสถานะลำดับ (Finite-State Operation) เพื่อควบคุมกระบวนการเคลื่อนที่ของสายพาน การฉีดน้ำ การแปรงล้าง การล้างน้ำ และการเป่าแห้งให้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอน ผลการทดลองพบว่าเวลาเฉลี่ยต่อขั้นตอนอยู่ที่ประมาณ 12.5 วินาที และมีเวลารวมต่อรอบการทำงานประมาณ 50 วินาที ซึ่งทำให้ระบบสามารถให้บริการได้ประมาณ 72 คันต่อชั่วโมง ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการออกแบบการควบคุมแบบลำดับขั้นร่วมกับการวิเคราะห์เชิงปริมาณสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ และมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ทั้งด้านการเรียนการสอนและการพัฒนาระบบอัตโนมัติขนาดเล็ก

คำหลัก: การควบคุมแบบลำดับขั้น, ระบบล้างรถอัตโนมัติ, การประเมินประสิทธิภาพ, ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม

Abstract

This research presents the design and development of a prototype automatic car washing system based on a sequential control mechanism, with a focus on the quantitative performance evaluation of an industrial control structure. The system was designed according to the concept of finite-state operation to control the sequence of conveyor movement, water spraying, brush cleaning, rinsing, and air drying processes in a continuous and systematic manner. Experimental results showed that the average processing time per stage was approximately 12.5 seconds, with a total cycle time of around 50 seconds per vehicle. Based on this cycle time, the system can theoretically provide a service capacity of approximately 72 vehicles per hour. The results demonstrate that the proposed sequential control design, combined with quantitative performance analysis, can effectively improve system efficiency and has strong potential for applications in both engineering education and small-scale automation systems.

Keywords: Sequential Control, Automatic Car Wash System, Performance Evaluation, Industrial Automation

1. บทนำ

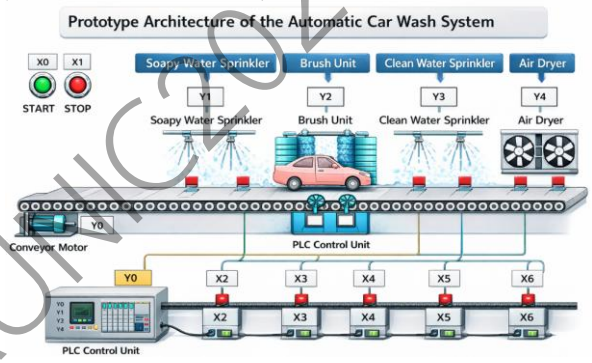
ในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติถูกนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดความผิดพลาด และเพิ่มความต่อเนื่องของกระบวนการผลิตและการให้บริการ [1] หนึ่งในงานบริการที่สามารถประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพคือระบบล้างรถอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยหลายกระบวนการที่ต้องดำเนินการตามลำดับ เช่น การเคลื่อนที่ของสายพาน การฉีดน้ำ การแปรงล้าง การล้างน้ำ และการเป่าแห้ง การควบคุมกระบวนการดังกล่าวสามารถดำเนินการได้ด้วยแนวคิดการควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequential Control) ซึ่งใช้หลักการกำหนดสถานะการทำงานของระบบในรูปแบบสถานะลำดับขั้น (Finite-State Operation) เพื่อให้กระบวนการต่าง ๆ ทำงานอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ [2], [3] อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบล้างรถอัตโนมัติในหลายงานมักมุ่งเน้นด้านโครงสร้างหรือการควบคุมระบบเป็นหลัก ขณะที่การประเมินประสิทธิภาพของระบบในเชิงปริมาณยังมีการศึกษาไม่มากนัก [4]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบล้างรถอัตโนมัติแบบลำดับขั้น พร้อมทั้งทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบผ่านการวิเคราะห์ระยะเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอน เวลารวมของกระบวนการ และอัตราการให้บริการของระบบ เพื่อสะท้อนศักยภาพของการประยุกต์ใช้การควบคุมแบบลำดับขั้นในระบบอัตโนมัติขนาดย่อม [5]

2. โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบ

ต้นแบบระบบล้างรถอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ถูกออกแบบเพื่อจำลองกระบวนการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติในเชิงอุตสาหกรรม โดยใช้แนวคิดการควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequential Control) เพื่อจัดลำดับการทำงานของกระบวนการต่าง ๆ ภายในระบบให้ดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง [2], [3] โครงสร้างของระบบประกอบด้วยชุดกลไกหลักที่ทำหน้าที่ในแต่ละ

กระบวนการ ได้แก่ ระบบเคลื่อนที่ของสายพานสำหรับลำเลียงรถ ระบบฉีดน้ำ ระบบแปรงล้าง ระบบล้างน้ำ และระบบเป่าแห้ง ซึ่งแต่ละส่วนถูกออกแบบให้ทำงานสัมพันธ์กันภายใต้การควบคุมของระบบควบคุมกลาง การทำงานของระบบเริ่มต้นจากการเคลื่อนที่ของสายพานเพื่อนำรถเข้าสู่ตำแหน่งการล้าง จากนั้นระบบจะดำเนินการกระบวนการฉีดน้ำเพื่อชะล้างสิ่งสกปรกเบื้องต้น ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการแปรงล้างและการล้างน้ำเพื่อล้างรถสกปรกที่ตกค้าง และในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเป่าแห้งเพื่อกำจัดน้ำที่หลงเหลืออยู่บนพื้นผิวรถ กระบวนการทั้งหมดถูกจัดลำดับการทำงานภายใต้โครงสร้างการควบคุมแบบลำดับขั้น ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ [4] เพื่อให้เห็นภาพรวมของโครงสร้างระบบล้างรถอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้ได้ออกแบบต้นแบบระบบที่ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักหลายส่วนซึ่งทำงานสัมพันธ์กันตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการล้างรถ โครงสร้างโดยรวมของระบบพิจารณาจากรูปที่ 1



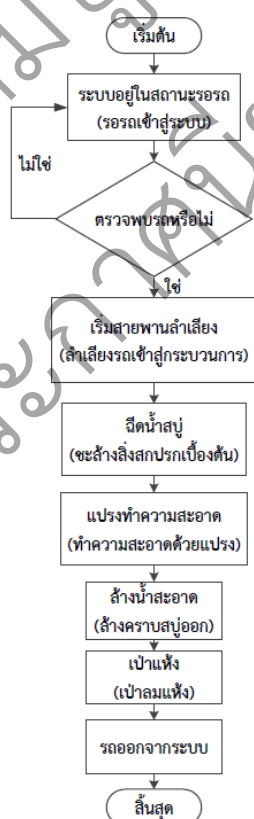
รูปที่ 1 โครงสร้างต้นแบบระบบล้างรถอัตโนมัติและตำแหน่งเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมแบบลำดับขั้น

2.1 หลักการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติ

ระบบล้างรถอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ถูกออกแบบให้ทำงานภายใต้หลักการควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequential Control) โดยใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับตำแหน่งของรถในแต่ละสถานีการทำงาน เมื่อรถเข้าสู่ระบบ สัญญาณจากเซนเซอร์จะถูกส่งไปยังตัวควบคุมเพื่อ

สั่งการให้สายพานลำเลียงและอุปกรณ์ในแต่ละสถานีทำงานตามลำดับขั้นตอน โดยกระบวนการล้างรถสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

- การเคลื่อนที่ของรถเข้าสู่ระบบล้างรถ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการมาถึงของรถ สายพานลำเลียงจะเริ่มทำงานเพื่อนำรถเข้าสู่กระบวนการล้าง
- กระบวนการฉีดน้ำผสมสบู่ ระบบหัวฉีดจะทำงานเพื่อฉีดน้ำผสมสบู่ลงบนพื้นผิวรถ เพื่อเตรียมพื้นผิวสำหรับขั้นตอนการแปรงล้าง
- กระบวนการแปรงล้างรถ แปรงล้างจะทำงานเพื่อขจัดคราบสกปรกที่ติดอยู่บนพื้นผิวรถ
- กระบวนการล้างด้วยน้ำสะอาด ระบบหัวฉีดน้ำสะอาดจะทำงานเพื่อล้างคราบสบู่และสิ่งสกปรกออกจากตัวรถ
- กระบวนการเป่าแห้ง พัดลมเป่าลมจะทำงานเพื่อลดปริมาณน้ำที่เหลืออยู่บนพื้นผิวรถก่อนออกจากระบบ ลำดับการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติสามารถอธิบายได้ในรูปแบบผังการทำงานของระบบ (Flowchart) พิจารณารูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติ

2.2 การออกแบบระบบควบคุม

ระบบล้างรถอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ใช้ตัวควบคุมแบบ Programmable Logic Controller (PLC) เป็นหน่วยประมวลผลหลักในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบ โดย PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเซนเซอร์ที่ติดตั้งในแต่ละตำแหน่งของสายพานลำเลียง และประมวลผลเพื่อสั่งการให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงานตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้ในผังการทำงานของระบบ พิจารณาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การกำหนดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของระบบ

Address	อุปกรณ์	หน้าที่
X0	Start Push Button	เริ่มการทำงาน
X1	Stop Push Button	หยุดการทำงาน
X2	Position Sensor 1	ตรวจจับรถเข้าระบบ
X3	Position Sensor 2	ตรวจจับตำแหน่งสถานีแปรงล้าง
X4	Position Sensor 3	ตรวจจับตำแหน่งล้างน้ำสะอาด
X5	Position Sensor 4	ตรวจจับตำแหน่งเป่าแห้ง
X6	Position Sensor 5	ตรวจจับรถออกจากระบบ
Y0	Conveyor Motor	ขับสายพานลำเลียงรถ
Y1	Soapy Water Sprinkler	ฉีดน้ำผสมสบู่
Y2	Brush Unit	แปรงล้างรถ
Y3	Clean Water Sprinkler	ฉีดน้ำสะอาด
Y4	Air Dryer	เป่าลมให้รถแห้ง

3. การทดลองและการเก็บข้อมูล

เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ได้ทำการทดลองภายใต้สภาวะการทำงานที่กำหนด โดยทำการทดสอบกระบวนการล้างรถในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ การฉีดน้ำผสมสบู่ การแปรงล้าง

จากรูปที่ 3 แสดงเวลาเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการล้างรถอัตโนมัติ พบว่าระยะเวลาในการทำงานของแต่ละสถานีมีค่าใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วงประมาณ 13 วินาทีต่อขั้นตอน ขณะที่การเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงใช้เวลามากกว่าขั้นตอนอื่นเล็กน้อย เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายรถระหว่างสถานีการทำงาน

3.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

จากผลการทดลองพบว่าเวลาเฉลี่ยรวมในการล้างรถหนึ่งคันอยู่ที่ประมาณ 50 วินาทีต่อรอบการทำงาน ดังนั้นหากพิจารณาความสามารถในการให้บริการของระบบในหนึ่งชั่วโมง สามารถคำนวณจำนวนรถที่ระบบสามารถให้บริการได้ดังสมการที่ 1

$$N = \frac{3,600}{T} \quad (1)$$

เมื่อ

N คือ จำนวนรถที่สามารถให้บริการได้ต่อชั่วโมง (คัน/ชั่วโมง)

T คือ เวลาเฉลี่ยในการล้างรถต่อหนึ่งคัน (วินาที)

ดังนั้นระบบสามารถให้บริการได้ประมาณ 72 คันต่อชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์เวลาการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติ ได้ทำการบันทึกเวลาในการทำงานของระบบในแต่ละครั้งของการทดลอง และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเวลาเฉลี่ยของกระบวนการ โดยใช้สมการที่ (2)

$$T_{avg} = \frac{\sum T_i}{n} \quad (2)$$

เมื่อ

T_{avg} คือ เวลาเฉลี่ยของกระบวนการ

T_i คือ เวลาที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

n คือ จำนวนครั้งของการทดลอง

ผลการคำนวณดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ซึ่ง

สามารถนำไปใช้ในการประเมินความสามารถในการให้บริการของระบบในหน่วยคันต่อชั่วโมง

3.2 ผลการทดลองและการวิเคราะห์เวลาในแต่ละขั้นตอนของระบบ

เพื่อวิเคราะห์ลักษณะการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติในแต่ละกระบวนการ ได้ทำการบันทึกเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน ได้แก่ การฉีดน้ำผสมสบู่ การแปรงล้างรถ การฉีดน้ำสะอาด และการเป่าลมให้แห้ง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าเวลาเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอน และแสดงผลในรูปแบบกราฟ พิจารณารูปที่ 4



รูปที่ 4 เวลาเฉลี่ยแต่ละขั้นตอน

จากผลการทดลองพบว่าเวลาในการทำงานของระบบล้างรถอัตโนมัติในแต่ละขั้นตอนมีความแตกต่างกัน โดยขั้นตอนการฉีดน้ำผสมสบู่และการฉีดน้ำสะอาดใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 10 วินาที ในขณะที่ขั้นตอนการแปรงล้างรถและการเป่าลมให้แห้งใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 15 วินาทีต่อขั้นตอน เมื่อพิจารณาเวลาการทำงานรวมของทุกขั้นตอน พบว่ากระบวนการล้างรถอัตโนมัติใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 50 วินาทีต่อคัน จากการวิเคราะห์ดังกล่าวพบว่าขั้นตอนการแปรงล้างรถและการเป่าลมให้แห้งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดในกระบวนการ และมีผลต่อระยะเวลาการทำงานโดยรวมของระบบ อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนยังอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง และไม่เกิดการสะสมของกระบวนการในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมากเกินไป ผลการวิเคราะห์

ดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินประสิทธิภาพการให้บริการของระบบลำรางอัตโนมัติในหน่วยคันต่อชั่วโมง

4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล

บทนี้ นำเสนอผลการทดลองและการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบลำรางอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น โดยทำการทดสอบการทำงานของระบบตามลำดับขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละกระบวนการ เพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพและศักยภาพในการให้บริการของระบบในภาพรวม

4.1 การทดสอบการทำงานของระบบ

การทดสอบการทำงานของระบบลำรางอัตโนมัติในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบ โดยระบบถูกออกแบบให้ทำงานตามกระบวนการลำรางแบบลำดับขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยการฉีดน้ำผสมสบู่ การแปร่งลำราง การฉีดน้ำสะอาด และการเป่าลมให้แห้ง อุปกรณ์แต่ละส่วนจะทำงานภายใต้การควบคุมของระบบควบคุมอัตโนมัติตามลำดับที่กำหนดไว้ เพื่อให้กระบวนการลำรางสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ รูปต่อไปนี้ เป็นโครงสร้างต้นแบบที่สร้างขึ้นมาพิจารณารูปที่ 5



รูปที่ 5 โครงสร้างเครื่องต้นแบบ

4.2 การวิเคราะห์เวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอน

เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของระบบได้ทำการวัดเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการลำราง และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละกระบวนการ จากผลการทดลองพบว่า ขั้นตอนการฉีดน้ำผสมสบู่และการฉีดน้ำสะอาดใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 10 วินาทีต่อขั้นตอน ในขณะที่ขั้นตอนการแปร่งลำรางและการเป่าลมให้แห้งใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 15 วินาทีต่อขั้นตอน เมื่อรวมระยะเวลาของทุกขั้นตอนเข้าด้วยกัน พบว่ากระบวนการลำรางทั้งหมดใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 50 วินาทีต่อคัน

4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

จากผลการทดลองสามารถนำข้อมูลเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของระบบได้ โดยระยะเวลาเฉลี่ยในการลำรางหนึ่งคันอยู่ที่ประมาณ 50 วินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถดำเนินกระบวนการลำรางได้ตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง การกระจายระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนมีความใกล้เคียงกันในระดับหนึ่ง ทำให้ระบบสามารถรักษาความต่อเนื่องของกระบวนการทำงานได้ และไม่เกิดการสะสมของกระบวนการในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งมากเกินไป ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 การอภิปรายผลเชิงวิศวกรรมของระบบ

จากการพิจารณาผลการทดลองในมุมมองทางวิศวกรรมพบว่า ขั้นตอนการแปร่งลำรางและการเป่าลมให้แห้งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดในกระบวนการลำราง เนื่องจากทั้งสองขั้นตอนต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อให้การทำความสะอาดพื้นผิวรถและการกำจัดน้ำที่หลงเหลืออยู่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ในเชิงการออกแบบระบบอัตโนมัติ ขั้นตอนดังกล่าวจึงสามารถพิจารณาได้ว่าเป็นขั้นตอนที่มีแนวโน้มเกิดคอขวดของกระบวนการ อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบว่าความแตกต่างของเวลาในแต่ละขั้นตอนยังอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ระบบ

สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการ นอกจากนี้ การออกแบบลำดับการควบคุมของระบบยังช่วยให้การเปลี่ยนสถานะระหว่างขั้นตอนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ลดความไม่ต่อเนื่องของกระบวนการ และเพิ่มเสถียรภาพในการทำงานของระบบโดยรวมระหว่างขั้นตอน และทำให้การเปลี่ยนสถานะการทำงานของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการประยุกต์ใช้งานในระดับอุตสาหกรรมจริง พบว่าระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถต่อยอดได้อีกหลายด้าน เช่น ขนาดของสายพานลำเลียงเพื่อรองรับรถยนต์ขนาดจริง การเลือกใช้มอเตอร์ที่มีแรงบิดสูงขึ้นเพื่อรองรับภาระโหลดที่มากขึ้น การติดตั้งเซนเซอร์ระดับอุตสาหกรรมที่มีความแม่นยำและความทนทานสูง รวมถึงการเพิ่มระบบตรวจจับขนาดของยานพาหนะเพื่อปรับระยะเวลาและปริมาณการใช้น้ำให้เหมาะสมกับรถแต่ละประเภท นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาระบบหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Water Recycling System) และระบบความปลอดภัยแบบ Safety Interlock เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัย และความยั่งยืนในการใช้งานจริงในเชิงพาณิชย์

4.5 การวิเคราะห์อัตราการใช้บริการของระบบ

เพื่อประเมินศักยภาพในการให้บริการของระบบลำรถอัตโนมัติ สามารถนำข้อมูลเวลาเฉลี่ยของกระบวนการลำรถหนึ่งคันมาวิเคราะห์อัตราการใช้บริการของระบบได้ จากผลการทดลองพบว่าระบบใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 50 วินาทีต่อการลำรถหนึ่งคัน ดังนั้น หากพิจารณาการทำงานอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีช่วงเวลาหยุดพัก ระบบจะสามารถให้บริการลำรถได้ประมาณ 72 คันต่อชั่วโมง ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถดำเนินการลำรถได้ภายในระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น และมีศักยภาพในการให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริงอาจมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่ออัตราการใช้บริการของระบบ เช่น ระยะเวลาในการนำรถเข้า

สู่ตำแหน่งลำรถ ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายรถออกจากพื้นที่ลำ หรือช่วงเวลาหน่วงระหว่างการเริ่มต้นกระบวนการใหม่ ซึ่งอาจทำให้อัตราการให้บริการของระบบลดลงจากค่าที่คำนวณในเชิงทฤษฎี ดังนั้น ในการพัฒนาระบบในอนาคตอาจพิจารณาการปรับปรุงกระบวนการจัดการลำดับการทำงานของระบบหรือการออกแบบกลไกที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการและเพิ่มศักยภาพในการรองรับจำนวนรถที่เข้ามาใช้บริการในช่วงเวลาที่มีความต้องการสูง

5. สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบลำรถอัตโนมัติแบบลำดับขั้นโดยใช้การควบคุมผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1 ความสำเร็จในการพัฒนาระบบ

ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนที่ออกแบบไว้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ทั้งในส่วนของการตรวจจับตำแหน่งรถผ่านเซนเซอร์ การควบคุมสายพานลำเลียง และการทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละสถานะ (ฉีดน้ำสปู, แปร่งลำ, ลำน้ำสะอาด และเป่าแห้ง) โดยการใช้แนวคิดการทำงานแบบสถานะลำดับ (Finite-State Operation) ช่วยให้การเปลี่ยนผ่านในแต่ละขั้นตอนเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพสูง

5.2 ประสิทธิภาพเชิงปริมาณ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถบริหารจัดการเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเวลารวมในการทำงานเฉลี่ยประมาณ 50 วินาทีต่อคัน ซึ่งส่งผลให้ระบบมีศักยภาพในการให้บริการ (Service Rate) สูงถึงประมาณ 72 คันต่อชั่วโมงในเชิงทฤษฎี นอกจากนี้ การกระจายระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการมีความใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ลดการสะสมของกระบวนการในแต่ละสถานี และช่วยเพิ่มเสถียรภาพในการทำงานของระบบโดยรวม

ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานจริงในระบบอัตโนมัติขนาดย่อม

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อยอด

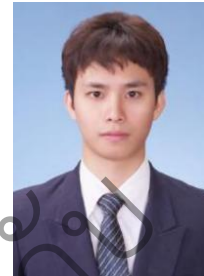
เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น งานวิจัยในอนาคตควรมีการบูรณาการระบบวิเคราะห์ภาพ (Image Processing) เพื่อระบุประเภทและขนาดของยานพาหนะ ซึ่งจะช่วยให้ระบบสามารถปรับระยะการทำงานของอุปกรณ์และปริมาณทรัพยากร (น้ำและน้ำยา) ให้เหมาะสมกับรถแต่ละคันได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ การเพิ่มระบบหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Water Recycling System) จะเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาสู่ระบบล้างรถที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและยั่งยืนยิ่งขึ้น

6.เอกสารอ้างอิง

- [1] V. Blagojević, S. Randelović, V. Nikolić, and S. Dudić, "Automatic Generation of the PLC Programs for the Sequential Control of Pneumatic Actuators," Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, vol. 17, no. 3, pp. 405–414, 2019.
- [2] R. G. Jamkar, R. H. Chile, and Y. S. Angal, "PLC Based Sequential Batch Process Control System," IETE Technical Review, vol. 23, no. 3, pp. 163–171, 2006.
- [3] G. Wei and J. Guo, "Discuss the Programming Method of Sequential Control with Ladder Diagram," Journal of Artificial Intelligence Practice, vol. 4, pp. 18–27, 2021.
- [4] H. Yang and X. Wang, "Systematic Logic Controller Design as Sequential Function Chart Starting from Informal Specifications," Chinese Journal of Chemical Engineering, vol. 16, no. 1, pp. 43–47, 2008.

[5] International Electrotechnical Commission, IEC 61131-3: Programmable Controllers – Programming Languages, IEC Standard, 2025.

ประวัติผู้ประพันธ์



ชนรัช เดชนาราพัฒน์

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

งานวิจัยที่สนใจ การเรียนรู้ของเครื่องในระบบอัตโนมัติ ความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์ ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล การเพิ่มประสิทธิภาพ UX/UI การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบอัตโนมัติ



สิริวิช ทัดสวน สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาโท (วศ.ม.ไฟฟ้า) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า