การจัดลำดับงานแบบโฟล์วช็อป เพื่อให้ได้เวลาที่ใช้ในการผลิตรวมน้อยที่สุด

อาจารย์ศรินทิพย์ อนุรักษ์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
E-mail: samtip111@yahoo.com

ระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อปคืออะไร

ระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อป (Flow Shop) คือ กระบวนการผลิตหลายขั้นตอนซึ่งต่อเนื่องกันไปตลอด ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อปซึ่งเวลาในการผลิตรวมเกิดจากเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงบวกกับเวลาที่ชิ้นงานรอคอยเครื่องจักร โดยกำหนดให้งานทุกงานต้องผ่านเครื่องจักรทุกเครื่อง โดยมีลำดับการผลิตบนแต่ละเครื่องเหมือนกัน

การจัดลำดับงานมีความสำคัญอย่างไร

เนื่องจากความต้องการลดต้นทุนการผลิตโดยต้องการใช้เวลาในการผลิตให้สั้นที่สุด เพื่อให้ระบบการผลิตมีกำลังการผลิตสูงสุดและเป็นการประหยัดต้นทุนทั้งในด้านค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักร ค่าไฟฟ้า ฯลฯ และเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ดังนั้นสำหรับระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อป (Flow Shop) ซึ่งมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนซึ่งต่อเนื่องกันไปตลอด การจัดลำดับงานจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการผลิต และด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการจะใช้เวลาในการผลิตในระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อป (Flow Shop) ให้น้อยที่สุดนี้ จึงมีผู้สนใจศึกษาและพัฒนาวิธีการจัดลำดับงานในระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อป (Flow Shop) กันอย่างต่อเนื่อง โดยแนวทางในการพัฒนาจะมุ่งไปที่การหาคำตอบที่ดีที่สุดและการหาคำตอบโดยใช้เวลาที่สั้นที่สุด ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งแล้วจะพบว่าการลงทุนเพื่อที่จะจัดลำดับการทำงาน (Scheduling) ที่ดีเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เนื่องจากเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดลำดับการทำงาน (Scheduling) เพียงเล็กน้อย แต่การจัดลำดับการทำงาน (Scheduling) ที่ดีจะส่งผลให้สามารถลดต้นทุนการผลิต ลดเวลาในการผลิต และ

สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้เป็นอย่างดี

วิธีการจัดลำดับงานแบบโฟล์วช็อปมีอะไรบ้าง

ถ้าเป็นกรณีการจัดลำดับงานซึ่งมีกระบวนการผลิตสองขั้นตอน เราสามารถจัดได้โดยใช้ กฎของจอห์นสัน (Johnson's Rule) แต่ในกรณีการจัดลำดับงานหลายงานซึ่งแต่ละงานมีกระบวนการผลิตหลายขั้นตอน ปัญหาจะมีความซับซ้อนมากขึ้น โดยแนวทางในการหาคำตอบแบ่งออกเป็นสองแนวทาง

แนวทางแรกคือการหาคำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด (Optimum) ด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) โดยข้อจำกัดทั่ว ๆ ไปของวิธีฮิวริสติก (Heuristic) ก็คือวิธีการคิดหาคำตอบ (Algorithm) ที่มีจุดมุ่งหมายเน้นหนักในด้านการค้นหาค่าใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด ก็จะมีขั้นตอนในการค้นหาที่ละเอียดซับซ้อนซึ่งส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการหาคำตอบค่อนข้างยาวนาน ส่วนวิธีการคิดหาคำตอบ (Algorithm) ที่เน้นหนักในด้านความรวดเร็วในการค้นหาคำตอบ ก็มักมีข้อด้อยในด้านคุณภาพของคำตอบ ปัญหาก็คือจะสร้างวิธีการหาคำตอบอย่างไร เพื่อให้สามารถหาคำตอบที่มีคุณภาพดีได้ในเวลาอันรวดเร็วและฮิวริสติก (Heuristic) มีข้อด้อยตรงที่ไม่สามารถการันตีได้ว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimum)

แนวทางที่สองคือการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimum) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ

1. วิธีจัดลำดับ (Permutation) เป็นการตรวจหาทุกคำตอบแล้วเปรียบเทียบเลือกค่าที่ดีที่สุดซึ่งมีข้อด้อยคือไม่สามารถนำไปใช้กับปัญหาขนาดใหญ่ได้

2. วิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) ซึ่งเป็นการใช้แผนภูมิต้นไม้ในการหาคำตอบ โดยเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบด้วยวิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) จะขึ้นกับคุณภาพของขอบเขตบน (Upper Bound) ฉะนั้นจึงมีการนำฮิวริสติก (Heuristic) มาใช้ในการหาขอบเขตบน (Upper Bound) เพื่อช่วยให้การทำงานของวิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) เร็วขึ้น ซึ่งข้อด้อยของวิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) ก็คือใช้เวลาในการหาคำตอบนานจึงไม่สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่ได้ วิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต ที่น่าสนใจมากวิธีหนึ่งคือ วิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขตของ Ignall และ Schrage

วิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขตของ Ignall และ Schrage

มีหลักการทำงานคือใช้หลักการจัดงานเป็นส่วน ๆ (Partial Schedule) หลักการนี้จะทำการจัดงานบางส่วนให้ดีที่สุดก่อน และ ทำการจัดไปเรื่อย ๆ จนครบทุกงาน โดยจะมีขั้นตอนในการทำงานที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

1. การแบ่งงานเป็นส่วนย่อย ๆ โดยใช้วิธีการแตกกิ่ง (Branching) ซึ่งเป็นการนำวิธีการเรียงสับเปลี่ยนมาใช้อย่างเป็นระบบซึ่งในการทำการจัดลำดับงาน n งาน จะมีวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมด n! วิธี โดยจะประกอบไปด้วย

ลำดับงานที่จัดงานที่ 1 ไว้หน้าสุดมี (n-1)! วิธี
ลำดับงานที่จัดงานที่ 2 ไว้หน้าสุดมี (n-1)! วิธี
:
ลำดับงานที่จัดงานที่ n ไว้หน้าสุดมี (n-1)! วิธี

ซึ่งลำดับงานที่จัดงานที่ 1 ไว้หน้าสุดมี (n-1)! วิธี จะประกอบไปด้วย

ลำดับงานที่จัดงานที่ 1 ตามด้วย 2 ไว้หน้าสุดมี (n-2)! วิธี
ลำดับงานที่จัดงานที่ 1 ตามด้วย 3 ไว้หน้าสุดมี (n-2)! วิธี
:
ลำดับงานที่จัดงานที่ 1 ตามด้วย n ไว้หน้าสุดมี (n-2)! วิธี

ถ้าทำการแตกกิ่งเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จะทำให้เกิดลำดับงานทั้งหมด n! ลำดับงาน ซึ่งในจำนวนนี้จะมีลำดับงานที่ดีที่สุด ซึ่งเป็นลำดับงานที่ทำให้เกิดเวลาที่ใช้ในการผลิตรวม (Makespan) น้อยที่สุด

2. การตัดกิ่งที่ทราบว่าจะไม่ให้ลำดับงานที่ดีที่สุดทิ้งไป (Bounding) ซึ่งนำมาใช้คู่กับวิธีการแตกกิ่ง (Branching) เพื่อที่จะทำการแตกกิ่งให้น้อยที่สุด ซึ่งจะแตกเฉพาะกิ่งที่คาดว่ามีคำตอบที่ดีที่สุดอยู่ โดยในส่วนของ Bounding จะทำการคำนวณขอบเขตล่าง(Lower Bound) เทียบกับขอบเขตบน(Upper Bound) โดยถ้าขอบเขตล่างของกิ่งใดมากกว่าขอบเขตบน ก็จะตัดกิ่งนั้นทิ้ง

2.1 การคำนวณขอบเขตล่าง(Lower Bound) จะนำเวลาที่ใช้จริงในการทำงานในส่วนที่ทำไปแล้ว รวมกับส่วนที่ยังไม่ได้ทำโดยในส่วนนี้จะคำนวณโดยพิจารณาเลือกเวลาที่สูงที่สุดของแต่ละเส้นทางที่เป็นไปได้มาเปรียบเทียบกันเพื่อเลือกค่าที่ต่ำที่สุดมาใช้ สามารถอธิบายการหาขอบเขตล่างของงานที่ต้องทำบนสามเครื่องจักรได้ดังนี้

$$LB(J_r) = \max \begin{pmatrix} \text{Time A}(\overline{J_r}) + \sum J_r \overline{a_i} + \min J_r (b_i + c_i), \\ \text{Time B}(\overline{J_r}) + \sum J_r \overline{b_i} + \min J_r c_i \\ \text{Time C}(\overline{J_r}) + \sum J_r c_i \end{pmatrix}$$

โดย Time A (Jr) , Time B (Jr) และ Time C (Jr) คือเวลาที่งาน r ทำเสร็จบนเครื่องจักร A, B, C ตามลำดับ Jr เป็นเซ็ทของงาน n - r ซึ่งเป็นงานที่ยังไม่ได้จัดอยู่ในลำดับงาน Jr ส่วน ai, bi, ci คือเวลาที่งาน i ใช้บนเครื่องจักร A, B, C ตามลำดับ โดย LB (Jr) คือเวลาต่ำสุดเท่าที่เป็นไปได้ที่งานสามารถเสร็จ

2.2 การหาขอบเขตบน (Upper Bound) กิ่งใดมีขอบเขตล่างต่ำสุด ให้นำลำดับงานของกิ่งนั้นมาจัดเพื่อคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการผลิตรวม (Makespan) แล้วกำหนดให้เป็นขอบเขตบน จากนั้นทุกครั้งที่ได้ค่าเวลาที่ใช้ในการผลิตรวม (Makespan) ใหม่ให้นำมาเปรียบเทียบกับขอบเขตบนเดิม ถ้าค่าใดน้อยกว่า ให้ค่านั้นเป็นขอบเขตบน

แนวทางในการพัฒนาวิธีการจัดลำดับงานแบบโฟล์วช็อป

แม้ว่าการหาคำตอบด้วยวิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) จะมีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของปัญหาแต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากวิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) มีข้อดีคือให้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimum) ฉะนั้นจึงควรมีการปรับปรุงความเร็วในการหาคำตอบ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ได้กับปัญหาขนาดใหญ่ ปัญหาก็คือจะสร้างวิธีการหาคำตอบอย่างไร เพื่อให้สามารถหาคำตอบที่มีคุณภาพดีได้ในเวลาอันรวดเร็ว

สาเหตุที่ทำให้อัตราการเพิ่มของเวลาที่ใช้ในการคำนวณของปัญหาโฟล์วช็อปเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อจำนวนงานเพิ่มขึ้น เนื่องจากการจัดลำดับงานเป็นปัญหาเรียงสับเปลี่ยนซึ่งขนาดของปัญหาจะเท่ากับ n! เมื่อ n คือจำนวนงาน ซึ่งการนำกฎในการตัดมาใช้ในการลดขนาดของปัญหา จะช่วยให้การหาคำตอบด้วยการแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) ทำได้เร็วขึ้นและคาดว่าสามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้เราสามารถนำกฎในการตัดนี้ไปประยุกต์ใช้ในวิธีแตกกิ่งและกำหนดขอบเขต (Branch and Bound) โดยไม่ต้องใช้ Upper Bound และ Lower Bound กล่าวคือลำดับงานที่มีจำนวนงานมากกว่าหรือเท่ากัน สามารถตัดลำดับงานที่มีจำนวนงานน้อยกว่าหรือเท่ากันได้ โดยใช้กฎในการตัด ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาข้อยกเว้นที่ทำให้ไม่สามารถนำลำดับงานนั้นมาพิจารณาตามกฎได้ เราสามารถปรับปรุงกฎเพิ่มเติมมาช่วยในการตัดให้สามารถคำนวณหาคำตอบอย่างรวดเร็วขึ้นได้ แต่ต้องทำการทดลองก่อนว่าคุ้มที่จะนำมาใช้ มิฉะนั้นจะเป็นภาระในการคำนวณ แต่ถ้านำมาใช้แล้วทำให้สามารถคำนวณหาคำตอบที่มีคุณภาพดีได้รวดเร็วขึ้น ก็คุ้มค่าอย่างมากต่อระบบการผลิตแบบโฟล์วช็อป (Flow Shop) เนื่องจากการใช้เวลาในการผลิตให้สั้นที่สุด จะทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง โดยส่งผลให้ระบบการผลิตมีกำลังการผลิตสูงสุดและเป็นการประหยัดต้นทุนทั้งในด้านค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักร ค่าไฟฟ้า ฯลฯ และสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

เอกสารอ้างอิง

Ignall,E. and L.E. Schrage. 1965. Application of the branch and bound technique to some flow-shop scheduling problems. **Ops.Ros.** 13 : 400-412.

Moras, R., M.L. Smith, K.S. Kumar and M.A. Azim. 1997. Analysis of antithetic sequences in flow shop scheduling to minimize makespan. **Production Planning & Control** 8 (8) : 780-787.

Rajendran, C. and H. Ziegler. 1997. Heuristics for scheduling in a flowshop with setup, processing and removal times separated. **Production Planning &Control** 8 (6) : 568-576.

Rios-mercado, R.Z. and J.F. Bard. 1999. A branch-and-bound algorithm for permutation flow shops with sequence-dependent setup times. **IIE Transactions** 31 (2) : 721-731.

Wu, H.H. and R.K. Li. 1996. A methodology for schedule compression. **Production Planning & Control** 11 (8) : 407-417.