วิธีการแก้ปัญหาของการจัดตารางงานโดยใช้วิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช

Solving Sequence of Job Scheduling Problem by Genetic Algorithm with Local Search

อดุลย์ พุกอินทร์[1*]

[1*]หลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

27 ถ.อินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ โทร (055)416625 โทรสาร (055) 416625 E-mail: Adun999@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิธีการที่อยู่ในกลุ่มของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) โดยนำวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm : GA) และวิธีการผสมผสาน (Hybrid) โลคอลเสิร์ช (Local search) ในการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ซึ่งวิธีของเจเนติกอัลกอริทึมเป็นวิธีแก้ปัญหาชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการเชิงพันธุกรรม เพื่อนำมาแก้ไขการจัดตารางการทำงาน และยังนำวิธีการผสมผสานโลคอล เสิร์ชมาใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมให้ดีขึ้นซึ่ง ถือว่าเป็นการผสมผสานเพื่อการจัดตารางการทำงานให้ได้ค่าเมคสแปน (Makespan) ที่ต่ำสุด การศึกษานี้ได้นำปัญหาของการจัดตารางการผลิต (Scheduling Problems) ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลมาเป็นตัวแบบในการพัฒนาโปรแกรมและประมวลผลเพื่อเปรียบเทียบทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมอย่างเดียว กับวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชกับปัญหาแบบขนาดเล็กและปัญหาขนาดใหญ่ โดยการศึกษาเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการหาค่าขอบเขตต่ำสุด (Lower bound) และเวลาการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จากการวิจัยพบว่า วิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชค้นหาคำตอบพบได้ดีกว่าวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และการหาค่าคำตอบเมื่อเทียบกับค่าขอบเขตต่ำสุดได้ใกล้เคียงกว่า ทั้งปัญหาขนาดเล็กและปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาสามารถจัดตารางงานเพื่อให้ได้ค่าเมคสแปนต่ำสุดในการผลิตได้

คำสำคัญ: เจนเนติกอัลกอริทึม, การผสมผสานผสมผสานโลคอลเสิร์ช

Abstract

This research presents algorithms for solving a scheduling problem for a machinery part manufacturer. An artificial intelligence-based genetic algorithm (GA) and a hybrid GA/local search were developed. The objective of the project is to minimize makespan. Experiments for evaluating the performance of the solutions, carried out in terms of quality and computational time, of both algorithms were conducted on problems of various sizes. The results showed that the hybrid approach outperformed GA in most of the cases.

Keywords: Genetic Algorithm (GA), hybrid local search

1. บทนำ

ลักษณะของปัญหาการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักร โดยส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาประเภท NP-Hard หรือแบบ Combinatorial Optimization (Bish et al, 2003) ซึ่งหมายถึงปัญหาที่ใช้เวลาในการหาคำตอบยาวนาน เมื่อมีขนาดของปัญหาที่มากขึ้น ลักษณะปัญหาจะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนเชียล ซึ่งในการหาค่าคำตอบจะใช้เวลามากตามขนาดของปัญหา ดังกรณีที่มีงานอยู่ n งาน สามารถจัดตารางการทำงานได้ n! การแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานสามารถทำได้โดยวิธีทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าต่ำสุดของรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น วิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) วิธีแตกกิ่งและขอบเขต (Branch and Bound) หรือวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดทางฮิวริสติกวิธีต่าง ๆ (Chutima P. 2003) นอกจากนี้ยังมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาจึงทำให้การแก้ไขปัญหาทำได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามเมื่อในอุตสาหกรรมมีการพัฒนามากขึ้นส่งผลให้การออกแบบการจัดตารางการทำงานมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ปัญหางานมีขนาดใหญ่ทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร และขั้นตอนการทำงานก็เพิ่มมากขึ้น การแก้ไขโดยการคำนวณโดยวิธีการแบบเดิมอาจทำได้ยาก และใช้เวลานานมาก

ปัจจุบันได้มีการนำวิธีผสมผสาน (Hybrid) มาพัฒนาใช้ร่วมกับวิธีการต่าง ๆ ของกลุ่มการแก้ปัญหาทางปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) เช่น วิธีการผสมผสานแอนท์โคโลนี่ออฟติไมเซชั่น (Ant colony optimization: ACO) กับโลคอลเสิร์ช วิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการแก้ไขปัญหา ในโรงงานอุตสาหกรรมหลาย ๆ ประเภท เนื่องจากสามารถใช้จัดการปัญหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนได้ดี

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms :GA) เป็นวิธีการหนึ่งของ AI ซึ่งสามารถนำมาใช้กับการแก้ปัญหาในโรงงานที่มีปัญหาด้านการหาคำตอบที่ดีที่สุด เช่น การจัดสายการผลิต การวางผังโรงงาน การจัดตารางงาน เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนวิธีเจเนติกอัลกอริทึมได้พัฒนาขึ้นโดยฮอลแลนด์ (Holland; 1975) เป็นเทคนิคการหาค่าเหมาะสมที่ดี ที่มีลักษณะการทำงานในรูปแบบของการค้นหาคำตอบแบบขั้นตอนวิธีฮิวริสติก ซึ่งขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีรากฐานมาจากทฤษฎีการวิวัฒนาการของ ชาร์ล ดาร์วิน (Charles Darwin) โดยอิงจากแนวคิดเรื่องการอยู่รอดของผู้ที่แข็งแรงที่สุด (Survival of the fittest) การทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นก็จะเป็นไปในลักษณะของการหาคำตอบแบบคู่ขนาน (Parallel search) เพื่อที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดในรุ่นถัดไป

ในการศึกษานี้จะนำเอาวิธีของเจเนติกอัลกอริทึม และวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช มาใช้ในการจัดตารางการทำงาน โดยทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะเป็นการนำปัญหาที่มีขนาดของปัญหาที่มีขนาดเล็ก (Small problem) และปัญหาที่มีขนาดของปัญหาที่มีขนาดใหญ่ (Large problem) มาทำการประมวลผลเพื่อหาค่าคำตอบเพื่อเปรียบเทียบการหาค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าขอบเขตต่ำสุด (Lower bound) ค่าเวลาการประมวลผลและการพบค่าคำตอบในรุ่น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อคำตอบของปัญหาโดยจะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาทำการประมวลผลของปัญหาการจัดตารางงาน เพื่อลดเวลา และความผิดพลาดในการคำนวณหาค่าการคำตอบจัดตารางงานลง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรโดยใช้วิธีผสมผสานเจนเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช

2.2 เพื่อนำปัญหาขนาดเล็กและขนาดใหญ่มาจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

3. ขอบเขตของงานวิจัย

3.1 พัฒนาโปรแกรมที่ใช้แก้ไขปัญหาการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรที่มีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน

3.2 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการดำเนินการจำนวนหนึ่งโปรแกรมใช้บริษัทไมโครซอฟ

4 อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยแสดงดังนี้

4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา (Notebook CPU 1.70, 256 MB)

4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ PC (Pentium (R) D CPU3.4GHz, RAMDDR-2 533 MB)

4.3 ชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำนวน 1 ชุด

5. กรอบความคิดในการวิจัย/สมมุติฐานการออกแบบและพัฒนา

วิธีการดำเนินการที่นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้นผู้วิจัยได้ออกแบบการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาสำรวจปัญหาการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรในโรงงาน

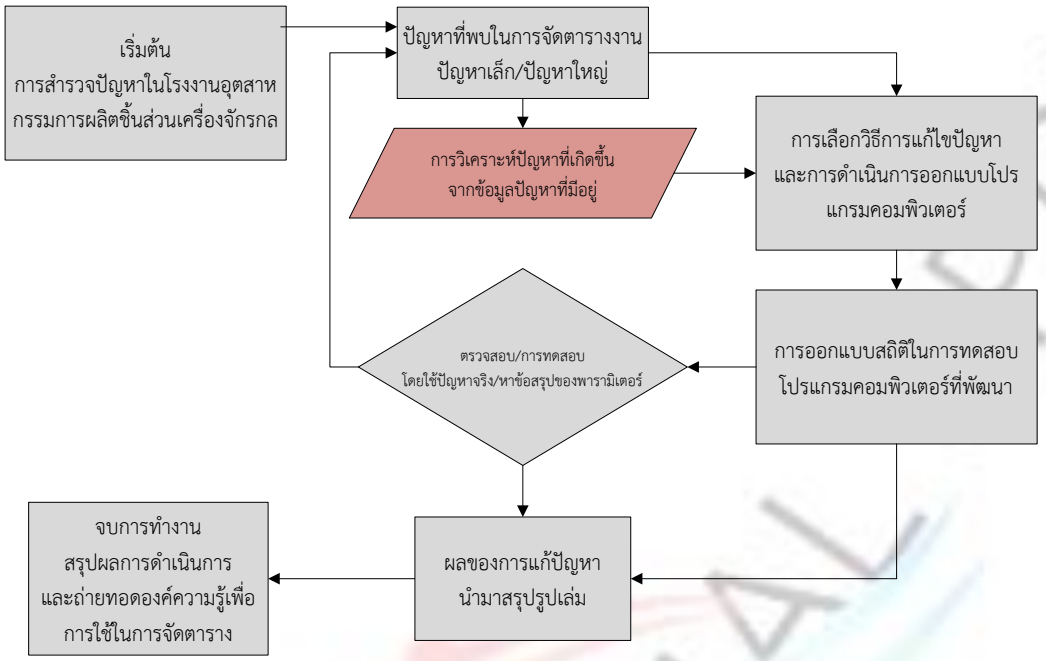
2) การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดตารางงานให้กับโรงงาน

3) การนำข้อมูลปัญหาขนาดกลางและขนาดเล็กมาทดสอบเชิงสถิติเพื่อประเมินค่าพารามิเตอร์ ที่เหมาะสม

4) การนำปัญหาขนาดเล็กและปัญหาขนาดใหญ่มาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาและทำการเปรียบเทียบผลด้านเวลา เปรียบเทียบค่าขอบเขตต่ำสุด และรุ่นที่พบตำตอบ

5) นำโปรแกรมที่พัฒนาใช้ในการจัดการในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้แสดงกรอบแนวความคิด เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังแสดงภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงการสมมุติฐานการออกแก้ไขปัญหาและการพัฒนาโปรแกรมในการแก้ไขปัญหา

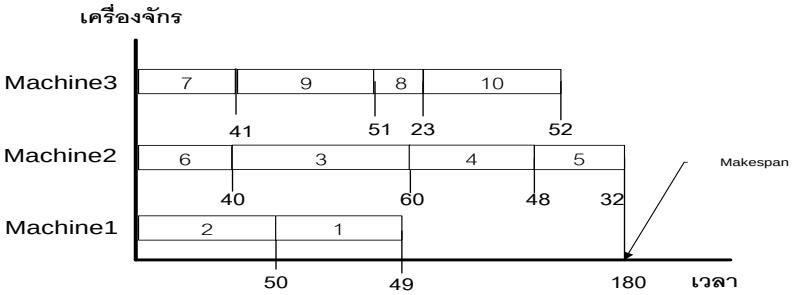
จากภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดของการศึกษาวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการค้นหาปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเลือกวิธีการ การออกแบบการแก้ไขโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการนำปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตมาแก้ไขการจัดตารางงานได้อย่างเหมาะสม

6. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 ปัญหาของการจัดตารางการผลิต

ปัญหาในการจัดตารางการผลิตได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยเฮรี่ เป็นผู้หนึ่งที่ได้พัฒนาการจัดตารางการผลิตอย่างง่าย คือใช้แผนภูมิแกนต์ (Gantt Chart) ขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1971 โดยแผนภูมิแกนต์จะแสดงถึงกิจกรรม (Activity) ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นซึ่งจะแสดงในรูปเส้นแถบ (Bar) ตามเวลาในแนวนอน วิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าแก่เป็นที่รู้จักกันดี และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ปัญหาการจัดตารางการผลิต (Job scheduling problem) ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล จะมีขนาดของปัญหาของการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้การทำงาน มีความล่าช้าในการปฏิบัติงาน ปัญหาที่พบในโรงงาน เช่น มีงานอยู่ 10 งาน ในแต่ละงานมีเวลาในการทำงาน (Processing Time) ที่แตกต่างกัน และมีเครื่องจักรอยู่ 3 เครื่องจักรทำงานแบบขนานจากปัญหาสามารถจัดตารางการทำงานได้ถึง 10! = 10 x 9 x 8 x 7 x 6 x 5 x 4 x ...1 = 3,628,800 วิธี ซึ่งจำนวนวิธีที่ใช้จัดตารางการทำงาน หรือจำนวนคำตอบนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนขนาดของงาน ถ้าจำนวนงานเท่ากับ n งาน ก็สามารถจัดได้ n! วิธี ดังแสดงภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดตารางงานให้กับเครื่องจักร

การแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานของโรงงานจะใช้การแก้ปัญหาโดยใช้การตัดสินใจด้วยวิธีที่คุ้นเคยของฝ่ายบริหาร และใช้กฎในการจัดตารางการทำงาน คือ เลือกเวลาที่สั้นที่สุดมาทำก่อน (Shortest Processing Time) หรือเลือกวิธีมาก่อนทำก่อน (First In First Out : FIFO) หรือบางครั้งจะใช้ความชำนาญของพนักงาน การวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการทำงาน จะหาค่าเวลาสิ้นสุดของงานในการจัดตารางการทำงานให้มีค่าเมคสแปน (Makespan) ต่ำสุดของการจัดงานในชุดนั้น โดยใช้การหาค่าจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้การทำงานมีความล่าช้ามาก ทางผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะนำหลักการทางพันธุศาสตร์และวิธีการผสมผสาน (Hybrid) โดยใช้วิธีโลคอลเสิร์ช เพื่อแก้ไขให้ปัญหาดังกล่าวให้ดีขึ้น

6.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรวัฒน์ วรวิชัย (2553) เพื่อเป็นการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม ที่ทำให้เกิดต้นทุนโดยรวมตลอดระยะเวลาการวางแผนการสั่งซื้อมีค่าต่ำที่สุด โดยการออกแบบตัวแบบทางคณิตศาสตร์เป็นโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็มสำหรับแก้ปัญหา และใช้วิธีการโปรแกรม เชิงเส้น (Linear Programming: LP) เพื่อทดสอบหาคำตอบ จากนั้นได้ขยายขนาดปัญหา และกำหนดเวลาในการแก้ปัญหาเท่ากับ 120 นาที พบว่า วิธี LP ไม่สามารถหาคำตอบได้ในปัญหาขนาดใหญ่ได้

Der-Horng Lee et al (2010) ได้นำวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในการจัดตารางการทำงานให้กับเครนในท่าเรือในประเทศสิงคโปร์ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ทำให้ได้ผลการจัดตารางการทำงานของเครนที่จะทำให้ใช้เวลาในการหาค่าคำตอบที่ดีทางด้านเวลา และได้เลือกวิธีการครอสโอเวอร์ (crossover) และการมิวเตชั่น (mutation) อย่างละหนึ่งแบบมาใช้ในกระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึม

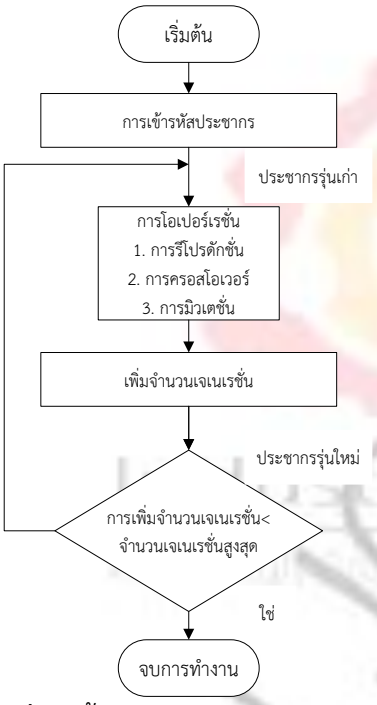
อัษรายุทธ มาสแก้ว (2553) ได้วิจัยด้านการจัดการอุตสาหกรรมกับบริษัทสยามมาสเตอร์คอนกรีต จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ด้านการวิเคราะห์กิจกรรม การวิเคราะห์ตัวผลักดันต้นทุน และการเสนอแนวทางการลดต้นทุนโดยใช้ระบบต้นทุนกิจกรรม ในการดำเนินการได้ศึกษาองค์กรของบริษัทพบว่าในแต่ละแผนกมีกิจกรรมที่ต้องดำเนินการในแต่ละฝ่ายและแผนกทั้งหมด 13 แผนก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์กิจกรรมโดยใช้กระบวนการในการวิจัยจึงได้กิจกรรมที่ต้องดำเนินการ 69 กิจกรรมจากทั้งหมด 97 กิจกรรม และได้แยกกิจกรรมออกเป็น 2 แบบ คือ กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่า และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่างานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางในการบริหารในการที่ทำให้บริษัทมีการลดต้นทุนการผลิตได้

1) วิธีการเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm: GA)

การจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักรนั้น ผู้ศึกษาได้พัฒนาวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในการแก้ไขการจัดตารางการทำงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางงานให้ดีขึ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะมีขั้นตอนดังนี้

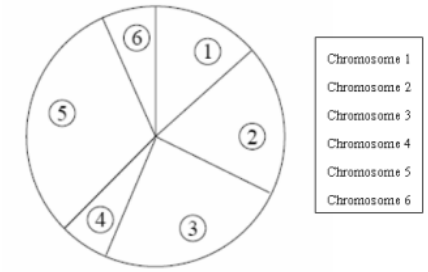
1.1) การเข้ารหัสและสร้างประชากรเริ่มต้นอย่างสุ่ม ขั้นตอนแรกของเจเนติกอัลกอริทึม คือ การเข้ารหัสหรือแปลงค่าพารามิเตอร์ให้อยู่ในรูปของสตริงที่มีความยาวบิทตามขนาดของงานที่อยู่กับรูปแบบของปัญหาแต่ละปัญหา สำหรับวิธีเจเนติกอัลกอริทึมส่วนมากจะใช้การเข้ารหัสแบบไบนารี (Binary Coding) หรือ (Non Binary Coding)

1.2) ประชากรกลุ่มรุ่นเก่า (Old Population) ประชากรรุ่นเก่า คือ สตริงที่จะถูกคัดเลือกไปเป็นต้นแบบสำหรับสร้างประชากรรุ่นใหม่ (New Population) โดยประชากรรุ่นเก่าชุดแรก คือ ประชากรเริ่มในรุ่นถัดไป



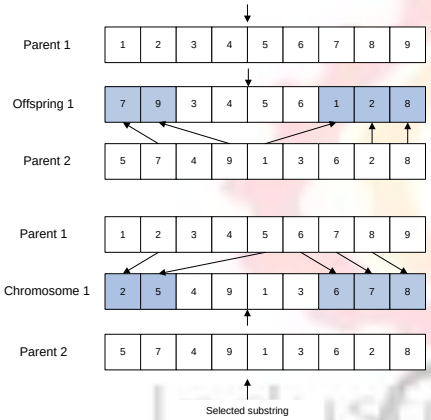
ภาพที่ 3 ขั้นตอนของเจเนติกอัลกอริทึม

1.3) การรีโปรดักชั่น (Reproduction) คือ กระบวนการที่สตริงแต่ละตัวเลียนแบบค่าฟังก์ชั่นเป้าหมาย f(x) โดยที่ฟังก์ชั่นนี้อาจเป็นการวัดผลตอบแทนค่าอรรถประโยชน์หรือสิ่งที่ต้องการให้เป็นค่าสูงสุดหรือค่าความเหมาะสม (Fitness) เมื่อสตริงที่มีความเหมาะสมสูงกว่าก็จะมีความน่าจะเป็นในการสนับสนุนลูกหลานต่อไปสูงด้วยตัวปฏิบัติการนี้เกิดขึ้นจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติตาม วิธีที่นิยมวิธีหนึ่งคือ สร้างจากวงล้อรูเล็ท (Roulette wheel) ที่มีจำนวนช่องเท่ากับจำนวนประชากรสตริง และขนาดของช่องก็เป็นสัดส่วนกับ ค่าความเหมาะสม ดังภาพที่ 4



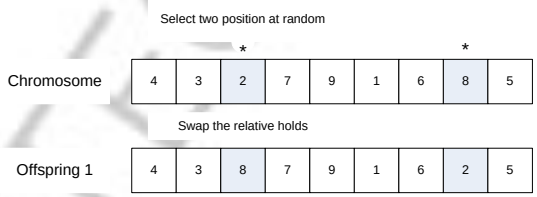
ภาพที่ 4 การรีโปรดักชั่นด้วยวิธีการใช้วงล้อรูเล็ท (Roulette wheel selection)

1.4) กระบวนการของครอสโอเวอร์ (Crossover) จะทำหลังจากประชากรทั้งหมดผ่านกระบวนการรีโปรดักชั่นแล้วจะทำการจับคู่สมาชิกในเมทดิ้งพูล หรือ กลุ่มประชากรทั้งหมดอย่างสุ่ม และ ทำการไขว้สลับค่าที่อยู่หลังตำแหน่งที่เลือกไว้จากการสุ่มหรือทำการแลกเปลี่ยนส่วนกันดังแสดงภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การครอสโอเวอร์แบบ Order crossovers

1.5) การมิวเตชั่น (Mutation) มิวเตชั่นเป็นสิ่งที่จำเป็นถึงแม้ว่าการรีโปรดักชั่นและการครอสโอเวอร์จะช่วยให้การค้นหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การมิวเตชั่นจะป้องกันส่วนที่เสียไม่อาจเรียกคืนได้ (Recovery Loss) และในบางครั้งการหาคำตอบของเจเนติกอัลกอริทึม อาจมีคำตอบติดอยู่ใน Local Optimal การมิวเตชั่นด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้คำตอบสามารถหลุดออกจาก Local Optimal ดังแสดงภาพที่ 6

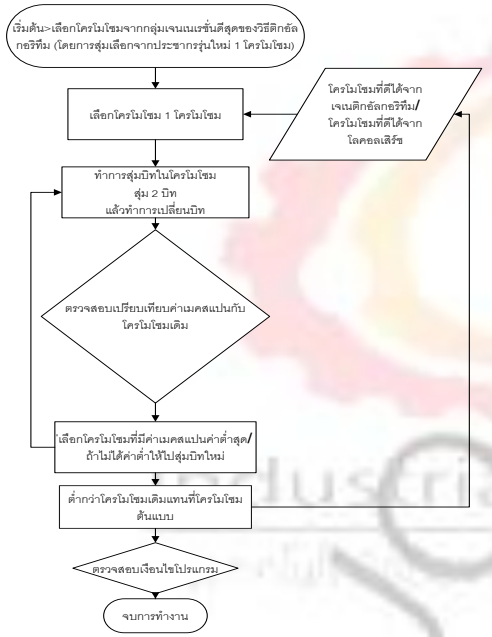


ภาพที่ 6 แสดงการมิวเตชั่น แบบ Two positions at random

1.6) ประชากรรุ่นใหม่ (New Population) สตริงทั้งหมดที่ได้จากกระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึม เรียกว่าประชากรรุ่นใหม่หรือเจนเนอเรชั่น (Generation) ซึ่งจะกลายเป็นประชากรรุ่นเก่าสำหรับการดำเนินการต่อไป กระบวนการของเจเนติกอัลกอริทึมจะทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าเจนเนเรชั่นจะเท่ากับจำนวนเจนเนเรชั่นที่กำหนดไว้สูงสุดในค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของโปรแกรม

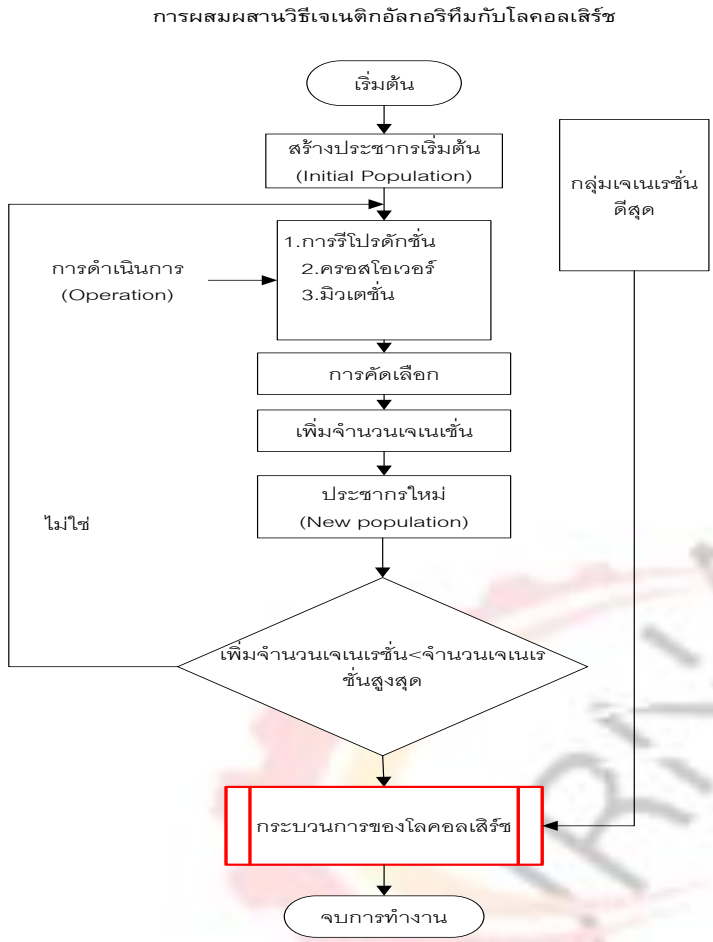
2) การทำงานของวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช (Hybrid genetic algorithm with Local search)

วิธีการผสมผสานโลคอลเสิร์ชได้ถูกนำมาพัฒนาใช้ในการค้นหาคำตอบ โดยนำวิธีการดังกล่าวมาผสมผสานไว้ในวิธีการต่าง ๆ เช่น วิธีการผสมผสานโลคอลเสิร์กับแอนท์โคโลนี (ACO) และวิธีผสมผสานโลคอลเสิร์กับเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะให้การค้นหาคำตอบที่ดียิ่งขึ้น วิธีการโลคอลเสิร์ชจะเป็นวิธีฮิวริสติก ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



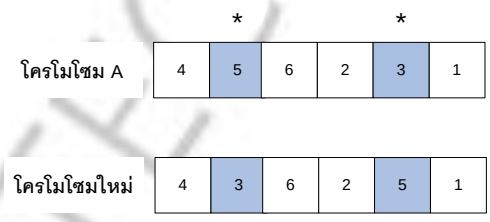
ภาพที่ 7 แสดงวิธีการเจนเนติกอัลกอริทึม

2.1) โลคอลเสิร์ชกับการแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักร ผู้ศึกษาได้ทำการออกแบบวิธีการโดยออกแบบให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการ โลคอลเสิร์ช



ภาพที่ 8 แสดงวิธีการผสมผสาน (Hybrid) เจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช

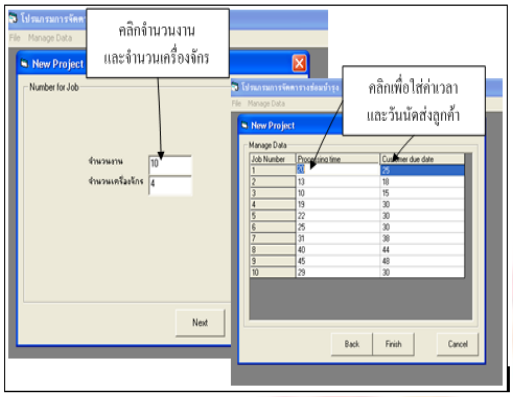
2.2) วิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช ในกระบวนการผสมผสาน (Hybrid) ได้นำวิธีการโลคอลเสิร์ชมาหาค่าโดยเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดจากกระบวนการทำงานของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมเสร็จสิ้น และจะเก็บค่าของเจนเนอเรชั่นดีที่สุด โดยวิธีการโลคอลเสิร์ชจะเป็นการนำโครโมโซมที่ได้จากเจนเนอเรชั่นที่ดีสุดของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในการหาค่าคำตอบโดยการสุ่มเลือกตำแหน่งจำนวน 2 จุด และแสดงการสุ่มเปลี่ยนตำแหน่งของวิธีการโลคอลเสิร์ช ดังแสดงภาพที่ 9



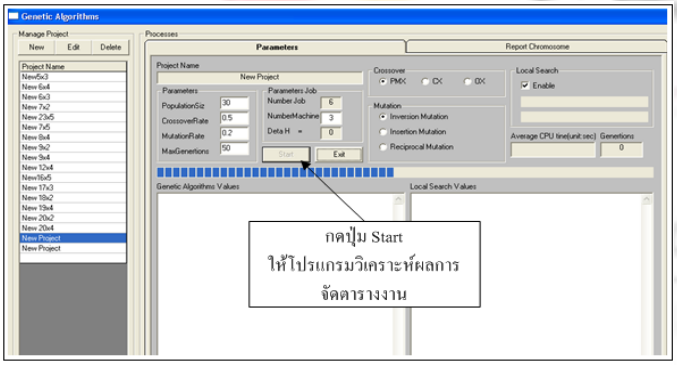
ภาพที่ 9 แสดงการสุ่มเปลี่ยนตำแหน่งของวิธีโลคอลเสิร์ช

3) การออกแบบโปรแกรมผสมผสานวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการโลคอลเสิร์ช

ผู้วิจัยออกแบบโปรแกรมให้มีการนำเข้าของข้อมูลปัญหาการจัดตารางการผลิต โดยออกแบบให้มีขั้นตอนการเลือกวิธีการจัดตารางการผลิตโดยผู้ใช้ หรือการเลือกให้โปรแกรมประมวลผล โดยใช้วิธีการจัดตารางทั้งหมด เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดตารางการผลิต ซึ่งโปรแกรมทำงานบนวินโดว์ (windows) ที่ทำการติดตั้งโปรแกรมก่อนนำข้อมูลปัญหางานลงในโปรแกรม ดังแสดงภาพที่ 10 และภาพที่ 11



ภาพที่ 10 การออกแบบโปรแกรมการนำข้อมูลเข้า



ภาพที่ 11 การออกแบบโปรแกรมเพื่อประมวลผล

โปรแกรมที่พัฒนาและออกแบบสามารถประมวลได้ทั้งสองวิธีการ คือ วิธีการเจเนติก และวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช และแสดงผลค่าของคำตอบโดยการจัดลำดับการทำงานของเครื่องจักรในด้านการใช้เวลาประมวลผล รุ่นที่พบคำตอบ และแสดงในรูปแบบภาพ

4) ปัญหาการจัดตารางการผลิตของการผลิตในโรงงาน

ปัญหาของการจัดตารางการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ดังแสดงดังนี้ การนำวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชมาใช้ในการแก้ไขการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนของโรงงานผลิตชิ้นส่วนมีเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการ 3 - 5 เครื่อง ในการทำงานแต่ละชุดงานผู้ศึกษาจึงยกตัวอย่างในการผลิตที่มีเครื่องจักร 3 เครื่องจักร และมีงาน 16 งานดังแสดงรายละเอียดดัง ตารางที่ 1 ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างงานในการจัดตารางงานงานให้กับเครื่องจักร โดยมีงาน 16 งาน และมีเครื่องจักร 3 เครื่อง หรือ (16x3)

งาน (Jobs)	เวลาการทำงาน	งาน (Jobs)	เวลาการทำงาน
1	98	9	102
2	109	10	100
3	87	11	87
4	78	12	88
5	95	13	55
6	70	14	71
7	68	15	85
8	67	16	57

จากตารางที่ 1 แสดงปัญหาของการจัดตารางงานของโรงงานผลิตเครื่องจักรกล โดยมีงานเท่ากับ 16 งาน แต่ละงานมีเวลาการทำงานของแต่ละงานเป็นนาที และจากปัญหาดังกล่าวนำมาจัดเรียงโดยการสุ่มในรูปแบบโครโมโซมแสดงในภาพที่ 12

Chromosome	3	12	11	2	15	10	4	9	8	1	13	7	5	16	14	6
Sequence	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

ภาพที่ 12 รูปแบบโครโมโซมที่นำมาแก้ไขกระบวนการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักร

ตารางที่ 2 แสดงผลการทำงานการจัดตารางการทำงานให้กับเครื่องจักร (16x3)

เครื่องจักร	**งานที่เครื่องจักรทำ**	**เวลารวมเครื่องจักร**
Machine 1	3,2,1,5,6	**459**
Machine 2	12,4,9,7,14	407
Machine 3	11,10,8,13,16,15	451

จากตารางที่ 2 แสดงให้ทราบถึงการจัดตารางการทำงานโดยมีงาน 16 งาน ทำงานบนเครื่องจักร 3 เครื่อง พบว่าปัญหานี้ จะได้ค่าเวลาการทำงาน (Makespan) เท่ากับ 459 นาที เป็นเวลาที่ต่ำสุด กระบวนการของวิธีเจเนติกอัลกอริทึมเสร็จสิ้นแล้วจะทำการเก็บค่าที่ดีในทุกเจนเนเรชั่น ที่ดีที่สุดไว้ จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการของวิธีโลคอลเสิร์ช โดยนำชุดโครโมโซมกลุ่มนี้เลือกมาทำการโลคอลเสิร์ช โดยกระบวนการจะเลือกโครโมโซมมา 1 โครโมโซม และทำการสุ่มเพื่อสลับตำแหน่งบิทในโครโมโซม และทำการวัดค่าประสิทธิภาพของโครโมโซมโดยการหาค่าเมคสแปนต่ำสุดแล้วนำไปเปรียบเทียบกับโครโมโซมที่ดีของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม

หมายเหตุ : การหาค่าค่าขอบเขตต่ำสุด (lower bound) ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบโปรแกรมเชิงเส้นให้มีการจัดเรียงแบบใด ๆ โดยค่าที่จัดตารางงาน จะไม่ต่ำไปกว่าค่าขอบเขตต่ำสุดนี้ วิธีการโดยการนำค่างาน ค่าเวลาการทำงาน และค่าจำนวนเครื่องจักร นำค่าดังกล่าวมาใส่ลงในโปรแกรมและให้โปรแกรมประมวลผลหาค่าขอบเขตต่ำสุด

7. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในแก้ไขปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนโดยใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึม และการผสมผสานวิธีเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนานำมาประมวลผลในคอมพิวเตอร์PC (PentiumR) DCPU3.4GHz,RAMDDR-2 533 MB) ซึ่งผลการทดสอบ ที่ได้มานั้นจะนำไปวิเคราะห์ผลทางโปรแกรมคอมพิเตอร์ของปัญหาแต่ละขนาด เพื่อวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบทางด้านเวลาในการประมวลผลของโปรแกรม และเปรียบเทียบค่าขอบเขตต่ำสุด ซึ่งหาได้จากการใช้โปรแกรมในการค้นหาคำตอบโดยการจัดเรียงแบบใด ๆ ที่จะไม่ต่ำไปกว่าค่าของเขตต่ำสุดนี้ และการพบค่าคำตอบในรุ่นที่ดีสุดของ

คำตอบ ในการทดสอบจะต้องออกแบบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้กับวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช โดยออกแบบการทดสอบเชิงแฟกทอเรียล 2^3 การทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้นำปัญหาที่ 9x4 และ 23x5 มาทำการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีดังกล่าว จากขนาดของปัญหาจะแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงปัญหาขนาดเล็ก

งาน (jobs)	เครื่องจักร (Machine)	ค่าขอบเขตต่ำสุด (*lower bound*)
5	3	28
6	4	38
6	3	66
7	2	105
7	5	87
8	4	97
9	2	115
9	**4**	**99**

ตารางที่ 4 แสดงปัญหาขนาดใหญ่

งาน (jobs)	เครื่องจักร (Machine)	ค่าขอบเขตต่ำสุด (*lower bound*)
12	4	124
16	5	135
17	3	509
18	2	384
19	4	346
20	2	608
20	4	677
23	**5**	**199**

การทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ การทดสอบค่าที่เหมาะสมของวิธีเจเนติกอัลกอริทึม และวิธีผสมผสานวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการโลคอลเสิร์ช ในการทดสอบกับปัญหาทั้งสองกับการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ให้กับโปรแกรมโดยจะคำนวณค่าพารามิเตอร์ของขนาดของประชากรที่สุ่ม (Population size) กับจำนวนรุ่น (Generations) เปอร์เซนต์การครอสโอเวอร์ (crossover) เปอร์เซนต์

การมิวเตชั่น (Mutation) ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจะทำการทดสอบ 5 ทดสอบ ในแต่ละปัญหาที่เลือก และใส่ค่าของค่าระดับปัจจัยดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าระดับปัจจัยของปัญหาที่ทดสอบ

ปัจจัย (Factor)	ระดับปัจจัย (Levels)	
	ระดับต่ำ (-)	ระดับสูง (+)
จำนวนประชากรเริ่มต้น/จำนวนรุ่น	50/100	100/50
เปอร์เซ็นต์การครอสโอเวอร์ (Crossover)	0.5	1.00
ร้อยละการมิวเตชั่น (Mutation)	0.15	0.3

จากการทดสอบหาค่าความเหมาะสมของค่าพารามิเตอร์ จะได้ค่าที่เหมาะสมกับปัญหาขนาดเล็ก และปัญหาขนาดใหญ่ ซึ่งค่าพารามิเตอร์นี้จะนำไปใช้ในการประมวลผลของปัญหาทั้งสองเพื่อให้ได้ค่าในการจัดตารางการทำงานของเครื่องจักร ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการกำหนดค่าในโปรแกรมที่พัฒนาดังแสดงตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

ปัญหาทดสอบ	จำนวนประชากร จำนวนรุ่นที่เหมาะสม (Pop/Gen)	ร้อยละครอสโอเวอร์ที่เหมาะสม (%Crossover)	ร้อยละมิวเตชั่นที่เหมาะสม (%Mulation)
9x4	100/50	1.0	0.15
23x5	100/50	1.0	0.15

8. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาผู้วิจัยได้แบ่งระดับของปัญหาตามขนาดของงานและเครื่องจักร 2 แบบ คือ ปัญหาขนาดเล็ก ปัญหาขนาดใหญ่ ดังแสดงดังนี้

8.1 การทดสอบปัญหาขนาดเล็ก (Small size problem)

ในการทดสอบกับปัญหาขนาดเล็กผู้ศึกษาได้นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบ มาใส่ในโปรแกรมของวิธีการทั้งสองวิธีการ โดยให้ Pop/Gen เท่ากับ 100/50 ร้อยละ %C เท่ากับ 1.00 และร้อยละ %M เท่ากับ 0.15 จากนั้นจะทำการประมวลผลโดยจะเก็บค่าเวลาการทำงานค่าการหารุ่นที่พบคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช ดังแสดงตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการประมวลผลของปัญหาขนาดเล็ก

no	Size nxm	Lower bound	Genetic Algorithm			Hybrid GA Local Search			Gap GA	Gap Hybrid
			Value	CPU(s)	Gen	Value	CPU(s)	Gen		
1	5x3	28	29	00.00.32	1	29	00.00.32	1	3.57	3.57
2	6x3	66	66	00.00.32	1	66	00.00.33	1	0.00	0.00
3	6x 4	38	38	00.00.32	1	38	00.00.35	1	0.00	0.00
4	7x2	105	105	00.00.32	1	105	00.00.34	1	0.00	0.00
5	7x5	87	87	00.00.32	1	87	00.00.34	1	0.00	0.00
6	8x4	97	99	00.00.32	2	97	00.00.32	1	2.06	0.00
7	9x2	115	115	00.00.33	1	115	00.00.34	1	0.00	0.00
8	9x4	99	100	00.00.32	3	100	00.00.35	5	1.01	1.01

8.2 การทดสอบปัญหาขนาดใหญ่ (Large size problem)

ในการทดสอบกับปัญหาขนาดใหญ่ผู้ศึกษาได้นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดสอบ มาใส่ในโปรแกรมของวิธีการทั้งสองวิธีการ โดยให้ Pop/Gen เท่ากับ 100/50 ร้อยละ %C เท่ากับ 1.00 และร้อยละ %M เท่ากับ 0.15 จากนั้นจะทำการประมวลผลโดยจะเก็บค่าเวลาการทำงาน ค่าการหารุ่นที่พบคำตอบ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีเจเนติกอัลกอริทึม กับวิธีผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช ดังแสดงตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงการประมวลผลของปัญหาขนาดใหญ่

no	Size nxm	Lower bound	Genetic Algorithm			Hybrid GA Local Search			Gap GA	Gap Hybrid
			Value	CPU(s)	Gen	Value	CPU(s)	Gen		
1	12x4	124	127	00.00.32	13	126	00.00.33	39	2.42	1.61
2	16x5	135	145	00.00.31	1	144	00.00.37	4	7.41	6.67
3	17x3	509	509	00.00.32	32	509	00.00.35	10	0.00	0.00
4	18x2	384	384	00.00.32	2	384	00.00.34	2	0.00	0.00
5	19x4	346	350	00.00.32	24	350	00.00.39	17	1.16	1.16
6	20x2	608	608	00.00.33	2	608	00.00.36	3	0.00	0.00
7	20x4	677	684	00.00.34	24	681	00.00.37	48	1.03	0.59*
8	23x5	199	207	00.00.37	30	203	00.00.36	9	4.02	2.01*

จากปัญหาดังกล่าวทั้งปัญหาขนาดเล็กและปัญหาขนาดใหญ่ การนำผลไปใช้ในการปฏิบัติจริงจะส่งผลให้โรงงานผลิตชิ้นส่วนสามารถลดต้นทุนด้านเวลา ต้นทุนการทรัพยากร ต้นทุนด้านการบริหารจัดการ ต้นทุนด้านพลังงาน เป็นต้น ส่งผลให้โรงงานมีผลกำไรมากขึ้น จากโปรแกรมที่พัฒนา

ผู้วิจัยจึงจะได้นำลงสู่ผู้ประกอบการโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักกลได้ใช้โปรแกรมในการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรต่อไป

9. สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้พัฒนาวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม และการนำวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการโลคอลเสิร์ชมาพัฒนาโปรแกรม เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล พร้อมทั้งหาข้อสรุปเกี่ยวกับระดับของปัจจัย (Parameters setting) ที่ดีในการประมวลผล จากผลการศึกษาพบว่าพารามิเตอร์ที่ทำให้หาค่าที่ดี อยู่ที่ระดับสูง คือ Pop/Gen เท่ากับ 100/50 ร้อยละ %C เท่ากับ 1.00 และ ร้อยละ %M เท่ากับ 0.15 การดำเนินการแก้ไขปัญหาการจัดตารางงานจากการทดสอบพบว่าการประมวลผลของปัญหาทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ระยะเวลาในการประมวลผลจะไม่ต่างกันมากแต่จะมีการหาค่าเมคสแปน (Makespan) ที่ใกล้เคียงกับค่าขอบเขตต่ำสุด (Lower bound) หรือเท่ากับค่าขอบเขตต่ำสุด จึงบอกได้ว่าวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมและวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับวิธีการโลคอลเสิร์ช สามารถหาค่าตำตอบ หรือค่าเมคสแปนที่ดี ดังแสดงปัญหาขนาดเล็กตารางที่ 7 และปัญหาขนาดใหญ่ตารางที่ 8 และบอกได้ว่าวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ชจะหาค่าคำจอบได้ดีกว่าวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมจากการคำนวนค่า Gap ของทั้งสองวิธี

10. อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยวิธีการแก้ปัญหาของการจัดตารางงานโดยใช้วิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช นี้ในการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้เข้าค้นหาปัญหาของโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โดยการผลิตมีเครื่องจักรที่ทำงานเหมือนกันในการผลิตชิ้นส่วน การค้นหาปัญหาได้เข้าเก็บข้อมูลแบ่งเป็นปัญหาขนาดเล็ก และปัญหาขนาดใหญ่ โปรแกรมโดยใช้โปรแกรมของบริษัทไมโครซอฟ (Microsoft) จากนั้นนำปัญหามาประมวลผลโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จากการวิจัยพบว่าการหาค่าคำตอบของวิธีการเจนเนติกอัลกอริทึมสามารถค้นหาคำตอบได้ใกล้เคียงกับค่าขอบเขตต่ำสุด แต่ผลในรุ่นที่พบคำตอบยังไม่ดีเท่าวิธีการผสมผสานเจเนติกอัลกอริทึมกับโลคอลเสิร์ช และประการสำคัญในการนำโปรแกรมไปใช้งานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล โปรแกรมที่พัฒนาสามารถคำนวณหาค่าคำตอบโดยใช้ระยะเวลาที่น้อย และเลือกวิธีการที่ดีที่สุดให้กับแรงงานและเครื่องจักรได้

11. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่สนับสนุนทุนวิจัย และอาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมโลจิสติกส์ ที่ช่วยชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวิจัย และสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

12. เอกสารอ้างอิง

อัษรายุทธ มาสแก้ว. (2552). แนวทางการลดต้นทุนโดยใช้ระบบต้นทุนกิจกรรม กรณีศึกษาบริษัทสยามมาสเตอร์คอนกรีต จำกัด. **วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 ตุลาคม 2552 - มีนาคม 2553,** หน้า 1-9.

Bish E, Leong T,Lic, Ng J., and Simchi–Levi D. (2001). **Analysis of a new vehicle scheduling location problem. Naval Reslogist, 8(48), 1002-1024.**

Chutima P. (2003). The scheduling technique of operations. **Publishers Chulalongkorn University, (In Thai).**

Hawaz, M., E. Enscore, and I.Ham, (1983). A heuristic "algorithm for the m-marching n-job flow show equencing Omega. Vol. 11, PP. 11-95.

Der-Horng Lee, Hui Wiu Wang, and Lixin Miao, (2010). Quay cane seheduling with non-interference constraints in port container terminals. **[online] ELSEVIER : www.sciencedirect.com. access on 24/01/2008**

I-TECH JOURNAL LPRU
Industrial Technology