การลดเวลาล่าช้ารวมในเครื่องจักรแบบขนานด้วยวิธีการค้นหาแบบตาบู

Total Tardiness Time Reducing in Parallel Machine with Tabu Search

อาคม เหลืองวิทยากร สกนธ์ คล่องบุญจิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: arkom_lueng@yahoo.co.th, sakonklong@hotmail.com

บทคัดย่อ

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่มักจะพบในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดด้วยเครื่องจักรทำงานแบบขนาน คือการทำงานเสร็จช้ากว่ากำหนด ด้วยเหตุที่มีจำนวนเครื่องจักรน้อย และการที่ต้องปรับตั้งเครื่องจักรจำเป็นต้องใช้เวลา เพื่อที่จะแก้ปัญหานี้ การจัดลำดับงานเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องจักรแต่ละเครื่องจึงเข้ามามีบทบาทในการลดเวลาความสูญเสียที่เกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรให้น้อยลง ในงานศึกษานี้ได้นำวิธีการค้นหาแบบตาบูเข้ามาช่วยในการจัดลำดับงาน ซึ่งผลการคำนวณทำให้สามารถลดเวลาล่าช้ารวมลงเหลือเพียง 11.22 % เมื่อเทียบกับวิธีเดิมที่ใช้อยู่ (EDD-SPT)

คำสำคัญ : การค้นหาแบบตาบู, เครื่องจักรแบบขนาน, เวลาล่าช้ารวม, เวลาทำงานน้อยสุด (SPT)

Abstract

One of the important problems that is always found in the Industrial factory producing many products with parallel machine is sending the product after due date. The main causes are less of machine and high setup time. To solve this problem, the sequence of jobs is needed to organize to reduce the wasting time during set up machines. In this study, method of Tabu Search is used to schedule the job for each machine. The results show that total tardiness time is reduced to 11.22% comparing with that of original method (EDD-SPT).

Keywords : Tabu search, Parallel Machine, Total Tardiness Time, Shortest Process Time (SPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ในปัจจุบัน วงการอุตสาหกรรมมีการแข่งขันที่สูงมาก ไม่ว่าจะเป็น การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพด้วยต้นทุนที่ต่ำลง หรือการลดของเสีย โดยต้องคงไว้หรือเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า สิ่งที่สำคัญสิ่งหนึ่งสำหรับผู้ผลิตคือควรจะทำอย่างไรให้การส่งงานแก่ลูกค้าทำได้ทันตามเวลาที่นัดหมายหรือล่าช้าน้อยที่สุด โดยที่ผู้ผลิตจะไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม ไม่ว่าจะเป็นค่าปรับ หรือค่าใช้จ่ายที่จะต้องขนส่งด่วนพิเศษ ซึ่งในปัจจุบันมีผู้คิดวิธีแก้ปัญหานี้อยู่หลายแบบ โดยมีการจัดลำดับงานเข้าสู่เครื่องจักรในแบบต่างๆ ด้วยวิธีการต่างๆมากมาย เช่นของ ณัฐวร ยมพูล [1] ได้ทำไว้ เป็นการจัดลำดับงานให้แก่เครื่องจักรในสายการผลิตแบบขนานที่มีความเร็วการทำงานของแต่ละเครื่องไม่เท่ากัน และเวลาในการปรับตั้งเครื่องค่อนข้างแน่นอน Vallada [2] ที่ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรมในการช่วยในการจัดลำดับงานเพื่อลดเวลาทำงานรวม และงานวิจัยของ Eva Dipak Laha [3] ที่ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์เข้ากับอัลกอริทึมพันธุกรรม เพื่อให้สามารถลดเวลาล่าช้ารวมของการผลิตสินค้าบนสายการผลิตแบบขนาน

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการลดเวลาการส่งงานล่าช้ารวมด้วยการจัดลำดับงานเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่องจักรที่วางตัวอยู่บนสายการผลิตแบบขนาน โดยใช้ตัวอย่างการทำงานในแผนกพิมพ์ลาย ของโรงงานผลิตภัณฑ์ถุงพลาสติกแห่งหนึ่ง ซึ่งตามปกติแล้วจะต้องเสียเวลาไปไม่น้อยกับการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อที่จะให้สามารถผลิตสินค้าที่มีความแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็น สี จำนวนสี หน้ากว้าง และลำดับการพิมพ์ของแต่ละสี ยิ่งงานใหม่ใกล้เคียงกับงานเดิมเท่าใดเวลาในการปรับตั้งเครื่องก็น้อยลงเท่านั้น โดยที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นอิสระต่อกัน (สามารถทำงานที่เหมือนหรือต่างกันได้ ในเวลาเดียวกัน) ในการศึกษาจะใช้วิธีการค้นหาแบบตาบู เพื่อช่วยในการจัดลำดับงานที่มีจำนวนรูปแบบมากแต่หน่วยผลิตเล็ก โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้เก็บมาจากข้อมูลการผลิต ตลอดระยะเวลา 2 สัปดาห์ ประกอบด้วยงาน 80 งาน แบ่งเป็น 46 รูปแบบ

2. ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการศึกษา

การจัดลำดับงานเข้าสู่เครื่องจักร สามารถเขียนเป็นรูปแบบได้ดังนี้: เซตงาน N = {1,2,3,… n} ที่ต้องการจัดลำดับเพื่อใส่ในเครื่องจักร M = {1,2,3,…,m} เครื่อง และสามารถอธิบายเป็น Mixed Integer Linear Programming (MILP) ได้ดังนี้ :

สมการเป้าหมาย

$$\min \quad Z = \sum_{h=1}^{n} T_h \tag{1}$$

กลุ่มสมการข้อจำกัด

$$\sum_{h=1}^{n} y_h \le m \tag{2}$$

$$y_h + \sum_{i=1, i\neq h}^{n} x_{ih} = 1 \ \forall h = 1,\dots,n \tag{3}$$

$$\sum_{i=1, i\neq h}^{n} x_{hi} = 1 \ \forall h = 1,\dots,n \tag{4}$$

$$C_h \ge P_h \cdot y_h \ \forall h = 1,\dots,n \tag{5}$$

$$C_h \ge C_i + p_h - R(1 - x_{ih}) \forall i,h = 1,\dots,n, i \neq h \tag{6}$$

$$T_h \ge C_h - d_h \ \forall h = 1,\dots,n \tag{7}$$

$$x_{ih} + x_{hi} \le 1 \ \forall i,h = 1,\dots,n, i \neq h \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{in+1} \le m \tag{9}$$

$$y_i + \sum_{h=1, i\neq h}^{n+1} x_{ih} \le 2 \ \forall i = 1,\dots,n \tag{10}$$

$$x_{ih} \in \{0,1\} \forall i = 1,\dots,n, h = 1,\dots,n+1, i \neq h$$

$$y_h \in \{0,1\} \ \forall h = 1,\dots,n \tag{11}$$

$$T_h, C_h \ge 0 \ \forall h = 1,\dots,n$$

โดยที่

C_h เวลาเสร็จงานของงาน h (h=1, …, n)

T_h เวลาล่าช้าของงาน h (h=1, …, n)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

y_h ตัวแปรทวินาม ซึ่งจะมีค่าเป็น 1 เมื่องาน h เป็นงานแรกของเครื่อง m (h = 1, …, m)

x_{ih} ตัวแปรทวินาม ซึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่องาน i ถูกเรียงให้ต่อจากงาน h โดยตรง ในเครื่องเดียวกัน โดย(i, h = 1, …,n)

$x_{i,n+1}$ ตัวแปรทวินาม ซึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่องาน i เป็นงานสุดท้ายของเครื่อง โดย(i, h = 1, …,n)

R ตัวแปรที่ใช้ในการปรับค่า

โดยความหมายของสมการต่างๆเป็นดังนี้ สมการเป้าหมาย (1) แสดงถึงค่าเวลาล่าช้ารวมน้อยที่สุด สมการข้อจำกัด (2) เพื่อแสดงความมั่นใจว่ามีงานได้อย่างมากที่สุด m งาน ที่จะเป็นงานเริ่มแรกของเครื่องจักรได้ สมการข้อจำกัด (3) เพื่อแสดงว่างานทุกงานถ้าไม่เป็นงานที่ถูกทำเริ่มต้นเป็นงานแรกของแต่ละเครื่องก็จะเป็นงานที่ถูกทำหลังจากงานอื่น ซึ่งคล้ายกับ สมการข้อจำกัด (4) ที่บอกว่า งานทุกงานถ้าไม่เป็นงานที่ทำก่อนงานอื่นก็เป็นงานสุดท้าย สมการข้อจำกัด (5) รับประกันว่า เวลาทำงานของงานชิ้นแรกในเครื่องจักรแต่ละเครื่องจักรจะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาทั้งหมดที่เครื่องจักรเครื่องนั้นทำงาน สำหรับงาน h งานที่ยังเหลืออยู่, เวลาเสร็จงาน C_h จะต้องเท่ากับหรือมากกว่าเวลาทำงาน p_h ของงานนั้น รวมกับเวลาเสร็จสิ้นของงานก่อนหน้า C_i ถ้าหาก i ไม่ใช่งานก่อนหน้าของงาน h การลบด้วย R แสดงไว้ในสมการข้อจำกัด (6) เวลาล่าช้า ถูกคิดจากเวลาที่งานเสร็จลบด้วยเวลากำหนดเสร็จของงาน ดังแสดงไว้ในสมการข้อจำกัด (7) สมการข้อจำกัด (8) กำหนดว่า ถ้างาน i เป็นงานที่ต้องทำก่อนงาน h แล้วงาน h จะวางหน้างาน i ไม่ได้ สมการข้อจำกัด (9) กำหนดว่า มีได้อย่างมากแค่ m งาน ที่จะเป็นงานสุดท้ายของแต่ละเครื่องได้ สมการข้อจำกัด (10) กำหนดว่า อาจจะมีงานแค่งานเดียวที่ถูกทำต่อจากงานแรกของทุกๆเครื่อง และสมการข้อจำกัด (11) จะกำหนดขอบเขตของค่าตัวแปรทั้งหมด

วิธีการจัดลำดับงานเข้าสู่สายการผลิตแบบต่างๆนั้นถูกจัดเป็นปัญหาแบบ NP-Hard กล่าวคือเมื่อมีการเพิ่มจำนวนงาน หรือจำนวนเครื่องจักรลงไปเป็นข้อจำกัดเริ่มต้นในการคำนวณจะเป็นการเพิ่มภาระให้แก่การคำนวณเป็นอย่างมาก และยากที่จะหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในเวลาสั้น จึงได้มีนักวิจัยพยายามที่จะหาวิธีการที่จะสามารถต่อกรกับปัญหานี้ เพื่อให้ได้ผลที่น่าพอใจไม่ว่าจะเป็นเวลาล่าช้ารวม เวลาทำงานรวม ในเวลาการคำนวณที่ไม่นานจนเกินไป โดยวิธีต่างๆที่นิยมใช้มีดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristic)

เป็นวิธีการหาคำตอบโดยการเลือกวิธีตั้งต้นมา แล้วเพิ่มเติมส่วนต่างๆลงไป จากนั้นดูว่าคำตอบที่ได้ในทิศทางที่ไปนั้น ดีขึ้นหรือไม่ ถ้าไม่ดีขึ้นก็ย้อนกลับมาที่จุดก่อนหน้า แล้วไปยังเส้นทางอื่น ตัวอย่างของวิธี ฮิวริสติก เช่น A. Bellanger [4] ได้เสนอไว้ เป็นการใช้ฮิวริสติก เพื่อการจัดลำดับงานให้เครื่องจักรที่ทำการผลิตแบบผสม คือมีทั้งการผลิตแบบ Batch และการผลิตแบบ Flow Shop ในสายการผลิตเดียวกันโดยฮิวริสติกที่นำเสนอ จะเป็นการแก้ปัญหาด้วยหลายๆวิธีผสมเข้าด้วยกัน เพื่อลดเวลาทำงานรวมของวัสดุแต่ละชิ้นที่อยู่ในสายการผลิตก่อนที่จะออกมาเป็นผลิตภัณฑ์

2.2 วิธีอัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

เป็นวิธีการค้นหาคำตอบ ด้วยการเลียนแบบวิธีทางธรรมชาติ คือสายพันธุ์ที่แข็งแรงกว่าย่อมมีโอกาสอยู่รอดมากกว่า โดยจะทำการเก็บคำตอบไว้จำนวนหนึ่งในเซตคำตอบ เมื่อเซตคำตอบเต็มแล้วถ้าคำตอบใหม่ดีกว่าคำตอบที่แย่ที่สุดในเซต คำตอบนั้นจะถูกแทนที่ เช่นเดียวกับ วัฏจักรธรรมชาติที่ผู้ที่ดีกว่าจะอยู่รอดได้ในที่ที่มีทรัพยากรจำกัด ดังในงานวิจัยของ Dipak Laha [3] ที่ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรมในการลดเวลาทำงานรวม และงานวิจัยของ Eva Vallada [2] ที่ใช้วิธีทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์เข้ากับวิธีอัลกอริทึมพันธุกรรม เพื่อจุดประสงค์ในการลดเวลาล่าช้ารวมในการผลิตสินค้าบนสายการผลิตแบบขนาน

2.3 วิธีการค้นหาแบบตาบู (Tabu Search)

เป็นวิธีการค้นหาคำตอบ โดยเก็บคำตอบไว้ในตารางตาบู (Tabu List) และทำการสลับตำแหน่ง เพื่อพยายามหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำตอบที่ดีขึ้น โดยจะเก็บคำตอบที่หาได้ใหม่ไว้ในตารางตาบู ไม่ว่าคำตอบนั้นจะดีกว่าคำตอบที่ดีที่สุดในปัจจุบันหรือไม่ก็ตาม แต่เมื่อตารางตาบูเต็มแล้วจะต้องทำการลบค่าคำตอบที่แย่ที่สุดออกไปเพื่อแทนที่ด้วยคำตอบใหม่ที่เพิ่งจะได้เข้ามา ดังในงานวิจัยของ ChaoYong Zhang [5] ที่ใช้ตาบูในการค้นหาคำตอบของการจัดลำดับงานเพื่อเข้าสู่สายการผลิตแบบ Job Shop

ด้วยวิธีตาบูดังในงานวิจัยของ S. C. Chu and H.L.Fang [6] ซึ่งได้ทำการจำลองผลเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการจัดลำดับด้วยอัลกอริทึมพันธุกรรมและวิธีการค้นหาด้วยตาบู โดยการค้นหาคำตอบด้วยวิธีตาบูจะให้ผลที่ดีกว่าในเวลาที่สั้นกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่อัลกอริทึมพันธุกรรมก็มีข้อดีตรงที่ให้ผลที่ใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดได้เป็นจำนวนที่มากกว่าการค้นหาคำตอบด้วยวิธีตาบู ดังนั้นงานศึกษานี้จึงมุ่งเน้นไปที่การค้นหาคำตอบของการจัดลำดับงานด้วยวิธีตาบู โดยมีวิธีการย่อยสามวิธี คือวิธี Swap Pairwise Interchange (TSP), Insertion Interchange (TI) และ Single Adjacent Interchange (TSA)

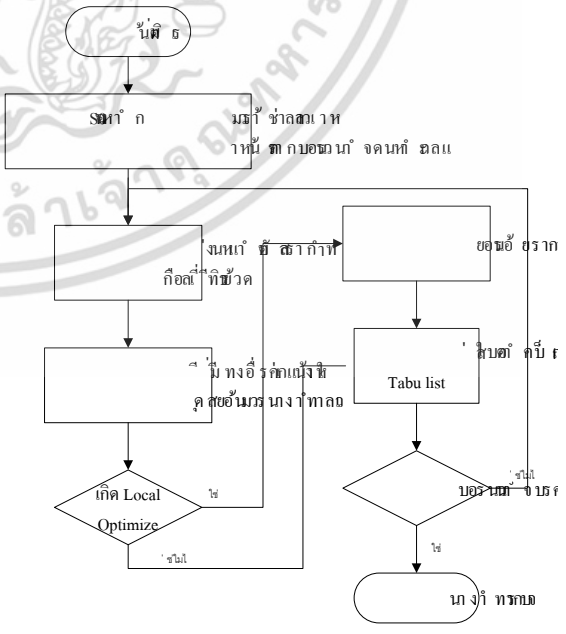
3. วิธีการจำลองเหตุการณ์และผลลัพธ์ที่ได้

วิธีการดั้งเดิมที่โรงงานนี้ได้ใช้อยู่ คือการจัดลำดับงานโดยจัดลำดับงานที่วันส่งใกล้ที่สุดก่อน หรือที่เรียกว่า Earliest Due Date (EDD) เมื่อจัดลำดับเรียบร้อยแล้ว จึงทำการจัดงานเหล่านั้นใส่เครื่องจักรที่มีเวลาทำงานรวมน้อยที่สุดในขณะนั้น หรือที่เรียกว่า Shortest Process Time (SPT) ทีละงาน การศึกษาครั้งนี้จะเป็นการจัดงานลำดับงานให้แก่เครื่องจักร

การจัดตารางการผลิตนี้ จะจัดงานทั้ง 80 งาน ลงบนเครื่องจักรที่เหมือนกันจำนวน 2 เครื่อง โดยที่แต่ละเครื่องมีความเป็นอิสระต่อกัน จากลักษณะของการค้นหาคำตอบแบบตาบู ยิ่งจำนวนรอบการค้นหามากขึ้นจะได้คำตอบที่เข้าใกล้คำตอบที่ดีที่สุดมากขึ้น ในการศึกษานี้จึงได้ทำการทดลองโดยแบ่งตามจำนวนรอบการค้นหา และวิธีการย่อยทางตาบู (วิธีในการสลับตำแหน่งของลำดับงาน)

3.1 วิธีและขั้นตอนจำลองเหตุการณ์

จากข้อกำหนดที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด เป็นขอบเขตของการทำงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยวิธีการที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นวิธีการค้นหาแบบตาบูที่ทำการหาค่าเวลาล่าช้ารวม โดยการใช้ลำดับงานที่ถูกจัดมาและหาค่าที่ต้องปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อให้สามารถที่จะผลิตงานต่อไปได้ โดยเริ่มจากนำเอาการจัดลำดับงานด้วยวิธีเดิม (EDD-SPT) เพื่อนำมาใช้เป็น S_0 หรือคำตอบเริ่มต้นเมื่อได้ค่ามาแล้วจะทำการทดลองสลับลำดับของงาน โดยการจะทำการสลับด้วยวิธีที่กำหนด(TSP, TI และ TSA) เมื่อทำการสลับแล้วจะกลับไปหาเวลาล่าช้ารวมอีกครั้งหนึ่ง และจะทำการเก็บค่าลำดับที่จัดและเวลาล่าช้ารวมไว้ จากนั้นจะทำซ้ำจนกว่าจะครบจำนวนรอบที่กำหนดให้ ซึ่งข้อดีของวิธีนี้คือ มีกลไกการย้อนรอย นั่นคือ การค้นหาคำตอบด้วยวิธีตาบูนั้นอาจทำให้เกิดการค้นพบคำตอบที่ดีเฉพาะถิ่น หรือ Local Optimize ซึ่งไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด ด้วยกลไกการย้อนรอยนี้เมื่อค้นพบคำตอบที่ดีแล้ว แต่ยังไม่สามารถหาคำตอบจากค่าข้างเคียงที่ดีกว่าได้จะทำการย้อนเส้นทางกลับไปยังคำตอบเก่าๆที่เคยค้นหาไปแล้ว แล้วไปเริ่มต้นใหม่จากจุดนั้น จึงเป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคำตอบดีเฉพาะถิ่นไปได้



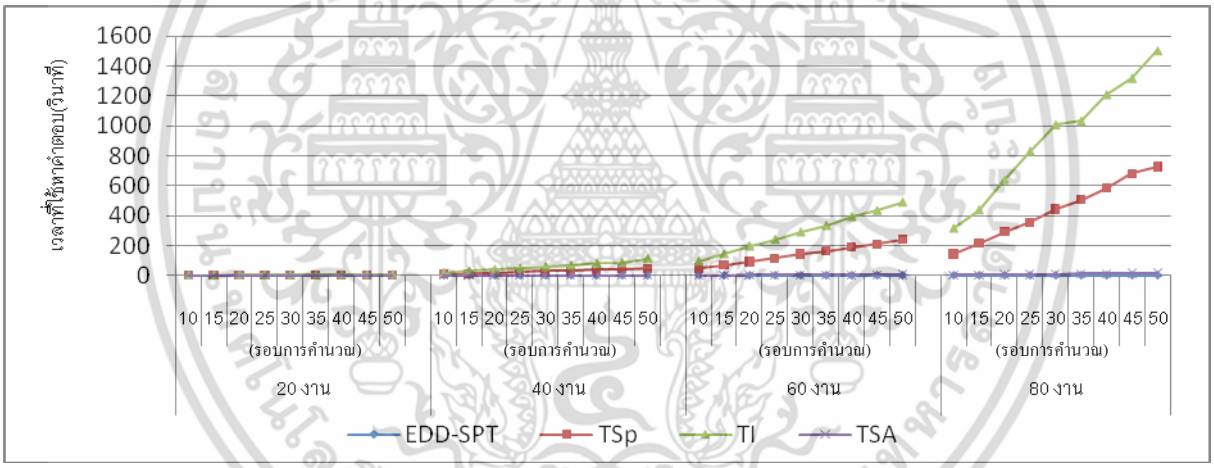
รูปที่ 1 อัลกอริทึมการคำนวนด้วยวิธีตาบู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

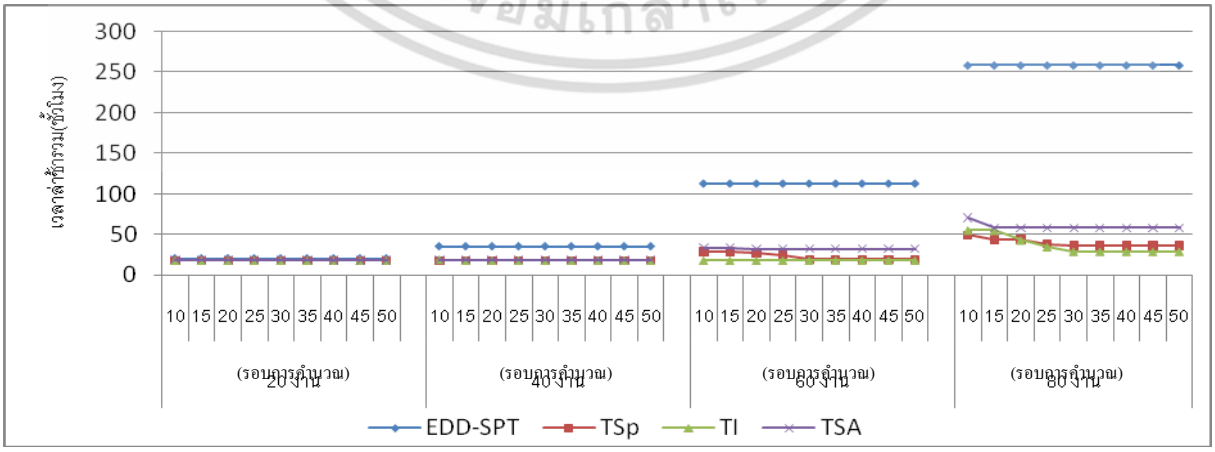
3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง

จากการจำลองเหตุการณ์ ด้วยการนำข้อมูลที่เก็บได้มาจากโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกตัวอย่าง โดยเก็บข้อมูล หน้ากว้างของผลิตภัณฑ์ จำนวนสีที่ใช้ สีที่ใช้ ลำดับของสีที่พิมพ์ เวลาที่ต้องการในการทำงานให้เสร็จ และเวลากำหนดส่งงาน

การจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ ได้จากการนำข้อมูลเวลาการทำงาน และเวลาส่งงานจริงมาใช้ โดยจะแบ่งออกเป็น 20, 40, 60 และ 80 งาน โดยคำนวณด้วยจำนวนรอบการค้นหาที่ต่างกันตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 รอบ ซึ่งผลการคำนวณเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2 และส่วนผลการคำนวณเวลาล่าช้ารวมที่ผ่านการหาคำตอบด้วยวิธีต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 3 โดยเวลาในการค้นหาจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อทำการเพิ่มจำนวนรอบการค้นหา และผลเวลาล่าช้ารวมที่ได้ จะมีค่าค่อยๆลดลงตามจำนวนรอบการค้นหาที่เพิ่มขึ้น จนไปคงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง (ซึ่งยังไม่แน่ชัดว่าเป็นค่าที่ดีที่สุดหรือไม่) จากผลการคำนวณที่ได้รับวิธีที่ให้ค่าเวลาล่าช้ารวมต่ำสุดคือการใช้ Tabu Search ร่วมกับการสลับตำแหน่งด้วยวิธี Insertion Interchange รองลงมาคือวิธี Tabu Search ร่วมกับการสลับตำแหน่งด้วยวิธี Swap Pairwise Interchange โดยวิธี Tabu Search ร่วมกับการสลับตำแหน่งด้วยวิธี Insertion Interchange ที่ 80 งาน จะสามารถลดเวลาล่าช้ารวมลงเหลือเพียง 11.22% ของวิธีดั้งเดิม



รูปที่ 2 แสดงเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบด้วยวิธีต่างๆ



รูป 3 แสดงค่าเวลาล่าช้ารวม หลังการค้นหาด้วยวิธีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ออกมาชัดเจนว่าวิธี TI จะได้เวลาล่าช้ารวมที่น้อยที่สุด แต่ก็ต้องการเวลาในการค้นหาที่มากที่สุดด้วย โดยสังเกตได้ว่าวิธี TI จะใช้เวลาค้นหาคำตอบมากกว่าวิธี TSp ประมาณ 2 เท่า (สังเกตได้จากความชันของกราฟ) ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนข้อมูลการเปรียบเทียบของ TI ที่มากกว่า TSp ประมาณ 2 เท่านั่นเอง จากจำนวนรอบการค้นหาที่ทำการจำลองผลตั้งแต่ 10 รอบ ถึง 50 รอบ เนื่องด้วยปัญหาการจัดลำดับงานจัดเป็นปัญหาแบบ NP-Hard การเพิ่มจำนวนของงานจะต้องการเวลาหาคำตอบเพิ่มขึ้นมาก เมื่อมาพิจารณาแนวโน้มของกราฟเวลาที่ใช้ในการค้นหาจะเป็นเส้นตรง (จะพบว่าความชันของกราฟจะมากขึ้นเมื่อจำนวนงาน หรือจำนวนเครื่องจักรเพิ่มขึ้น) และเวลาล่าช้ารวมที่ไม่ลดลงไปอีก เมื่อมาพิจารณาในส่วนของกราฟเวลาล่าช้ารวมจะเห็นได้ว่า ที่จำนวนงานน้อยๆไม่ว่าจะเป็นวิธีใดจะให้ผลที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อมีจำนวนงานมากขึ้นผลของเวลาล่าช้ารวมที่คำนวณได้จากวิธีการต่างๆจะห่างกันมากขึ้นเรื่อยๆ โดยที่วิธีค้นหาแบบตาบูทั้ง 3 วิธีจะให้ผลของเวลาล่าช้ารวมที่ดีกว่าวิธี EDD-SPT เป็นอย่างมาก แต่เมื่อเทียบกับเวลาที่ต้องใช้ในการค้นหาคำตอบแล้ว วิธี TSA จะใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยใกล้เคียงกับวิธี EDD-SPT

4. สรุป

จากผลการศึกษา การจำลองการจัดลำดับงานโดยการค้นหาแบบ Tabu ทำให้สามารถส่งงานได้ตามกำหนดเวลามากขึ้น และเมื่อพิจารณาลงไปในวิธีย่อยแต่ละวิธีแล้วจะพบว่าการสลับตำแหน่งด้วยวิธี Insertion Inter-change (TI) จะให้คำตอบที่มีเวลาล่าช้ารวมน้อยที่สุด แต่กลับต้องใช้เวลาในการค้นหาคำตอบมากที่สุด ด้วยวิธี TI จะใช้เวลามากกว่าวิธี TSp ประมาณ 2 เท่า และวิธี Tsa จะใช้เวลาใกล้เคียงกับวิธี EDD-SPT มาก ถ้าหากพิจารณาถึงระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณ ถึงแม้ว่าวิธี TI จะใช้เวลาสูงมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น แต่เมื่อเทียบกับเวลาล่าช้ารวมที่สามารถลดได้แล้ว ถือว่าเป็นเวลาที่เล็กน้อยมาก จึงสามารถสรุปได้ว่า วิธี TI สามารถให้ผลลัพธ์เวลาล่าช้ารวมได้ที่ดีที่สุดในทุกกรณี ยิ่งจำนวนงานเพิ่มมากขึ้น วิธี TI ก็จะยิ่งให้ผลการคำนวณที่ดีกว่าได้อย่างชัดเจน

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐวร ยมพูล, "การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่สัมพันธ์กัน ในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก," วรสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เดือน สิงหาคม 2550

[2] Eva Vallada and Rubén Ruiz, "Genetic algorithms with path relinking for the minimum tardiness permutation flowshop problem," Omega 38 pp. 57 – 67, 2010.

[3] Dipak Laha, "A heuristic to minimize total flowtime in permutation flowshop," Omega 37 pp. 734–739, 2009.

[4] A. Bellanger and A. Oulamara, "Scheduling hybrid flowshop with parallel batching machines and compatibilities," Computers & Operations Research 36 pp.1982 – 1992, 2009.

[5] ChaoYong Zhang, "A tabu search algorithm with a new neighborhood structure for the job shop scheduling problem," Computers & Operations Research 34 pp. 3229 – 3242, 2007.

[6] S. C. Chu and H.L.Fang, "Genetic Algorithm vs. Tabu Search in Timetable Scheduling," 1999 Third International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems, 31" Aug-I" Sept 1999, Adelaide, Australia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้