



1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบผลิตแบบยืดหยุ่น (Flexible manufacturing systems) เป็นระบบผลิตที่ได้รับการพัฒนามาเป็นระยะเวลามากกว่า 2 ทศวรรษแล้ว โดยระบบการผลิตนี้ถูกคิดค้นเพื่อตอบสนองต่อสภาวะการแข่งขันทางเศรษฐกิจที่ทำให้ผู้ผลิตจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนการผลิตของตนให้มีความยืดหยุ่นต่อสิ่งกระทบทั้งภายในและภายนอกระบบมากขึ้น ข้อดีหลักๆของการผลิตแบบยืดหยุ่นคือมีความยืดหยุ่นสูงซึ่งทำให้ระบบสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งกระทบได้ดี ให้ผลผลิตสูง งานระหว่างทำน้อยและไม่ต้องการคนงานที่มีความชำนาญสูง (ดูรายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีของระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นได้ในภาคผนวก ก)

เครื่องจักรที่นำมาใช้กับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นมักเป็นเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถทำงานได้หลายประเภท ซึ่งก่อให้เกิดความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงาน (Routing flexibility) ซึ่งคือความสามารถของระบบในการเลือกเส้นทางเดินของชิ้นงานที่เหมาะสมได้ เมื่อชิ้นงานสามารถเลือกเส้นทางเดินของงานหรือเลือกเครื่องจักรได้ ก็ทำให้ชิ้นงานสามารถหลีกเลี่ยงเส้นทางเดินที่เกิดเครื่องจักรเสียหรือมีความหนาแน่นมากได้ ดังนั้นความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงานจึงทำให้ระบบสามารถตอบสนองต่อสภาวะความไม่แน่นอนเรื่องเครื่องจักรเสีย เพิ่มการใช้สอยของเครื่องจักร กระจายภาระงานให้เครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ ลดเวลาที่ชิ้นงานต้องรอคอยในแถวคอย และเพิ่มอัตราผลผลิต

การจัดเส้นทางเดินของงานสามารถกระทำได้ในระดับการวางแผนการผลิต (Production planning) และระดับการจัดตารางการผลิต (Production scheduling) การจัดเส้นทางเดินของงานในระดับการวางแผนการผลิตทำให้ได้เส้นทางเดินของงานที่แน่นอนตายตัว จึงทำให้ระบบผลิตแบบยืดหยุ่นไม่สามารถใช้ความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงานอันเป็นคุณสมบัติที่ดีของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นได้ การจัดเส้นทางเดินของงานที่เหมาะสมกับระบบผลิตแบบยืดหยุ่นจึงเป็นการจัดเส้นทางเดินของงานในระดับการจัดตารางการผลิตซึ่งคำนึงถึงสภาวะแวดล้อมของระบบในขณะที่จัดเส้นทางเดินของงาน

การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินของงานในระดับการจัดตารางการผลิตสามารถกระทำได้หลายวิธี อาทิเช่น โปรแกรมเส้นตรง (Linear programming) ทฤษฎีแถวคอย (Queuing theory) การหาค่าตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) และวิธีแบบฮิวริสติก (Heuristic approach) (ดูรายละเอียดในบทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินของงาน) แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป กล่าวคือ สำหรับวิธีการจัดเส้นทางเดินของงานแบบโปรแกรมเส้นตรง

ทฤษฎีแถวคอย และ การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด สามารถให้เส้นทางเดินของงานที่ดีที่สุดสำหรับเกณฑ์วัดผลที่สนใจ แต่อย่างไรก็ตามปัญหาทางด้านการจัดเส้นทางเดินของงานเป็นปัญหาแบบ NP-hard (ดูภาคผนวก ข) ซึ่งหากแก้ด้วยวิธีการทั้งสามตามที่ได้กล่าวไปจะต้องใช้เวลานานมาก ยิ่งสำหรับขนาดของปัญหาที่ใหญ่ ก็ยิ่งเป็นไปได้ในทางปฏิบัติที่จะแก้ปัญหาโดยโปรแกรมเส้นตรง ทฤษฎีแถวคอย และ การหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ด้วยเหตุนี้วิธีการแบบฮิวริสติกจึงเป็นวิธีที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งถึงแม้คำตอบที่ได้ อาจไม่ใช่คำตอบที่เหมาะสมที่สุด ทว่าคำตอบนั้นส่วนมากแล้วจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และเสียเวลาในการจัดเส้นทางเดินของงานน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ มาก

อาจกล่าวได้ว่าปัญหาการจัดเส้นทางเดินของงานในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นเป็นปัญหาที่ต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายปัจจัยในการตัดสินใจ (Multi-criteria decision making) เนื่องจากกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่พิจารณาเฉพาะปัจจัยเดียวจะมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยนั้นสูง เช่นกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบเอนโทรปีลดลงน้อยที่สุด (Yao และ Pei, 1990) จะมุ่งเน้นในเรื่องการตอบสนองต่อเหตุการณ์เครื่องจักรเสีย ดังนั้นกฎนี้จึงมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราเครื่องจักรเสีย กล่าวคือในระบบที่มีอัตราเครื่องจักรเสียสูง กฎนี้ใช้ได้ดี แต่ประสิทธิภาพของกฎนี้จะลดลงอย่างมากเมื่ออัตราเครื่องจักรเสียในระบบต่ำ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ในการจัดเส้นทางเดินของงาน ผลการเลือกเส้นทางเดินของงานที่ได้ถูกคาดหวังว่าจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบในด้านต่างๆ เช่น ด้านเวลาและกำหนดส่ง ดีขึ้นพร้อมๆกัน จะเห็นว่ายังพิจารณาประสิทธิภาพของระบบหลายด้านก็ยังคงต้องมีปัจจัยหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการจัดเส้นทางเดินของงาน เนื่องจากอาจมีปัจจัยหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบในด้านหนึ่งๆ จากเหตุผลดังกล่าวในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้สร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่ระดับการจัดตารางการผลิต โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบในด้านเวลาและด้านกำหนดส่ง เนื่องจากประสิทธิภาพของระบบทางด้านเวลาและกำหนดส่งที่ดีมีผลต่อการความสามารถในการแข่งขันและความน่าเชื่อถือของบริษัทและนอกจากนี้หากระบบมีประสิทธิภาพในด้านเวลาที่ดี ก็จะช่วยลดต้นทุนในการเก็บรักษางานระหว่างทำอีกด้วย

วิธีการซึ่งนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายปัจจัยในการตัดสินใจในงานวิจัยฉบับนี้คือวิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytical hierarchy process, AHP) ในการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นนี้จะมีการพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละปัจจัย ให้คะแนนทางเลือกแต่ละทางเลือกเทียบกับปัจจัยแต่ละปัจจัยและหาคะแนนรวมซึ่งใช้เป็นดัชนีการเลือกสำหรับแต่ละทางเลือก ดังนั้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้สามารถกระทำได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามจะต้องอาศัยการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยและการให้คะแนนของแต่ละทางเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตามที่ได้กล่าวไปแล้วว่าการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจและความชำนาญเพื่อใช้ในการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญและคะแนนของทางเลือก อย่างไรก็ตามความรู้ ความเข้าใจและความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถแสดงออกมาได้โดยใช้ค่าที่แน่นอนตายตัว เนื่องจากในค่าต่างๆในความคิดของมนุษย์มักเป็นค่าแบบภาษา เช่น "มาก" และ "น้อย" เป็นต้น ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาแนวความคิดของตรรกศาสตร์แบบฟัซซี (Fuzzy logic) มาประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจแบบลำดับชั้น จนกลายมาเป็นวิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบฟัซซี (Fuzzy analytical hierarchy process, FuzzyAHP) เพื่อให้สามารถแสดงความกำกวมของความคิดมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินของงานได้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาการกำหนดเส้นทางเดินของงานจากวิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบฟัซซีเพื่อแก้ปัญหาการกำหนดเส้นทางเดินของงานในระบบที่มีความไม่แน่นอนเรื่องเครื่องจักรเสีย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อนำเทคนิคเกี่ยวกับฟัซซี ลอจิกและการตัดสินใจแบบหลายปัจจัยมาประยุกต์ใช้ในการสร้างวิธีจัดเส้นทางเดินของงานในระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาเฉพาะปัญหาเรื่องการจัดเส้นทางเดินของงานในระบบออนไลน์ (On-line) ในสภาพแวดล้อมการจัดตารางการผลิต (Scheduling environment) ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (Dynamics) ของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นจำลอง (Simulated FMSs)

1.3.2 ส่วนประกอบของระบบงานที่พิจารณาคือ

1.3.2.1 เครื่องจักร พิจารณาเครื่องจักรที่มีความไม่แน่นอนเรื่องเครื่องจักรเสียและพิจารณาเวลาในการปฏิบัติงาน

1.3.2.2 งาน พิจารณากำหนดส่งและเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

1.3.2.3 แกวคอยของเครื่องจักร พิจารณาปริมาณงานในแกวคอยของเครื่องจักร

1.3.3 งานวิจัยนี้ไม่พิจารณาระบบขนส่งภายในระบบโดยกำหนดว่าในระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่กำลังพิจารณานี้ มีเวลาที่ใช้ในการขนส่งน้อยมากเมื่อเทียบกับเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต

1.3.4 กฎจัดเส้นทางเดินของงานโดยเทคนิคการประยุกต์ใช้ฟัซซี ลอจิกกับการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย พิจารณาปัจจัยในการจัดเส้นทางเดินของงานที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบทางด้านเวลาการผลิตและกำหนดส่งคือ ปริมาณงานในแกวคอยของเครื่องจักร เวลาที่เครื่อง

จักรใช้ในการผลิต อัตราเครื่องจักรเสีย และเวลาที่คาดว่าจะเหลือหลังจากชิ้นงานถูกผลิตทุกชิ้นตอน

1.3.5 งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่สร้างขึ้นกับกฎปริมาณงานในแถวคอยน้อยที่สุด กฎจำนวนงานในแถวคอยน้อยที่สุด กฎเวลาในการผลิตน้อยที่สุด และกฎแบบสุ่ม โดยพฤติกรรมของระบบที่ใช้วัดประสิทธิภาพของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานต่างๆคือ

1.3.5.1 ด้านเวลา ได้แก่ เวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานอยู่ในระบบ (Mean flow time)

1.3.5.2 ด้านกำหนดส่ง ได้แก่

- เวลาทั้งหมดที่ชิ้นงานล่าช้าต่อจำนวนชิ้นงานทั้งหมด (ทั้งที่ล่าช้าและเสร็จก่อนกำหนด) (Mean tardiness)
- อัตราส่วนของชิ้นงานล่าช้าต่อชิ้นงานทั้งหมด (Proportion of tardy jobs)
- ผลรวมของเวลาที่งานล่าช้าและเสร็จก่อนกำหนดต่อชิ้นงานทั้งหมด (Mean lateness)

1.3.5.3 ด้านต้นทุน ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การใช้สอยของระบบ (System utilization) ระบบที่มีเปอร์เซ็นต์การใช้สอยของระบบสูงย่อมมีต้นทุนการว่างงานของเครื่องจักรต่ำ

1.3.6 ในการวัดความสามารถของวิธีการจัดเส้นทางเดินของงานจะมีการแปรค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ 2 ตัวคือ

1.3.6.1 การจัดเรียงตัวของระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (System configuration) โดยงานวิจัยนี้จะเปลี่ยนการจัดเรียงตัวของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นให้มีความซับซ้อนของระบบ 2 ระดับคือ ระบบที่มีความซับซ้อนต่ำและความซับซ้อนสูง

1.3.9.2 การใช้สอยของเครื่องจักรเบื้องต้น หรือ โหลดงานในระบบ โดยงานวิจัยนี้จะแปรค่าโหลดงานในระบบ 2 ค่าคือ โหลดงานในระบบน้อยและโหลดงานในระบบมาก

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถปรับปรุงวิธีการจัดเส้นทางในการผลิตโดยเทคนิคการประยุกต์ใช้พีซี ลอจิกกับการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย ให้มีความสามารถทั้งทางด้านเวลาดำเนินการผลิตและกำหนดส่ง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 สํารวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 เลือกระบบงานจำลองเพื่อใช้ในการศึกษา

1.5.3 สร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ของระบบงานจำลอง โดยให้มีการจัดเส้นทางเดินของงานเป็นแบบสุ่ม

1.5.4 สร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานโดยเทคนิคการประยุกต์ใช้พีซี ลอจิกกับการตัดสินใจแบบหลายปัจจัย โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาแบบจำลองในข้อ 1.5.3

1.5.5 เปรียบเทียบกฎการจัดเส้นทางเดินของงานที่สร้างขึ้นกับกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบกฎปริมาณงานในแถวคอยน้อยที่สุด กฎจำนวนงานในแถวคอยน้อยที่สุด กฎเวลาในการผลิตน้อยที่สุด และกฎแบบสุ่ม ด้วยวิธีการจำลองแบบปัญหาโดยมีการแปรค่าพารามิเตอร์ของระบบคือความซับซ้อนของระบบและโหลดงานในระบบ

1.5.6 สรุปผลและนำเสนอ

1.5.7 จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 สรุปเนื้อหาในงานวิจัย

- บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินของงาน บทนี้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินของงานในแง่มุมต่างๆ กล่าวคือ งานวิจัยที่ยืนยันประสิทธิภาพของระบบที่มีความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความยืดหยุ่นของเส้นทางเดินของงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินของงาน
- บทที่ 3 การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบฟัซซีในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานในระบบผลิตแบบยืดหยุ่น บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับพีซีเซ็ทและการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น ตลอดจนคุณลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบฟัซซี (FuzzyAHP) หลังจากนั้นได้บรรยายส่วนประกอบของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP และได้อธิบายวิธีการสร้างส่วนประกอบต่างๆนั้นพร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการคำนวณประกอบขั้นตอนการอธิบายด้วย

- บทที่ 4 การปรับปรุงกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ในบทนี้ได้ชี้ให้เห็นถึงสาเหตุที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพของกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ไม่ดีเท่าที่ควร พร้อมกับได้เสนอวิธีการแก้ไข โดยได้เพิ่มอัลกอริทึมบางอย่างให้กับกฎการจัดเส้นทางเดินของงานแบบ FuzzyAHP ทำให้ได้กฎการจัดเส้นทางเดินของงานอีก 2 แบบคือ FuzzyAHP-NF และ FuzzyAHP-WINQ
- บทที่ 5 การสร้างแบบจำลองปัญหา บทนี้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองปัญหาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกฎการจัดเส้นทางเดินของงาน
- บทที่ 6 การออกแบบการทดลอง บทนี้กล่าวถึงการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการทดลองซึ่งมีผลต่อความสมเหตุสมผลของแบบจำลองปัญหาที่สร้างขึ้น
- บทที่ 7 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง บทนี้แสดงผลการทดลองที่ได้จากการทดลองโดยแบบจำลองปัญหาทั้งได้วิเคราะห์ผลการทดลองโดยได้นำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) มาใช้เพื่อวิเคราะห์ผลของปัจจัยหลักตลอดจนปัจจัยร่วม นอกจากนี้ยังได้ใช้ Duncan's multiple range test เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยกฎการจัดเส้นทางเดินของงานเพียงปัจจัยเดียวด้วย
- บทที่ 8 บทสรุป บทนี้กล่าวถึงเนื้อหาทั้งหมดของงานวิจัยอย่างสรุป ข้อดีข้อเสียของการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบลำดับชั้นแบบพีซีในการสร้างกฎการจัดเส้นทางเดินของงาน และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต