ระบบควบคุมแขนกลทาสีแบบอัตโนมัติ

Control System for Automated Painting Robot Arm

สุกัญญา ทองเชื้อ[1], วิศวะ สื่อสุวรรณ[2] สิทธิชัย โรจน์รุ่งศศิธร[3] และบุญธง วสุริย์[4]
สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม[1,3,4]
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม[2]
katae020309@gmail.com[1], wisawa.ws@gmail.com[2], rsittichai2@gmail.com[3], wasuribt@gmail.com[4]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ 2) ศึกษาผลการทดลองใช้ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ และ 3) ศึกษาผลประสิทธิภาพของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ พบว่า ประกอบด้วย ฐานโครงสร้าง เพลาเกลียว ชุดถุงทรายถ่วงน้ำหนัก มอเตอร์กระแสตรง ปั๊มทาสี แปรงทาสี ถังสี ล้อเคลื่อนที่ และตู้ควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยสามารถทำการเลื่อนที่ทาสีได้แบบอัตโนมัติครบสมบูรณ์ตามขอบเขตของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ 2) ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ มีการเคลื่อนที่แนวทางซ้าย ทางขวา แนวขึ้น และแนวลง ใช้ระยะทางที่ 105 เซนติเมตร ใช้เวลาในการขับเคลื่อนอยู่ที่ 0.58 นาที ค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้อยู่ที่ 0.28 แอมแปร์ และ 3) ประสิทธิภาพของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติของพื้นที่ขนาดที่ 1.08 ตารางเมตร ความสิ้นเปลืองของสี ร้อยละ 10 ขณะที่แรงงานคนใช้เวลา 1.6 นาที แต่มีความสิ้นเปลืองของสี ร้อยละ 25

คำสำคัญ: ระบบควบคุม, แขนกล, ทาสีผนัง

ABSTRACT

The purpose of this research is to 1) develop automatic control system for automated painting robot arm, 2) perform an experiment of wall painting by the automated arm, and 3) measure the performance of the automatic arm control system. The results of this research show that 1) an automatic control system for wall paintings consisted of a DC motor, a paint pump, a paint brush, paint tank wheels and automatic control cabinets, that the painting robot can automatically move and perform wall painting successfully. Furthermore 2) automatic control arm can fully move left, right, up, and down. and Using the current of 0.28 Amperes, the robot moves 105 centimeters within 0.58 minutes. Finally, 3) the performance of our robot exceeds human capability in terms of color consumption. While our robot consumes 10 percent of for 1.08 square - meter wall painting, human workers usually use 25 percent.

Keywords: control system, mechanical arm, paint

บทนำ

ธุรกิจก่อสร้างมีบทบาทมากในด้านแรงงานถูกและคุณภาพงานดีโดยได้เปรียบในเชิงธุรกิจงานทาสีหรือพ่นสีซึ่งพื้นฐานเป็นงานที่ต้องใช้ช่างที่ชำนาญการและมีฝีมือในการทาสีหรือพ่นสีผนังบ้านอาคารหรือสำนักงาน ส่วนใหญ่จะพบปัญหาด้านแรงงานใช้สีทาสิ้นเปลืองอาจใช้ระยะเวลามากกว่าระยะเวลาตามแผนงานเกินควร จำนวนแรงงงานมากในการทาสีหรือพ่นสี และอุปกรณ์ที่ใช้มากเกินความจำเป็น และมีการสูญเสียจากการทาสี สีหล่น ทำให้มีการเสียเวลาเก็บงานสี

ปัจจุบันแขนกลได้เข้ามามีบทบาทในงานด้านอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อความประหยัด ระยะเวลาคุ้ม ต้นทุนต่ำ ผลผลิตสูง ด้วยประสิทธิภาพที่สูง เนื่องจากหุ่นยนต์จะชดเชยจุดอ่อนของมนุษย์ จึงทำให้การผลิตมีความประหยัด และช่วยรักษาตำแหน่งงาน การย้ายฐาน นอกจากนี้การทำงานอัตโนมัติด้วยหุ่นยนต์มีประสิทธิภาพมากกว่า ประหยัดมากกว่า และปลอดภัยมากกว่า ในการพัฒนาแขนกล เพื่อการใช้งานนั้นจำเป็นต้องอาศัยศาสตร์ความรู้หลากหลายเข้ามาทั้งไฟฟ้า เครื่องกล และคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการออกแบบ สร้าง และปรับปรุงระบบแขนกล เพื่อให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงหรือแทนมนุษย์ได้

ดังนั้นจากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมา จึงต้องการนำเสนอการพัฒนาเครื่องทาสีผนังแบบอัตโนมัติสำหรับที่อยู่อาศัย โดยนำองค์ความรู้ด้านระบบการควบคุมอัตโนมัติ ด้านอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าและแขนกลมาผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ของประเทศที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านธุรกิจก่อสร้าง และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

พื้นฐานของแขนกลถูกออกแบบให้เคลื่อนที่โดยการเลียนแบบการเคลื่อนไหวของมนุษย์เพื่อให้สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้โดยผ่านการควบคุมจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ องค์ประกอบพื้นฐานที่ครอบคลุมการเคลื่อนที่ของแขนกล คือ การออกแบบของรูปร่างและความซับซ้อนของโปรแกรมควบคุมแขนกลถูกออกแบบมาให้มีรูปแบบและขนาดต่างๆ มากมาย และโปรแกรมควบคุมเป็นส่วนทำให้เกิดผลสูงสุดกับความต้องการในแต่ละลักษณะเฉพาะของแขนกลในสภาพแวดล้อม 3 มิติ:ซึ่งมีวิธีอันหลากหลายที่จะออกแบบแขนกลให้ขยับไปถึงยังทุกจุดในขอบเขตการทำงานของตัวมันเอง ด้วยต้องมีมอเตอร์ 1 ตัวต่อหนึ่งองศาอิสระ (Degree of Freedom) อย่างน้อยที่สุดต้องมีมอเตอร์ 3 ตัว เพื่อการทำงานในตำแหน่งสามมิติ (ระนาบของแกน X, Y และ Z) และอีก 3 ตัวเพื่อการหมุนมือ (ROLL PITCH และ YAW)

การเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละตำแหน่งของแขนกล จะอาศัยการควบคุมแบบป้อนกลับ โดยจะมีการสั่งการผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยจะส่งสัญญาณดิจิตอลไปที่ตัวถอดรหัส (encoder) ของระบบแขนกล ให้ไปสั่งมอเตอร์ที่ตำแหน่งต่างๆของแขนกล เคลื่อนที่ไปยังจุด (ตำแหน่ง) ที่ต้องการ สัญญาณที่ป้อนกลับมาจากระบบแขนกล จะเป็นระยะห่างของจุดอ้างอิง (จุดที่ต้องการ) กับจุดที่ แขนกลตัวนั้นอยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะไปปรับเปลี่ยนค่าอัตราส่วนขยาย (Gain) ของอุปกรณ์ควบคุม เพื่อที่จะให้ระบบแขนกลสามารถไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ และมีลักษณะการเคลื่อนที่เป็นไปตามที่ต้องการ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ได้มีการสืบคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเทคโนโลยีแขนกล และระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยมีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาไว้ อาทิ

ชมทิพ พรพนมชัย และคณะ (2550) ได้พัฒนาการควบคุมการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยการนำเทคนิคการส่งข้อมูลจากผู้ขอใช้บริการ (Client) ไปยังผู้ให้บริการ (Server) เพื่อใช้ในการควบคุมในการขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ ได้แบ่งเป็นสามส่วนดังนี้ ส่วนแรกเป็นการบรรยายถึงแนวคิดและกระบวนการพัฒนาระบบต่างๆ ของการทำงานของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ ส่วนที่สองแสดงวิธีการและขั้นตอนการทำงานของการส่งผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายจากเครื่องลูกข่ายไปยังเครื่องหลักและการส่งข้อมูลจากเครื่องหลักไปยังแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ให้สามารถทำการขยับได้ ส่วนสุดท้ายเป็นการนำเสนอผลการทดลอง และบทสรุปการทดลอง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ในการวิจัยนี้สามารถทำงานตามที่เครื่องลูกข่ายคอมพิวเตอร์สั่งงานในการควบคุมแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ได้จริง โดยทำการทดสอบทั้งหมด 6 ชุดคำสั่ง ได้แก่ การจับ การปล่อย การหมุนซ้าย การหมุนขวา การยกขึ้น และการวาง

รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสราญ สีกู่กา (2550) ทำการออกแบบเส้นทางเดินและควบคุมเครื่องซีเอ็นซีโดยตัวควบคุมพีไอดีด้วยวิธีการแบ่งช่วงย่อยออกแบบเส้นทางเดินและตัวควบคุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี โดยทำการออกแบบเส้นทางเดินด้วยโปรแกรม MATLAB และเปรียบเทียบการควบคุมสองแบบคือการควบคุมโดยตัวควบคุม

พีไอดีทั่วไป และควบคุมโดยตัวควบคุมพีไอดีด้วยวิธีการแบ่งช่วงย่อย ซึ่งค่าอัตราขยายพีไอดีช่วงเริ่มต้นหาด้วยวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดด้วยการเคลื่อนที่กลุ่มอนุภาค จากผลการทดลองพบว่าการควบคุม โดยตัวควบคุมพีไอดีด้วยวิธีการแบ่งช่วงย่อยสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องซีเอ็นซีได้ดีกว่าการควบคุมโดยพีไอดีทั่วไป

สถาพร เสือเทศ และคณะ (2559) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องพ่นสีแบบเคลื่อนที่ด้วยล้อในแนวแกนนอน เพื่อออกแบบลวดลายบนพื้นผนัง โดยการควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้หลักการนำลวดลายที่ต้องการพ่นสีป้องให้กับเครื่องพ่นสีผ่านโปรแกรมการควบคุมเชิงตัวเอง โดยการกำหนดขนาดขอบเขตและทิศทางการเดินของลายเส้น จากการทดลองพบว่า เครื่องพ่นสีนี้สามารถสร้างลวดลายที่มีความเสมือนกับรูปต้นแบบ ประหยัดเวลาและลดค่าใช้จ่าย โดยลดความสิ้นเปลืองปริมาณสีที่ใช้ลง 66.67 เปอร์เซ็นต์

บุญธง วสุริย์ และอรรถพล พลานนท์ (2557) ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาระบบตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ที่ติดตั้งบนเครื่องตรวจรูปลักษณ์ โดยใช้การประมวลผลภาพ: กรณีศึกษาชิ้นส่วน Bracket Jack Up ของบริษัท แสงเจริญ ทูลส์ เซ็นเตอร์ จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาระบบตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ที่ติดตั้งบนเครื่องตรวจรูปลักษณ์โดยใช้การประมวลผลภาพ รวมถึงทดสอบ และประเมินการนำระบบตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ที่ติดตั้งบนเครื่องตรวจรูปลักษณ์ โดยใช้การประมวลผลภาพไปใช้ในกระบวนการผลิตจริง โดยทำการสร้างต้นแบบระบบตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ที่ติดตั้งบนเครื่องตรวจรูปลักษณ์ โดยใช้การประมวลผลภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ คือ ส่วนโต๊ะตรวจวัดเป็นแขนกล 5 แกน ที่สามารถเคลื่อนที่รอบตัวชิ้นส่วนยานยนต์และเครื่องตรวจรูปลักษณ์เพื่อถ่ายภาพระยะห่างของขอบระหว่างชิ้นส่วนยานยนต์กับเครื่องตรวจรูปลักษณ์

ชาญณรงค์ เพียนขุนทด และประยุทธ คุ้มเจริญ (2557) ได้พัฒนาและสร้างต้นแบบเครื่องสามแกนไขน็อตล้อแม็กอัตโนมัติจากการประมวลผลภาพ เพื่อหาตำแหน่งของจุดฝังหมุดแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยกำหนดให้เครื่องสามารถใช้งานได้กับล้อแม็กตั้งแต่ ขนาด 14 นิ้ว ถึง 22 นิ้วได้ และสามารถเคลื่อนแขนในระนาบแกน X และแกน Y ลงในตำแหน่งของน็อตบนล้อแม็ก ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ในแนวพิกัด แกน X และแกน Y ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 22 นิ้ว เครื่องสามารถวางตำแหน่งตามการระบุพิกัดที่ป้อนข้อมูล มีถาดเลื่อนสามารถเลื่อนล้อแม็กเข้าออกได้ มีการชดเชยแสงสว่างจากภายในเพื่อให้แสงมีความคงที่ในการถ่ายภาพ ในการพัฒนาเครื่องสามแกนไขน็อตล้อแม็กอัตโนมัติจากการประมวลผลภาพ

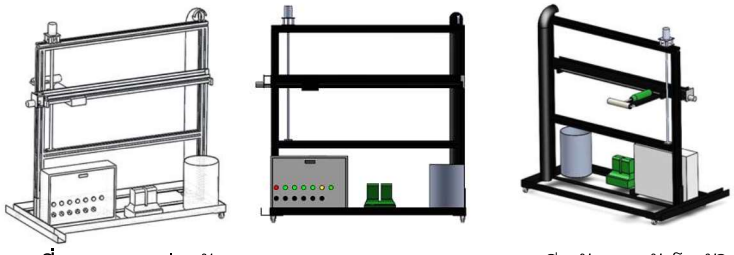
กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแขนกลเพื่อประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ และการควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำมาเป็นฐานองค์ความรู้ในการพัฒนาระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติสำหรับงานก่อสร้างในอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.1 ออกแบบรูปร่างลักษณะของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

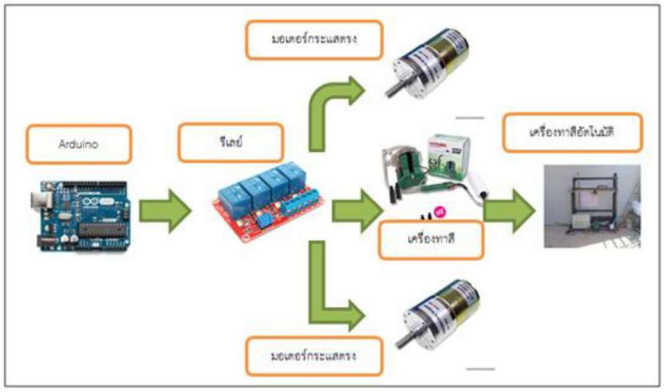
ผู้วิจัยได้ออกแบบรูปร่างลักษณะของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ แบ่งเป็น 2 ส่วน หลักการคือ ส่วนโครงสร้างของตัวเครื่อง และส่วนควบคุมการเคลื่อนที่และทาสี ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบรูปร่างลักษณะของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

1.2 ออกแบบระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาสั่งการเคลื่อนที่ของเครื่องทาสีอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น และสั่งการทำงานของปั๊มดูดสีไปยังแปรงทาสี ดังภาพ 2



ภาพที่ 2 แบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่และทาสี

1.3 การสร้างโครงสร้างของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างโครงสร้างของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ โดยมีส่วนประกอบ คือ ฐานโครงสร้าง เพลาเกลียว ชุดถุงทรายถ่วงน้ำหนัก มอเตอร์ DC ปั๊มทาสี แปรงทาสี ถังสี ล้อเคลื่อนที่ และตู้ควบคุมทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ทำการสร้างตามแบบ ดังภาพที่ 3

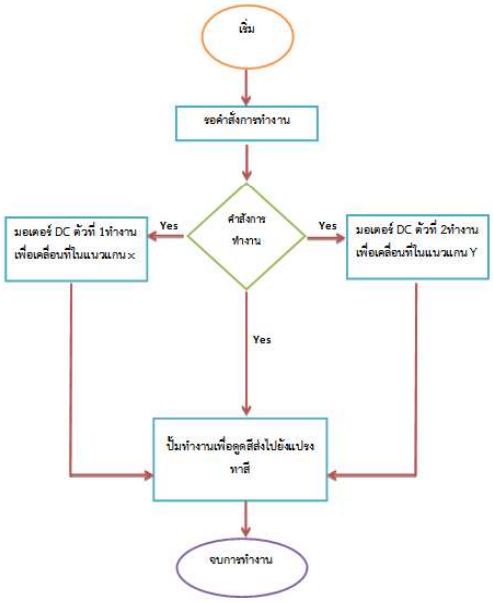
ภาพที่ 3 ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

1.4 การสร้างระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้สร้างระบบควบคุมการเคลื่อนที่ และการทาสีของเครื่องทาสีอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทลเลอร์เข้ามาสั่งการและควบคุมการทำงาน ตามการออกแบบ ดังภาพที่ 4

(ก) การต่อวงจร Arduino

(ข) การต่ออุปกรณ์เข้ากับตู้คอนโทรล



(ค) ผังการทำงาน

ภาพที่ 4 ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติและผังการทำงาน

จากภาพที่ 4 ผู้วิจัยได้เขียนไปตามการควบคุมการงานของเครื่องทาสีอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ควบคุมการเคลื่อนที่ให้ไปยังจุดที่กำหนดเพื่อควบคุมการทาสีให้ทำงานโดยการดูดสีส่งไปยังแปรงทาสีแบบอัตโนมัติ (ภาพ ค)

1.5 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยวางแผนการทดสอบหาการเคลื่อนที่ เวลาที่ใช้ในการทาสีพื้นที่ตามที่กำหนด ทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการทาสีของระบบที่พัฒนาขึ้นเทียบกับแรงงานคน และทดสอบหาความสิ้นเปลืองของปริมาณสีระหว่างระบบที่พัฒนาขึ้นเทียบกับแรงงานคน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผลการพัฒนาระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ มีส่วนประกอบ ฐานโครงสร้าง เพลาเกลียว ชุดถุงทราย ถ่วงน้ำหนัก มอเตอร์กระแสตรง ปั๊มทาสี แปรงทาสี ถังสี ล้อเคลื่อนที่ และตู้ควบคุมแบบอัตโนมัติ ดังกล่าวได้ครบสมบูรณ์ตามขอบเขตของการวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การทดสอบระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

2. ผลการทดลองใช้ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ โดยการกำหนดขนาดพื้นที่ 1.08 ตารางเซนติเมตร จากนั้นให้ระบบควบคุมแขนกลเคลื่อนที่ไปตามขนาดพื้นที่ที่กำหนด เพื่อหา ปริมาณสีที่ใช้ และค่ากระแสไฟฟ้า ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ

ครั้งที่	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ปริมาณสีที่ใช้ (มิลลิลิตร)	ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
1	1.08	200	0.19
2	1.08	200	0.24
3	1.08	200	0.24
4	1.08	200	0.30
5	1.08	200	0.35
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	**1.08**	**200**	**0.264**

จากตารางที่ 1 ในการทดลองทาสีพื้นที่ 1.08 ตารางเมตร ค่าเฉลี่ยปริมาณสีที่ใช้ 200 มิลลิลิตร และค่าเฉลี่ยกระแสไฟฟ้า 0.264 แอมแปร์

ตารางที่ 2 ทดสอบความสิ้นเปลืองของปริมาณสีระหว่างระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติเทียบกับการใช้แรงงานคน กำหนดพื้นที่ในการทาสีในขนาดที่ 1.08 ตารางเมตร

ครั้งที่การทาสี	ปริมาณความสิ้นเปลืองของสีที่ใช้ (มิลลิลิตร)	
	เครื่องทาสีอัตโนมัติ	แรงงานคน
1	200	500
2	200	500
3	200	500
4	200	500
5	200	500
รวม	**1,000**	**2,500**
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	**200**	**500**
ร้อยละ	**10**	**25**

จากตารางที่ 2 การทดสอบความสิ้นเปลืองของปริมาณสีระหว่างเครื่องทาสีอัตโนมัติเทียบกับการใช้แรงงานคน จากการกำหนดพื้นที่ในการทาสีในขนาดที่ 1.08 ตารางเมตร พบว่า ปริมาณความสิ้นเปลืองของสีที่ใช้จากเครื่องทาสีอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ร้อยละ 10 เทียบกับปริมาณความสิ้นเปลืองของสีที่ใช้จากแรงงานคน ร้อยละ 25 ดังภาพที่ 6

(ก) เครื่องทาสีอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น (ข) แรงงานคน

ภาพที่ 6 ทดสอบความสิ้นเปลืองของปริมาณสีระหว่างระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติกับการใช้แรงงานคน

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการการพัฒนาระบบควบคุมแขนกลทาสีผนังแบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาใช้ควบคุมแบบอัตโนมัติ พบประเด็นที่สมควรนำมาพิจารณาออกแบบไว้ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย ฐานโครงสร้าง เพลาเกลียว ชุดถุงทรายถ่วงน้ำหนัก มอเตอร์กระแสตรง ปั๊มทาสี แปรงทาสี ถังสี ล้อเคลื่อนที่ และตู้ควบคุมแบบอัตโนมัติ และ 2) ส่วนของซอฟต์แวร์ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาสั่งการ และควบคุมการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง ให้เคลื่อนที่ไปตามตำแหน่ง และปั๊มทาสีดูดสี ผู้วิจัยได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ชมทิพ พรพนมชัย และคณะ. (2550), สถาพร เสือเทศ และคณะ (2559) บุญธง วสุริย์ และอรรถพล พลานนท์ รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสราญ สีกู่กา (2550)

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ควรมีการนำไปพัฒนาต่อยอดในเชิงด้านอุตสาหกรรมต่อไป และควรมีการพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม

เอกสารอ้างอิง

ชมทิพ พรพนมชัย และคณะ. (2550). การควบคุมการปฏิบัติการของแขนกลหุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย. นครปฐม: วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญธง วสุริย์ และอรรถพล พลานนท์. (2557). การวิจัยและพัฒนาระบบตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ที่ติดตั้งบนเครื่องตรวจรูปลักษณ์ โดยใช้การประมวลผลภาพ: กรณีศึกษาชิ้นส่วน Bracket Jack Up ของบริษัท แสงเจริญ ทูลส์ เซ็นเตอร์ จำกัด. สนับสนุนกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

รพีพงศ์ รัตนวรหิรัญกุล และจิตสราญ สีกู่กา. (2550). การออกแบบเส้นทางเดินและควบคุมเครื่องซีเอ็นซีโดยตัวควบคุมพีไอดีด้วยวิธีการแบ่งช่วงย่อย. กรุงเทพฯ: การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สถาพร เสือเทศ และคณะ. (2559). การศึกษาเครื่องพ่นสีแบบเคลื่อนที่ด้วยล้อในแนวแกนนอน. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 1. 287-295