บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงงานวิจัยที่ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหารูปแบบต่างๆซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่ 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงาน 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาอื่นๆ และ 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึม

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบผังโรงงาน

- **ณพงศ์ ตันตนาตระกูล (2000)** ได้ประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึม ในการค้นหาคำตอบของปัญหาการออกแบบผังโรงงานทั้งแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single-Objective) และแบบหลายวัตถุประสงค์(Multi-Objective) โดยปัญหาที่ใช้ในการวิจัยนั้นแต่ละแผนกมีข้อจำกัดด้านขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกัน พบว่าเจนเนติกอัลกอริทึมสามารถช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในเวลาที่กำหนด แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าผังโรงงานที่ได้จากเจนเนติกอัลกอริทึมเป็นคำตอบที่ดีที่สุดเสมอ อีกทั้งเจนเนติกอัลกอริทึมมีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์เป็นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับปัญหา

- **ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์ (1998)** ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึม มาผสมผสานกับวิธีฮิวริสติกไปใช้ในการแก้ปัญหาการวางผังโรงงาน โดยจัดสรรแผนกงานต่างๆจำนวน n บล็อกลงในพื้นที่ *m* บล็อก ($n \leq m$) โดยแผนกงานต่างๆมีขนาดเท่ากันคือ 1 หน่วย พิจารณาข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นแบบวัตถุประสงค์เดียว (Single-Objective) และได้มีการหาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่างๆต่อผลลัพธ์ที่ได้จาก GAs ทั้งความเหมาะสมของคำตอบและระยะเวลาในการหาคำตอบ

- **Chan และ Tansri (1994)** ได้นำเทคนิคเจนเนติกอัลกอริทึม มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณที่อยู่ในรูปของปัญหา QAP (Quadratic Assignment Problem) โดยใช้การเข้ารหัสสตริงเป็นเลขจำนวนเต็ม และเทคนิคการครอสโอเวอร์ 3 แบบคือ การครอสโอเวอร์แบบ PMX (Partially Match Crossover) แบบ OX (Order Crossover) และแบบ CX (Cycle Crossover) โดยรูปแบบของปัญหาที่ใช้ในงานวิจัยมี 3 แบบคือ การจัดผังโรงงานแบบมีแผนกบางแผนกคงที่ การจัดผังโรงงานแบบมีพื้นที่ว่าง และการจัดผังโรงงานแบบมีพื้นที่ว่างและมีแผนกบางแผนกคงที่ จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการครอสโอเวอร์แบบ PMX จะทำให้ได้คำตอบที่ดีทั้งปัญหาขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การครอสโอเวอร์แบบ OX ใช้ได้ดีเมื่อปัญหามีขนาดเล็ก (จำนวนแผนก < 9) แต่เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้การหาคำตอบได้ไม่ค่อยดีนัก และการครอสโอเวอร์แบบ CX จะใช้ได้ไม่ค่อยดีเนื่องจากมีการลู่เข้าหาคำตอบเร็วเกินไป

- **Chen และ Sha (1999)** ได้นำเสนอวิธีการฮิวริสติกในการแก้ปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ โดยการรวมข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งมีหน่วยแตกต่างกันเข้าเป็นหน่วยเดียว ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับปัญหาผังโรงงานขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนา Dominance Index เพื่อยืนยันว่าคำตอบที่ได้นี้เป็นคำตอบที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับคำตอบอื่นๆ

- **Islier (1998)** ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึมไปใช้ในการออกแบบผังโรงงานแบบที่แผนกมีขนาดแตกต่างกัน โดยมีหลักการเดียวกับ Micro Craft ซึ่งได้ทำการแก้ปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว วิธีการดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาผังโรงงานขนาดใหญ่ได้ดี

- **Levitin และ Rubinovitz (1993)** ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึมไปใช้ในการแก้ปัญหา CAP (Cyclic Assignment Problem) และปัญหา LAP (Linear Assignment Problem) ซึ่งปัญหา CAP เป็นปัญหาการเรียงลำดับของ n เป็นเส้นตรงใน p ตำแหน่ง และปัญหา LAP คือปัญหาการเรียงลำดับของ n เป็นเส้นตรงใน p ตำแหน่งแบบลูปปิด โดยที่ $n < p$ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการจัด tool magazine ในเครื่องจักร CNC และใช้เจนเนติกอัลกอริทึมร่วมกับวิธีการฮิวริสติกเพื่อลดเวลาในการคำนวณหาคำตอบ

- **Tam (1992)** ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน โดยใช้หลักของ Slicing tree ซึ่งสามารถแก้ปัญหาผังโรงงานที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก ได้ผลดีในผังโรงงานขนาด 20-30 แผนก
- **Tate และ Smith (1995)** ได้ทำการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาที่อยู่ในรูปของ QAP โดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยวิธีการเข้ารหัสแบบตัวอักษร (Character) และทำการเปรียบเทียบคำตอบที่แก้ปัญหาด้วยเจนเนติกอัลกอริทึม กับฮิวริสติกพบว่าเจนเนติกอัลกอริทึมสามารถหาคำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติก

- **Tate และ Smith (1994)** ได้ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการวางผังโรงงานที่มีพื้นที่แผนกไม่เท่ากัน และแสดงให้เห็นว่าคำตอบที่ดีที่สุดอาจถูกกระทบได้โดยบาง Constraints ที่ยอมให้ในเรื่องรูปร่างของแผนก โดยระบุอัตราด้านที่มากที่สุดที่ยอมให้สำหรับแต่ละแผนก และแสดงถึงฟังก์ชัน Adaptive penalty ที่สามารถนำไปใช้หาคำตอบที่เป็นไปได้ แม้จะมีปัญหาเรื่องข้อจำกัด (Constraint) และแสดงส่วนของ Genetic encoding, Reproduction, Mutation operators และ Penalty evolution strategy จากการทดลองเจนเนติกอัลกอริทึมให้ผลคำตอบที่ดีกว่าคำตอบเก่าที่ได้เคยทำการวิจัยไว้

- **Suresh และ Sahu (1995)** ได้ทำการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานโดยเสนอวิธีการสร้างการครอสโอเวอร์ที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการหาคำตอบดียิ่งขึ้น และเสนอวิธีการหาอัตราส่วนของจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้และจำนวนคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ เพื่อกำหนดจำนวนประชากรต่ำสุด ที่นำไปใช้ในการทดลองเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด

- **Kochhar, Foster และ Heragu (1998)** ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึมมาแก้ปัญหาการวางผังโรงงานชั้นเดียว ซึ่งพิจารณาทั้งแผนกที่มีขนาดเท่ากัน (QAP Problem) และแผนกที่มีขนาดไม่เท่ากัน (Non-QAP Problem) โดยจะแทนพื้นที่โรงงานด้วย Grid สี่เหลี่ยม (Square) 1หน่วย และในกรณีแผนกที่มีขนาดไม่เท่ากัน แต่ละแผนกถูกกำหนดเป็นชุดของ Square ที่มีขนาดเท่ากับพื้นที่จริง การสร้างสตริงคำตอบมี 2 อย่างคือ แสดงอันดับของสี่เหลี่ยม และแสดงอันดับของแผนก เนื่องจากปัญหาของงานวิจัยมี 2 ลักษณะจึงทำให้วิธีเจนเนติกอัลกอริทึมมีวิธีที่แตกต่างกันเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้ ในส่วนของการสร้างคำตอบจะมีวิธี INIT_RANDOM และ INIT_SFC โดยใช้ Elitist strategy ส่วนของการ Crossover จะมีวิธี BREED_RANDOM และ

BREED_SFC ส่วนวิธี Mutation จะใช้ Adaptive mutation rate m และทำการคำนวณค่า Fitness(HOPE) function แทนการคิดค่า Cost function จากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่น วิธี HOPE จะให้คำตอบที่ดีกับบางปัญหาเท่านั้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาอื่น ๆ

- **กรรณิกา ศิลานนท์ (2000)** ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบของปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบแบบหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งหมายถึงการหารูปแบบของการจัดงานให้กับแต่ละสถานีงาน เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ 3 ประการพร้อมๆกัน นอกจากนี้ยังได้ศึกษาและทดสอบพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการหาคำตอบของเจนเนติกอัลกอริทึม จากงานวิจัยนี้จะได้ว่าเจนเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ เป็นวิธีการหาคำตอบสำหรับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ที่มีประสิทธิภาพและสามารถให้คำตอบที่ดีภายในระยะเวลาที่กำหนด

- **Chu และ Beasley (1997)** ทำการวิจัยโดยนำเจนเนติกอัลกอริทึม ที่ใช้รูปแบบของฮิวริสติกในการค้นหาคำตอบของปัญหาการหมอบหมายงานทั่วไป (Generalized Assignment Problem) ซึ่งเป็นปัญหาในงานทางด้าน Operation Research มีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด ในการหมอบหมายงาน n งาน ไปยังผู้ปฏิบัติงาน m คน โดยงานแต่ละงานจะถูกหมอบหมายไปยังผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนอย่างชัดเจน แต่ก็ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ปฏิบัติงานคนนั้นด้วย วิธีการ GA Heuristic เป็นการรวมเอาโครงสร้างของคำตอบที่ได้มาจากการแก้ปัญหาเฉพาะจุด ในงานวิจัยนี้อัลกอริทึมที่ใช้จะนำมาประเมินผลปัญหาทดสอบมาตรฐาน 84 ปัญหา ซึ่งมีขนาดตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจที่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 75-4,000 ตัวแปร โดยแสดงให้เห็นว่า GA Heuristic เป็นวิธีการที่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุด หรือเข้าใกล้คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งจะให้ค่าเฉลี่ยที่น้อยกว่า 0.01% จากคำตอบที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด อีกทั้งยังใช้ต้นทุนไม่มากในการหาคำตอบที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ Heuristic Algorithm แบบอื่นๆที่มีอยู่

- **Gilkinson, Rabelo และ Bush (1995)** นำเอาเจนเนติกอัลกอริทึมมาใช้ในปัญหาการจัดตารางงานแบบ Job Shop ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความเร็วในการตอบสนอง การเปลี่ยนแปลงและประสิทธิผลในการคำนวณของเจนเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยใช้หลักวิธีการเลือกและการเปลี่ยนแปลงในระบบชีววิทยาของ Darwinian

ซึ่งจะใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางงานแบบ Job Shop ดังนี้ Blind Symbolic Operator, Binary Encoding, Knowledge-Based/Heuristic Operators และ Messy Genetic Algorithms (MGAs)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคและวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึม

งานวิจัยเหล่านี้เป็นการพัฒนาเทคนิค วิธีการใหม่ๆของเจนเนติกอัลกอริทึม ส่วนมากเป็นงานวิจัยเชิงทฤษฎี มีเป้าหมายของงานวิจัยอยู่ที่การพัฒนาวิธีการซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลายๆปัญหามากกว่าการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

- **Bramlette (1989)** ได้นำเจนเนติกอัลกอริทึม ไปใช้ในการปรับปรุงสมรรถนะของตัวมันเองในการทำ Optimization ของฟังก์ชั่น โดยใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการหาค่าพารามิเตอร์ของ จำนวนประชากรเริ่มต้น การมิวเตชั่น การคัดเลือก เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ให้กับเจนเนติกอัลกอริทึมชุดอื่นเพื่อหาคำตอบ และสามารถช่วยปรับปรุงสมรรถนะในการหาคำตอบได้

- **Coello และ Christiansen** ได้รวบรวมเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าที่ดีที่สุดแบบหลายวัตถุประสงค์ที่มีอยู่โดยส่วนมากจะใช้เจนเนติกอัลกอริทึมเป็นพื้นฐาน เทคนิคเหล่านี้จะใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมในขั้นตอนของการคัดเลือกคำตอบ โดยแบ่งเทคนิคต่างๆนี้ออกเป็น 3 แบบ คือ 1)การใช้ฟังก์ชั่นการรวมค่า (Aggregating Function) ซึ่งเป็นการเอาวัตถุประสงค์ต่างๆมารวมกันให้เป็นฟังก์ชั่นเดียว 2) วิธี Non-Pareto เป็นวิธีอื่นๆที่ไม่ได้ใช้หลักการของ Pareto Optimum Solution และ 3) วิธี Pareto-based Approach นอกจากนี้ยังได้เสนอเทคนิคการคัดเลือกแบบใหม่ที่อาศัย Min-Max Strategy เป็นพื้นฐาน 2 วิธี คือการคัดเลือกโดยใช้ Weighted Min-Max Strategy และวิธี Min-Max Strategy with Sharing วิธีการที่เสนอขึ้นมานี้ถูกนำไปทดลองใช้กับตัวอย่างปัญหาการออกแบบทางวิศวกรรมแล้วนำไปเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ ผลปรากฏทั้งสองวิธีสามารถให้คำตอบที่มีค่า trade-off ของวัตถุประสงค์ทั้งหมดที่ดีกว่าวิธีอื่นๆ

- **Fonseca C.M และ Fleming P.J (1993)** ได้เสนอวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึมที่ใช้กับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ โดยใช้วิธี Rank-based Fitness Assignment Method

ซึ่งพัฒนามาจากวิธี Niche Formation Method จากนั้นก็ได้พัฒนาวิธีการเพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถเข้าร่วมในกระบวนการเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นที่น่าพอใจ

- **Kubota และคณะ (1996)** ได้เสนอวิธีการของไวรัส (Virus-evolutionary Genetic Algorithm) หรือ VEGA โดยใช้หลักการของการเจริญเติบโตของไวรัส VEGA ประกอบด้วยประชากรสองส่วน ส่วนแรกคือประชากรสตริงคำตอบ ส่วนที่สองคือประชากรสตริงไวรัสซึ่งพร้อมที่จะแก้ไขประชากรคำตอบ และมีโอเปอร์เรเตอร์ใหม่สองอย่างคือ โอเปอร์เรเตอร์ Reverse Transcription ซึ่งทำให้ประชากรสตริงไวรัสแก้ไขคำตอบของสตริงคำตอบ และโอเปอร์เรเตอร์ Transduct ทำหน้าที่สร้างไวรัสใหม่จากสตริงคำตอบ ผู้วิจัยได้นำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหา Travelling Saleman Problems และนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดวาง Pallet ในสายการผลิต

- **Schaffer และ Eshelman (1989)** ได้กล่าวว่าเจนเนติกอัลกอริทึมที่ประกอบด้วยการรีโปรดักชั่นและ การครอสโอเวอร์ทำให้การค้นหาของเจนเนติกอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพ จากการทดลองพบว่าการครอสโอเวอร์มากๆทำให้ได้ผลดีกว่าการครอสโอเวอร์น้อยๆ และการครอสโอเวอร์กับสตริงที่มีลักษณะเหมือนกันก็ไม่ได้เกิดผลอันใด แต่ในบางครั้งการมิวเตชั่น อย่างเดียวอาจทำให้ได้คำตอบที่ดีกว่าการครอสโอเวอร์ และผู้วิจัยได้ทำการหาข้อสนับสนุนที่ว่าการครอสโอเวอร์สามารถหาคำตอบได้เร็วกว่าการมิวเตชั่น

- **Starkweather และคณะ** ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่าง Operator 6 ตัวที่ใช้ในวิธีการของเจนเนติกอัลกอริทึม คือ 1. Enhanced Edge Recombination 2.Order Crossover 3.Order Crossover#2 4.Partially Mapped Crossover 5.Cycle Crossover 6.Position Based Crossover โดยนำไปทดลองกับปัญหา Blind Traveling Saleman 30 เมือง และปัญหาการจัดคลังสินค้า ผลการวิจัยสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของตัว Operator ที่ใช้ในแต่ละปัญหาจะขึ้นอยู่กับธรรมชาติและรูปแบบของปัญหานั้นๆโดยตรง

2.4 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ได้ศึกษาเป็นการนำวิธีการเจนเนติกอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาการวางผังโรงงานโดยมีทั้งข้อจำกัดและข้อกำหนดของปัญหาการวางผังโรงงานในลักษณะต่างๆกัน ทั้ง

ในเรื่องข้อจำกัดด้านรูปร่าง ขนาดพื้นที่ ของแผนกและผังโรงงาน รวมทั้งพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการหาคำตอบทั้งแบบวัตถุประสงค์เดียว และแบบหลายวัตถุประสงค์ และมีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ของเจนเนติกอัลกอริทึมที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยในรูปแบบปัญหาอื่นที่นำวิธีการเจนเนติกอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้ ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำ Optimization ในการแก้ปัญหาประเภท NP-hard ปัญหาประเภทนี้ได้แก่ ปัญหา Traveling Salesman ปัญหาการจัดตารางงาน ปัญหาการมอบหมายงาน เป็นต้น และรวมถึงการใช้เจนเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์