

การประยุกต์การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบ เพื่อลดเวลาสูญเสียกรณีเครื่องจักรเสีย Application of Interactive Scheduling for Machines Down-Time Reduction

ปารเมศ ชุตินา และ ปิยะมากรณ์ ชมสุวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทร. 218-6847 โทรสาร 251-3969

E-Mail :CPARAMES@Chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบที่เกิดจากเครื่องจักรเสีย วิศวกรส่วนมากจะจัดเครื่องจักรเสียให้อยู่ในอันดับแรกๆ ของความไม่แน่นอนทั้งหมดที่มีผลต่อระบบผลิต ดังนั้นงานวิจัยที่จะพยายามลดผลกระทบของเครื่องจักรเสียจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อระบบผลิตมาก เพื่อที่จะศึกษาผลกระทบดังกล่าวนี้โปรแกรม IntSched ที่ได้พัฒนามาก่อนหน้านี้ได้ถูกเพิ่มเติมส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเครื่องจักรเสียเข้าไป จากผลการทดลองพบว่า เครื่องจักรเสียเป็นเวลานานในช่วงต้นของตารางการผลิตจะมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของระบบ นอกจากนั้นแล้วกฎ SMT (Smallest Ratio by Multiplying Processing Time) แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการลดผลของเครื่องจักรเสีย

Abstract

The objective of the research is to demonstrate the impacts of machines' breakdown on the performance of the system. Since machines' breakdown is often ranked first among all disruptive events in the production system by engineers, the study to alleviate the impacts of machines' breakdown is needed unavoidably. In order to study the impact of machines' breakdown, the program IntSched, which was developed previously, is enhanced by adding one more module related to the management of machines' breakdown. Several experiments are conducted on IntSched. The results indicate that the heaviest impact to the performance of the system occurs when breakdown takes place for a long time at the beginning period of the production schedule. In addition, SMT (Smallest Ratio by Multiplying Processing Time) shows highest performance in reducing the impacts of machines' breakdown.

1. บทนำ

การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) หมายถึง การจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับการทำงานหรือกิจกรรมจำนวนหนึ่งที่ต้องการใช้ทรัพยากรนั้นๆ ในเวลาเดียวกัน ตัวอย่างของทรัพยากร ได้แก่ คนงาน เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ เป็นต้น [1] การจัดตารางแบบโต้ตอบ (Interactive Scheduling) เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นหลังจากที่ผู้จัดตารางได้จัดตารางการผลิตในครั้งแรกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และรู้สึกว่าตารางการผลิตที่ได้มานั้นยังมีประสิทธิภาพไม่เป็นที่น่าพอใจ เช่น มีงานสายเป็นจำนวนมาก มีการใช้งานเครื่องจักรในระดับต่ำ เป็นต้น ทำให้ผู้จัดตารางต้องการจะปรับปรุงประสิทธิภาพของตารางการผลิตเดิมให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งการปรับปรุงลักษณะนี้เกิดขึ้นได้โดยเปลี่ยนแปลงลำดับของกิจกรรมในตารางการผลิตเดิม [2]

หลักการเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบแทนจะเกิดขึ้นจริงไม่ได้เลยในทางปฏิบัติ ถ้าขาดซึ่งซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อทำงานนี้โดยเฉพาะ ลองคิดดูง่ายๆ ว่าการเปลี่ยนลำดับของการทำงานบนเครื่องจักรเครื่องหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อตารางการผลิตเริ่มต้นอย่างไรบ้าง สิ่งที่น่าจะเกิดขึ้นเมื่อลำดับของงานเปลี่ยนไปก็คือ ตารางเวลาของงานบนเครื่องจักรที่กำหนดให้มันควรจะเปลี่ยนไป ตารางเวลาของงานบนเครื่องจักรอื่นๆ น่าจะเปลี่ยนตามไปด้วย (ในกรณีที่งานที่กำหนดให้มันมีการทำงานขึ้นต่อไปบนเครื่องจักรเครื่องอื่น) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจจะเป็นเพียงแต่การเลื่อนเวลาการทำงานให้เร็วขึ้นหรือให้ช้าลงก็ได้ แต่ในกรณีที่ซับซ้อนกว่านั้นก็คือ อาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงานบนเครื่องจักรเครื่องอื่นๆ ตามไปด้วย ซึ่งจะทำให้ดัชนีวัดประสิทธิภาพของตารางการผลิตเปลี่ยนไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่า กิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจัดตารางแบบโต้ตอบนั้นเป็นกิจกรรมที่มีความซับซ้อนและยุ่งยากอยู่ในตัว การที่จะการอุตสาหกรรมยังไม่ได้นำเอาแนวความคิดนี้ไปใช้อย่างจริงจังก็เนื่องจากว่ายังขาดแคลน บุคลากรที่มีความรู้และเครื่องมือ (ซอฟต์แวร์) ที่มีราคาสูง ซึ่งจากแนวความคิดนี้ทำให้ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรม IntSched (Interactive Scheduling) ขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของอุตสาหกรรม

โครงสร้างที่ถูกพัฒนาขึ้นในตอนเริ่มต้นของโปรแกรม IntSched ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 4 ส่วน ดังต่อไปนี้คือ ส่วนป้อนข้อมูลเข้า ส่วนอัลกอริทึมในการจัดตารางส่วนการผลิต และส่วนการเปลี่ยนแปลงตารางการผลิต (รายละเอียดของส่วนย่อยต่างๆ ดูได้จาก [2]) ซึ่งโครงสร้างเช่นนี้สามารถทำงานได้ดีในสภาวะการทำงานที่ปราศจากสิ่งรบกวน (Disturbances)

แนวคิดของโปรแกรม IntSched ก็คือ นอกจากจะยอมให้ผู้จัดตารางสามารถเลือกกฎการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมได้โดยเปรียบเทียบจากดัชนีวัดประสิทธิภาพของตารางการผลิตได้หลายชนิดแล้ว ถ้าผู้จัดตารางยังไม่พอใจกับตารางการผลิตที่ได้มาในตอนแรก ผู้จัดตารางก็สามารถทำการเปลี่ยนแปลงลำดับของงานได้ด้วยมือจนกว่าจะเป็นที่พอใจ นั่นคือความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นมาในโปรแกรมนี้อาจทำให้ผู้จัดตารางมีความสามารถเพิ่มขึ้นในด้านการทำการทดลองแบบ What-If เพื่อที่จะนำไปสู่การปรับปรุงตารางการผลิตต่อไป

ในทางปฏิบัติแล้ว นอกจากจะมีปัจจัยแบบคงที่บางอย่างที่มีผลต่อประสิทธิภาพของตารางการผลิตแล้ว (เช่น กำหนดส่งงาน เวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนลำดับในการทำงาน ฟังก์ชันเป้าหมาย เป็นต้น) สิ่งรบกวนเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการนำตารางการผลิตไปใช้ให้เกิดผลจริงในทางปฏิบัติ ต้นตอของสิ่งรบกวนนี้เกิดขึ้นมาจากความไม่แน่นอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นแล้วส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

สิ่งรบกวนอาจจะมาจากภายในหรือภายนอกระบบ ตัวอย่างของสิ่งรบกวนภายใน ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงนโยบายการผลิต การเสียของเครื่องจักรและอุปกรณ์ การเสียของระบบควบคุม เป็นต้น ซึ่งจะเห็นว่าสิ่งรบกวนจากภายในนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงต่อระบบผลิต สำหรับตัวอย่างของสิ่งรบกวนจากภายนอกได้แก่ การเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการของตลาด การเปลี่ยนแปลงนโยบายให้การส่งเสริมของรัฐบาล เป็นต้น สิ่งรบกวนจากภายนอกเป็นสิ่งที่ควบคุมได้ยากหรืออาจจะควบคุมไม่ได้เลย

จากสิ่งรบกวนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากภายในและภายนอก ระบบ จะเห็นว่าเครื่องจักรเสียเป็นสิ่งที่รบกวนที่วิศวกรส่วนมากจะให้ความสำคัญ อยู่ในแนวหน้าว่า มีผลกระทบอย่างมากต่อประสิทธิภาพของตารางการผลิต ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คือ ถึงแม้ว่าตารางการผลิตจะได้มีการวางแผนไว้อย่างดีแล้วก็ตาม (Tardiness = 0) ในบางครั้งขณะที่ลงมือปฏิบัติจริงเกิดเครื่องจักรหลักเสียขึ้นมาอย่างกะทันหันเป็นเวลานาน และถ้ากำลังการผลิตที่มีอยู่ไม่เพียงพออาจจะทำให้งานบางงานล่าช้าไม่ทันส่งได้

จุดนี้เองทำให้ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมส่วนย่อยส่วนที่ 5 เข้าไปในโปรแกรม IntSched เรียกว่า ส่วนจัดการเครื่องจักรเสีย เพื่อให้ผู้จัดตารางมีความสามารถในการจัดการเหตุการณ์เกี่ยวกับเครื่องจักรเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

O'Grady และ Lee [3] กล่าวถึงระบบควบคุมการทำงานของเซลล์ผลิตแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีการควบคุมแบบตามลำดับชั้น (Hierarchy) และมีการประยุกต์ระบบปัญญาประดิษฐ์ในการหาคำตอบ ซึ่งเรียกระบบนี้ว่า Production Logistics and Timings Organizer (PLATO-Z) ระบบควบคุมนี้ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ Scheduling Blackboard, Operation Dispatching Blackboard, Monitoring Blackboard และ Error Handling Blackboard

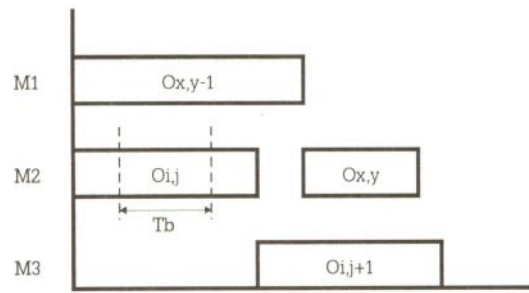
Nof และ Grant [4] พัฒนาระบบควบคุมการจัดตารางเวลาสำหรับระบบผลิตอัตโนมัติ เรียกว่า Factor Control Through Operations Replications (FACTOR) ระบบนี้มีส่วนประกอบคล้ายคลึงกับระบบของ O'Grady และ Lee [3] ซึ่งประกอบด้วย Scheduler, Monitor, Comparator, Resolver และ Adapter ระบบนี้จะนำเอาประสิทธิภาพของระบบที่คาดหมายไว้กับที่ได้จากการปฏิบัติจริงมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาทางแก้ไขให้การทำงานเป็นไปตามแผนที่วางไว้ให้ได้มากที่สุด

Montazeri และ Van Wassenhove [5] พัฒนาซิมูเลเตอร์ขึ้นมาเพื่อจำลองปัญหาเกี่ยวกับการจัดตารางการผลิตของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น กฎที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตนั้นมีทั้งแบบตายตัวและแบบพลวัต

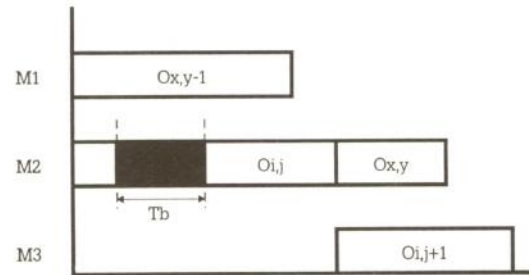
จากงานวิจัยที่กล่าวมา พบว่า นักวิจัยได้พยายามหาหนทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งรบกวนต่างๆ แต่ทว่าปัญหาเหล่านั้นเป็นการแก้ปัญหาแบบอัตโนมัติ (วิธีการได้ถูกโปรแกรมไว้แล้ว) ซึ่งวิธีการเช่นนี้ไม่ได้นำเอาความสามารถและประสบการณ์ของมนุษย์มาใช้ อย่างเต็มที่ ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำทั้งวิธีการแก้ไขปัญหามาแบบอัตโนมัติมาผนวกกับความสามารถในการจัดตารางของผู้จัดตาราง (การจัดตารางแบบโต้ตอบ) เพื่อจะเสริมให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดตารางการผลิต

2.1 ผลกระทบของเครื่องจักรเสีย

เมื่อเกิดเครื่องจักรเสียในขณะที่ทำงานอยู่ จะเกิดผลกระทบโดยตรงต่อการทำงานนั้นๆ และอาจจะมีผลข้างเคียงถ่ายทอดไปยังการทำงานในลำดับถัดไปอีกด้วยจากรูปที่ 1 (ก) เมื่อเครื่องจักร M₂ เสียเป็นเวลา T_b หน่วยเวลา ทำให้การทำงานของ O_{ij} จะต้องเสร็จสิ้นเข้าไปเป็นเวลา T_b หน่วยเช่นกัน เรียกการทำงานเช่นนี้ว่า การทำงานที่มีผลกระทบ (Effected Operation) ในรูปที่ 1 (ข) จะเห็นว่าผลจากการเลื่อนการทำงาน O_{ij} ออกไปเป็นเวลา T_b หน่วย จะทำให้การทำงาน O_{ij+1} ต้องถูกเลื่อนออกไปเป็นเวลา T_b หน่วยเช่นกัน เราเรียกการทำงานที่ต้องถูกเลื่อนออกไปเนื่องจากการทำงานอื่นว่าการทำงานที่ถูกกระทบ (Affected Operation)

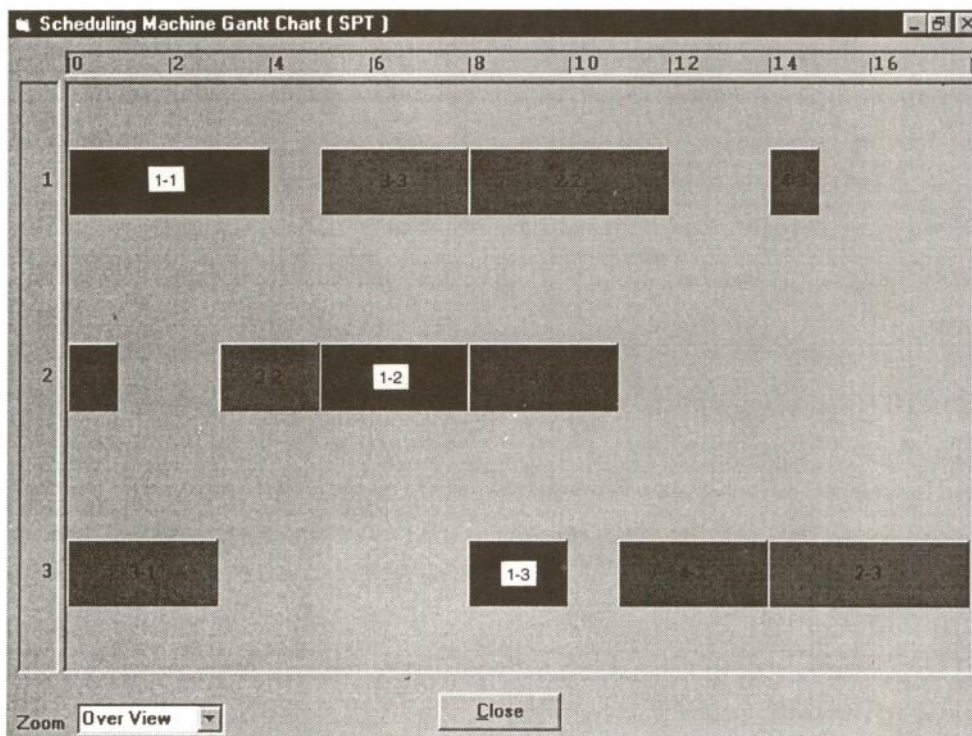


(ก)



(ข)

รูปที่ 1 การทำงานที่มีผลกระทบและการทำงานที่ถูกกระทบ



รูปที่ 2 Gantt Chart ของเครื่องจักรเมื่อจัดตารางโดยใช้ SPT แบบ Active

สำหรับการทำงานที่มีผลกระทบนั้น ผลของเครื่องจักรเสียจะทำให้เกิดเหตุการณ์ขึ้นได้ 2 ลักษณะคือ

1. ทำงานที่เหลือน้อย (Resume): ในขณะที่เครื่องจักรเสียนั้น มีงานค้างอยู่บนเครื่องจักร การหยุดการทำงานเช่นนั้นไม่มีผลต่องานที่เหลือ ซึ่งหมายความว่าเราสามารถดำเนินการต่างๆ กับงานที่เหลือนั้นได้โดยไม่เกี่ยวข้องกับงานที่ได้ทำมาก่อนหน้าแล้ว
2. เริ่มต้นงานใหม่ทั้งหมด (Repeat) : บางกรณีเราจะต้องเริ่มต้นการทำงานใหม่ทั้งหมด ถ้าเครื่องเสียในขณะที่เรากำลังทำงานอยู่บนชิ้นงาน ตัวอย่างง่ายๆ คือ ในขณะที่ติดตั้งโปรแกรมคอมพิวเตอร์เกิดไฟดับขึ้น ทำให้เราต้องเริ่มต้นการติดตั้งใหม่ทั้งหมด

นอกจากนี้แล้ว เมื่อมีเครื่องจักรเสียเกิดขึ้น ผู้จัดการอาจจะมีทางเลือกในการจัดตารางได้อีก 2 ทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยืดหยุ่นของระบบและความรู้เกี่ยวกับระบบของผู้จัดการเอง

1. ไม่มีทางเลือก (No Alternative) : เป็นไปได้ว่าการทำงานของเครื่องจักรที่เสียอยู่นี้ไม่สามารถถูกทดแทนได้โดยเครื่องจักรเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบ เพราะว่าเป็นเครื่องจักรที่มีราคาแพง ดังนั้นในกรณีนี้ผู้จัดการการผลิตไม่สามารถย้ายงานให้ไปทำยังเครื่องจักรเครื่องอื่นได้ หรือกล่าวว่าการทำงานดังกล่าวนี้ขาดความยืดหยุ่น
2. มีทางเลือก (Alternative) : ในทางปฏิบัติ การทำงานส่วนมากจะทำด้วยเครื่องจักรหลายเครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องอาจจะมีความสามารถในการทำงานไม่เท่ากัน การที่ผู้จัดการเลือกใช้เครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวมาทำงานนั้นๆ อาจจะเป็นเพราะว่า เครื่องจักรเครื่องนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องจักรอื่นมาก หรือเนื่องจากผู้จัดการไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรทดแทนเป็นไปได้อย่างเหมาะสม การพิจารณาถึงเครื่องจักรทดแทนมีแนวโน้มที่จะทำให้ประสิทธิภาพด้านการผลิตเพิ่มขึ้น

2.2 วิธีการเปลี่ยนตารางการผลิต

หลังจากที่แผนตารางการผลิตได้ถูกกำหนดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในขณะลงมือปฏิบัติงานจริงอาจจะมีสิ่งรบกวนที่ไม่คาดคิดเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้แผนที่วางไว้เป็นอย่างดีเปลี่ยนไปได้ ในงานวิจัยฉบับนี้จะมุ่งเน้นไปที่สิ่งรบกวนเกี่ยวกับกรณีเครื่องจักรเสีย การเปลี่ยนตารางการผลิตเมื่อเกิดกรณีเครื่องจักรเสียอาจเกิดขึ้นได้ 2 วิธีคือ

1. เลื่อนเวลาการผลิตออกไปแต่ยังคงไว้ซึ่งลำดับเดิม : ในกรณีนี้เมื่อมีเครื่องจักรเสียเกิดขึ้นในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ รายละเอียดที่เราจะต้องทราบเพื่อแก้ไขตารางการผลิตก็คือเครื่องจักรใดที่เสีย เครื่องจักรเสียเมื่อใด ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรจนใช้งานได้ตามปกติเป็นเท่าใด มีเครื่องจักรทดแทนหรือไม่ โหมดของการทำงานเป็นแบบ Resume หรือ Repeat เมื่อทราบข้อมูลต่างๆ แล้ว โปรแกรม IntSched จะทำการคำนวณหาตารางการผลิตใหม่ได้ แต่ว่าตารางการผลิตใหม่จะมีลำดับของการผลิตเหมือนกับของ

เดิมทุกประการ ซึ่งคล้ายกับการเลื่อนการทำงานทั้งที่มีผลกระทบและที่ถูกต้องออกไปทางขวานั้นเอง

2. ใช้วิธีวิสตติคส์ช่วยในการจัดตาราง : ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในกรณีที่ 1 จะถูกนำมาใช้ในกรณีนี้เช่นกัน แต่ว่าการจัดลำดับของงานภายหลังจากการเสียของเครื่องจักรจะใช้วิธีวิสตติคส์เข้ามาช่วย โดยจะปล่อยให้ลำดับของงานที่ทำก่อนหน้าเครื่องจักรเสียอยู่คงเดิม ดังนั้นข้อมูลที่ต้องการทราบเพิ่มเติมก็คือ เราจะใช้วิธีวิสตติคส์อะไรมาช่วยในการจัดตารางใหม่นี้ ตัวอย่างของวิธีวิสตติคส์ที่มีในโปรแกรม IntSched คือ EDD (Earliest Due Date), SPT (Shortest Processing Time), SLACK (Minimum Slack Time) เป็นต้น

2.3 ตัวอย่างการเปลี่ยนตารางการผลิต

สมมติว่ามีงาน 4 งานที่ต้องจัดสรรลงบนเครื่องจักร 3 เครื่อง (ดูรายละเอียดจาก [2]) และวิธีวิสตติคส์ที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตคือ SPT ทำให้เราได้ตารางการผลิตเริ่มต้นออกมาเป็นดังแสดงในรูปที่ 2 หลังจากที่เราดำเนินการตามตารางการผลิตเริ่มต้นจนถึงเวลา 5.50 หน่วย เครื่องจักรเครื่องที่ 2 เกิดเสียขึ้น และเสียเวลาซ่อม 1 หน่วย ซึ่งเราต้องป้อนข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรเสียดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นว่าเมื่อเครื่องจักร 2 เสียขึ้น ยังมีงาน 1-2 ค้างอยู่บนเครื่อง เพราะฉะนั้นจะมีการทำงานที่ถูกกระทบคือ 1-3, 2-2, 2-3, 4-1, 4-2 และ 4-3

ในกรณีนี้ถ้าเราเลือกกฎการจัดตารางใหม่เป็น EDD (รูปที่ 4) และกำหนดว่าการทำงานที่ค้างอยู่บนเครื่องที่ 2 นั้นสามารถดำเนินการต่อไปได้หลังจากเครื่อง 2 ซ่อมเสร็จ (รูปที่ 5) นอกจากนั้นแล้วเครื่องจักรเครื่องที่ 3 สามารถทำงาน 1-2 แทนเครื่องที่ 2 ได้ และยังมีโหลดไม่มาก ดังนั้นจึงตัดสินใจเลือกเครื่องจักรเครื่องที่ 3 ให้ทำงานนี้แทน (รูปที่ 6)

ผลลัพธ์ของการจัดตารางการผลิตใหม่โดย IntSched แสดงได้ดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่างาน 1-2 ที่เหลืออยู่จะถูกนำมาทำต่อที่เครื่องจักรที่ 3 ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่ 5.50 จนถึง 8.00 ส่วนเครื่องหมายเลขสี่เหลี่ยมที่มีกากบาทอยู่ข้างในบน Gantt Chart ของเครื่องจักรเครื่องที่ 2 หมายถึงช่วงเวลาที่ต้องเสียไปเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (1 หน่วยเวลา) ส่วนการจัดลำดับงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องจะใช้กำหนดส่งเป็นเกณฑ์ที่จะบอกว่าจะทำงานไหนก่อนหลัง หลังจากที่ได้ตารางการผลิตใหม่แล้ว ผู้จัดการอาจทำการเพิ่มประสิทธิภาพของตารางการผลิตได้ โดยเปลี่ยนแปลงลำดับของงานบนเครื่องจักรแต่ละเครื่องได้ (จัดตารางแบบโต้ตอบ) แต่จะเป็นไปได้เฉพาะงานที่เกิดขึ้นหลังจากเวลา 5.50 เท่านั้น

3. การทดสอบกับกรณีศึกษา

เพื่อที่จะทดสอบความสามารถของโปรแกรม อีกทั้งเป็นการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรเสียที่มีต่อตัววัดประสิทธิภาพ (Measure of Performance) และกฎการเร่งงาน

Machine Breakdown Time Table

Job	Machine Name	Start Time	Stop Time
1	MC1	0.00	0.00
2	MC2	5.50	6.50
3	MC3	0.00	0.00

Close

รูปที่ 3 ตารางเวลาของเครื่องจักรเสีย

Production Scheduling / Rescheduling

File Schedule Reschedule View

Job: Job Name: Due Date:

Operation: Machine Name: Processing Time:

Option:

- No Rule
- ▼ EDD
- 1 SPT
- 2 LPT
- 3 SDT
- 4 LDT
- 5 SMT
- 6 LMT
- 7 SLACK
- 8 SLACK/TP
- 9 RANDOM

Previous Job: Next Job: Previous Operation: Next Operation:
 Insert Job: Add Job: Insert Operation: Add Operation:
 Delete Job: Delete Operation:

รูปที่ 4 กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนตารางใหม่คือ EDD

Production Scheduling / Rescheduling

File Schedule Reschedule View

Job: Job Name: Due Date:

Operation: Machine Name: Processing Time:

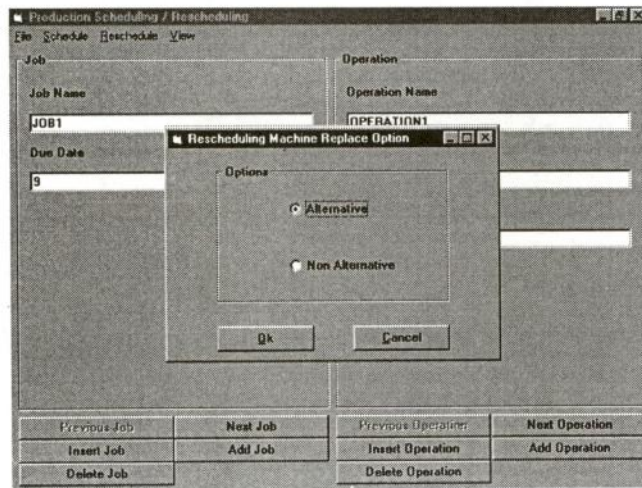
Rescheduling Generation Option

Options: ☒ Resume ☐ Repeat

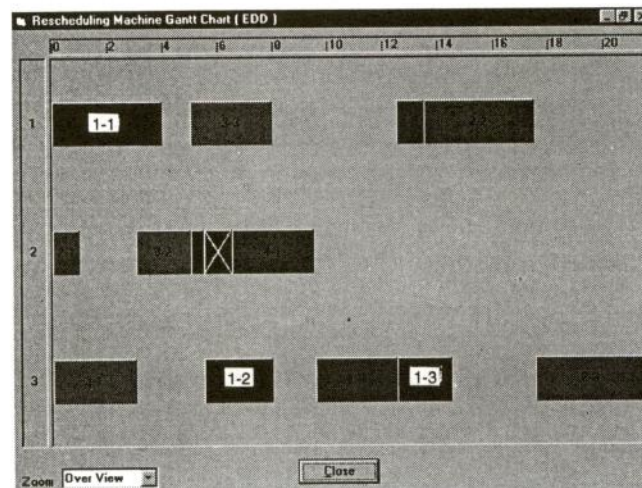
Ok Cancel

Previous Job: Next Job: Previous Operation: Next Operation:
 Insert Job: Add Job: Insert Operation: Add Operation:
 Delete Job: Delete Operation:

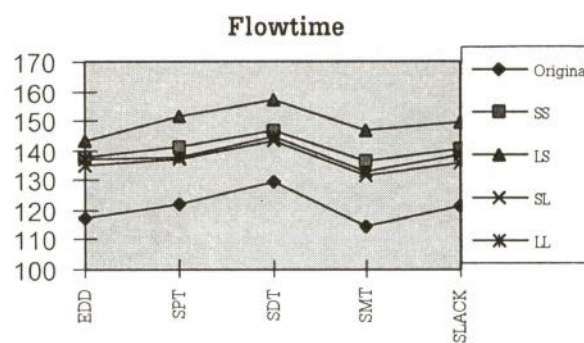
รูปที่ 5 งานสามารถทำต่อไปได้ด้วยเวลาปฏิบัติงานที่ยังเหลืออยู่



รูปที่ 6 งานสามารถย้ายไปทำบนเครื่องจักรเครื่องอื่นได้



รูปที่ 7 Gantt Chart ของเครื่องจักรเมื่อเปลี่ยนตาราง



รูปที่ 8 การไหลของงานในกรณีเครื่องจักรเสียแต่ละแบบ

(Dispatching Rules) จึงได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลองด้วยกัน

การทดลองที่ 1: เป็นการทดลองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของเวลาที่เกิดเครื่องจักรเสียและระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรว่า จะมีผลอย่างไรต่อตารางการผลิตที่ได้วางแผนไว้ เงื่อนไขของการทดลองคือ สมมติให้ระบบประกอบด้วยเครื่องจักร 5 เครื่อง มีงานที่ต้องการจัดตารางจำนวน 5 งาน แต่ละงานจะมีการทำงาน 5 ชนิดบนเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ใช้กรณีศึกษาทั้งหมด 5 ตัวอย่าง กฎการเรียงงานที่ใช้ประกอบด้วย EDD, SPT, SDT, SMT และ SLACK (ดูคำอธิบายใน [2]) กฎเหล่านี้ถูกเลือกมาทดสอบเนื่องจากว่ามันแสดงประสิทธิภาพในการจัดตารางที่ดีในกรณีไม่มีเครื่องจักรเสีย [2] กำหนดให้ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรแบ่งเป็น 2 ระดับคือ ใช้เวลาน้อย (10% ของ Mean Flowtime ของตารางการผลิตเริ่มต้น, S) และใช้เวลานาน (30% ของ Mean Flowtime, L) และเราแบ่งเวลาที่เกิดเครื่องจักรเสียออกเป็น 2 ระดับคือ ช่วงครึ่งแรก (S) และช่วงครึ่งหลังของตารางการผลิต (L) เพราะฉะนั้นจะมีเงื่อนไขของความไม่แน่นอนอยู่ 4 ชนิดคือ SS, LS, SL และ LL (ตัวอักษรตัวแรกแทนระยะเวลาในการซ่อมเครื่องจักร และตัวอักษรตัวที่สองแทนช่วงที่เกิดเครื่องจักรเสีย) กำหนดให้ทั้งเวลาที่เครื่องจักรเสียและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแบบ Exponential นอกจากนั้นแล้วในการทดลองนี้สมมติว่าไม่มีเครื่องจักรใดในระบบสามารถนำมาทดแทนเครื่องจักรที่เสียได้ (No Alternative Machine)

ผลการทดลอง: ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 8-10 ซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เครื่องจักรเสียมีผลต่อตัววัดประสิทธิภาพทุกตัว นั่นคือทำให้ Mean Flowtime, Mean Lateness และ Mean Tardiness มีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีเครื่องจักรเสีย (Original)

ผลการทดลองยังชี้ให้เห็นอีกด้วยว่าทั้งระยะเวลาในการซ่อมเครื่องจักรและเวลาที่เครื่องจักรเสียเกิดขึ้นนั้นมีผลต่อตัววัดประสิทธิภาพไม่เท่ากัน กล่าวคือ การเสียของเครื่องจักรถ้าเกิดในช่วงครึ่งแรกของตารางการผลิตจะมีผลมากกว่าที่เกิดในช่วงหลังและถ้าเครื่องจักรเสียเป็นเวลานาน จะทำให้ตัววัดประสิทธิภาพทั้ง 3 ชนิดมีค่าเลวลงซึ่งอาจจะเรียงลำดับของความรุนแรงของความไม่แน่นอนจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้คือ LS, SS, LL และ SL จากจำนวนกฎการเรียงงานทั้ง 5 ที่นำมาทดสอบ จะเห็นได้ว่า SMT และ EDD เป็นกฎที่มีประสิทธิภาพสูง

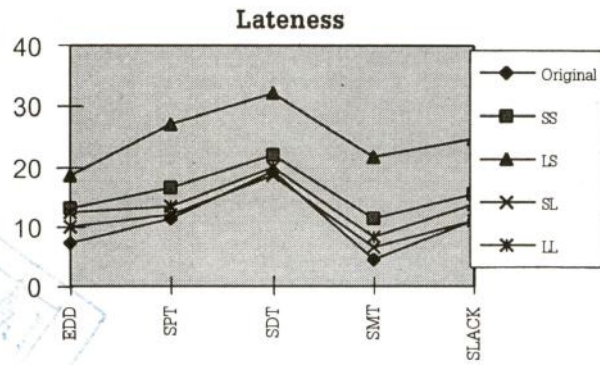
เราสามารถอธิบายผลการทดลองได้ดังนี้คือ เครื่องจักรถือเป็นทรัพยากรอย่างหนึ่งในระบบที่ต้องมีการจัดสรรให้กับงานต่างๆ การที่เครื่องจักรเสียเปรียบเสมือนกับการทำให้ทรัพยากรที่มีจำกัดนั้นถูกดึงออกจากระบบไป ดังนั้นงานที่ต้องการใช้เครื่องจักรนั้นๆ จะต้องรอจนกว่าเครื่องจักรจะซ่อมเสร็จ และการที่เครื่องจักรเสียเป็นเวลานาน

ย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบมากกว่าเสียเป็นระยะเวลาสั้นๆ เนื่องจากทำให้เกิดการรอคอยมากกว่า ซึ่งการรอคอยนี้เองทำให้ประสิทธิภาพของระบบตกลง

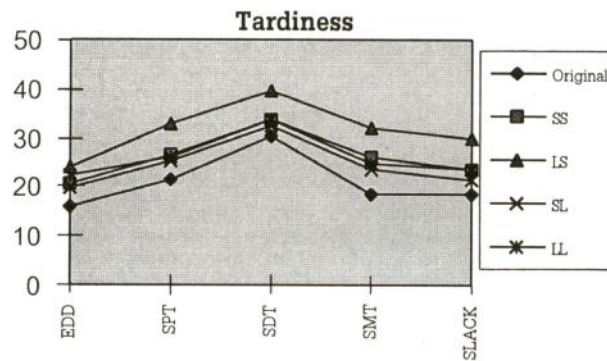
การที่เครื่องจักรเสียในช่วงต้นของตารางการผลิตมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบมากกว่าในช่วงหลัง เนื่องจากว่าในช่วงแรกนั้นงานที่ถูกจัดสรรให้กับเครื่องจักรอยู่เป็นจำนวนมากกว่าในช่วงหลัง กล่าวคือมีงานแย่งเครื่องจักรกันมากในช่วงต้นของตารางการผลิต ดังนั้นการเสียของเครื่องจักรในช่วงนี้ย่อมส่งผลให้งานจำนวนมากที่ต้องการทำงานเครื่องจักรนี้จะต้องรอไปจนกว่าเครื่องจักรนี้จะซ่อมเสร็จ ผลที่ตามมาคือทำให้งานที่อยู่ใกระบวนการหลังจากนี้ นอกจากจะต้องเสียเวลาคอยบนแถวคอยแล้ว ยังต้องเสียเวลารอเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเสียของเครื่องจักรอีกด้วย อีกมุมหนึ่งที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ ถ้าเครื่องจักรที่เสียนี้เป็นเครื่องจักรคอขวดซึ่งจะป้อนชิ้นงานให้กับเครื่องจักรเครื่องอื่น ในกรณีนี้อาจจะทำให้เครื่องจักรที่รอรับชิ้นงานจากเครื่องจักรนี้ติดอยู่ในสภาวะที่เรียกว่า ถูกบังคับให้หยุด (Forced Down) ซึ่งหมายความว่า เครื่องจักรเหล่านั้นทำงานได้ แต่ไม่มีงานให้ทำนั่นเอง ดังนั้นจึงทำให้การใช้ประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักรของระบบตกลง

กรณีที่เครื่องจักรเสียในช่วงต้นแล้วอาจไม่ส่งผลกระทบต่อตารางการผลิตเลยหรือน้อยมากก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน แต่โอกาสที่จะเกิดขึ้นนั้นมีค่อนข้างน้อยมาก ยกตัวอย่างเช่น กรณีแรกขณะเครื่องจักรเสียนั้นไม่มีชิ้นงานที่ต้องการเครื่องจักรนั้นเลยหรือกรณีที่สองการใช้งานเครื่องจักรนั้นมีน้อยมาก เวลาที่ชิ้นงานไปชนเครื่องจักรนั้นและเวลาที่เครื่องจักรเสียน้อยมากเมื่อเทียบกับเวลาที่ไปชนเครื่องจักรอื่น และประกอบกับว่าคนคุมงานที่อยู่ในพื้นที่ผลิตนั้นมีการเรียงงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น

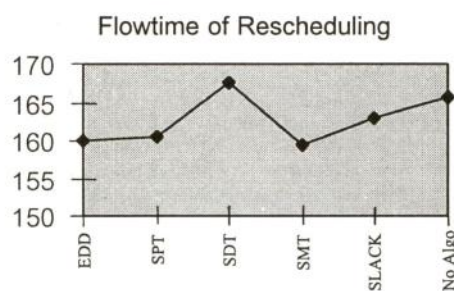
การทดลองที่ 2: เป็นการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกฎการเรียงงานชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้จัดตารางภายหลังจากเครื่องจักรเสีย เงื่อนไขของการทดลองคล้ายกับการทดลองที่ 1 แตกต่างกันที่ว่าเครื่องจักรเสียอาจเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ 1-2 (ตัวแปรสุ่ม) เครื่องตลอดระยะเวลาการผลิต จุดเวลาที่เกิดเครื่องจักรเสียเป็นตัวแปรสุ่มเช่นกัน ซึ่งขึ้นกับเวลาทั้งหมดที่มีอยู่ในตารางการผลิตเริ่มต้นและจำนวนการเสียของเครื่องจักรที่สุ่มขึ้นมาได้ เวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรที่สุ่มขึ้นมาได้ เวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรสุ่มมาจาก Exponential Distribution ซึ่งมีค่า Mean คือ 30 กฎการเรียงงานในช่วงก่อนการเสียของเครื่องจักรครั้งแรกคือ SMT เนื่องจากเป็นกฎที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างดีจากการทดลองเบื้องต้นเมื่อเครื่องจักรเสียกำหนดให้มีเครื่องจักรทดแทนได้ 1 เครื่อง และการที่จะตัดสินใจเลือกใช้เครื่องจักรทดแทนหรือไม่ขึ้นอยู่กับตัววัดประสิทธิภาพในตอนสุดท้าย กฎการเรียงงานที่ใช้หลังจากเกิดเครื่องจักรเสียแล้วประกอบด้วย EDD, SPT, SDT, SMT, SLACK และ NoAlgo (ไม่ได้ใช้กฎการเรียงงานใหม่เพื่อจัดลำดับการทำงาน เพียงแต่เลื่อนการทำงานทั้งที่มีผลกระทบและ



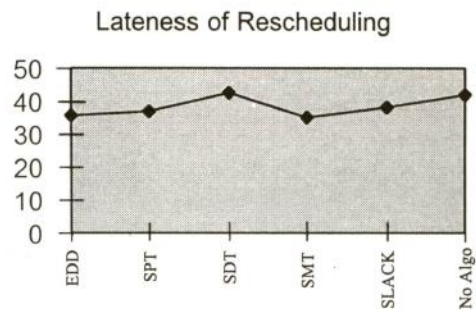
รูปที่ 9 การสายของงานในกรณีเครื่องจักรเสียแต่ละแบบ



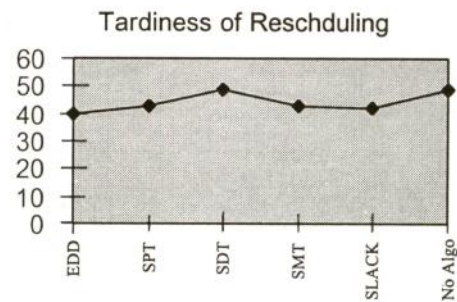
รูปที่ 10 งานล่าช้าในกรณีเครื่องจักรเสียแต่ละแบบ



รูปที่ 11 การไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยเมื่อทำการเปลี่ยนตารางการผลิต (Flowtime ของกฎต่างๆ ในกรณีที่ไม่มีเครื่องจักรเสียคือ EDD = 117, SPT = 121, SDT = 129, SMT = 114, SLACK = 121)



รูปที่ 12 การสายของงานโดยเฉลี่ยเมื่อทำการเปลี่ยนตารางการผลิต (Lateness ของกฎต่างๆ ในกรณีที่ไม่มีเครื่องจักรเสียคือ EDD = 7, SPT = 11, SDT = 19, SMT = 4, SLACK = 11)



รูปที่ 13 งานล่าช้าโดยเฉลี่ยเมื่อทำการเปลี่ยนตารางการผลิต (Tardiness ของกฎต่างๆ ในกรณีที่ไม่มีเครื่องจักรเสียคือ EDD = 15, SPT = 21, SDT = 30, SMT = 18, SLACK = 18)

ถูกกระทบออกไปทางขวามือเท่านั้น)

ผลการทดลอง: ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 11-13 จะเห็นได้ว่ากฎการเรียงงานที่ใช้หลังจากเครื่องจักรเสียที่แสดงประสิทธิภาพดีที่สุด ในจำนวนกฎที่นำมาทดสอบทั้งหมดคือ SMT ซึ่งจะดูได้จากกราฟของ Mean Flowtime, Mean Lateness และ Mean Tardiness ตามมาด้วยกฎ EDD สำหรับกฎที่มีประสิทธิภาพต่ำก็คือ NoAlgo ซึ่งไม่ได้มีการทำอะไรเมื่อมีเครื่องจักรเสียเกิดขึ้น และคงไว้ซึ่งลำดับในตารางการผลิตเดิม

4. สรุป

ในทางปฏิบัตินั้นตารางการผลิตที่วางแผนไว้อย่างดีอาจจะถูกเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากความไม่แน่นอนต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบโดยที่ไม่ได้คาดหมายไว้ หนึ่งในความไม่แน่นอนทั้งหลายที่ถูกจัดอันดับว่ามีผลกระทบต่อแผนการผลิตมากที่สุดคือ การเสียของเครื่องจักร งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรเสียและการเปลี่ยนแปลงตารางการผลิตที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งอาจจะสรุปได้ดังต่อไปนี้คือ การที่เครื่องจักรเสียเป็นเวลานานในช่วงแรกของการผลิตจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบมากที่สุด นั่นคือทำให้ Mean Flowtime, Mean Lateness และ Mean Tardiness มีค่าสูงขึ้น นอกจากนั้นแล้ว กฎที่แสดงประสิทธิภาพสูงสุด

ในสภาวะการทำงานที่เต็มไปด้วยความไม่แน่นอนที่เกิดจากเครื่องจักรเสียคือ SMT

เอกสารอ้างอิง

- [1] Baker, K.R., Introduction to Sequencing and Scheduling, John Wiley & Sons Inc., 1974.
- [2] Chutima, P. and Chomsuwan, P., Productivity Improvement by Using Interactive Production Scheduling, R&D Journal of the Engineering Institute of Thailand, 1998 (To be published).
- [3] O'Grady, P. and Lee, K.H., An Intelligent Cell Control System for Automated Manufacturing, International Journal of Operation & Productions Research, 26(5), 845-861, 1988.
- [4] Nof, S.Y. and Grant, F.H., Adaptive/Predictive Scheduling: Review and General Framework, Production Planning and Control, 2(4), 198-212, 1991.
- [5] Montazeri, M. and Van Wassenhove, L.N., Analysis of Scheduling Rules for an FMS, International Journal of Operation & Productions Research, 28(4), 785-802, 1990.