

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยการทำงานของเครื่องจักรวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อลดรอบเวลาการผลิตของการประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้มีเวลาน้อยที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางชิ้นส่วนอัตโนมัติ โดยคำนวณหาจากระยะทางรวมที่สั้นที่สุดของหัวหยิบจับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Nozzle) เคลื่อนที่ในการประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด โดยใช้การประมวลผลจากโปรแกรม LINGO 5.0 Version Educational เพื่อหาระยะทางรวมที่สั้นที่สุดจากสมการเป้าหมายและสมการฟังก์ชันข้อจำกัดของเครื่องวางชิ้นส่วนอัตโนมัติและกระบวนการประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถจัดลำดับการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ให้เหมาะสมและลดเวลาที่ใช้ในการผลิต จากผลการวิจัยหวังว่าผลการจัดลำดับการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และระยะทางรวมที่สั้นที่สุดของหัวหยิบจับจะเป็นประโยชน์ต่อการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้โปรแกรม LINGO 5.0 ในการพิจารณาในการลดต้นทุนการผลิตต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากหัวข้อการวิจัย การลดระยะเวลาการผลิตของเครื่องวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้โปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) โดยใช้โปรแกรม LINGO 5.0 ในการลดต้นทุนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

5.1.1 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก

ตาราง 5-1 แสดงผลลัพธ์ของระยะทางรวมที่สั้นที่สุดของผลิตภัณฑ์ A, B, C, D และ E

ผลิตภัณฑ์	ชนิด (i)	จำนวนเทป (j)	รอบ (k)	หัวหยิบจับ (l)	ตำแหน่งวาง (m)	Integer Variable	เวลาที่ใช้ประมวลผล hh:mm:ss	ระยะทางรวม (mm)	รอบเวลาในการผลิตจากการคำนวณ (Sec)	รอบเวลาในการผลิตเดิม (Sec)	สามารถลดรอบเวลาการผลิตได้ (%)
A	3	3	2	2	3	108	0:00:02	55	0.23	0.30	21.43%
B	5	5	3	2	5	750	0:00:53	294	1.25	2.91	57.02%
C	5	5	3	2	5	750	0:02:09	557	2.37	3.02	21.55%
D	5	5	2	3	5	750	0:02:50	409	1.74	2.19	20.74%
E	7	7	3	3	7	3,087	1:22:28	701	2.98	3.70	19.52%

ผลการวิจัยหาระยะทางที่สั้นที่สุดของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กพบว่าถ้าจำนวนตัวแปร (Integer Variable) มีจำนวนมากขึ้นทำให้เวลาที่ใช้ในการประมวลผลด้วยโปรแกรม LINGO 5.0 ใช้เวลานานมากขึ้น เมื่อนำผลลัพธ์ของระยะทางรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคำนวณสามารถคำนวณหาระยะเวลารอบการผลิได้โดยนำระยะทางรวมมาคำนวณกับอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ของหัวหยิบชิ้นส่วนด้วยเร็วคงที่ 235.3 mm/sec ทำให้สามารถคำนวณหาระยะเวลาของรอบการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ได้ เมื่อนำระยะเวลาของรอบการผลิตที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบกับระยะการผลิจริงพบว่าระยะเวลารอบการผลิที่ได้จากการคำนวณมีระยะที่สั้นกว่า ระยะเวลารอบการผลิเดิม ดังนั้นสามารถพิสูจน์ได้ว่าสมการฟังก์ชันเป้าหมายและสมการข้อจำกัดของงานวิจัยนั้นถูกต้องและสามารถลดรอบการผลิได้จริง

5.1.2 แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่อิเล็กทรอนิกส์ปริ้นเตอร์ Verona Main board

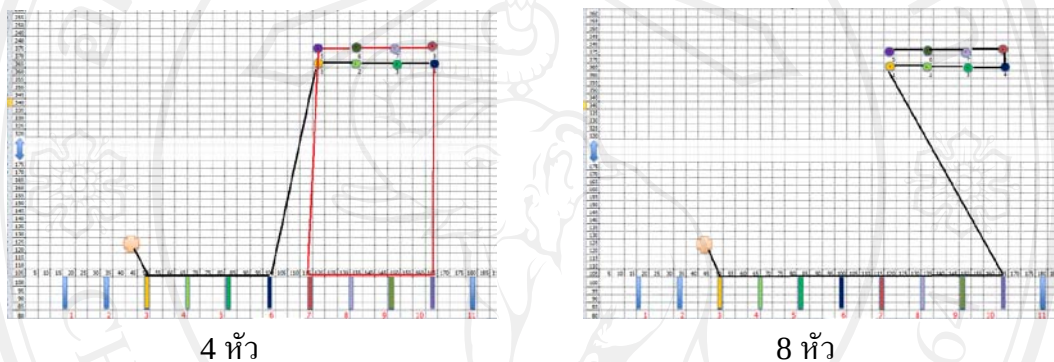
แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ปริ้นเตอร์ Verona Main board เป็นแผงวงจรที่มีจำนวนชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากในการประกอบ ทำให้มีตัวแปร (Integer Variable) จำนวนมากไม่สามารถประมวลผลหาระยะทางที่สั้นที่สุดด้วยโปรแกรม LINGO 5.0 ได้ จึงปรับสมการเป้าหมายให้เล็กลงโดยแบ่งช่วงการหาระยะทางเคลื่อนที่สั้นที่สุดเป็น 12, 14 และ 16 ช่วง

ตาราง 5-2 แสดงผลลัพธ์ของผลรวมระยะทางรวมของแต่ละแบบช่วงแบ่ง 12, 14 และ 16 ช่วง

แบ่งช่วงโปรแกรม	ชนิด (i)	มันเทป (j)	รอบ (k)	หัวหยิบจับ (l)	ตำแหน่งวางชิ้นส่วน (m)	Integer Variable	เวลาที่ใช้ประมวลผล hh:mm:ss	ระยะทางรวม (mm)	รวมเวลาในการผลิตจากการคำนวณ (Sec)	รวมเวลาในการผลิเดิม (Sec)	สามารถลดรอบเวลาการผลิตได้ (%)
12	32	90	28	4	109	21,944	15:34:16	22,338	47.47	75.21	36.88%
14	32	90	28	4	109	20,224	11:25:24	24,646	52.37	75.21	30.36%
16	32	90	28	4	109	12,280	9:55:12	26,416	56.13	75.21	25.36%

จากการหาระยะทางที่สั้นที่สุดโดยแบ่งเป็น 12, 14 และ 16 ช่วงโปรแกรมและนำผลลัพธ์แต่ละช่วงมารวมกันโดยการแบ่งย่อยช่วงโปรแกรมในการประมวลผลเพื่อให้โปรแกรม LINGO 5.0 สามารถประมวลผลได้ พบว่าจากแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์เดียวกัน ระยะทางรวมของการแบ่งช่วงการโปรแกรม 12 ช่วงจะได้ผลลัพธ์ระยะทางรวมและระยะเวลาการผลิที่สั้นที่สุด และระยะทางรวมของ 14 และ 16 ช่วงโปรแกรมจะมากขึ้นตามลำดับ เวลารวมที่ใช้ในการประมวลผลเพื่อหาของแต่ละแบบพบว่า 12 ช่วงใช้เวลานานที่สุดและเวลารวมของ 14 และ 16 ช่วงจะลดลงตามลำดับ ดังนั้นจากแบ่งย่อยพบว่าจำนวนช่วงโปรแกรมมีผลต่อระยะทางรวมของการเคลื่อนที่และระยะเวลาการผลิคือ ถ้าแบ่งช่วงย่อยจำนวนน้อยกว่าจะใช้เวลาในการประมวลผลนานกว่าแต่มีผลทำให้ระยะทางเคลื่อนที่รวมมีระยะทางที่สั้นที่สุด เนื่องจากการเคลื่อนที่ของหัวหยิบจับขึ้น

เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 235.3 mm/sec ดังนั้นเมื่อระยะทางรวมในรอบการผลิตรวมลดลงจะมีผลทำให้ลดระยะเวลาของรอบการผลิต แต่เนื่องจากการค้นคว้าแบบอิสระนี้คำนวณหัวจับขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แบบ 4 หัวเพื่อลดจำนวนตัวแปรทั้งหมดแต่ละช่วงโปรแกรมไม่เกิน 6,000 ตัวแปร เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นคว้าแบบอิสระนี้เปรียบเทียบกับระยะเวลาการผลิตจริงเดิมต้องนำระยะทางรวมหารสอง เนื่องจากการผลิตจริงใช้หัวจับ 8 หัว เพราะการเคลื่อนที่แบบ 4 หัว นี้จะใช้รอบในการหยิบและจับมีจำนวนมากกว่าแบบ 8 หัวถึงสองเท่า ดังนั้นถ้าหากคำนวณหาระยะทางโดยใช้หัวจับเท่ากับการผลิตจริงแบบ 8 หัว ผลลัพธ์ของระยะทางรวมและเวลาการผลิตที่ได้จากการคำนวณต้องมีระยะทางรวมและเวลาการผลิตที่น้อยกว่าแบบ 4 หัวหยิบจับดังแสดงได้ตามรูป 5-1



รูป 5-1 แสดงการเคลื่อนที่ของแบบหัวหยิบขึ้นส่วน 4 หัวและ 8 หัว

จากรูป 5-1 สามารถคำนวณการเปรียบเทียบของระยะทางรวมของ 8 หัวและ 4 หัวได้ตามภาคผนวก ค โดยตำแหน่งแผงวงจรเดียวกันและมีลำดับการวางขึ้นส่วนแบบเดียวกัน

จำนวนหัวหยิบแบบ 4 หัวคำนวณระยะทางได้เท่ากับ 1,067 มิลลิเมตร เวลาที่ใช้ 4.5 วินาที

จำนวนหัวหยิบแบบ 8 หัวคำนวณระยะทางได้เท่ากับ 546 มิลลิเมตร เวลาที่ใช้ 2.3 วินาที

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการเคลื่อนที่แบบ 4 หัว ใช้เวลามากกว่าประมาณ 2 เท่าของการเคลื่อนที่แบบ 8 หัว

เพราะฉะนั้นการหาผลลัพธ์ของคำตอบที่เป็นจริงที่สุดจะต้องคำนวณหาผลลัพธ์ระยะทางรวมให้จำนวนช่วงโปรแกรมน้อยที่สุดหรือโปรแกรมสามารถประมวลผลครั้งเดียวเท่านั้นเช่นเดียวกับแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ถูกต้องที่สุด เพราะการประมวลผลครั้งเดียวของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำให้โปรแกรมสามารถมองในภาพรวมของปัญหาทั้งหมดได้และได้คำตอบที่ดีกว่า

ในการประยุกต์การสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ชนิดโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มในการแก้ปัญหา ระยะทางรวมในรอบการวางขึ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเป้าหมายระยะทางรวมสั้นที่สุดโดยใช้

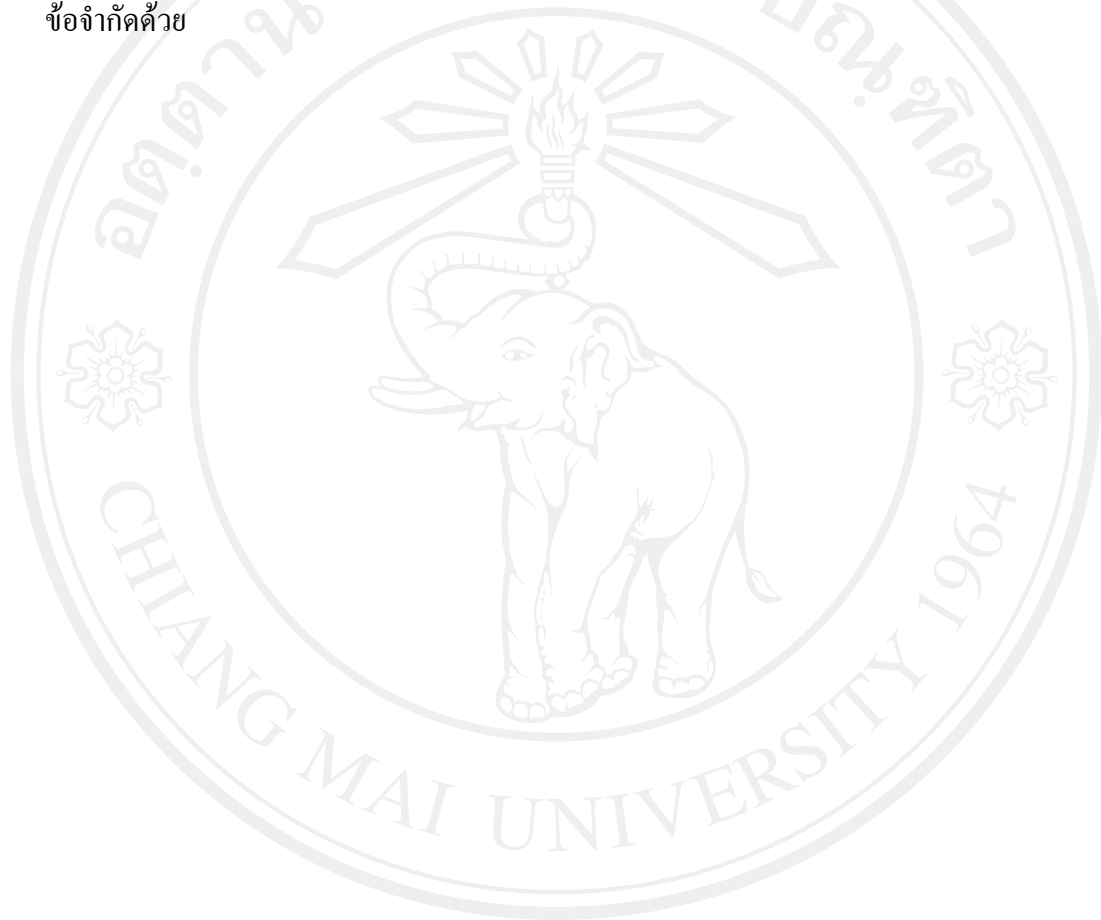
โปรแกรม LINGO 5.0 แก้ปัญหาของโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) ในการวิจัยค้นคว้าอิสระของแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รีเนเตอร์ Verona Main board ของผลิตภัณฑ์ Brady โดยมีจำนวนชิ้นส่วน 109 ตำแหน่งและชนิดของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ 32 ชนิดทำให้มีจำนวนตัวแปรทางคณิตศาสตร์จำนวนมากถึง $X_{i,j,k,l,m} = 351,590,409$ ตัวแปรซึ่งไม่สามารถที่จะหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม LINGO 5.0 ได้ภายในครั้งเดียว เนื่องจากโปรแกรม LINGO 5.0 ต้องใช้ General Memory ในการประมวลผลเป็นจำนวนมาก แต่เพื่อทดสอบสมการเป้าหมาย (Objective Function) และสมการฟังก์ชันข้อจำกัด (Constraints Function) ในรูปแบบของโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) สามารถแก้ปัญหาคำถามหาระยะทางรวมที่สั้นที่สุดในแต่ละรอบการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (Cycle Time) ได้โดยใช้โปรแกรม LINGO 5.0 ได้ โดยแบ่งช่วงการคำนวณและประมวลผลออกเป็นช่วงโปรแกรม โดยแต่ละช่วงโปรแกรมต้องมีจำนวนตัวแปร ($X_{i,j,k,l,m}$) ไม่เกิน 6,000 ตัวแปรและต้องลดจำนวนของหัวหีบจับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จากทั้งหมด 8 หัวเปลี่ยนเป็น 4 หัว จึงมีผลให้จำนวนตัวแปร ($X_{i,j,k,l,m}$) มีจำนวนลดลงเพื่อให้มีความต่อเนื่องและเหมือนกับการเคลื่อนที่จริงโดยจะกำหนดให้จุดวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สุดท้ายของช่วงโปรแกรมก่อนหน้าจะต้องเป็นจุดเริ่มต้นของโปรแกรมช่วงถัดไป และเรียงช่วงโปรแกรมจากขนาดเล็กและไปขนาดที่ใหญ่กว่าในลำดับต่อไป จากการคำนวณพบว่าโปรแกรม LINGO 5.0 สามารถหาคำตอบระยะทางการเคลื่อนที่รวมที่น้อยที่สุดของหัวหีบจับทำให้เวลาที่ใช้ในรอบการผลิตน้อยลงไปด้วย เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่ของหัวจับในแนวแกน X, Y มีความเร็วคงที่ ดังนั้นเมื่อหาระยะทางรวมที่น้อยที่สุดจะมีผลทำให้ระยะเวลาในการผลิตจะลดลงด้วย ดังนั้นจากการวิจัยค้นคว้าอิสระนี้พบว่าปัญหาคำถามหาระยะทางการเคลื่อนที่รวมในแต่ละรอบการผลิตของเครื่องวางชิ้นส่วนอัตโนมัติสามารถแก้ปัญหาหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยการแก้ปัญหาแบบโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตของกระบวนการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ของโรงงานอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดเพื่อหาระยะที่สั้นที่สุดของการวางชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของรีเนเตอร์ผลิตภัณฑ์ของ Brady รุ่น Verona Main board เนื่องจากจำนวนตัวแปรทั้งหมด มีจำนวนมากและต้องใช้ หน่วยความจำ (Memory) ขนาดใหญ่ในการประมวลผลหาคำตอบได้ภายในครั้งเดียว ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจำเป็นต้องศึกษา

ขีดจำกัดความสามารถในการประมวลผลของโปรแกรม LINGO 5.0 ในเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย
หน่วยความจำที่มากขึ้นกว่าครั้งนี้จึงสามารถหาคะทางรวมที่สั้นที่สุดภายในครั้งเดียว

2. ในการวิจัยนี้ได้จัดลำดับขนาดของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ได้แล้วจึงสามารถที่จะลำดับการ
วางขนาดชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์จากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ได้ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะ
เพิ่มสมการข้อจำกัดของขนาดชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในการจัดลำดับจากเล็กไปใหญ่ในสมการ
ข้อจำกัดด้วย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved