

ชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่ายเพื่อการศึกษา ควบคุมด้วยพีแอลซี

A Simple Material Selection Educational Training Kit Controlled by PLC

ไทรทอง ศรีโยธา^{1*}, บุญกิจ อุณพิกุล², ทศพล เก่งโท³, ธวัชชัย สว่างเนตร⁴ และ เริงชัย ทำมาหั่น⁵
¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

โทร 0-4323-5893-4 ต่อ 2601 โทรสาร 0-4323-7483 *อีเมล Saithong777@yahoo.com

Saithong Sriyotha^{1*}, Boonyakit Unphikul², Thotsapon Kengtone³, Tawatchai Sawangnet⁴, and Roengchai Tummaman²

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan,
Khon Kaen Campus, Khon Kaen, 40000, Thailand

Tel: 0-4323-5893-4 Ext 2601, Fax: 0-4323-7483, *E-mail: Saithong777@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่ายเพื่อการศึกษา ควบคุมด้วยพีแอลซี โดยการนำเอาความรู้ทางระบบการลำเลียงขนถ่ายและการทำงานแบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมเพื่อให้ทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ชุดฝึกมีส่วนประกอบทั้งด้านฮาร์ดแวร์ที่เป็นโปรแกรมสั่งงานและด้านฮาร์ดแวร์ที่เป็นระบบกลไกต่างๆของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้าและมีมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงทำหน้าที่ควบคุมการลำเลียงชิ้นงานไปยังตำแหน่งที่ต้องการ การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกฯ จากค่าความผิดพลาดของการคัดแยกประเภทวัสดุ โดยมีการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ครั้งละ 12 ชิ้น เป็นชิ้นงานทั้งหมดเท่ากับ 360 ชิ้น ผลการทดสอบการทำงานตามโปรแกรมควบคุมของชุดฝึกฯ สามารถคัดแยกประเภทวัสดุควบคุมเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยค่าประสิทธิภาพการคัดแยกประเภทวัสดุได้เท่ากับ 95 %

Abstract

This paper presents A Simple Material Selection Educational Training Kit Controlled by PLC. It was applied the knowledge of control system method from automatic transfer and automatic control system method to operated this model. It consists 2 parts, programming software and hardware which the structure of hardware are operates by DC motor and electro pneumatics system for transfers and selects type of material to the correct position. Its efficiency can find from the selected type

error of material which it had total tested 30 times and total piece of material are 360 pieces. The model worked well under most conditions and the capability of the model was at 95 % accuracy.

1. บทนำ

ปัจจุบันในงานอุตสาหกรรมในด้านต่าง ๆ ได้มีการพัฒนานำเอาระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยพีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller) มาใช้ในการควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น อุตสาหกรรมในด้านการประกอบชิ้นส่วน อุตสาหกรรมด้านการบรรจุผลิตภัณฑ์และอุตสาหกรรมด้านการคัดแยกและเคลื่อนย้ายวัสดุ เป็นต้น ซึ่งการนำเครื่องจักรอัตโนมัติมาใช้แทนแรงงานคนจะทำให้กระบวนการในการผลิตมีความถูกต้องแม่นยำและมีความรวดเร็วเพิ่มขึ้น เป็นผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งในการศึกษาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระบบพีแอลซี และให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้นั้น จะต้องอาศัยชุดอุปกรณ์ที่ใช้ระบบพีแอลซี ควบคุมการทำงานที่มีลักษณะการทำงานที่ใกล้เคียงกับการทำงานจริงในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัย ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการสร้างชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่ายเพื่อประโยชน์ทางการศึกษาด้านการควบคุมด้วยพีแอลซี

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างของพีแอลซี

พีแอลซี ย่อมาจากคำว่า “Programmable Logic Controller” เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อเข้ากับอินพุตและเอาต์พุต โดยทำงานตามโปรแกรมที่บันทึกในหน่วยความจำภายใน

พีแอลซี ถือเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สำคัญอีกตัวหนึ่งในการควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมให้ทำงานอย่างอัตโนมัติ เราสามารถใช้ พีแอลซี ทำงานเลียนแบบวงจรรีเลย์ซีเควนซ์ได้ โดยใช้โปรแกรมเลียนแบบการทำงานของอุปกรณ์ เช่น รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับและใช้โปรแกรมต่อสายระหว่างอุปกรณ์เหล่านี้เพื่อให้ได้วงจรที่สามารถทำงานควบคุมได้เหมือนรีเลย์ซีเควนซ์ (ภฤชดา, 2545)



รูปที่ 1 ลักษณะของพีแอลซี

พีแอลซี เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม พีแอลซี ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมพีแอลซีขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว

หน่วยความจำของพีแอลซีประกอบด้วย หน่วยความจำชนิดแรม และ รอม หน่วยความจำชนิด แรม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของพีแอลซี ส่วน รอม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมของผู้ใช้ สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้ (ภฤชดา, 2545)

2.1.1 RAM (Random Access Memory)

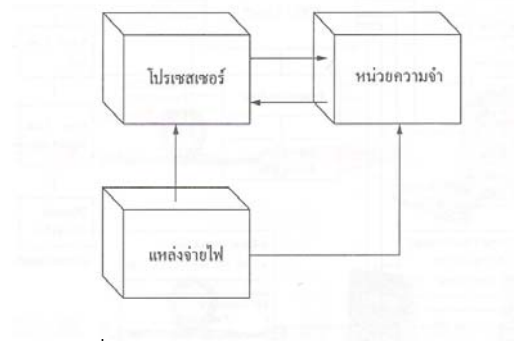
หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อย ๆ

2.1.2 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสง

อัลตราไวโอเล็ต หรือตากแดดร้อน ๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

2.1.3 EEPROM(Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน



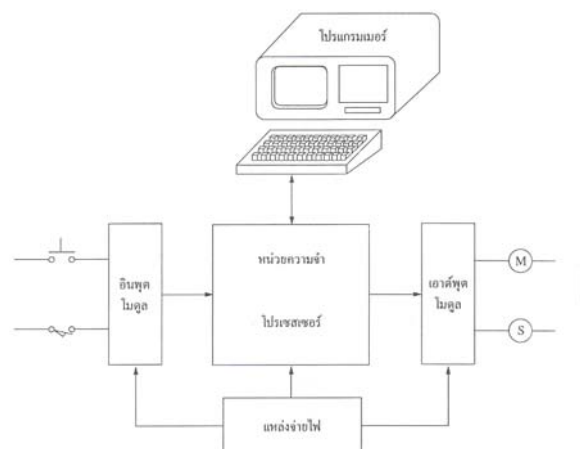
รูปที่ 2 โครงสร้างของ พีแอลซี (ภฤชดา, 2545)

2.2 ส่วนประกอบของ พีแอลซี

พีแอลซี แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

- ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit: CPU)
- ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output: I/O)
- ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

2.2.1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control - Processing Unit: CPU) หน่วยประมวลผลกลาง (Control - Processing Unit: CPU) เป็นส่วนมันสมองของระบบภายในจะประกอบไปด้วยวงจร ลอจิก เกจ ชนิดต่าง ๆ หลายชนิด และมีไมโคร-โปรเซสเซอร์ เบส ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ ไทมเมอร์ และซีเควนซ์เซอร์เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์ แลด์เดอร์ ลอจิกเข้าไปได้ (ณรงค์ , 2541)



รูปที่ 3 แสดงส่วนประกอบของ ซีพียู (ณรงค์ , 2541)

หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit: CPU) จะยอมรับอินพุต เดต้าจากอุปกรณ์ให้สัญญาณต่าง ๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ และไอโอโมดูลและแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ ซีพียู

2.2.2 ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output: I/O) ส่วนของอินพุต/เอาต์พุต (Input Output: I/O) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่าง ๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสถานะแล้วส่งไปยัง ซีพียู เพื่อประมวลผล เมื่อ ซีพียู ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสถานะที่ได้จากการประมวลผลของ ซีพียู แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (ซีพียู) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีขีดความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟมากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขยายกระแสไฟให้มากขึ้น เช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์

2.3 การสุ่มและการเลือกจำนวนข้อมูล

2.3.1 การสุ่มและการแจกแจงแบบสุ่มตัวอย่างสุ่ม มัชฌิมตัวอย่าง และความแปรปรวนตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ในการหาข้อสรุปทางสถิติคือ การหาข้อสรุปของประชากรโดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากประชากร วิธีเกือบจะทั้งหมดที่เราจะทำการศึกษาดังอยู่บนสมมุติฐานที่ว่า ตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการหาข้อสรุปทางสถิติได้มาจากการสุ่ม นั่นหมายความว่า ถ้ามีประชากรอยู่ N ค่า และตัวอย่างที่เลือกมาทั้งหมด k ค่า ดังนั้นวิธีที่จะเลือกกลุ่มตัวอย่างนี้ได้ทั้งหมดเท่ากับ $N! / (N-k)! k!$ วิธีที่เป็นไปได้ ซึ่งแต่ละวิธีมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน วิธีการที่กล่าวถึงก็คือ "การสุ่มตัวอย่าง"

ข้อสรุปทางสถิติได้มาจากการคำนวณได้จากค่าสังเกตของกลุ่มตัวอย่าง เราให้นิยามกับคำว่า "สถิติ" เป็นเสมือนฟังก์ชันอะไรก็ได้ของค่าสังเกตจากตัวอย่าง ซึ่งไม่มีพารามิเตอร์ตัวใดที่ไม่ทราบค่า ตัวอย่างเช่น สมมติว่า $y_1, y_2, \dots, y_n$ คือตัวอย่าง 1 กลุ่ม เพราะฉะนั้นมัชฌิมของตัวอย่างกลุ่มนี้คือ (อัจฉริย์, 2542)

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (1)$$

เมื่อ

$\bar{y}$ คือ เวลาเฉลี่ยของอุปกรณ์

y_i คือ เวลาของอุปกรณ์

n คือ จำนวนครั้งทดสอบ

และค่าความแปรปรวนของตัวอย่างคือ

$$\sigma^2 = s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (2)$$

เมื่อ

σ คือ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ

อุปกรณ์

$\bar{y}$ คือ เวลาเฉลี่ยของอุปกรณ์

y_i คือ เวลาของอุปกรณ์

n คือ จำนวนครั้งทดสอบ

ซึ่งทั้งคูเป็นค่าสถิติ และเป็นตัวเลขเชิงปริมาณที่แสดงถึงการวัดค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง และค่าการกระจายตัวตามลำดับ บางครั้งค่า $S = \sqrt{s^2}$ ที่เรียกว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Sample -Standard Deviation) จะถูกใช้สำหรับการวัดการกระจาย เช่นกัน วิศวกรชอบที่จะใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า เพราะเป็นหน่วยเดียวกันกับตัวแปร y ที่สนใจอยู่

2.3.2 การเลือกจำนวนหรือขนาดข้อมูล การเลือกขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสมถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในปัญหาการออกแบบ การทดลองขนาดตัวอย่างและโอกาสความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภท 2 (β) มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สมมติว่าเราจะทำการทดสอบสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

และถ้ามัชฌิมมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้น $\delta = \mu_1 - \mu_2$ เพราะว่า $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ เป็นเท็จ เราจะผิดพลาดที่จะไม่ปฏิเสธ H_0 ความผิดพลาดประเภท 2 นี้ขึ้นกับค่าความแตกต่างที่แท้จริงของมัชฌิม δ รูปกราฟที่พล็อตระหว่าง β กับ δ ที่ขนาดตัวอย่างหนึ่ง ๆ เรียก "Operating Characteristic Curve" หรือ "O.C. Curve" สำหรับการทดสอบ นอกจากนี้ความผิดพลาด β ก็เป็นฟังก์ชันของขนาดตัวอย่างเช่นกัน โดยทั่วไปจากค่า δ ที่กำหนดให้ความผิดพลาด β จะลดน้อยลงถ้าหากขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้น หมายความว่า ความแตกต่างของมัชฌิมจะสามารถพบง่าย ถ้าหากขนาดตัวอย่างใหญ่ยังมีขนาดใหญ่

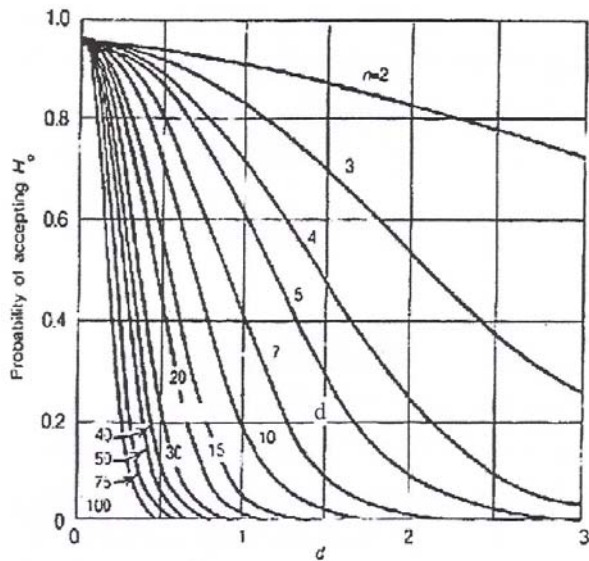
ชุดตัวอย่างของ O.C. Curve สำหรับสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

สำหรับกรณีที่ไม่นทราบค่าความแปรปรวนของประชากร 2 ชุด (σ_1^2 และ σ_2^2) แต่ทราบมีว่าค่าเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$) และที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แสดงดังรูปที่ 4 และสำหรับโค้งเหล่านี้ เราสมมติว่า ขนาดตัวอย่างของประชากรทั้ง 2 มีขนาดเท่ากัน นั่นคือ $n_1 = n_2 = n$ ค่าพารามิเตอร์บนแกนนอนของรูปที่ 4 คือ

$$d = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{2\sigma} = \frac{|\delta|}{2\sigma} \quad (3)$$



รูปที่ 4 O.C. Curve สำหรับการทดลอง t แบบสองปลายที่มี $\alpha = 0.05$ (อัจฉริย์, 2542)

- เมื่อ μ_1 คือ ค่ามาตรฐานของอุปกรณ์
 μ_2 คือ ค่าวัดจากการจับเวลาทำงานของอุปกรณ์
 σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปกรณ์

การหาร $[\delta]$ ด้วย 2δ ทำให้ผู้ทดลองสามารถใช้ชุดของเส้นโค้งเดียวกันโดย โดยไม่ต้องคำนึงค่าของความแปรปรวน (ความแตกต่างของมัธยัมแสดงโดยหน่วยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ยิ่งกว่านั้นขนาดของตัวอย่างที่ใช้สำหรับสร้างเส้นโค้งโดยปกติ คือ $n^* = 2n-1$

จากการตรวจสอบเส้นโค้งเหล่านี้ เราสามารถตั้งข้อสังเกตได้ว่า

2.3.2.1. ยิ่งมัธยัมของ μ_1 และ μ_2 แตกต่างกันมากเท่าไร ก็จะทำให้ค่าความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภท 2 สำหรับตัวอย่างที่มีขนาดตามที่กำหนด และ α มีค่าน้อยลง นั่นคือ สำหรับขนาดของตัวอย่างและ α ที่กำหนดให้ การทดสอบจะสามารถตรวจจับความแตกต่างที่มีค่ามากได้ง่ายกว่าที่มีค่าน้อย

2.3.2.2 ถ้าขนาดของตัวอย่างใหญ่ขึ้น ความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภท 2 จะมีค่าน้อยลงที่ค่าความแตกต่างของมัธยัมและค่า α ที่กำหนดให้ นั่นคือ เพื่อตรวจจับความแตกต่างที่มีขนาด δ ตามที่กำหนดให้ เราอาจจะเพิ่มประสิทธิภาพของการทดสอบให้ดียิ่งขึ้นได้โดยการเพิ่มขนาดตัวอย่าง

O.C. Curve มีประโยชน์ช่วยในการเลือกขนาดของตัวอย่างในการทดลอง เช่น ตัวอย่างเรื่องปูนซีเมนต์ ถ้าหากความแตกต่างของมัธยัมของปูนขาวทั้ง 2 สูตร มากกว่ากับ 0.5 kgf/cm^2 และเราจำเป็นต้องตรวจสอบความแตกต่างนี้ด้วยความน่าจะเป็นที่สูง ดังนั้น เนื่องจาก เป็นค่า “ความแตกต่างวิกฤต” ของ

มัธยัมที่เราต้องการตรวจจับ เราพบว่าค่า d (ค่าพารามิเตอร์บนแกนนอน) ของ O.C. Curve คือ

$$d = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{2\sigma} = \frac{|0.5|}{2\sigma} = \frac{0.25}{\sigma}$$

แต่ทว่าเราไม่สามารถหาค่า d ได้ เนื่องจากมีพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าคือ σ แต่ถ้าสมมติว่าเราคิดบนพื้นฐานจากประสบการณ์ที่ผ่านมาว่า โอกาสน้อยมากที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าสังเกตใด ๆ จะเกินกว่า 0.25 kgf/cm^2 ดังนั้นเราใช้ $\sigma = 0.5$ ทำให้ได้ค่า $d = 1$ ถ้าเราต้องการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% เมื่อ $\mu_1 - \mu_2 = 0.5$ $\beta = 0.5$ และจากรูปที่ 2.39 ที่มี $\beta = 0.5$ และ $d = 1$ เราจะได้ว่า $n^* = 16$ โดยประมาณ ดังนั้นเนื่องจาก $n^* = 2n-1$ ขนาดตัวอย่างที่ต้องการคือ ดังนั้นเราควรจะใช้ขนาดตัวอย่าง $n_1 = n_2 = n = 9$

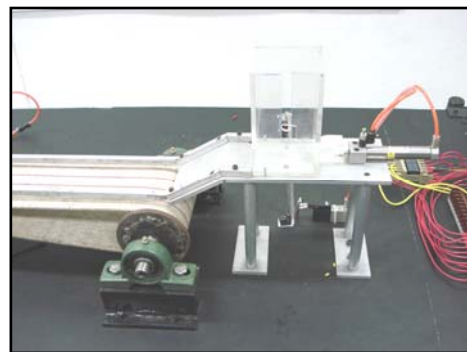
ในที่นี้ การทำการทดลองจะใช้ 10 ตัวอย่าง ซึ่งผู้ทดลองได้เพิ่มขนาดตัวอย่างให้มากกว่าขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้เล็กน้อย เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ให้ใหญ่กว่า 0.25

3. การดำเนินโครงการ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติ

3.1.1 ชุดสถานีขนถ่ายวัสดุ

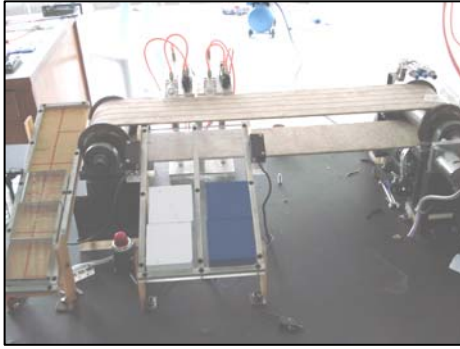
สำหรับสถานีขนถ่ายวัสดุชิ้นส่วนต่าง ๆ จะเป็นอะลูมิเนียม เหล็ก และพลาสติกเป็นส่วนมาก ซึ่งรายละเอียดและส่วนประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 สถานีขนถ่ายวัสดุ

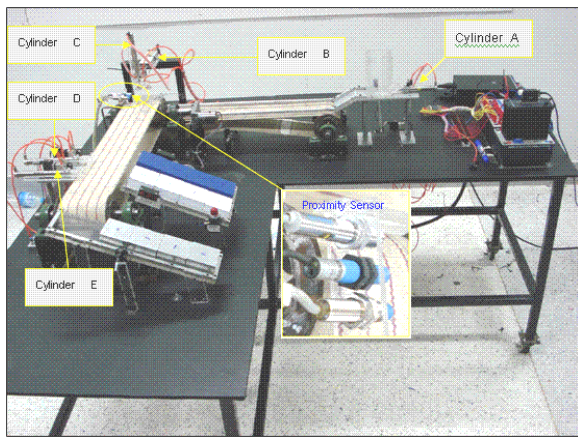
3.1.2 ชุดการคัดแยกประเภทวัสดุ

สำหรับสถานีคัดแยกประเภทวัสดุ มีชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบตัวจะเป็นอะลูมิเนียม เหล็ก และพลาสติกเช่นกัน ซึ่งรายละเอียดและส่วนประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 สถานีคัดแยกประเภทวัสดุ

เมื่อประกอบรวมทั้งสองสถานีเข้าด้วยกันจะได้ชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่ายมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ลักษณะชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่าย

3.2 การหาจำนวนข้อมูลของการทดสอบการทำงานของชุดฝึก

จากสมการ 2 ค่าความเบี่ยงเบน

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(189-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (182-190.23)^2 + (180-190.23)^2 + (193-190.23)^2 + (198-190.23)^2 + (189-190.23)^2 + (195-190.23)^2 + (198-190.23)^2 + (189-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (198-190.23)^2 + (188-190.23)^2 + (192-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (195-190.23)^2 + (188-190.23)^2 + (189-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (188-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (188-190.23)^2 + (187-190.23)^2 + (190-190.23)^2 + (191-190.23)^2 + (189-190.23)^2 + (189-190.23)^2 + (192-190.23)^2 + (190-190.23)^2}{30-1}}$$

$$\sigma = s = \sqrt{\frac{7.55}{29}} = 0.510$$

จากสมการ 3

$$d = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{2\sigma}$$

เมื่อ $\mu_1 = \frac{190.23}{60} = 3.17$ นาที

$$\mu_2 = \frac{172.68}{60} = 2.87$$

แทน μ ลงในสมการ 3

จะได้ $d = \frac{(3.17 - 2.87)}{2 \times 0.510}$

$$d = 0.294$$

เมื่อ $\sigma = 0.510$ ทำให้ได้ค่า $d = 0.294$ จากรูปที่ 4 และถ้าเราต้องการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % เมื่อ $\mu_1 - \mu_2 = 0.3$ ดังนั้น $\beta = 0.05$ และจากรูปที่ 4 ที่มี $\beta = 0.05$ และ $d = 0.294$

จากสมการ $n^* = 2n - 1$

$$n = \frac{n^* + 1}{2}$$

$$n = \frac{35 + 1}{2} \text{ ครั้ง}$$

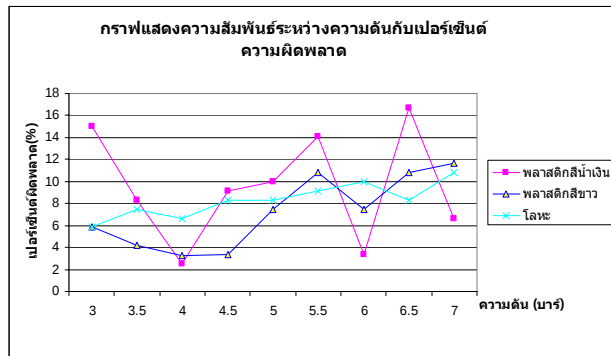
$$n = 18 \text{ ครั้ง}$$

ดังนั้นจะใช้ขนาดตัวอย่าง $n = 30$ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ให้มากกว่า 0.25

4. ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบการทำงานของชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่ายซึ่งทำงานตามโปรแกรมการควบคุม ได้ผลการทดสอบคือ

จากการทดสอบคัดแยกประเภทของชิ้นงาน ที่ละประเภทที่ค่าความดันต่างๆ ทั้งหมดเป็นจำนวนการทดสอบเท่ากับ 9 ครั้ง เริ่มจากความดันที่ 3 บาร์ จนถึงความดัน 7 บาร์ ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดโดยเฉลี่ยดังแสดงในกราฟในรูปที่ 8



รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของความดันและการหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดการทำงานของชุดฝึก ๆ

จากกราฟในรูปที่ 8 จะเห็นว่าที่ความดัน 4 บาร์ จะมีค่าความผิดพลาดน้อยและใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนั้นจึงเลือกที่ความดัน 4 บาร์ มาทำการทดสอบการคัดแยกชิ้นงานของชุดฝึกการขนถ่ายและการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติ โดยให้ชิ้นงานที่ทำการทดสอบลำเลียงมาแบบละกันทุกสีและประเภทได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1

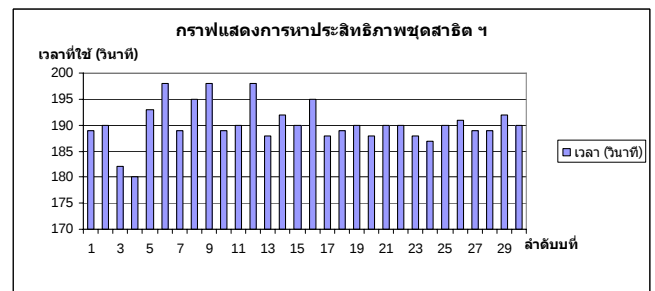
ตารางที่ 1 ตารางบันทึกผลการสอบการคัดแยกชิ้นงานแบบละกันทุกประเภท ที่ความดัน 4 บาร์

ลำดับที่	ความดันที่ใช้ (บาร์)	วัสดุ		เวลาที่ใช้ในการคัดแยก (วินาที)
		ถูก	ผิด	
1	4	11	1	189
2	4	12	0	190
3	4	10	2	182
4	4	12	0	180
5	4	11	1	193
6	4	11	1	198
7	4	12	0	189
8	4	11	1	195
9	4	11	1	198
10	4	12	0	189
11	4	11	1	190
12	4	11	1	198
13	4	11	1	188
14	4	11	1	192
15	4	12	0	190
16	4	12	0	195
17	4	12	0	188
18	4	12	0	189

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ความดันที่ใช้ (บาร์)	วัสดุ		เวลาที่ใช้ในการคัดแยก (วินาที)
		ถูก	ผิด	
19	4	11	1	190
20	4	11	1	188
21	4	12	0	190
22	4	11	1	190
23	4	12	0	188
24	4	11	1	187
25	4	12	0	190
26	4	11	1	191
27	4	11	1	189
28	4	11	1	189
29	4	12	0	192
30	4	12	0	190
รวม		342	18	190.23

จากตารางที่ 1 การทดสอบการคัดแยกชิ้นงานแบบละกันทุกประเภท จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง รวมเป็นชิ้นงานทั้งหมด 360 ชิ้น ซึ่งได้ผลการคัดแยกผิดพลาดทั้งหมด 18 ชิ้นงาน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการคัดแยกชิ้นงานแบบละกันทุกประเภทเท่ากับ 190.23 วินาที



รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการคัดแยกชิ้นงานในแต่ละครั้งของการทดสอบ

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1.1 จากการทดสอบการทำงานของชุดฝึกการคัดแยกประเภทวัสดุอัตโนมัติอย่างง่ายเพื่อการศึกษา ควบคุมด้วยพีแอลซีที่สร้างขึ้น ในด้านการเขียนโปรแกรมควบคุม ผลการทดสอบการทดสอบคือ โปรแกรมของพีแอลซีสามารถควบคุมชุดฝึกๆให้ทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

5.1.2 ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกฯ จากการทดสอบการทำงาน ตามโปรแกรมการควบคุมเพื่อหาค่าความผิดพลาดของการทำงาน โดยทดสอบที่ความดัน 4 บาร์ และทำการทดสอบการคัดแยกชิ้นงานแบบคละกันทุกประเภทซึ่งมีจำนวนชิ้นงานที่ทำการทดสอบจำนวนครั้งละ 12 ชิ้น จำนวนครั้งการทดสอบ 30 ครั้ง ซึ่งคิดเป็นชิ้นงานทดสอบเท่ากับ 360 ชิ้น ได้ประสิทธิภาพการทำงานของชุดฝึกฯ 95 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการลำเลียงและคัดแยกโดยเฉลี่ย 190.23 วินาทีต่อชิ้นงาน 12 ชิ้น

5.1.3 จากการทดสอบการทำงานของชุดฝึกฯ จะเห็นได้ว่า เวลาที่ใช้ในการทดสอบในแต่ละครั้ง มีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อยนั้น เป็นเพราะว่าเกิดจากการสั่นไถลของชิ้นงานบนจุดที่ปล่อยชิ้นงานลงวางบนสายพานของชุดคัดแยกประเภทเนื่องจากความยาวของก้านสูบที่จับชิ้นงานมาวางบนสายพานนั้นสั้นเกินไปทำให้ตำแหน่งวางชิ้นงานต้องอยู่ขอบของสายพานทำให้เกิดการสั่นไถล ดังนั้นควรเปลี่ยนลูกสูบที่มีก้านสูบยาวขึ้นกว่าเดิมและเปลี่ยนเป็นสายพานชนิดที่เป็นหนังหรือเป็นยางเพื่อไม่ให้เกิดการสั่นของชิ้นงาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กฤษดา วิศวธีรานนท์, 2545. การควบคุมซีเควนซ์และ PLC. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [2] ณรงค์ ดันชีวะวงศ์, 2545. นิวแมติกอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [3] ณรงค์ ดันชีวะวงศ์, 2541. ระบบ PLC .2000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [4] ปานเพชร ชินินทร, 2539. นิวแมติกอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร: บริษัทเอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด
- [5] พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2537. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรมเซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์. กรุงเทพมหานคร : เรือนแก้วการพิมพ์
- [6] อัจฉรีย์ จันทลักษณ์, 2542. หลักสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เท็ก แอนด์ เจอร์นัล พับลิชชั่น จำกัด