การศึกษาสมรรถนะของกฎการจ่ายงาน FIFOSLACKEX ภายใต้สภาวะการเร่งงาน

A Study of the Performance of FIFOSLACKEX Dispatching Rule under Expediting Conditions

ปารเมศ ชุติมา[Y] และ ชญานี มีทรัพย์หลาก

Parames Chutima and Chayanee Meesablak

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Email: [Y]cparames@chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของกฎการจ่ายงาน FIFOSLACKEX ซึ่งเป็นกฎที่ใช้งานง่ายและสะดวกในทางปฏิบัติ ในกรณีที่ระบบผลิตยอมให้ลูกค้าเปลี่ยนแปลงกำหนดส่งมอบให้กระชั้นขึ้นได้ โดยที่สมรรถนะของกฎ FIFOSLACKEX นี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกฎ FIFOFEFS ซึ่งเป็นกฎที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในอุตสาหกรรม จากผลการทดลองพบว่า กฎ FIFOSLACKEX มีสมรรถนะที่เหนือกว่า FIFOFEFS ในด้านของค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า และค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร นอกจากนั้นกฎ FIFOSLACKEX ยังมีความไวต่อสภาวะการเร่งงานน้อยกว่า FIFOFEFS อีกด้วย ซึ่งทำให้กฎ FIFOSLACKEX กลายเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรม

Abstract

The objective of this research is to demonstrate the performance of a dispatching rule namely FIFOSLACKEX. This rule is not only simple but also easy to use in practice specifically in cases where the system allows its customers to tighten their delivery dates. The performance of FIFOSLACKEX is compared with FIFOFEFS which is a widely used rule in industries. The results indicate that FIFOSLACKEX significantly outperforms FIFOFEFS on average job tardiness and average machine utilization. In addition, FIFOSLACKEX is less sensitive to expedition condition than FIFOFEFS. As a result, FIFOSLACKEX can become an alternative rule for industries.

1. บทนำ

กฎการจ่ายงานถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกงานที่จะทำในลำดับถัดไป เมื่อเครื่องจักรเริ่มเดินเปล่า และมีงานตั้งแต่ 2 งานขึ้นไปคอยรับการบริการอยู่หน้าเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ตัววัดสมรรถนะของระบบมีค่าดีที่สุดในระยะยาว หรืออย่างน้อยที่สุดก็เป็นที่ยอมรับได้ [2] มีงานวิจัยจำนวนมากได้พยายามศึกษาถึงลักษณะสมบัติของกฎการจ่ายงานที่ดี ซึ่งมีความทนทานต่อสภาวะการทำงานของระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ [3, 4] แต่ทว่าในทางปฏิบัติแล้วกฎเหล่านั้นไม่ค่อยได้รับความนิยมเท่าที่ควร เนื่องจากความซับซ้อนในการคำนวณ รวมถึงความต้องการในด้านของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ระบบสื่อสารและระบบฐานข้อมูลที่มีการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันแบบเรียลไทม์ อุปกรณ์ในการติดตามความก้าวหน้าของงาน เป็นต้น

ระบบผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible Manufacturing System, FMS) เป็นระบบผลิตสมัยใหม่ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเป็นแบบเฉพาะตัวบุคคลมากขึ้น ดังนั้นระบบนี้จึงต้องสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายและปริมาณการผลิตอยู่ในระดับปานกลางได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] การจัดตารางการผลิตสำหรับ FMS มีข้อจำกัดที่จะต้องพิจารณาเพิ่มเติมจากระบบผลิตแบบดั้งเดิมอีกหลายประการ เช่น เครื่องจักรกลอัตโนมัติ ระบบขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ แพลเล็ต จิ๊ก ฟิกเจอร์ เป็นต้น ดังนั้นถึงแม้ว่า FMS จะเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับการทำงานก็ตาม แต่ถ้าไม่มีการควบคุมที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอุปกรณ์ในแต่ละส่วนไม่ได้ถูกควบคุมให้ทำงานประสานกันแล้ว เราก็ไม่สามารถจะดึงเอาประสิทธิภาพของ FMS ออกมาใช้งานอย่างที่ต้องการได้

มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษากฎการจัดตารางสำหรับ FMS ซึ่งในที่นี้อาจจะถือได้ว่า Sabuncuoglu and Hommertzheim [9] เป็นผู้บุกเบิกการศึกษาปัญหาของการจัดตารางเครื่องจักร และ AGVs สำหรับ FMS ที่ทำการผลิตแบบตามงาน โดยใช้การจำลองแบบปัญหาเป็นท่านแรก ต่อมา Sabuncuoglu and Hommertzheim [10] ก็ได้ทำการทดลองเพิ่มเติมในด้านสมรรถนะของกฎที่เกี่ยวข้องกับเวลาส่งมอบ และ Sabuncuoglu [11] ได้ศึกษาถึงความไวของกฎที่เปลี่ยนแปลงในด้านการกระจายความน่าจะเป็นของเวลาทำงาน อัตราการเสียของเครื่องจักร และชนิดของการจัดลำดับความสำคัญของงานขนส่งให้กับ AGVs และเมื่อไม่นานนี้เอง Sabuncuoglu and Karabuk [12] ก็ได้ศึกษาปัญหาการจัดตาราง/การจัดตารางใหม่โดยทดสอบภายใต้สภาวะการทดลองที่แตกต่างกัน

ถึงแม้ว่างานวิจัยที่กล่าวถึงเหล่านี้จะเป็นเครื่องพิสูจน์ให้เห็นว่า การใช้กฎการจ่ายงานที่เหมาะสมจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้นก็ตาม แต่ในอุตสาหกรรมจริงก็ยังไม่ค่อยได้

RECEIVED 7 May, 2004

ACCEPTED 25 January, 2005

นำเอาผลของงานวิจัยเหล่านี้ไปใช้เท่าใดนัก ทั้งนี้เป็นเพราะความยุ่งยากของกฎการจ่ายงานที่ดีดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในตอนต้น นอกจากนี้ยังพบว่า งานวิจัยส่วนมากจะทำการทดลองกับระบบที่มีเสถียรภาพเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นอย่างเป็นปกติในระบบ เช่น การเร่งงาน เป็นต้น

งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนากฎการจ่ายงานที่มีชื่อว่า First-In-First-Out Slack Expediting Rule (FIFOSLACKEX) ขึ้นมา ซึ่งเป็นกฎที่ง่ายและสะดวกในการใช้งานในทางปฏิบัติ และน่าจะมีประโยชน์ต่อการนำมาใช้งานจริงในสภาวะที่ลูกค้าสามารถเร่งกำหนดส่งมอบของงานได้ โดยใช้แบบจำลองปัญหาเพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบอย่างมีนัยสำคัญ และยังได้วิเคราะห์ความไวของสภาวะเร่งงานที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกฎดังกล่าวนี้อีกด้วย

2. แนวคิดในการพัฒนากฎการจ่ายงาน

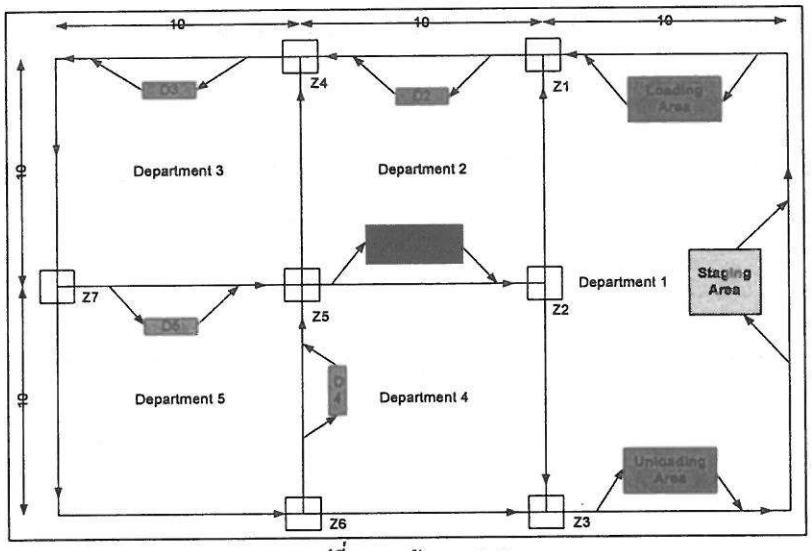
มีงานวิจัยไม่มากนักที่ทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของกฎการจ่ายงานในสภาวะที่ยอมให้มีการเร่งงานเกิดขึ้นได้ [5] ในกรณีเครื่องจักรเดี่ยว Ow and Morton [8] ได้พัฒนากฎการจ่ายงานขึ้นมาจำนวนหนึ่ง ที่ลำดับความสำคัญของงานจะพิจารณาจากการที่งานเสร็จก่อนกำหนดหรือเสร็จล่าช้ากว่ากำหนดส่งมอบ แล้วใช้ระเบียบวิธีการค้นหาคำตอบแบบกรองลำแสง (Filtered Beam Search) ซึ่งพบว่า วิธีการนี้สามารถค้นหาคำตอบที่ดีได้ แต่เหมาะสำหรับปัญหาขนาดเล็กและกลางเท่านั้น Li [7] นำเสนอวิธีการแตกกิ่งและจำกัดเขต (Branch and Bound) มาแก้ปัญหาดังกล่าว Valente and Alves [13] พัฒนากฎการจ่ายงานที่มีพารามิเตอร์แบบมองไปข้างหน้า (Look Ahead Parameter) โดยใช้ฟังก์ชันที่จะคอยจับคู่ค่าทางสถิติที่เหมาะสมกับพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ในกฎการจ่ายงาน ซึ่งพบว่า กฎดังกล่าวนี้สามารถทำให้คุณภาพของคำตอบที่ได้ดีขึ้น และสิ่งที่ตามมาก็คือการคำนวณที่ซับซ้อน

ดังนั้นถ้าพิจารณาจากความเป็นจริงแล้ว กฎดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ยากที่จะนำไปใช้จริงในทางปฏิบัติได้ เนื่องจากความซับซ้อนของตัวกฎเอง รวมทั้งจะต้องมีฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real Time) ที่พร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในภาคอุตสาหกรรม กฎการจ่ายงานพื้นฐาน เช่น FIFO รวมกับกฎแบบเร่งงานก่อนทำก่อน (First-Expedite-First-Out, FEFO) จึงได้รับความนิยมอยู่มาก (ขอเรียกกฎนี้ว่า FIFOFEFO) แต่ข้อเสียของกฎนี้ก็คือ มีการทำงานแบบสถิต กล่าวคือ ถึงแม้ว่าจะมีงานใหม่ที่ด่วนกว่าเข้ามา ก็ไม่ทำให้ลำดับของงานด่วนที่ถูกจัดไว้ก่อนหน้านี้มีการปรับเปลี่ยนแต่ประการใด ซึ่งทำให้งานด่วนที่เข้ามาทีหลังต้องคอยจนกว่างานด่วนที่เข้ามาก่อนทำเสร็จถึงจะเริ่มต้นได้ถึงแม้งานนั้นจะด่วนกว่าก็ตาม

จากข้อด้อยดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำเอาแนวคิดของ Hottenstein [6] มาดัดแปลงให้เป็นกฎที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานจริง คือ FIFOSLACKEX โดยมีรายละเอียดดังนี้ แบ่งงานออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ประเภทลำดับความสำคัญสูง หมายถึง งานที่ถูกเร่งกำหนดการส่งมอบให้กระชั้นขึ้น หรืองานที่มีเวลาหย่อน (Slack) น้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ และ (2) ประเภทลำดับความสำคัญปกติ หมายถึง งานปกติที่ไม่ถูกเร่งเวลาส่งมอบ หรืองานมีเวลาหย่อนมากกว่าศูนย์ โดยกฎจะให้ความสำคัญกับงานประเภทที่ 1 ก่อน การเรียงลำดับของงานจะจัดตาม FIFO แต่ทว่าเมื่อมีงานด่วนเข้ามา (สมมติว่าเป็นงาน A) จะมีการตรวจสอบเสียก่อนว่า ในจำนวนของงานด่วนที่อยู่ก่อนหน้าทั้งหมด (ไม่รวมถึงงานปกติที่มีเวลาหย่อนน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์) มีงานใดเป็นงานแรกที่มีเวลาหย่อนมากกว่างานด่วนที่เพิ่งเข้ามา (สมมติว่าเป็นงาน B) จากนั้นก็ให้เอางานด่วน A ไปวางในตำแหน่งที่อยู่ก่อนหน้างาน สำหรับงานประเภทลำดับความสำคัญปกติจะใช้กฎแบบ FIFO

3. ระบบและปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

ในงานวิจัยนี้จำนวนเครื่องจักรและแผนผังของ FMS ถูกดัดแปลงมาจากงานวิจัยในอดีต ซึ่งระบบประกอบด้วย 5 สถานีงาน โดยสถานีงาน 2-5 เป็น M/C Centers และสถานีงาน 1 เป็นพื้นที่จัดเก็บวัสดุกลาง มี AGVs 4 คันทำหน้าที่วิ่งขนส่งวัสดุระหว่างสถานีงาน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังของ FMS

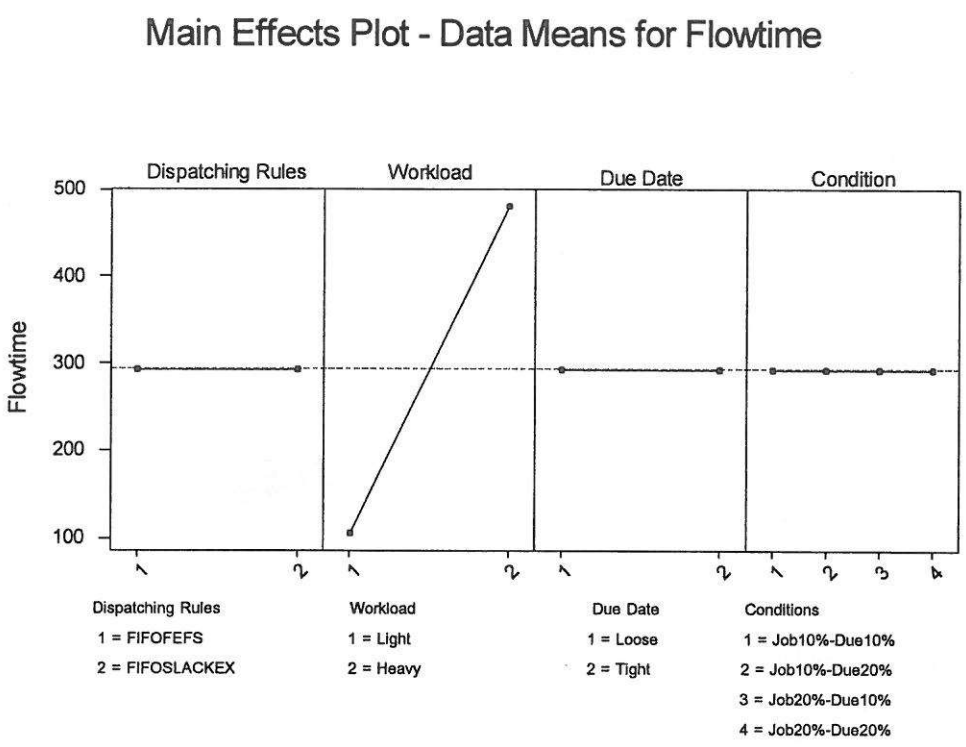
วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกฎ FIFOFEFO กับ FIFOSLACKEX ว่ามีสมรรถนะในด้านต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่ และเนื่องจาก FIFOSLACKEX เป็นกฎที่ใช้ง่ายและสะดวก ดังนั้น ถ้าสามารถพิสูจน์ได้ว่ากฎนี้มีประสิทธิภาพเหนือกว่า FIFOFEFO อย่างมีนัยสำคัญแล้ว กฎนี้ก็จะกลายเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการนำไปใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม

จากงานวิจัยที่ผ่านมา ปารเมศ และ ชญานี [5] พบว่า มีปัจจัยจำนวนมากที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อสมรรถนะของกฎการจ่ายงาน ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้นำเอาปัจจัยดังกล่าวมาทดสอบอีกครั้ง ซึ่งประกอบด้วย: (1) กฎการเร่งงาน FIFOFEFO กับ FIFOSLACKEX; (2) ภาระงานของเครื่องจักร ต่ำ (80%) สูง (87%); (3) ความกระชั้นของเวลาส่งมอบ น้อย (มีงานล่าช้า 20% เมื่อเทียบกับสภาวะปกติ) มาก (มีงานล่าช้า 40% เมื่อเทียบกับสภาวะปกติ); (4) สภาวะการเร่งงานซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กรณี ได้แก่ (a) จำนวนงานถูกเร่ง 10% และเวลาส่งมอบเร็วขึ้น 10 %, (b) จำนวนงานถูกเร่ง 10% และเวลาส่งมอบเร็วขึ้น 20 %, (c) จำนวนงานถูกเร่ง 20% และเวลาส่งมอบเร็วขึ้น 10 %, (d) จำนวนงานถูกเร่ง 20% และเวลาส่งมอบเร็วขึ้น 20%

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ด้านค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ

จากการวิเคราะห์วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า ด้านค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (Mean Flowtime) มีเพียงปัจจัยด้านภาระงานของเครื่องจักรเท่านั้นที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการเพิ่มภาระงานให้กับเครื่องจักรในงานวิจัยนี้ทำโดยการเพิ่มจำนวนของชิ้นงานที่สามารถหมุนเวียนอยู่ในระบบ (จำนวนของชิ้นงานถูกจำกัดด้วยจำนวนของแพลเล็ตที่ใช้อยู่ในระบบ) ทำให้ระบบมีความหนาแน่นมากขึ้น ส่งผลให้เวลาที่ชิ้นงานรอคอยเครื่องจักรและเวลารอคอยการขนส่งโดย AGV สูงขึ้น ซึ่งทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบมีค่ามากขึ้น ในขณะที่ปัจจัยอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านกฎการจ่ายงานจะไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของระดับของปัจจัยหลัก (Mean Flowtime)

ด้านค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า

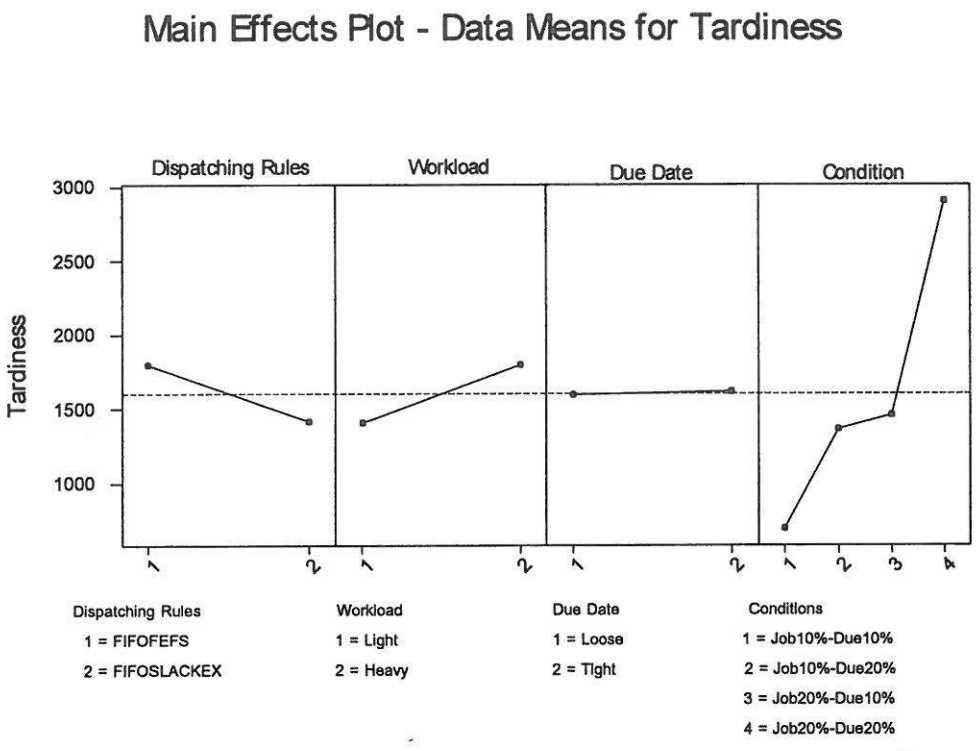
พิจารณาด้านค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า (Mean Tardiness) จาก ANOVA พบว่า ทุกปัจจัยหลักมีผลอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กฎ FIFOSLACKEX จะให้ค่าของเวลาล่าช้าเฉลี่ยน้อยกว่ากฎ FIFOFEFS เนื่องจาก FIFOSLACKEX นำเอางานที่ถูกเร่งและมีค่าของระยะเวลาหย่อนน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์มาพิจารณาเป็นชิ้นงานที่มีลำดับความสำคัญสูง จึงทำให้ชิ้นงานนั้นมีโอกาสที่จะเสร็จภายในกำหนดเวลาส่งมอบได้มากกว่ากฎ FIFOFEFS (รูปที่ 3)

สำหรับปัจจัยด้านภาระงานของเครื่องจักร พบว่า เมื่อภาระงานของเครื่องจักรมากขึ้น จะทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลางานที่เสร็จช้านั้นมีค่ามากขึ้น เนื่องจากภาระงานของเครื่องจักรขึ้นกับจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ ณ เวลานั้น ดังนั้นเมื่อมีการเพิ่มจำนวนชิ้นงานในระบบ จะส่งผลให้เกิดความหนาแน่นภายในระบบเพิ่มขึ้น ชิ้นงานจึงต้องเสียเวลาคอยมากขึ้น ส่งผลให้ต้องใช้เวลาเฉลี่ยในระบบเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เวลางานที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนดมากขึ้น

พิจารณาปัจจัยด้านการกำหนดความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงาน พบว่า เมื่อมีความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงานมากขึ้น จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลางานที่เสร็จล่าช้ามีค่ามากขึ้นด้วย เนื่องจากความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงานขึ้นกับเปอร์เซ็นต์ของจำนวนชิ้นงานที่เสร็จล่าช้า เมื่อกำหนดให้มีความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงานมาก คือมีจำนวนชิ้นงานที่เสร็จล่าช้าเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่สภาวะปกติ จึงส่งผลให้มีเวลาเฉลี่ยของชิ้นงานที่เสร็จล่าช้ามากกว่าเมื่อกำหนดความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงานน้อย (จำนวนชิ้นงานเสร็จล่าช้าเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่สภาวะปกติ)

พิจารณาปัจจัยด้านสภาวะการเร่งงาน พบว่า เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ามีค่ามากขึ้นเมื่อจำนวนชิ้นงานที่ถูกเร่งและมีเวลาส่งมอบเร็วมากขึ้น เนื่องจากเมื่อจำนวนชิ้นงานที่ถูกเร่งมากขึ้น จะส่งผลให้จำนวนชิ้นงานที่มีกำหนดส่งมอบกระชั้นขึ้นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะทำให้โอกาสที่จะทำงานเสร็จล่าช้ากว่ากำหนดมีมากขึ้น

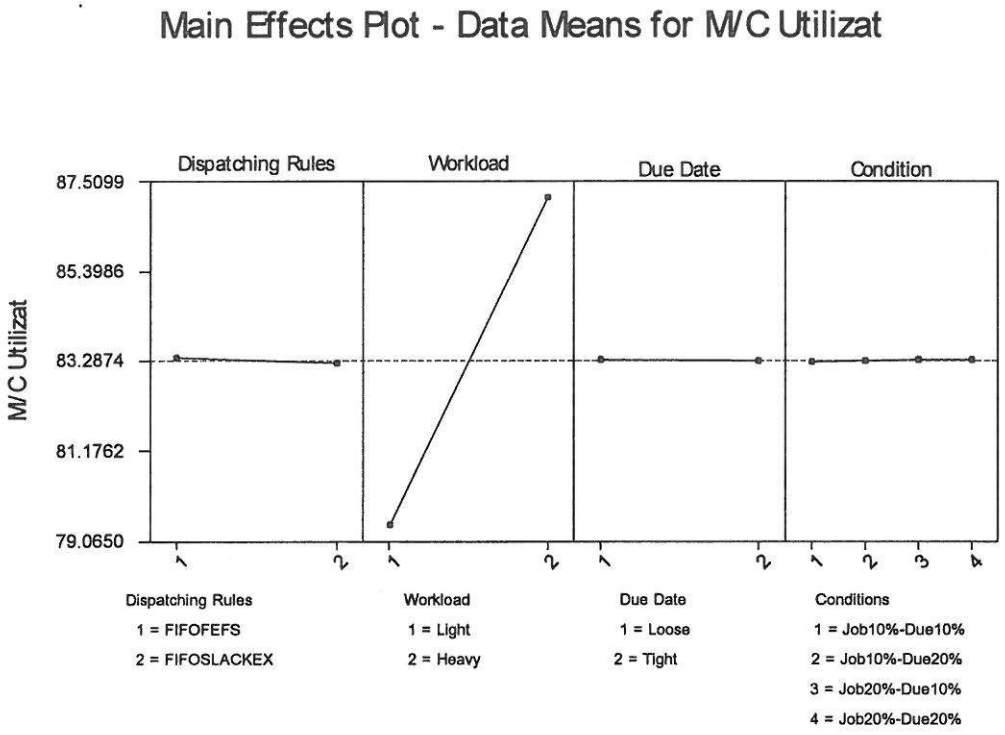
นอกจากนี้ยังพบปัจจัยร่วมที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้าด้วย คือ กฎการจ่ายงานของเครื่องจักรxภาระงานของเครื่องจักร กฎการจ่ายงานของเครื่องจักรxสภาวะการเร่งงาน ภาระงานของเครื่องจักรxความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงาน และภาระงานของเครื่องจักรxสภาวะการเร่งงาน



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของระดับปัจจัยหลัก(Mean Tardiness)

ด้านประสิทธิภาพเฉลี่ยของการใช้งานเครื่องจักร

พิจารณาด้านค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร พบว่า ปัจจัยด้านกฎการจ่ายงานของเครื่องจักร และภาระงานของเครื่องจักร มีผลต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักรอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่กฎ FIFOSLACKEX จะให้ค่าของประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักรมีค่าต่ำกว่า FIFOFEFS และปัจจัยด้านภาระงานของเครื่องจักรมีผล เนื่องจากเมื่อมีภาระงานของเครื่องจักรมากขึ้นส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักรมากขึ้นด้วย ซึ่งเมื่อมีการเพิ่มภาระงานให้กับเครื่องจักร โดยการเพิ่มจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่อยู่ในระบบเข้าไป ทำให้เกิดความหนาแน่นขึ้นภายในระบบซึ่งส่งผลกระทบให้เครื่องจักรต้องทำงานเพิ่มมากขึ้นดังนั้นประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักรจึงมากขึ้น นอกจากนี้มีปัจจัยร่วมบางปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักรอย่างมีนัยสำคัญ คือ กฎการจ่ายงานของเครื่องจักรxภาระงานของเครื่องจักร (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของระดับปัจจัยหลัก(Machine Utilization)

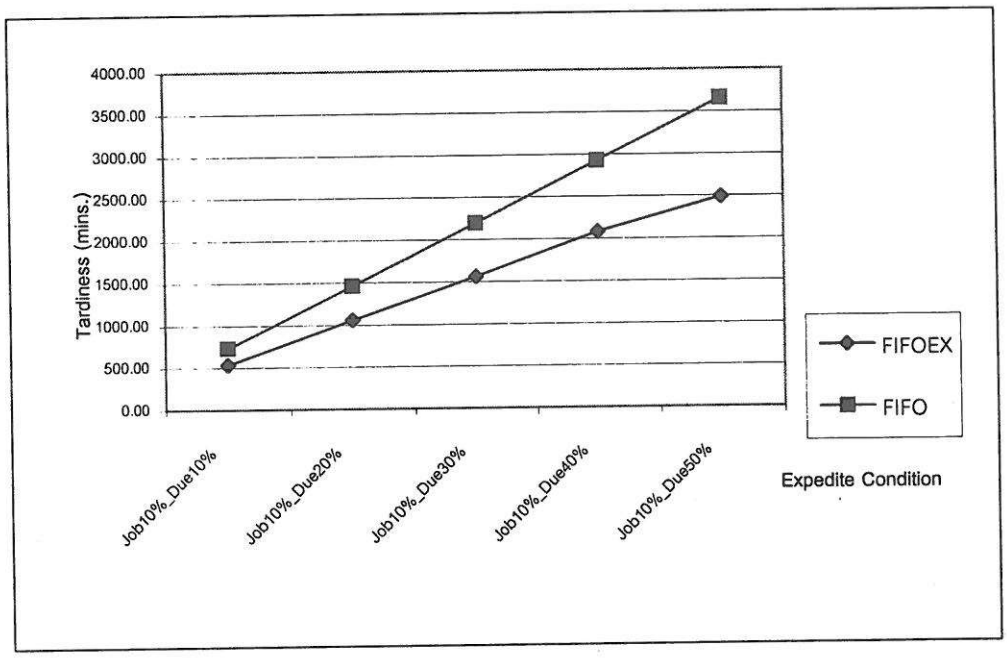
เพื่อเป็นการพิสูจน์ให้เห็นว่า กฎ FIFOSLACKEX กับ FIFOFEFS มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ จึงทดสอบสมมติฐานดังกล่าวนี้ด้วย Duncan's Multiple Range Test ซึ่งพบว่า สมรรถนะของกฎ FIFOSLACKEX ดีกว่า FIFOFEFS อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบด้วยเกณฑ์ด้านเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า และประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร ถึงแม้ว่ากฎทั้งสองนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในเกณฑ์ด้านของค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบก็ตาม แต่ทว่าค่าเฉลี่ยของ FIFOSLACKEX จะดีกว่าเล็กน้อย

5. การวิเคราะห์ความไวของกฎ

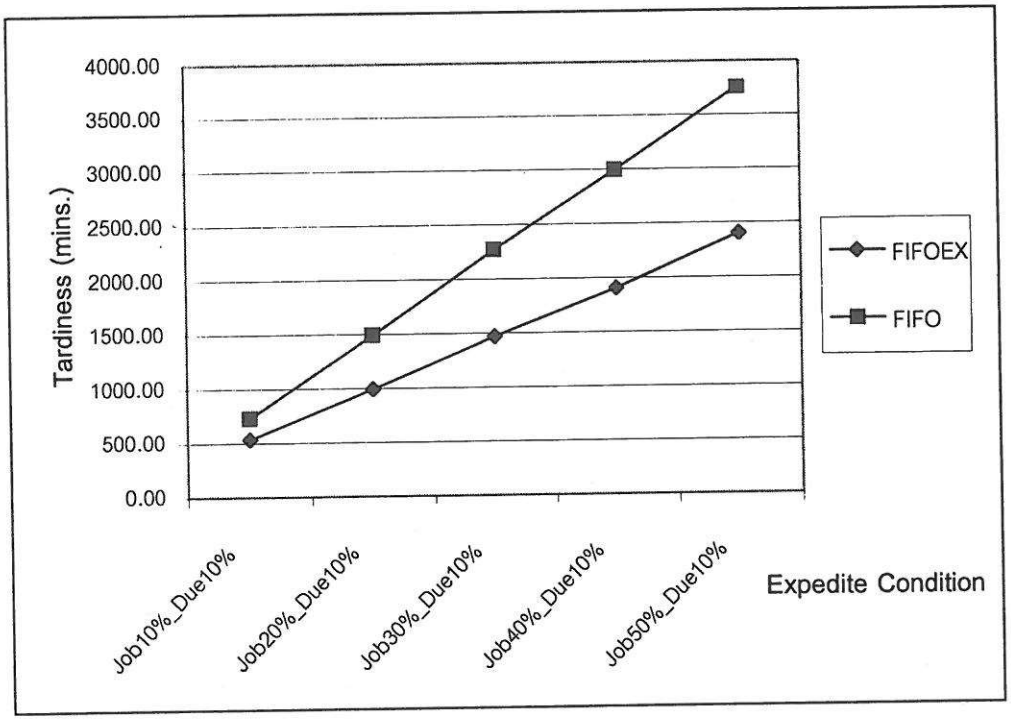
การวิเคราะห์ความไวของกฎต่อสภาวะการเร่งงานเป็นมุมมองอีกมิติหนึ่งที่น่าสนใจ จากผลของ Multiple Range Test พบว่า ปัจจัยที่ทำให้ได้ผลของการวัดประสิทธิภาพในด้านของเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ามีค่าต่ำสุดทุกสภาวะการเร่งงาน คือ (1) การใช้กฎการจ่ายงานของเครื่องจักรแบบ FIFOSLACKEX และ (2) ภาระงานของเครื่องจักรน้อย แต่ทว่าความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงานมากหรือน้อยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นในที่นี้จึงทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎทั้งสองในด้านเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้าที่ภาระงานของเครื่องจักรน้อย และความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงานน้อย โดยกำหนดการเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของจำนวนงานที่ถูกเร่งและระยะเวลาที่ถูกเร่งดังนี้ (1) จำนวนงานที่ถูกเร่ง 10% โดยมีเวลาส่งมอบเร็วขึ้นคือ 10, 20, 30, 40 และ 50% และ (2) ระยะเวลาส่งมอบเร็วขึ้น 10% โดยมีจำนวนงานที่ถูกเร่งมากขึ้นคือ 10, 20, 30, 40 และ 50%

จำนวนงานถูกเร่ง 10 % แต่เปลี่ยนแปลงเวลาส่งมอบ

จากกราฟในรูปที่ 5 พบว่า เมื่อระยะเวลาที่ถูกเร่งเปลี่ยนแปลงไป โดยที่จำนวนงานที่ถูกเร่งคงที่ที่ 10% นั้น กฎ FIFOSLACKEX ให้สมรรถนะด้านเวลาเฉลี่ยของชิ้นงานที่เสร็จล่าช้าดีกว่า FIFOFEFS โดยขณะที่ระยะเวลาที่ถูกเร่งงานเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กฎ FIFOSLACKEX มีค่าความแตกต่างจาก FIFOFEFS มากขึ้น ซึ่งเห็นได้จากระยะห่างของกราฟที่มากขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาส่งมอบให้เร็วขึ้น



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ากับสภาวะการเร่งงาน เมื่อเวลาส่งมอบเร็วขึ้นเปลี่ยนแปลงไป (โดยในกราฟ FIFOSLACKEX = FIFOEX, FIFOFEFS = FIFO)



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้ากับสภาวะการเร่งงาน เมื่อจำนวนงานที่ถูกเร่งเปลี่ยนแปลงไป(โดยในกราฟ FIFOSLACKEX = FIFOEX, FIFOFEFS = FIFO)

เวลาที่ส่งมอบเร็วขึ้น 10% และเปลี่ยนแปลงจำนวนงานที่ถูกเร่ง

จากกราฟในรูปที่ 6 พบว่า เมื่อจำนวนงานที่ถูกเร่งเปลี่ยนแปลงไป โดยมีเวลาส่งมอบคงที่ที่ 10% นั้น กฎ FIFOSLACKEX ให้สมรรถนะด้านเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้าดีกว่า FIFOFEFS โดยขณะที่จำนวนชิ้นงานที่ถูกเร่งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้กฎ FIFOSLACKEX มีสมรรถนะที่แตกต่างจาก

FIFOFEFS เพิ่มขึ้นด้วย ดังจะเห็นได้จากเส้นกราฟที่มีระยะห่างกันมากขึ้นเมื่อชิ้นงานที่ถูกเร่งงานเพิ่มขึ้น

6. สรุปผล

งานวิจัยฉบับนี้มุ่งประเด็นไปที่การศึกษาสมรรถนะของกฎการจ่ายงาน โดยที่กฎนี้ควรจะมีการคำนวณง่ายและใช้สะดวกในอุตสาหกรรมเมื่อสภาวะการทำงานยอมให้มีการเร่งงานเกิดขึ้นได้ มากกว่าจะเป็นกฎที่มีความซับซ้อนแต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนากฎ FIFOSLACKEX ขึ้นมา และทดสอบสมรรถนะของกฎนี้กับกฎ FIFOFEFS ซึ่งใช้กันอยู่ในทั่วไปในอุตสาหกรรม โดยเงื่อนไขการทำงานของกฎที่เปลี่ยนไปคือ ภาระงานของเครื่องจักร ความกระชั้นของการกำหนดส่งมอบงาน และสภาวะการเร่งงาน โดยมีตัววัดสมรรถนะคือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า และประสิทธิภาพเฉลี่ยของการใช้งานเครื่องจักร ผลจากการทดลองแสดงว่า กฎ FIFOSLACKEX มีสมรรถนะเหนือกว่า FIFOFEFS อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านของค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานเสร็จล่าช้า และด้านประสิทธิภาพเฉลี่ยของการใช้งานเครื่องจักร แต่กฎทั้งสองนี้ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านค่าเฉลี่ยของเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ และเมื่อนำกฎทั้งสองนี้มาทดสอบในด้านความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพวะการเร่งงาน พบว่า กฎ FIFOSLACKEX มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า (ดีกว่า) FIFOFEFS ซึ่งแสดงถึงความทนทาน (Robust) ต่อสภาพแวดล้อมด้านการเร่งงานที่เปลี่ยนแปลงไปของกฎ FIFOSLACKEX อีกด้วย ดังนั้นจึงอาจถือได้ว่ากฎ FIFOSLACKEX นี้น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมที่สภาวะการทำงานจริงยอมให้มีการเร่งงานเกิดขึ้นได้ จุดอ่อนประเด็นเดียวที่เห็นได้จากกฎ FIFOSLACKEX เมื่อเทียบกับ FIFOFEFS ก็คือ กฎแรกต้องอาศัยข้อมูลในการตัดสินในมากกว่า ซึ่งในทางปฏิบัติหมายความว่า เราต้องมีระบบติดตามงานที่มีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะทำให้เราทราบถึงค่าปัจจุบันที่เกี่ยวกับความหย่อน (Slack) และสถานะของการเร่งงานของแต่ละงาน ซึ่งถ้าพิจารณาจากผลประโยชน์ที่ได้รับจากกฎ FIFOSLACKEX ที่เหนือกว่า FIFOFEFS แล้ว ผู้บริหารก็น่าจะยอมเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

บรรณานุกรม

[1] ปารเมศ ชุติมา (2544), *"ระบบผลิตแบบยืดหยุ่น"*, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] ปารเมศ ชุติมา (2546), เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] ปารเมศ ชุติมา และ สมโภชน์ แซ่น้ำ (2542), การจัดตารางการผลิตแบบโต้ตอบภายใต้เงื่อนไขการผลิตที่มีความไม่แน่นอน, Proceedings of IE Network, 782-789.

[4] ปารเมศ ชุติมา และ ปิยมาภรณ์ ชมสุวรรณ (2543), การปรับปรุงการผลิตโดยใช้การจัดตารางแบบโต้ตอบ, วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา, ฉบับที่ 11, เล่มที่ 1, 46-56.

[5] ปารเมศ ชุติมา และ ชญานี มีทรัพย์หลาก (2546). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎการจ่ายงานในระบบผลิตแบบยืดหยุ่นภายใต้สภาวะการเร่งงาน, Proceedings of the 2003 IE Network National Conference, 499-506.

[6] Hottenstein, M.P. (1970), "Expediting in Job-Order-Control Systems: A simulation Study", AIIE Transaction, **2(1)**.

[7] Li, G. (1997). "Single Machine Earliness and Tardiness Scheduling". *European Journal of Operational Research"*. Vol.96, 546-558.

[8] Ow P.S., and Morton E.T. (1989). "The Single Machine early/tardy problem". *Management Science*, Vol. 35, 177-191.

[9] Sabuncuoglu, I., and Hommertzh01eim, D.L. (1992), "Experimental Investigation of FMS Machine and AGV Scheduling Rules against the Mean Flow-Time Criterion", *International Journal of Production Research*, Vol.30 No.7, pp.31-41.

[10] Sabuncuoglu, I., and Hommertzheim, D.L. (1995), "Experimental Investigation of FMS Due-Date Scheduling Problem: an Evaluation of Due-Date Assignment Rules", *International Computer Integrated Manufacturing*, Vol.8 No.2, pp.133-144.

[11] Sabuncuoglu, I. (1998), "A Study of Scheduling Rules of Flexible Manufacturing Systems: A Simulation Approach", *International Journal of Production Research*, Vol.36 No.2, pp.527-546.

[12] Sabuncuoglu, I., and Karabuk, S. (1999), "Rescheduling Frequency in an FMS with Uncertain Processing Times and Unreliable Machines", *Journal of Manufacturing System*, Vol.18 No.4, pp.268-283.

[13] Valente, J.M.S., and Alves, A.F.S. (2005). "Improved Heuristics for the Early/Tardy Scheduling Problem with No Idle Time". *Computers & Operations Research*. Vol. 32, 557-569.