การประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดตารางการทำงาน

เศรษฐา เพชรอำไพ[1]*, ธราธร กูลภัทรนิรันดร์[2]

[1]บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร 10530
โทรศัพท์ 0-2988-3666 โทรสาร 0-2988-4040 E-mail: snk_mt@hotmail.com

[2]คณะบริหารธุรกิจ สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร 10530
โทรศัพท์ 0-2988-3666 โทรสาร 0-2988-4040 E-mail: tarathor@mut.ac.th

บทคัดย่อ

การจัดตารางการทำงานเป็นเรื่องที่พบเห็นได้ทั่วไปในอุตสาหกรรม และเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญที่มีผู้สนใจศึกษากันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องเพราะการจัดตารางการทำงานเกี่ยวข้องโดยตรงกับรอบเวลาการผลิต ระยะเวลาแล้วเสร็จของงานแต่ละงาน และในบางกรณีเกี่ยวข้องกับค่าปรับเมื่องานแล้วเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) มาช่วยตัดสินใจในการจัดตารางการทำงาน (Job Shop Scheduling) เพื่อให้การจัดตารางการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใหม่ และได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางการทำงานระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยหลักการวิธีเชิงพันธุกรรม กับ การจัดลำดับงานโดยวิธีของแคมเบล (Campbell) ขอบเขตของการศึกษาจะศึกษาเฉพาะปัญหาการจัดตารางการทำงานที่มีสถานีงานหรือเครื่องจักรที่วางเรียงต่อกันเป็นอนุกรม และงานแต่ละงานไม่จำเป็นต้องเข้าทุกสถานีงาน จากการทดลองพบว่าวิธีที่ผู้วิจัยพัฒนาสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดตารางการทำงานได้มีประสิทธิภาพกว่าวิธีของแคมเบล

คำสำคัญ: วิธีเชิงพันธุกรรม, การจัดตารางการทำงาน

1. บทนำ

ปัจจุบันการดำเนินกิจการธุรกิจอุตสาหกรรมด้านการให้บริการต่างๆนั้นมีอัตราการแข่งขันที่สูงขึ้น ทำให้องค์กรธุรกิจต่างๆจำเป็นต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการทำงานและบริการเพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการจัดตารางการทำงานที่มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญในด้านการบริหารจัดการการทำงาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะสร้างความได้เปรียบจากการแข่งขันทางธุรกิจจากมาตรฐานคุณภาพของสินค้า และการบริการที่ดีส่งมอบได้ตรงตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งส่งผลต่อความน่าเชื่อถือและความพึงพอใจของลูกค้าต่อสินค้าและบริการของธุรกิจนั้นๆตามมา บางองค์กรก็ใช้กลยุทธ์การลดราคาสินค้า อัตราค่าบริการมาใช้ในการแข่งขันเพื่อแย่งตลาดกลุ่มลูกค้า แต่อย่างไรก็ตามองค์กรธุรกิจขนาดกลางถึงใหญ่ยังคงสร้างความได้เปรียบมีอำนาจต่อรอง และการจับกลุ่มความร่วมมือกับองค์กรต่างๆที่เกี่ยวข้องเป็นรูปแบบของซัพพลายเชน (Supply chain management) ทำให้มีต้นทุนที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นข้อดีทำให้ลูกค้ามีความคาดหวังที่สูงขึ้นในการที่จะเลือกใช้บริการจากองค์กรธุรกิจต่างๆที่มีความหลากหลายของคุณภาพ ราคาสินค้า และอัตราค่าบริการในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตามการที่ภาคธุรกิจยังคงมีการแข่งขันสูงเช่นนี้ทำให้องค์กรต้องอาศัยปัจจัยจากหลายด้าน เพื่อที่จะทำให้สามารถอยู่รอดได้ในการบริหารงานจำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีกับทรัพยากรทางการจัดการในส่วนต่างๆ ได้แก่ บุคลากร (Man), เครื่องจักร (Machine), วัตถุดิบ (Material), เงิน

(Money), การจัดการ (Management) และตลาด (Market) หรือ 6 M's (จรินทร์ อาสาทรงธรรม, 2548) ดังนั้นการที่จะสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจจึงควรจะมีองค์ประกอบต่าง ๆร่วมกัน ซึ่งสามารถประสบผลสำเร็จได้จากการมีประสิทธิภาพของการบริหาร เพื่อคุณภาพของสินค้าหรือบริการของธุรกิจ, การตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าหรือผู้ใช้บริการนั้นๆ และด้านผลประโยชน์ต่อกลุ่มธุรกิจเองที่จะสามารถลดต้นทุนของสินค้าและบริการ จากที่การสามารถบริหารจัดการในการจัดตารางงานที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง นำไปสู่การการลดต้นทุนจากวางแผนที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด, ลดค่าเสียโอกาสในการดำเนินงาน, ลดค่าปรับในกรณีการดำเนินการที่ล่าช้า และส่งผลต่อความน่าเชื่อขององค์กรจากความรวดเร็วในการส่งมอบงานแก่ลูกค้าที่มีคุณภาพและตรงกำหนดเวลาที่ได้ตกลงไว้

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพของการบริหารจัดการสำหรับการตัดสินใจในเรื่องของการจัดตารางการทำงาน (Job shop scheduling) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการบริหารองค์กร เพื่อหารูปแบบวิธีที่เหมาะสม รวดเร็ว มีประสิทธิภาพทั้งคุณภาพของและก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด รวมถึงในกรณีที่เสียค่าปรับจากความล่าช้าในการส่งมอบงาน โดยงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการจัดการกับข้อมูล และนำมาประยุกต์ใช้กับทฤษฎีอัลกอริทึมทางพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithms, GAs) มาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นวิธีการแบบฮิวริสติกส์ที่สามารถช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาประเภทที่มีจำนวนคำตอบมากมายได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นวิธีที่มีการเลียนแบบวิวัฒนาการของการถ่ายทอดพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยธรรมชาติสิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวได้ดีหรือมีลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมาะสมจะดำรงอยู่ได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตที่ไม่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งก็คือการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สิ่งใดที่ด้อยกว่าก็จะหมดไปเหลือไว้แต่กลุ่มที่มีคุณภาพ ทำให้หลักการนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆที่มีความซับซ้อนมีทางเลือกของคำตอบจำนวนมาก และผลลัพธ์ของคำตอบที่ออกมาภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว

องค์ความรู้ใหม่ที่คาดว่าจะได้จากงานวิจัยนี้คือ สามารถนำข้อมูลจากการวิจัยที่ได้เป็นแนวทางให้สามารถไปประยุกต์ใช้จัดตารางการทำงานที่เหมาะสม รวมถึงลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในกรณีที่มีนโยบายเสียค่าปรับ หรือต้องคืนเงินให้กับลูกค้าจากการส่งมอบสินค้าที่ล่าช้ากว่ากำหนดเวลา และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างการจัดลำดับงานโดยวิธีของแคมเบล (Campbell) นำมาปรียบเทียบกับโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้หลักการเชิงพันธุกรรมจากงานวิจัยครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms) มาช่วยตัดสินใจในการจัดตารางการทำงาน (Job Shop Scheduling) เพื่อให้การจัดตารางการทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2.2. เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดตารางการทำงานระหว่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยหลักการวิธีเชิงพันธุกรรมกับการจัดลำดับงานโดยวิธีของแคมเบล (Campbell)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1. ทำการศึกษาข้อมูลและปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดตารางการทำงาน ที่มีลักษณะกระบวนการในการผลิตที่สถานีงานหรือเครื่องจักรวางเรียงต่อกันเป็นอนุกรม

1.3.2. รูปแบบการจัดตารางงานที่ใช้ในการศึกษาจะเป็นแบบ Job shopที่ต้องจัดให้เหมาะสมกับจำนวนปริมาณงานที่ได้รับ และงานแต่ละงานไม่จำเป็นต้องเข้าทุกสถานีงาน

1.3.3. โปรแกรมสามารถกำหนดเวลาส่งมอบงานและอัตราค่าปรับในกรณีที่ส่งมอบงานล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด

1.3.4. ในงานวิจัยถือว่าแต่ละสถานีงานมีประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้เวลาคงที่เสมอตามการผลิตชิ้นงาน และสถานีนั้นๆ โดยมีหน่วยเวลาเป็นนาที หรือชั่วโมง

1.3.5. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการจัดลำดับงานโดยวิธีของแคมเบล (Campbell)

2. แนวคิดทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. หลักการวิธีเชิงพันธุกรรม

งานวิจัยนี้เป็นการนำวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้ในการจัดตารางการทำงาน (Job Shop Scheduling) การดำเนินงานเป็นกระบวนการตัดสินใจรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรมการผลิต การจัดตารางอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้บริษัทสามารถสร้างความได้เปรียบในการต่อสู้กับคู่แข่งในตลาดการค้าและการบริการได้ การจัดตารางเป็นการจัดสรรทรัพยากร (Resource) ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับงาน (Job) จำนวนหนึ่งภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดให้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย (Goal) หรือวัตถุประสงค์ (Objective) ที่กำหนดเอาไว้ (สุปราณี แก้วปรารถนา และ อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์, 2548)

ในปี ค.ศ. 1975 John Holland ได้พัฒนาและนำเสนอวิธีการเชิงพันธุกรรม โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของวิธีการเชิงพันธุกรรม มีแนวคิดจากการเลียนแบบพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยมีความเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตจะมีการพัฒนาการไปในทางที่ดีขึ้น เพราะสิ่งมีชีวิตที่จะดำรงอยู่ได้จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ในขณะที่สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะอ่อนแอจะสูญพันธุ์ไปตามธรรมชาติ แนวความคิดที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นนี้เป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Problem) (สุจิเวท สินคีรี และ ธราธร กูลภัทรนิรันดร์, 2550)

โดยส่วนประกอบที่สำคัญอื่นๆของวิธีเชิงพันธุกรรมได้แก่ โอเปอเรเตอร์พื้นฐานต่างๆ เช่น การคัดเลือก (Selection or Reproduction) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) การผ่าเหล่า (Mutation) การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป (Elitist Strategy) และพารามิเตอร์ต่างๆ เช่นจำนวนประชาการ (Population Size) ความน่าจะเป็นของการข้ามสายพันธุ์ การผ่าเหล่าหรือร้อยละของการเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป ซึ่งจะต้องถูกกำหนดให้เหมาะสมกับลักษณะของแต่ละปัญหาโดยการทดลองทางตัวเลขหลายๆ ครั้ง นอกจากนี้การเข้ารหัสที่ต่างกันจะทำให้การใช้โอเปอเรเตอร์พื้นฐานและค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ แตกต่างกันด้วย โดยที่โอเปอเรเตอร์พื้นฐานต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้ (ปณิธาน พีพัฒนา, 2549)

2.1.1. การเข้ารหัส (Coding)

การประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับแก้ปัญหาการหาค่าที่ดีที่สุดนั้นแต่ละค่าคำตอบของปัญหาที่ต้องการหาจะต้องถูกทำให้เป็นรหัส (Encoded) ในรูปแบบการเรียงของตัวอักขระที่มีความยาวจำกัด (Strings) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ อยู่ในรูปของรหัสการเรียงสลับของตัวเลขทางพีชคณิต (Permutation Coding) เช่น 6 2 1 4 3 5 และรหัสแบบตัวเลขฐานสอง (Binary Coding) เช่น 1 0 1 0 0 1 รหัสแบบตัวเลขฐานสอง นิยมใช้กับปัญหาฟังก์ชนการหาค่าที่ดีที่สุดโดยที่การถอดรหัส (Decoding) จะออกมาอยู่ในรูปค่าจำนวนเต็ม (Integer) ส่วนรหัสการเรียงสลับของตัวเลขทางพีชคณิต มักจะใช้สำหรับปัญหาที่มีลักษณะของลำดับเข้ามาเกี่ยวข้องโดยใช้เลขจำนวนเต็ม 1 ถึง n เช่น ปัญหาการกำหนดการ (Scheduling)

ปัญหาการวางผังโรงงานหรือปัญหาการเดินทางของเซลแมน (Traveling Salesman Problems) โดยที่ตัวเลขแต่ละตัวจะแสดงเลขที่ของงาน หน่วยงานหรือเมืองซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะและความเหมาะสมของปัญหา

2.1.2. การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value)

แต่ละค่าคำตอบของปัญหาที่ผ่านการถอดรหัสจากสตริงในกระบวนการที่ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมจะถูกประเมินค่าความเหมาะสมสำหรับปัญหาแบบการหาค่าที่ดีที่สุด กระบวนการที่ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมจะหาสตริงที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีกว่า (ค่าที่ตอบสนองต่อฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีกว่า) ตัวอย่างเช่น ในปัญหาการวางผังโรงงานที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือการหาตำแหน่งของหน่วยงานที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่าย

2.1.3. การคัดเลือก (Selection or Reproduction)

เป็นกระบวนการคัดเลือกสตริงพ่อ-แม่พันธุ์ (Parent Strings) สำหรับใช้ในกระบวนการสร้างสตริงรุ่นใหม่ (Offspring) สตริงที่มีค่าความเหมาะสมที่สูงกว่าจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกเป็นสตริงพ่อแม่พันธุ์มากกว่าสตริงที่มีค่าความเหมาะสมที่ต่ำกว่าโดยอาศัยวิธีการสุ่มคัดเลือกภายใต้หลักความน่าจะเป็นที่สิ่งที่ดีกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกมากกว่า โดยทั่วไปมีหลายวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกเช่น วิธีการจัดอันดับ (Ranking Based Method), วิธีวงล้อรูเลตต์ (Roulette Wheel) และเฟ้นสุ่มสากล (Stochastic Universal Sampling Selection) (วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์, 2545) เป็นต้น

2.1.4. การข้ามสายพันธุ์ (Crossover)

เป็นกระบวนการสร้างสตริงลูกหลาน (Offspring) จากพ่อ-แม่พันธุ์ที่ถูกเลือกภายใต้ความน่าจะเป็นหรือเป็นการปรับปรุงสายพันธุ์โดยเป็นโอเปอเรเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายทอดส่วนประกอบ (Elements) ของสตริงพ่อ-แม่พันธุ์ไปสู่สตริงรุ่นต่อไป โดยเริ่มจากการสุ่มเลือกจุดตัด (Cut Point) ซึ่งอาจจะจะใช้ 1 จุดหรือมากกว่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับแต่ละปัญหาเพื่อทำการแลกเปลี่ยนส่วนประกอบกันมีหลายวิธีด้วยกัน และขั้นตอนของการแก้ไขโครโมโซมให้ถูกต้องตามลักษณะที่กำหนดไว้ (Mapping Relationship) หลังจากการข้ามสายพันธุ์

2.1.5. การผ่าเหล่า (Mutation)

เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนส่วนประกอบ (Elements) ของสตริงหลังจากกระบวนการข้ามสายพันธุ์ เป็นการค้นหาคำตอบในบริเวณใกล้เคียง (Neighborhood Search) ทำให้เกิดความหลากหลายของคำตอบ โดยกลไกของกระบวนการจะมีความแตกต่างเมื่อใช้กับการเข้ารหัสที่ต่างกันเช่น การผ่าเหล่าเมื่อใช้กับรหัส การเรียงสลับของตัวเลขทางพีชคณิตจะสามารถทำได้โดยการสุ่มเลือกสองส่วนประกอบของสตริงเพื่อทำการสลับตำแหน่งซึ่งกันและกัน (Arbitrary Two-Element Change) เช่น ถ้าตำแหน่งที่เกิดการผ่าเหล่า คือตำแหน่งที่ 2 และ 6

$$3\underline{\mathbf{8}}6942\underline{\mathbf{2}}568 \longrightarrow 3\underline{\mathbf{2}}6948\underline{\mathbf{8}}568$$

ส่วนการผ่าเหล่าเมื่อใช้กับรหัสแบบตัวเลขฐานสองจะสามารถทำได้โดยการสุ่มเลือกส่วนประกอบของสตริงเพื่อทำการเปลี่ยนค่าส่วนประกอบนั้นเป็นค่าที่ตรงข้าม เช่น ถ้าตำแหน่งที่เกิดการผ่าเหล่า คือ ตำแหน่งที่ 2 และ 6

$$1\underline{\mathbf{0}}1001\underline{\mathbf{0}} \longrightarrow 1\underline{\mathbf{1}}1000\underline{\mathbf{0}}$$

2.1.6. การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป (Elitist Strategy)

เป็นวิธีการที่รักษาสตริงที่ดีที่สุดในประชากรรุ่นหนึ่งเพื่อเก็บไว้สำหรับรุ่นต่อไปโดยไม่มีผลกระทบจากกระบวนการข้ามสายพันธุ์และการผ่าเหล่า สตริงที่ดีที่สุดเหล่านี้จะมีโอกาสสูงในการถูกเลือกเป็นพ่อ-แม่พันธุ์

ในรุ่นต่อไป ถือเป็นวิธีการเสริมที่ช่วยในการเข้าถึงคำตอบได้เร็วขึ้น ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้องใช้สำหรับทุกปัญหา โดยที่ร้อยละของการเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไปนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะและความเหมาะสมของแต่ละปัญหา

โดยสรุป ลำดับขั้นตอนการประยุกต์ใช้วิธีเชิงพันธุกรรมมีดังนี้

ขั้นตอน 1 การสร้างประชากรเริ่มต้น (Initialization)

ขั้นตอน 2 การประเมินค่าความเหมาะสม

ขั้นตอน 3 การคัดเลือก

ขั้นตอน 4 การข้ามสายพันธุ์ และการแก้ไขโครโมโซมให้ถูกต้องตามลักษณะที่กำหนด

ขั้นตอน 5 การผ่าเหล่า

ขั้นตอน 6 การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป

ขั้นตอน 7 การทดสอบเงื่อนไขการหยุด (Termination Test)

ขั้นตอน 8 การได้คำตอบที่ดีที่สุด (ปณิธาน พีรพัฒนา, 2549)

การได้คำตอบที่ดีที่สุดขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm) เป็นเทคนิคสำหรับค้นหาผลเฉลย (solutions) หรือคำตอบโดยประมาณของปัญหา โดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีวิวัฒนาการจากชีววิทยา และการคัดเลือกตามธรรมชาติ (natural selection) นั่นคือ สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมที่สุดจึงจะอยู่รอด กระบวนการคัดเลือกได้เปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ด้วยตัวปฏิบัติการทางพันธุกรรม (genetic operator) เช่น การสืบพันธุ์ (inheritance หรือ reproduction), การกลายพันธุ์ (mutation), การแลกเปลี่ยนยีน (recombination)

2.2. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนกรักษ์ มนูสุข และเสรี เศวตเศรนี (2551) นำเสนอวิธีการในการจัดงานให้กับการเรียงลำไยตามขนาดบนชั้นในห้องอบให้เข้ากับจำนวนห้องอบลำไยที่มีว่างอยู่ในแต่ละวันให้กับทางโรงงาน โดยนำโปรแกรมไมโครซอฟเอ็กเซลมาใช้งาน และใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในตัวโปรแกรม ชื่อ Solver มาใช้ในการคำนวณหาค่าที่เหมาะสมที่ใช้ในการจัดงาน โดยวัตถุประสงค์ของการจัดงานคือ จำนวนห้องอบและระยะเวลาที่ใช้ในการอบลำไยต่อรอบต่อห้องจะต้องต่ำที่สุด เพื่อเพิ่มจำนวนรอบรวมของการอบลำไยที่โรงงานจะทำได้ในแต่ละฤดูกาล ซึ่งจะเป็นการเพิ่มผลกำไรทางอ้อมให้กับทางโรงงานได้ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองอบลำไยสดจริง เพื่อหาเวลาที่จะใช้ในการอบลำไยสดในแต่ละรูปแบบของการเรียงลำไยสดที่แตกต่างกันไปตามขนาด เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการคำนวณหารูปแบบการจัดเรียงลำไยที่ดีที่สุด และนำไปจัดงานการอบลำไยได้อย่างเหมาะสม

วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์ (2545) ได้พัฒนาวิธีการแก้ปัญหาการจัดตารางการทำงานของพนักงานแบบสับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานสำหรับโรงภาพยนตร์ โดยใช้เทคนิควิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ร่วมกับวิธีฮิวริสติก (Heuristic method) เพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายหลัก 3 เป้าหมาย คือ งบประมาณในการจ้างงานของพนักงานประจำ งบประมาณในการจ้างงานของพนักงานชั่วคราว และความสามารถในการตอบสนองความต้องการจำนวนพนักงานขั้นต่ำในแต่ละช่วงเวลา วิธีฮิวริสติกจะทำการสร้างประชากรเบื้องต้น (Population size) ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของจำนวนพนักงานขั้นต่ำในแต่ละช่วงเวลา แล้วส่งผลไปยังวิธีเชิงพันธุกรรมที่พัฒนาขึ้น เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับการจัดตารางการทำงานแบบสับเปลี่ยนหน้าที่

สุเทพ บุตรดี และคณะ (2550) พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจัดตารางการผลิตโดยนำวิธีฮิวริสติกด้วยวิธี EDD, LPT, SPT, Slack/TP, Slack, AVPRO และได้เสนอวิธีการใหม่ คือ ฮิวริสติกแบบผสมผสาน (Hybrid Heuristic) เพื่อจัดตารางการผลิตเฟือง จากนั้นวัดสมรรถนะของการจัดตารางการผลิตเปรียบเทียบวิธีฮิวริสติกแบบเดิมกับแบบผสมผสาน โดยใช้ข้อมูลจริงจากโรงงานตัวอย่าง พบว่าวิธีที่ให้สมรรถนะที่ดีที่สุดคือวิธีการจัดตารางการผลิตโดยใช้ระบบฮิวริสติกแบบผสมผสาน

Jie Gao et al (2007) ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดตารางงานแบบยืดหยุ่น (Flexible Job-shop Scheduling Problem; FJSP) ซึ่งเป็นการขยายตัวของปัญหาการจัดตารางงานแบบดั้งเดิมที่ทำให้เข้าใกล้การประมาณปัญหาการจัดตารางงานจริง คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาวิธีเชิงพันธุกรรมแบบผสมผสานขึ้นมาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการค้นหาข้อมูลในการแก้ปัญหา เทคนิคเชิงพันธุกรรมนั้นจะใช้สองวิธีในการทำนายการแก้ไขปัญหาการจัดตารางงานแบบยืดหยุ่น คือ การสลับสายพันธุ์ขั้นสูง และ การผ่าเหล่า

Byung Joo Park et al (2003) พัฒนาการจัดตารางเวลาที่มีประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคเชิงพันธุกรรมมาจัดการปัญหาการจัดตารางงาน คณะผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีในการจัดตารางงานโดยใช้เทคนิคเชิงพันธุกรรมเชิงเดี่ยวและแบบขนาน กระบวนการทางพันธุกรรมแบบใหม่และการเลือกวิธีที่เหมาะสมถูกออกแบบขึ้นเพื่อถ่ายทอดความสัมพันธ์ชั่วคราวในโครโมโซมได้ดีขึ้น

F. Pezzella et al (2007) เสนอวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางงานแบบยืดหยุ่น (Flexible Job-shop Scheduling Problem; FJSP) เทคนิคอัลกอริทึมเป็นการผสมผสานกลยุทธ์ต่างๆ เพื่อสร้างประชากรเบื้องต้น การคัดเลือกบุคคลเพื่อการแพร่พันธุ์และการแพร่พันธุ์บุคคลใหม่ จากผลการวิเคราะห์ทางคอมพิวเตอร์แสดงให้เห็นว่าการผสมผสานของกลยุทธ์มากมายในขอบข่ายงานทางพันธุกรรมนั้น นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น และส่งผลต่อวิธีเชิงพันธุกรรมอื่นๆด้วย

Sheng-Feng Kuo et al.(2000) นำเสนอแบบจำลองที่อาศัยตารางการปล่อยน้ำในพื้นที่เพาะปลูกและนำวิธีการเชิงพันธุกรรม (genetic algorithm optimization ; GA) มาใช้ในการตัดสินใจในโครงการวางแผนการปล่อยน้ำ แบบจำลองนี้ถูกเสนอขึ้นเพื่อนำไปใช้ในโครงการการปล่อยน้ำ เพื่อหาความเหมาะสมของผลกำไรทางเศรษฐกิจ, การจำลองความต้องการน้ำ, ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ และประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์พื้นที่เพาะปลูกต่อการจัดสรรน้ำและการจำกัดพื้นที่เพาะปลูก แบบจำลองนี้ถูกนำไปสร้างฐานข้อมูลทางสภาพอากาศและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยฐานข้อมูลทางสภาพอากาศถูกน้ำไปใช้เพื่อจำลองความต้องการน้ำในการเพาะปลูกในแต่ละวันและผลผลิตสัมพัทธ์ ข้อมูลทางผลผลิตสัมพัทธ์และความต้องการน้ำสามารถใช้วิธีทางพันธุกรรมเพื่อหาค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีที่สุด

จากงานวิจัยข้างต้นเป็นการประยุกต์ใช้กับทฤษฎีอัลกอริทึมทางพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithms, GAs) มาใช้ในการแก้ปัญหาในด้านต่างๆอย่างกว้างขวาง รวมถึงการจัดตารางการทำงานสำหรับการหาคำตอบที่มีจำนวนมาก หรือทางเลือกของคำตอบที่หลากหลาย ในการที่จะนำมาซึ่งคำตอบที่ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด และการใช้วิธีการต่างๆที่นำมาใช้ในการจัดตารางการดำเนินงาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะศึกษารูปแบบการจัดตารางงานที่เหมาะสม และลดค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นให้มากที่สุดในกรณีที่มีนโยบายเสียค่าปรับหรือต้องคืนเงินให้กับลูกค้าจากการส่งมอบสินค้าที่ล่าช้ากว่ากำหนดเวลา โดยจะทำการกำหนดจำนวนสถานีงานของการผลิตสินค้าหรืองานที่จะต้องผ่าน กำหนดรอบเวลาการทำงาน และอัตราค่าปรับจากความล่าช้าของงาน จากแนวคิดที่กล่าวมาผู้วิจัยคาดว่าข้อมูลจากการวิจัยจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานได้จริงเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิต และธุรกิจการให้บริการได้เป็นอย่างดี

3. วิธีการศึกษา

เนื่องจากการจัดตารางงานเป็นปัญหาที่พบทั่วไปในกลุ่มอุตสาหกรรม และมีผู้สนใจกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งเกี่ยวข้อโดยตรงกับรอบเวลาการทำงาน ระยะเวลาแล้วเสร็จของงานแต่ละงาน และในบางกรณีเกี่ยวข้องกับค่าปรับเมื่องานแล้วเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด เพื่อช่วยให้องค์การหรือธุรกิจที่เกี่ยวข้องลดค่าใช่จ่ายที่เกิดขึ้นจากการส่งมอบงานที่ล่าช้าจากระยะเวลาที่กำหนด การเดินเครื่องเปล่า ค่าแรง และค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมอื่นๆ ที่เกิดจากช่วงเวลาการดำเนินงานที่สูญเปล่า เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบัน

3.1. ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1.1. การเข้ารหัส (Coding) การศึกษานี้เป็นการศึกษาปัญหาที่มีลักษณะของลำดับเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการ กำหนดการจัดลำดับตารางการทำงาน (Job shop scheduling) มีการกำหนดค่าดังต่อไปนี้

- ส่วนประกอบของตารางประกอบด้วย ชนิดผลิตภัณฑ์ (P), เครื่องจักร/ สถานีงาน (M) และเวลาที่ใช้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ (t)
- แต่ละช่องของสถานีงานจะสามารถกำหนดเวลาที่ใช้ของแต่ละสถานีงานได้ตามชนิดของผลิตภัณฑ์ (t_p) โดยเวลาในการทำงานที่ประมาณไว้รวมถึงเวลาในการตั้งเครื่องด้วย

ตารางที่ 1: ลักษณะตารางที่จะใช้ในการใส่ข้อมูล

ผลิตภัณฑ์	สถานีงาน/ เครื่องจักร (M)				
	1	2	3	...	n
P_1					
P_2					
P_3		เวลาที่ผลิตภัณฑ์จะต้องใช้ในแต่ละสถานีงาน/ เครื่องจักร (t_p)			
.					
.					
.					
P_n					

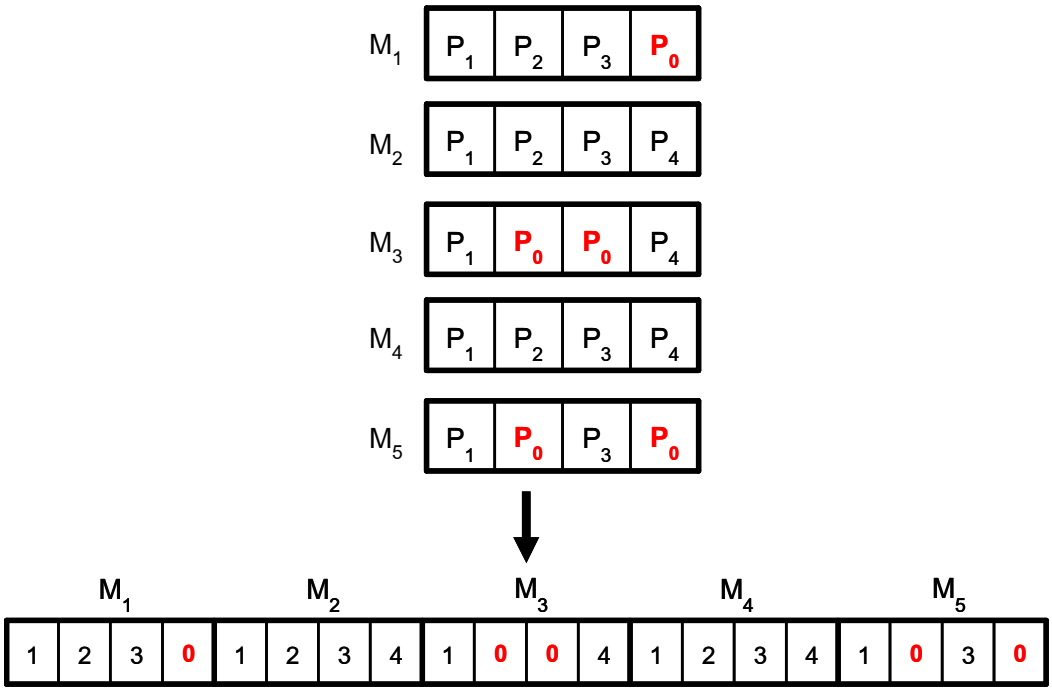
ตารางที่ 2: ตัวอย่างการกำหนดสถานีงานที่ต้องเข้าของแต่ละผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	สถานีงาน/ เครื่องจักร (M)				
	1	2	3	4	5
P_1	10	20	15	10	30
P_2	5	5	**0**	5	**0**
P_3	10	5	**0**	5	20
P_4	**0**	5	10	10	**0**

- กำหนดรหัสของโครโมโซมโดยให้แสดงเป็นตัวเลขโดยตัวเลขจะบ่งบอกชนิดผลิตภัณฑ์ (P) ที่ต้องเข้าในแต่ละสถานีนั้นๆ

- การสร้างกลุ่มโครโมโซมจะกำหนดโครโมโซมเริ่มต้นแบบสุ่ม โดยงานวิจัยนี้จะสุ่มลำดับการเข้าสถานีงานภายในช่วงของแต่ละสถานีงานนั้นๆ

ตัวอย่าง : การแปลผล และลักษณะโครโมโซมจากตารางที่ 3.2



รูปที่ 1: การแปลผล และลักษณะโครโมโซม

- ส่วนบางผลิตภัณฑ์ที่ขั้นตอนการผลิตไม่ต้องเข้าในบางสถานีงาน การใส่ข้อมูลจะถูกเว้นว่างไว้ (0) และยีนในโครโมโซมจะแทนด้วยเลข 0 ดังโครโมโซมข้างต้น

- โครโมโซมที่ได้จะแสดงให้เห็นถึงลำดับการเข้าสถานีงานของผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆจากซ้ายไปขวา โดยค่าที่เป็น 0 จะกำหนดให้ว่างไว้สามารถข้ามลำดับนี้ไม่ถูกนำไปใช้ในการคำนวณการประเมินค่าความเหมาะสม และดำเนินการกับลำดับที่อยู่ถัดไปแทน

3.1.2. การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ฟังก์ชันการประเมินจากสมการด้านล่าง (ชุมพล ศฤงคารศิริ, 2545) โดยแบ่งเป็น

3.1.2.1. ฟังก์ชันเวลาเสร็จงานรวม (M)

$$M = F_{[n],m} = \sum_{i=1}^{n} t_{[i],m} + \sum_{i=1}^{n} I_{[i],m} \quad (1)$$

3.1.2.2. ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันหลัก

$$t^{New}_{[i],j-1} = t_{[i],j-1} + I_{[i],j-1} \quad (2)$$

$$I_{[i],j} = Max.\left[0, \left(\sum_{k=1}^{i} t^{New}_{[k],j-1} - \sum_{k=1}^{i-1} t_{[k],j} - \sum_{k=1}^{i-1} I_{[k],j}\right)\right] \quad (3)$$

$$F_{[n],j} = \sum_{i=1}^{n} t_{[i],j} + \sum_{i=1}^{n} I_{[i],j} \quad (4)$$

โดยสัญลักษณ์ที่ใช้มีดังนี้

m = จำนวนสถานีงาน/ เครื่องจักร

j = สถานีงาน/ เครื่องจักร

n = จำนวนงาน

I_i = เวลารอคอยของงาน i

i = ตำแหน่งของลำดับงาน

t_i = เวลาในการทำงาน i (processing time) ที่ประมาณไว้ ซึ่งรวมถึงเวลาในการตั้งเครื่อง

3.1.3. การคัดเลือก (Selection or Reproduction) เกณฑ์ในการคัดเลือกจะใช้วิธีหาค่าความน่าจะเป็นสะสม (Cumulative Probability) โดยคำนวณความเหมาะสมออกมาเป็นช่วงของค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือก เพื่อที่จะดำเนินการคัดเลือกแบบสุ่มออกมาใช้เป็นโครโมโซมรุ่นต่อไป โดยค่าความน่าจะเป็นของการถูกเลือกที่ได้จากการคำนวณความเหมาะสมตามฟังก์ชันเวลาเสร็จงานรวมของแต่ละโครโมโซมตามที่ได้เลือกไว้ โดยจากฟังก์ชันโครโมโซมที่ใช้เวลาน้อยที่สุดจะมีค่าความเหมาะสมสูงที่สุดตามลำดับ

วิธีคิดหาช่วงการสุ่มเลือกโครโมโซม

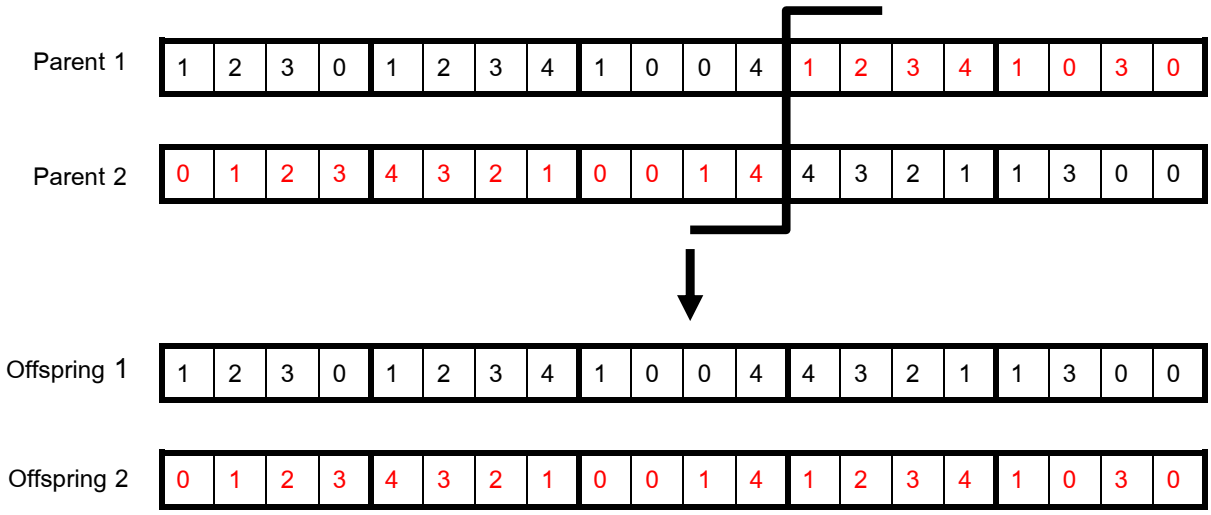
$$X = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} + \ldots \frac{1}{t_n} \quad (5)$$

$$Prob. = \frac{\frac{1}{t_n}}{X} \quad (6)$$

ตารางที่ 3: ตัวอย่างการคำนวณหาความน่าจะเป็นสะสม

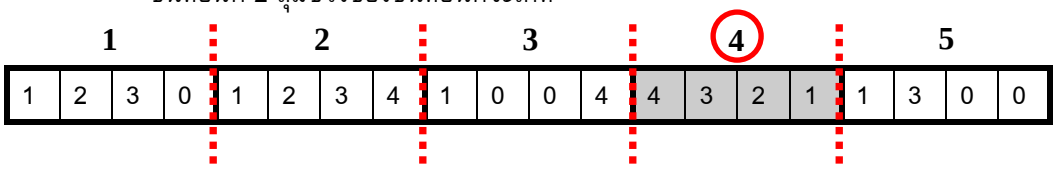
Offspring	เวลาเสร็จงานรวม (M)	Prob.	Prob.สะสม	ช่วงการสุ่มเลือก
1	60	0.196 -> 0.2	0.2	0.01-0.20
2	45	0.261 -> 0.3	0.5	0.21-0.50
3	50	0.235 -> 0.2	0.7	0.51-0.70
4	38	0.309 -> 0.3	1.0	0.71-1.00

3.1.4. การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) การศึกษานี้ใช้หลักการข้ามสายพันธุ์ที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ โดยกำหนดจุดตัดที่ทำให้เกิดการข้ามสายพันธุ์ให้สุ่มตัดเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างขั้นตอนการทำงานของแต่ละสถานี เพื่อป้องกันปัญหาโครโมโซมไม่ถูกต้องตามลักษณะที่กำหนดไว้ เป็นการป้องกันงานต่าง ๆให้ถูกต้องตามที่ได้กำหนดการเข้างานของงานในแต่ละเครื่องจักร/ สถานีงานตามที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก เพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนของงานที่จะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงของโครโมโซม

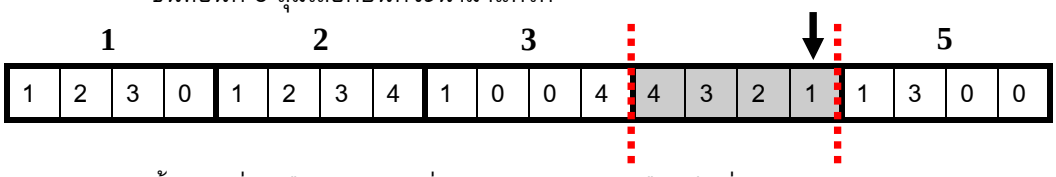


3.1.5. การผ่าเหล่า (Mutation) กำหนดการเกิดการกลายพันธุ์จะกำหนดให้เกิดได้ภายในช่วงของแต่ละขั้นตอนเท่านั้น โดยการศึกษานี้มีการออกแบบการเกิดการกลายพันธุ์ดังนี้

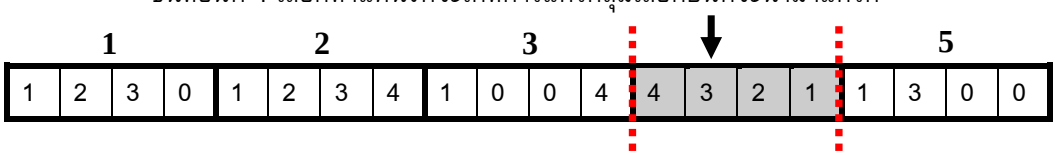
- เริ่มจากการสุ่มเลือกสมาชิกมาเพื่อที่จะทำการกลายพันธุ์
- ขั้นตอนที่ 2 สุ่มช่วงของขั้นตอนที่จะเกิด



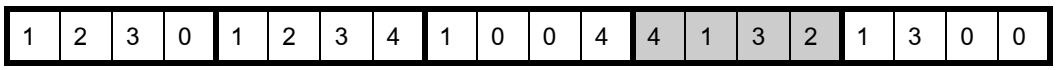
- ขั้นตอนที่ 3 สุ่มเลือกยีนที่จะนำมาแทรก



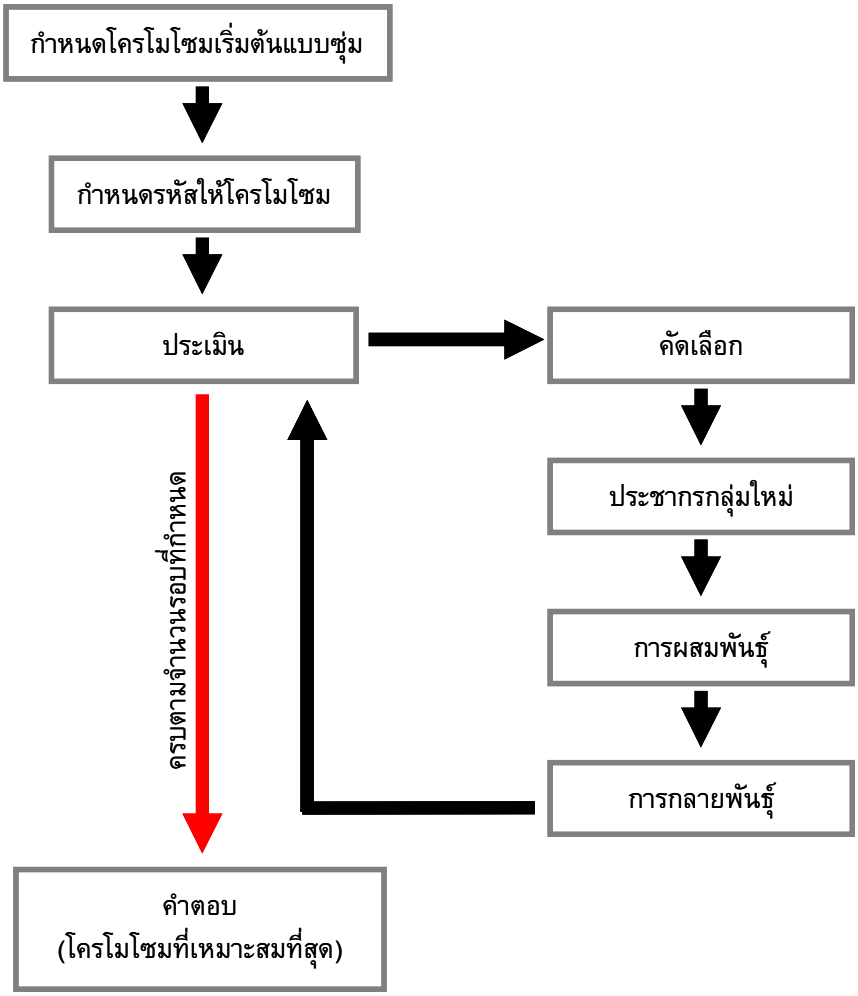
- ขั้นตอนที่ 4 เลือกตำแหน่งที่จะเกิดการแทรกสุ่มเลือกยีนที่จะนำมาแทรก



- ขั้นตอนสุดท้าย นำยีนที่ถูกสุ่มเลือกมาคือ 1 แทรกด้านหน้าของตำแหน่งของเลข 3 ทำให้ได้รุ่นลูกที่ถูกสุ่มเลือกออกมาเป็น



3.1.6. การเลือกโครโมโซมที่โดดเด่นเพื่อรักษาไว้ในรุ่นถัดไป (Elitist Strategy) เป็นขั้นตอนการเก็บรักษาโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่สุดไว้หลังผ่านขั้นตอนการประเมินในแต่ละรอบ โดยจะเก็บโครโมโซมที่ใช้เวลาในการทำงานรวมที่น้อยที่สุดในแต่ละรอบไว้ ซึ่งจะไม่ผ่านขั้นตอนการข้ามสายพันธุ์และการผ่าเหล่าต่ออีกเพื่อที่จะป้องกันไว้ใช้ในการเปรียบเทียบกับรุ่นต่อไป



รูปที่ 2: แผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

4. ตัวอย่างการแก้ปัญหา

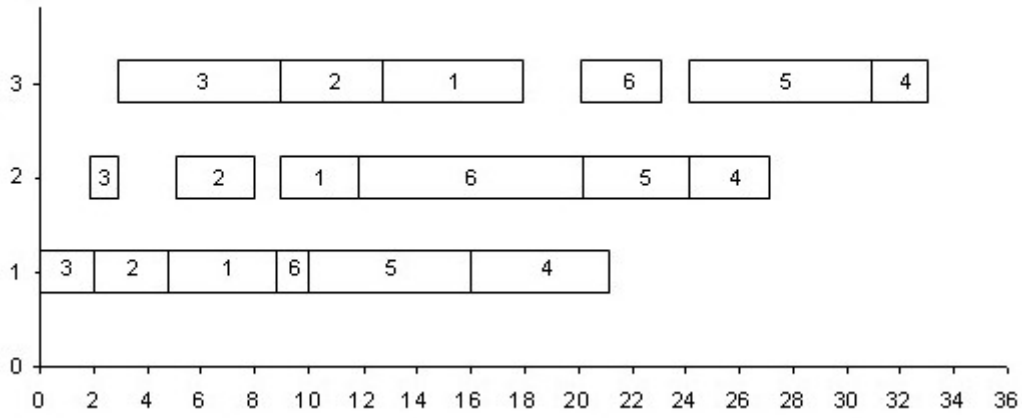
ในส่วนนี้เป็นตัวอย่างของปัญหาในการจัดลำดับงาน 6 ชนิดโดยใช้เครื่องจักร 3 เครื่องวางเรียงต่อกันเป็นอนุกรม แต่ละงานต้องเข้าสถานีงาน และใช้เวลาทำงานบนเครื่องจักรในแต่ละสถานีตามความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: เวลาการทำงานบนแต่ละเครื่องจักรของงานต่างๆ

งาน (P)	เวลาทำงานบนเครื่อง 1	เวลาทำงานบนเครื่อง 2	เวลาทำงานบนเครื่อง 3
1	4	3	5
2	3	3	4
3	2	1	6
4	5	3	2
5	6	4	7
6	1	8	3

การจัดลำดับงานโดยวิธีของแคมเบล (Campbell)

แคมเบล (Campbell) เป็นผู้ประยุกต์หลักการจัดลำดับงานของจอห์นสัน (Johnson's rule) ให้สารถใช้ได้กับเครื่องจักร m เครื่อง วิธีดังกล่าวเป็นการหาตารางเวลาที่เป็นได้เท่ากับ m-1 ทางแล้วเลือกตารางเวลาที่ให้ค่าเวลาในการทำงานรวม (makespan : M) น้อยที่สุด วิธีดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีฮิวริสติกที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งได้คำตอบออกมาตามรูปที่ 3 คือ M = 33 ชั่วโมง มีลำดับงานคือ P3 P2 P1 P6 P5 P4 ทั้ง 3 เครื่องจักร



รูปที่ 3: แสดงการจัดตารางเวลาจากตัวอย่างโดยวิธีของแคมเบล

การจัดลำดับงานโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms)

ในการแก้ปัญหาตัวอย่างนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขในการทดลองไว้ดังนี้

ก. กำหนดโครโมโซมเริ่มต้น 10,000 โครโมโซม

ข. กำหนดอัตราในการคัดเลือก (Selection) โครโมโซมรุ่นลูกในแต่ละรุ่นเพื่อสืบพันธุ์ในรอบต่อไปเท่ากับ 90 %

ค. กำหนดอัตราการผสมผสมพันธุ์ (Crossover) ในแต่ละรอบเท่ากับ 90 %

ง. กำหนดอัตราการกลายพันธุ์ (Mutation) ในแต่ละรอบเท่ากับ 10 %

จ. กำหนดเงื่อนไขการหยุดโปรแกรมโดยใช้จำนวนรุ่น (Generation) ในการคัดเลือกเท่ากับ 100 รุ่น

ผลจากการทดลองจากการทดสอบ 20 ครั้งมีค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานรวมเท่ากับ 34.05 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 33 ชั่วโมง 4 วิธี และที่ 32 ชั่วโมง 2 วิธี มีลำดับงานดังตารางที่ 5 และ 6

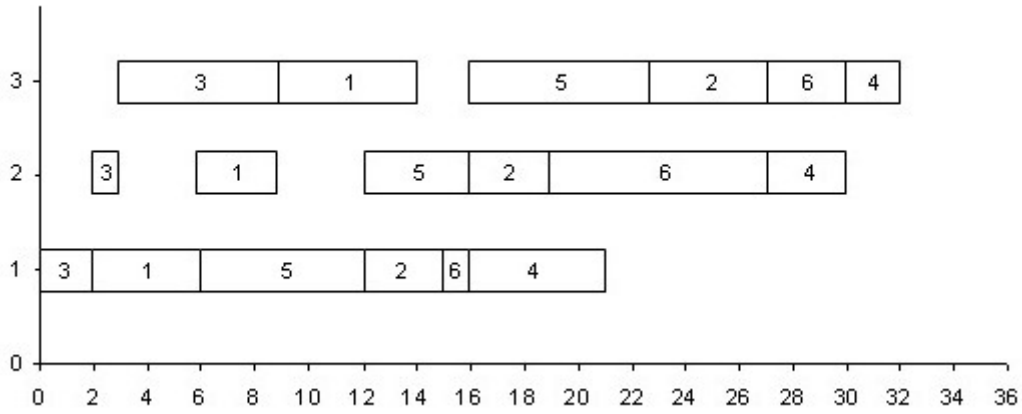
ตารางที่ 5: ลำดับงานของเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 33 ชั่วโมง

วิธีที่	ลำดับงานบนเครื่องที่ 1	ลำดับงานบนเครื่องที่ 2	ลำดับงานบนเครื่องที่ 3
1	P2 P6 P3 P5 P1 P4	P2 P3 P6 P5 P1 P4	P2 P3 P6 P5 P1 P4
2	P2 P3 P1 P6 P5 P4	P3 P2 P1 P5 P6 P4	P3 P1 P2 P5 P6 P4
3	P6 P3 P4 P1 P2 P5	P3 P6 P1 P4 P2 P5	P3 P6 P1 P4 P2 P5
4	P2 P6 P3 P4 P1 P5	P2 P3 P6 P4 P1 P5	P2 P3 P6 P4 P1 P5

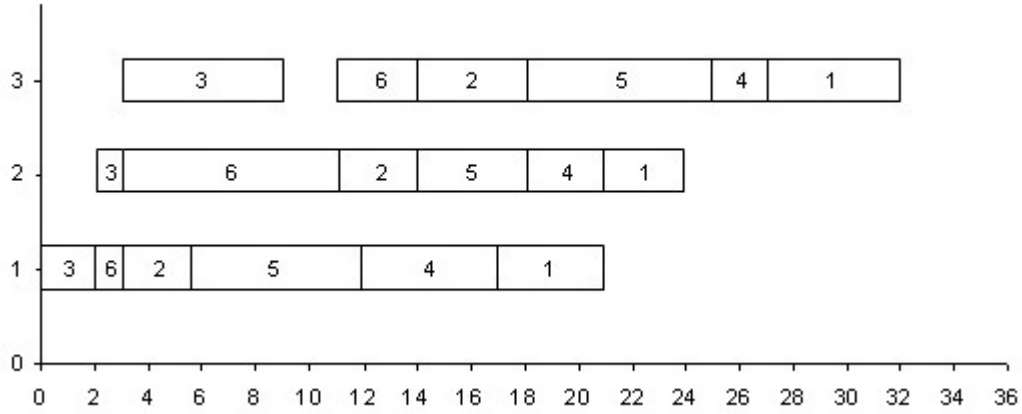
ตารางที่ 6: ลำดับงานของเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 32 ชั่วโมง

วิธีที่	ลำดับงานบนเครื่องที่ 1	ลำดับงานบนเครื่องที่ 2	ลำดับงานบนเครื่องที่ 3
1	P3 P1 P5 P2 P6 P4	P3 P1 P5 P2 P6 P4	P3 P1 P5 P2 P6 P4
2	P3 P6 P2 P5 P4 P1	P3 P6 P2 P5 P4 P1	P3 P6 P2 P5 P4 P1

และลำดับงาน 2 วิธีข้างต้นที่มีเวลาในการทำงานรวมเท่ากับ 32 ชั่วโมง แสดงการจัดตารางเวลาดังรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



รูปที่ 4: แสดงการจัดตารางเวลาจากตัวอย่างโดยเชิงพันธุกรรมวิธีที่ 1



รูปที่ 5: แสดงการจัดตารางเวลาจากตัวอย่างโดยเชิงพันธุกรรมวิธีที่ 2

จะเห็นได้ว่าการจัดลำดับงานโดยวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถหาลำดับงานที่ใช้เวลาในการทำงานรวมที่รวดเร็วกว่าวิธีของแคมเบลได้ คือใช้เวลา 32 ชั่วโมง ซึ่งในกรณีที่มีการกำหนดเวลาส่งงานและคิดค่าปรับเวลาในการทำงานที่ลดลงนี้จะมีส่วนช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในการจัดตารางการทำงาน ทั้งยังสามารถช่วยลดตุ้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเดินเครื่องจักรอีกทางหนึ่ง และลำดับเข้างานในแต่ละสถานีไม่จำเป็นต้องเหมือนเดิม ทั้งนี้เพื่อเพิ่มโอกาสในการหาทางเลือกที่ดีกว่าในการจัดตารางการทำงาน

5. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหาการจัดลำดับในการจัดตารางการทำงาน สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดตารางการทำงานที่มีสถานีงานหรือเครื่องจักรที่วางเรียงต่อกันเป็นอนุกรมได้เป็นอย่างดี และมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นจากการที่ลำดับงานไม่จำเป็นที่ต้องเข้าลำดับแบบเดิมในแต่ละสถานี นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถกำหนดงานโดยไม่จำเป็นต้องเข้าในทุกสถานีได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้เป็นกรณีที่งานเข้าสู่สถานีงานตามลำดับเท่านั้น สำหรับการวิจัยต่อไปควรคำนึงถึงกรณีอื่นๆด้วย เช่น งานสามารถย้อนกลับไปทำที่เครื่องจักรก่อนหน้าได้โดยไม่ต้องเรียงตามลำดับที่มีอยู่เดิม

บรรณานุกรม

[1] กนกรักษ์ มนูสุข1 และ เสรี เศวตเศรนี. (2551). “การจัดงานสำหรับโรงงานอบลำไย”, การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ วันที่ 24 – 25 กรกฎาคม, 219-222.

[2] จรินทร์ อาสาทรงธรรม. (2548). “การสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive advantage) ในมิติด้านนวัตกรรม (Innovation)”, วารสาร “นักบริหาร” มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เดือน เมษายน-มิถุนายน.

[3] ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). “การวางแผนและควบคุมการผลิต”, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[4] ปณิธาน พีรพัฒนา. (2549). “เจเนติกส์อัลกอริทึมกับปัญหาการวางผังโรงงาน”, วิศวกรรมสาร มข.ปีที่ 33 ฉบับที่4, กรกฎาคม – สิงหาคม, 313 – 324.

[5] วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์. (2545). “การจัดตารางการทำงานของพนักงานแบบ สับเปลี่ยนหน้าที่การทำงานสำหรับโรงภาพยนตร์”, วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] สุจิเวท สินคีรี และ ธราธร กูลภัทรนิรันดร์ (2550). “การออกแบบผังโรงงานที่สามารถกำหนดขนาดของแผนกต่างๆ และขนาดของพื้นที่โรงงานด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม”, *การประชุมเชิงวิชาการประจำปี: การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (GTT) ครั้งที่ 7*, พฤศจิกายน 2550, 226-233.

[7] สุเทพ บุตรดี, ชัยวัฒน์ นุ่มทอง และ ปัญจพร แพใหญ่. (2550). “วิธีการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกแบบผสมเพื่อประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด”, ศูนย์วิจัยระบบการผลิตแบบรวมภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[8] สุปราณี แก้วปรารถนา และ อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์. (2548). “การจัดตารางงานแบบไหลเลื่อนยืดหยุ่น 2 ขั้นตอน ที่มีเวลาดำเนินงานไม่แน่นอน”, การประชุมประจำปี สวทช.

[9] Jie Gao, Mitsuo Gen, Linan Sun, and Xiaohui Zhao. (2007). “A hybrid of genetic algorithm and bottleneck shifting for multi objective flexible job shop scheduling problem”, Computers & Industrial Engineering, Volume 53, Issue 1, Pages 149- 162.

[10] Byung Joo Park, Hyung Rim Choi , and Hyun Soo Kim. (2003). “A hybrid genetic algorithm f or job shop scheduling problems”, Computers & Industrial Engineering, Volume 45, Issue 4, Pages 597-613.

[11] F. Pezzella, G. Morganti, and Ciaschetti. (2007). “A genetic algorithm for the Flexible Job-shop Scheduling Problem”, Computer & Operations Research, Volume 35, Issue 10, pages 3202-3212.

[12] Sheng-Feng Kuo, Gary P. Merkley, and Chen-Wuing Liu. (2000). “ Decision support for irrigation project planning using a genetic algorithm”, Agricultural Water Management, Vol. 45, pp 243-266.