บทที่ 7

การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

7.1 การวิเคราะห์การทำงานของเครื่องคัดขนาดผลมะม่วง

จากการทดสอบเครื่องต้นแบบพบว่า การทำงานของเครื่องเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ทุกประการ ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยการทดสอบความเที่ยงตรงมี % ค่าผิดพลาด = 1.72 และความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักมาตรฐานกับน้ำหนักที่เครื่องคัดขนาดอ่านได้พบว่า มีความสัมพันธ์แปรผันเชิงเส้นตรง (Coefficient of Correlation (R^2) = 99.33%) และมีประสิทธิภาพรวมในการคัดเกรด 97.43% ปริมาณการคัดสามารถทำได้ 514 ผลต่อชั่วโมง

อย่างไรก็ตามควรจะมีการพัฒนาเครื่องคัดขนาดต้นแบบนี้ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มสมรรถนะในการทำงานตลอดจนอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะนำมาใช้ร่วมกับเครื่องคัดขนาดอีกเช่นระบบป้อนผลมะม่วงแบบต่อเนื่อง และระบบลำเลียงผลมะม่วงออกจากเครื่องคัดขนาด เพื่อที่จะขยายให้เป็นระบบใหญ่ที่สมบูรณ์ พร้อมที่จะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผลต่อไป

7.2 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการคัดขนาดผลมะม่วงด้วยเครื่องคัดขนาดกับการใช้แรงงานคน

7.2.1 การคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการใช้เครื่องคัดขนาดผลมะม่วง ผลจากการทดสอบปรากฏว่า การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ชั่วโมงละ 123.287 Watt [No Load] และ ชั่วโมงละ 124.567 Watt [Full Load] ถ้าทำการคัดผลมะม่วงวันละ 8 ชั่วโมง จะเสียค่าไฟฟ้าวันละ

(123.287/1000) x 8 x 1.75 = 1.72 บาท [No Load] และ

(124.567/1000) x 8 x 1.75 = 1.74 บาท [Full Load]

(1 Kw-hr = 1.75 บาท)

ค่าแรงงาน คนงานควบคุมเครื่อง 1 คน วันละ 100 บาท

รวมค่าใช้จ่าย 1 วัน = 100 + 1.74 = 101.74 บาท

ในเวลา 1 วัน เครื่องคัดสามารถคัดมะม่วงได้ = 514 x 8 = 4112 ผล

ถ้า 1 kg มีมะม่วง 4 ผล

∴ ในเวลา 1 วัน เครื่องคัดจะคัดได้ 1028 kg

7.2.2 คำนวณค่าใช้จ่ายเมื่อใช้แรงงานคนในการคัด

คนงาน 1 คน คัดมะม่วงได้ประมาณ 300 ผลต่อชั่วโมงเพื่อให้ได้ปริมาณในการคัดเท่ากับเครื่อง

คนงาน 1 คน จะต้องใช้เวลาในการคัด 1 วัน = 4112/300 = 13.7 ชั่วโมง

ดังนั้น จะต้องใช้คนงานในการคัดให้ได้ปริมาณเท่ากับ

เครื่องคัด = 13.7/8 = 1.7 (เท่ากับ 2 คน) เพื่อให้เสร็จใน 1 วัน

∴ ค่าแรงงานในการคัด 1 วัน = 2 x 100 = 200 บาท

7.2.3 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการคัดด้วยเครื่องกับใช้แรงงานคน

จะพบว่า เราสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้ = 200 - 101.74 = 98.26 บาท ต่อวัน ถ้าใช้เครื่องคัดแทนการใช้แรงงานคน

7.3 การเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์

เครื่องคัดขนาดผลมะม่วงที่สร้างขึ้นนี้ สามารถคัดได้ 514 ผลต่อชั่วดมง และมีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปี สำหรับการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการคัดขนาดผลมะม่วงโดยใช้เครื่องกับการใช้แรงงานคน โดยเลือกใช้วิธี Future Worth จะได้ผลดังนี้

7.3.1 การคัดขนาดผลมะม่วงด้วยเครื่องคัด

First Cost	=	14600	บาท
อัตราดอกเบี้ยระยะ 5 ปี	=	15%	ต่อปี
ค่าไฟฟ้า	=	1.74	บาท
ค่าแรงงานคนคุมเครื่อง 1 คน	=	100	บาท

Operation Cost 1 ปี = (100 + 1.74) x 30 x 12

= 36626.40 บาท

Future Cost = First Cost + Operation Cost

= 14600 $(1+0.15)^5$ + 36626.40 $(1+0.15)^5-1)/0.15$

= 276,314.96 บาท

7.3.2 การใช้แรงงานคน

ค่าแรงงานคน 2 คน = 200 บาท

อัตราดอกเบี้ย (ระยะเวลา 5 ปี) = 15% ต่อปี

Future Cost = (200 x 12 x30) $(1+0.15)^5-1]/0.15$

= 485,000 บาท

จากการคำนวณ เมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่า ถ้าใช้เครื่องคัดขนาดผลมะม่วงแทนการใช้แรงงานคน จะได้ว่าในระยะเวลา 5 ปี เราสามารถจะประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้ถึง = 485,000 - 276,500 = 208,500 บาท

7.4 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

7.4.1 สาเหตุความคลาดเคลื่อนของเครื่องคัดผลมะม่วงโดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์

1. สัญญาณจากภายนอกและภายในรบกวน

1.1 สัญญาณภายนอกมาจาก Line ทำให้ Power Supply มีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้น ในที่นี้เราได้ใช้ Line Noise Filter และเพิ่ม Capacitor เข้าช่วยแล้วปรากฏว่าดีขึ้น

1.2 สัญญาณรบกวนภายใน เช่นเกิดขึ้นภายในแผ่นพิมพ์ที่รวม IC ที่ทำงานร่วมกันจำนวนมาก ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น ซึ่งป้องกันยากมากเช่น สัญญาณรบกวนออกจาก CPU ซึ่งเราใช้ CPU สำเร็จรูปของ Sila ก็แก้ไขไปได้บ้างโดยวิธีการ Shield และการต่อวงจรให้ลง Ground อย่างดีที่สุด

1.3 สัญญาณรบกวนจาก Load cell เนื่องจาก Load cell มีความไวต่ออุณหภูมิขณะทำงานจะเกิด Johnson noise บ้างเล็กน้อย แต่เมื่อผ่านการขยายสัญญาณจาก Amplifier ก็จะเพิ่มมากขึ้น แต่ในที่นี้ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้

2. ปัญหาเรื่องชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่นำมาสร้างไม่ได้มาตรฐานและบางอย่างหาซื้อไม่ได้

2.1 เนื่องจากอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิคส์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีคุณภาพต่ำ เมื่อนำมาประกอบวงจรแล้ว ทำให้เกิดค่าผิดพลาดมาก เช่น Resistor ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด มีค่าผิดพลาดประมาณ 5% และที่ดีที่สุดผิดพลาด 1% ซึ่งถ้านำมาใช้กับงานวัดละเอียดแล้วทำได้ยากมาก ๆ

2.2 เนื่องจากการออกแบบทางด้านกลไก เมื่อออกแบบมาแล้วไม่สามารถหาชิ้นส่วนที่ต้องการได้เช่น Guide Ball Bearing ซึ่งมีความจำเป็นมากเพราะถ้าใช้แบบอื่นจะเกิดปัญหาเรื่อง Friction ทำให้การวัดคลาดเคลื่อน จึงต้องใช้วิธีหลีกเลี่ยงไปใช้ชิ้นส่วนแบบอื่นแทนเช่น ระบบ Four Bar Linkage เข้ามาใช้แทนก็พอจะแก้ไขปัญหาไปได้

3. เนื่องจาก โลหะที่นำมาใช้ทำ Load cell เป็นโลหะ (เหล็ก) ที่ใช้กับงานทั่วไป จึงมีค่าผิดพลาดในการคืนตัว หลังจากไม่ได้รับแรงอยู่มาก (Hysteresis) ทำให้ค่าที่อ่านได้จาก Strain gage ไม่ค่อยแน่นอน โดยปกติแล้ว Load cell ที่ผลิตได้มาตรฐาน จะใช้โลหะชนิดพิเศษซึ่งค่าผิดพลาดในการคืนตัวน้อยมาก ดังนั้น Load cell มาตรฐานจึงมีราคาสูง ดังนั้นเครื่องคัดขนาดต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้มีงบประมาณในการสร้างจำกัด จึงสร้าง Load cell ขึ้นมาใช้เองซึ่งราคาถูก แต่ในอนาคตก็สามารถที่จะพัฒนาประสิทธิภาพให้สูงขึ้นได้โดยการนำเอา Load cell มาตรฐานมาใช้ก็จะเป็นเครื่องคัดขนาดที่มาตรฐานต่อไป

เมื่อมีปัญหาตามสาเหตุต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จึงได้แก้ปัญหาโดยใช้ Software เข้าช่วย โดยต้องมีขั้นตอนในการปฏิบัติการใช้งานเพิ่มมากขึ้นเช่น จะต้องมีการ Calibrate 1 ครั้ง เมื่อเริ่มทำการปฏิบัติงานแล้วขั้นตอนในการคำนวณภายใน Software จะซับซ้อนขึ้นอีก ซึ่งเป็นสาเหตุที่จะทำให้การทำงานของเครื่องช้าลงไปบ้าง

แต่ถ้าอย่างไรก็ตามการทำงานของเครื่องคัดขนาด ยังสามารถทำงานได้ดีเป็นที่น่าพอใจคือสามารถทำการคัดได้มีประสิทธิภาพในการคัดเกรด 97.43% จึงเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบครั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไปในอนาคต