

8.1 สรุป

ระบบผลิตแบบยืดหยุ่นประกอบด้วยเครื่องจักรเอกประสงค์ ซึ่งสามารถทำงานได้หลายประเภท อันจะทำให้ระบบเกิดความยืดหยุ่นในด้านเส้นทางเดินของงาน กล่าวคือชิ้นงานสามารถเลือกเครื่องจักรในการปฏิบัติงานเพื่อหลีกเลี่ยงเครื่องจักรที่มีความหนาแน่นหรือเครื่องจักรเสียได้ ดังนั้นความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงานจะสามารถทำให้การใช้สอยของเครื่องจักรในระบบเพิ่มขึ้นและมีการกระจายภาระงานอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งยังช่วยลดเวลาที่ชิ้นงานต้องรอคอยอยู่ในแถวคอย ลดเวลาที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ เพิ่มผลผลิต และลดความล่าช้าของชิ้นงาน

นอกจากส่วนประกอบของระบบอันได้แก่เครื่องจักร จะมีผลทำให้ระบบผลิตเกิดความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงานแล้ว การจัดเส้นทางเดินของงานที่เหมาะสมก็จะยิ่งช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงานให้สูงขึ้น การจัดเส้นทางเดินของงานในระดับการจัดตารางการผลิตเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตแบบยืดหยุ่น เนื่องจากมีการคำนึงถึงสถานะแวดล้อม ในขณะที่จัดเส้นทางเดินของงาน ชิ้นงานจึงสามารถเลือกทางเลือกที่เหมาะสมได้โดยไม่ถูกจำกัดไว้ล่วงหน้าดังเช่นการจัดเส้นทางเดินของงานล่วงหน้าในระดับการวางแผนการผลิตซึ่งส่วนมากแล้วจะใช้เครื่องจักรปฐมภูมิและจะได้เส้นทางเดินของงานเพียงทางเดียวเท่านั้น

การจัดเส้นทางเดินของงานในระดับการจัดตารางการผลิตสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด และทฤษฎีแถวคอย ซึ่งต้องใช้เวลาในการหาคำตอบนาน โดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้กับระบบที่ซับซ้อนก็แทบจะเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะใช้วิธีการเหล่านี้ในการจัดเส้นทางเดินของงาน ด้วยเหตุดังกล่าววิธีการจัดเส้นทางเดินของงานแบบฮิวริสติกจึงได้รับความนิยมมากกว่า เนื่องจากสามารถจัดเส้นทางเดินของงานได้โดยใช้เวลาไม่มากนัก และถึงแม้ผลการจัดเส้นทางเดินของงานอาจจะไม่ได้เป็นเส้นทางเดินของงานที่เหมาะสมที่สุด แต่โดยมากแล้วผลที่ได้มักอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ปัญหาในระบบผลิตแบบยืดหยุ่นในทางปฏิบัติ มักจะเป็นปัญหาที่ต้องพิจารณาถึงเกณฑ์ในการตัดสินใจหลายเกณฑ์ เนื่องจากวิธีการแก้ปัญหาคงจะต้องทำให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นหลายๆด้าน ปัญหาการจัดเส้นทางเดินของงานก็เช่นกัน ในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้มีแนวความคิดในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบทางด้านเวลาและกำหนดส่งดีขึ้นโดยที่ระบบสามารถตอบสนองต่อเครื่องจักรเสียได้ ดังนั้นกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่สร้างขึ้นจะต้องสามารถพิจารณาคุณลักษณะของทางเลือก (หรือของเครื่องจักร) ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบในด้านเวลาและกำหนดส่ง คุณลักษณะเหล่านั้นได้แก่ ปริมาณงานในแถว

คอยของเครื่องจักร (W) ความน่าจะเป็นที่ชิ้นงานจะได้เข้าทำงานที่เครื่องจักรก่อนเครื่องจักรเสีย (Pr) และเวลาที่ใช้ในการผลิต (P)

ในการตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินของงานที่คำนึงถึงคุณลักษณะของทางเลือกหลายคุณลักษณะนี้สามารถนำวิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นมาใช้ได้ กล่าวคือผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละคุณลักษณะและให้คะแนนแต่ละทางเลือกตามคุณลักษณะต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามประสบการณ์และความคิดของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะและให้คะแนนแต่ละทางเลือกไม่สามารถประเมินค่าเป็นตัวเลขที่แน่นอนตายตัวได้ ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์ฟัซซี่ ลอจิกเข้ากับการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (FuzzyAHP) เพื่อสามารถสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่มาจากประสบการณ์และความคิดของผู้เชี่ยวชาญได้ดียิ่งขึ้น

กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบฟัซซี่ (FuzzyAHP) คือกฎที่กำหนดดัชนีการเลือกให้ทางเลือกแต่ละทาง โดยที่ดัชนีทางเลือกนั้นถูกคำนวณจากคุณลักษณะของทางเลือกอันได้แก่ ปริมาณงานในแถวคอยของเครื่องจักร (W) ความน่าจะเป็นที่ชิ้นงานจะได้เข้าทำงานที่เครื่องจักรก่อนเครื่องจักรเสีย (Pr) และเวลาที่ใช้ในการผลิต (P) และน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะทั้งสามต่อดัชนีการเลือก จะถูกกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญโดยพิจารณาจากความเร่งด่วนของชิ้นงาน กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP จะเลือกทางเลือกที่มีดัชนีการเลือกมากที่สุด

จากการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบฟัซซี่ในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานทำให้ได้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบกฎนี้เบื้องต้นพบว่าประสิทธิภาพของกฎนี้ยังไม่น่าพอใจ จึงได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP มีประสิทธิภาพไม่น่าพอใจคือความเป็นไปได้ในการเลือกเครื่องจักรเสีย การบ่งบอกเรื่องเครื่องจักรเสียที่ไม่ละเอียดพอและคุณลักษณะ W รวมคุณลักษณะอื่น

สำหรับปัญหาในเรื่องความเป็นไปได้ในการเลือกเครื่องจักรเสียและการบ่งบอกเรื่องเครื่องจักรเสียที่ไม่ละเอียดพอ อาจทำให้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP เลือกเครื่องจักรที่เท็จเสีย ทำให้ชิ้นงานมีโอกาสที่จะต้องรออยู่ในแถวคอยของเครื่องจักรนาน ในการแก้ไขปัญหานี้จึงได้มีการเพิ่มขึ้นตอนการตัดเครื่องจักรเสียออกจากรายการทางเลือกให้กับกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ทำให้ได้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-NF

สำหรับปัญหาในเรื่องคุณลักษณะ W รวมคุณลักษณะอื่น แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะ W สำคัญที่สุด ดังนั้นหากมีทางเลือกใดที่มีคุณลักษณะ W ดีกว่าทางเลือกอื่นมาก ก็ควรเลือกทางเลือกนั้น แต่กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ดัชนีการเลือกจะมาจากคุณลักษณะ

ทุกตัว ซึ่งในบางครั้งทำให้ทางเลือกที่มีคุณลักษณะ W ดีกว่าทางเลือกอื่นมาก ไม่ถูกเลือก ดังนั้น จึงได้มีการเพิ่มขั้นตอนการตัดทางเลือกที่มีคุณลักษณะ W แตกต่างจากทางเลือกที่มีคุณลักษณะ W น้อยที่สุดออกจากรายการทางเลือกให้กับกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-NF ซึ่งทำให้ได้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-WINQ

หลังจากการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานทั้ง 3 แบบแล้ว จึงได้มีการออกแบบการทดลองเพื่อที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานทั้งสามกับกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบดั้งเดิม 4 กฎคือ WINQ NINQ SPT และ RAN ที่สภาวะความซับซ้อนของระบบและโหลดงานในระบบต่างๆกัน ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ออกแบบการทดลองเป็นแบบแฟคทอเรียล เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลของปัจจัยหลักอันได้แก่ความซับซ้อนของระบบ โหลดงานในระบบและกฎการจัดเส้นทางเดินของงานและผลของปัจจัยร่วมได้ นอกจากนี้ยังสามารถเปรียบเทียบผลของปัจจัยกฎการจัดเส้นทางเดินของงานเมื่อไม่พิจารณาปัจจัยอื่นภายใต้การทดลองแบบแฟคทอเรียลได้อีกด้วย

การทดลองดังกล่าวสามารถทำได้โดยใช้การจำลองแบบปัญหา โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองคือ SIMAN ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงานและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต โปรแกรม SIMAN ยังมีส่วนที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองและการวางแผนการใช้งานแบบจำลองด้วย

สำหรับความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสามารถทำได้โดยการศึกษากระบวนการทำงานจริงของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของคุณลักษณะต่างๆ และการกำหนดพารามิเตอร์ของระบบโดยพิจารณาจากหนังสืออ้างอิงและงานวิจัยที่เชื่อถือได้

ผลของการศึกษาผลของปัจจัยความซับซ้อนของระบบ โหลดงานของระบบและกฎการจัดเส้นทางของงานต่อประสิทธิภาพของระบบด้านต่างๆ โดย ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 5% พบว่า สำหรับประสิทธิภาพของระบบทางด้าน Mean flow time Mean tardiness Mean lateness และ Proportion of tardy jobs จะขึ้นกับปัจจัยความซับซ้อนของระบบที่สุด สำหรับประสิทธิภาพของระบบทางด้าน System utilization จะขึ้นอยู่กับปัจจัยโหลดงานในระบบมากที่สุด

สำหรับปัจจัยกฎการจัดเส้นทางเดินของงานนั้น พบว่ามีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบทุกด้านค่อนข้างมาก และเมื่อหากพิจารณาเฉพาะปัจจัยกฎการจัดเส้นทางเดินของงานเพียงปัจจัยเดียว โดยการใช้อย่าง Duncan's multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 5% พบว่ากฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-WINQ ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพทางด้าน Mean tardiness และ System utilization ดีกว่ากฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และสำหรับประสิทธิภาพทางด้าน Mean lateness และ Mean flow time กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-WINQ ก็ให้ค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่าแม้ว่าจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกฎ

บางกฎก็ตาม เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานจากค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของระบบ พบว่ากฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-WINQ ซึ่งสร้างขึ้นมาให้ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพของระบบที่ดีที่สุดในด้าน Mean flow time Mean tardiness Mean lateness และ System utilization

จากข้อสรุปข้างต้น จะเห็นว่าการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานโดยมีการพิจารณาคูณลักษณะของทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพที่สนใจทำให้ได้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่มีประสิทธิภาพพอสมควร ได้แก่ FuzzyAHP และเมื่อมีการปรับปรุงข้อเสียอันเกิดจากวิธีที่ใช้ในการสร้างดัชนีทางเลือก ก็จะทำให้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่ได้มีประสิทธิภาพน่าพอใจจนถึงน่าพอใจมาก ได้แก่ FuzzyAHP-NF และ FuzzyAHP-WINQ

8.2 ข้อดีและข้อเสียของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่มีรากฐานมาจาก FuzzyAHP

การสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานโดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบพีชชีนี้มีข้อดีคือ

- สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการเลือกกับคุณลักษณะของทางเลือกโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการเลือกและคุณลักษณะของชิ้นงานด้วยคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยากซับซ้อน
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานจริงได้ เนื่องจากโครงสร้างของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่มีพื้นฐานมาจากการประยุกต์ใช้ FuzzyAHP นั้น โดยส่วนมากมาจากการเก็บข้อมูลของระบบ ซึ่งหากทำการเก็บข้อมูลอย่างถูกต้องก็จะสามารถสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่เหมาะสมกับระบบโดยไม่ต้องใช้คณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน อันอาจทำให้ต้องตั้งข้อสมมติบางประการซึ่งอาจทำให้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานขาดความสมเหตุสมผล
- กฎการจัดเส้นทางเดินของงานทั้งสามที่สร้างขึ้นโดยการประยุกต์ใช้ FuzzyAHP นี้มีส่วนของการให้น้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะที่เปลี่ยนไปตามสภาวะ ณ เวลาที่เกิดการเลือกเส้นทางเดินของงาน ทำให้การตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินของงานสอดคล้องกับสภาวะในระบบมากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานโดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบพีชชีนี้ก็มิมีข้อเสียเช่นกันคือ

- กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ทั้งสามกฎ มีส่วนที่สร้างมาจากข้อมูลของระบบมาก ดังนั้นหากเปลี่ยนส่วนประกอบของระบบส่วนใดส่วนหนึ่ง อาจทำให้ต้องสร้างส่วนของฐานข้อมูลใหม่ แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติอาจสร้างส่วนของฐานข้อมูลจากพารามิเตอร์ของระบบที่ค่อนข้างกว้างเพื่อให้สามารถรับกับการเปลี่ยนแปลงในระบบที่ไม่มากนักได้ เช่นการกำหนดเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการทำงานของชิ้นงาน หรือ อัตราการเสียของเครื่องจักรอาจกำหนดให้มีการกระจายตัวที่กว้างกว่าการกระจายตัวจริงๆ บ้างเพื่อให้ส่วนของฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นยังสามารถใช้ได้ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบ เป็นต้น
- กฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ประสิทธิภาพยังไม่สูงนัก เนื่องจากธรรมชาติของพีชคณิตลอจิกทำให้การตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินของงานมีลักษณะคลุมเครือหรือค่อนข้างไปทางแบบสุ่ม ดังนั้นจึงต้องอาศัยขั้นตอนบางประการในการจัดการความคลุมเครือนั้นออกไป เช่นการเพิ่มขั้นตอนบางประการ ดังในกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-NF และ FuzzyAHP-WINQ
- ถึงแม้ว่ากฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP-WINQ จะให้ประสิทธิภาพที่สูงมาก แต่พารามิเตอร์เปอร์เซ็นต์วิกฤติการตัดสินใจ (α) ยังต้องมาจากการทดลอง
- ประสิทธิภาพของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่มีรากฐานมาจาก FuzzyAHP มีความไวต่อการเปลี่ยนน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะ ดังนั้นในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ โดยใช้ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ
- มีการคำนวณที่ซับซ้อนกว่ากฎที่ใช้ในทางปฏิบัติทั่วไปเช่น WINQ และ NINQ

8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นงานวิจัยขั้นพื้นฐานในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงาน โดยพิจารณาคคุณลักษณะของทางเลือกที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบด้านที่สนใจ โดยมีข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต ดังนี้

- 8.3.1 ในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงาน อาจมีการพิจารณาคคุณลักษณะของทางเลือกตัวอื่นๆ ที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพของระบบทางด้านเวลาและกำหนดส่งดีขึ้น
- 8.3.2 ในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงาน อาจมีการพิจารณาคคุณลักษณะของทางเลือกตัวอื่นๆ ที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพของระบบทางด้านอื่นดีขึ้น เช่น คุณลักษณะที่เกี่ยวกับต้นทุน เป็นต้น

- 8.3.3 การพิจารณาตัดเครื่องจักรเสียออกจากรายการทางเลือก อาจไม่ใช่วิธีการที่ดีนัก เนื่องจากทำให้เสียโอกาสที่จะเลือกเครื่องจักรที่อาจมีแนวโน้มว่าจะซ่อมเสร็จเร็ว ดังนั้นจึงควรปรับปรุงวิธีการพิจารณาเครื่องจักรเสียด้วย
- 8.3.4 เนื่องจากการสร้างดัชนีการเลือกแบบ FuzzyAHP ซึ่งถึงแม้จะไม่ซับซ้อนนัก แต่ก็มีข้อเสียดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังนั้นอาจประยุกต์ใช้วิธีอื่นในการสร้างดัชนีการเลือก จากคุณลักษณะของทางเลือก เช่น ตัวควบคุมแบบฟัซซี่ เป็นต้น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย