หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 10
สรุปงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้ เป็นการสรุปงานวิจัยดังที่กล่าวมาแล้ว โดยเริ่มจากทฤษฎีพื้นของ GAs รูปแบบปัญหาของการจัดผังโรงงาน และทดลองศึกษาถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการหาคำตอบโดย GAs ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

10.1 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยของเจนเนติกอัลกอริทึม

GAs เป็นวิธีการค้นหาคำตอบวิธีหนึ่ง โดยมีพื้นฐานจากกระบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติ ข้อดีของ GAs เมื่อเปรียบเทียบกับการค้นหาแบบอื่นคือมีเที่ยงตรงแม่นยำ (Accuracy) ความคงทน (Robustness) ต่อความไม่แน่นอน (Uncertainty) หรือคลุมเครือของปัญหา (Vague) และสามารถควบคุมได้ โดยมีความน่าเชื่อถือและค่าใช้จ่ายต่ำ

วิธีการค้นหาของ GAs จะแตกต่างกับวิธีการค้นหาและการทำ Optimization แบบอื่นๆ คือ

- GAs จะใช้งานโดยการเข้ารหัสสตริงเป็นชุดพารามิเตอร์
- GAs ทำการค้นหาจากทั้งประชากรไม่ใช่เพียงตำแหน่งๆเดียว
- GAs ใช้ฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็นข้อมูลในการหาคำตอบ โดยไม่ใช้การหาอนุพันธ์หรือความรู้อื่นๆ
- GAs จะเป็นวิธี Probabilistic ไม่ใช่ Deterministic

โอเปอร์เรเตอร์ต่างๆของ GAs ได้แก่

- การรีโปรดักชั่น คือกระบวนการคัดเลือกสตริงมีความเหมาะสมสูงเพื่อเป็นคำตอบเริ่มต้นให้กับประชากรรุ่นต่อไป โดยอาศัยทฤษฎีของ ชาร์ล ดาร์วินที่ว่า สิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงกว่ามีโอกาสอยู่รอดในสภาวะนั้นๆได้มากกว่า
- การครอสโอเวอร์ คือกระบวนการสร้างสตริงลูกหลานใหม่ จากสตริงพ่อแม่ เพื่อให้ได้คำตอบใหม่ๆ
- การมิวเตชั่นคือ คือ กระบวนการที่ช่วยปรับปรุงสตริงให้ดีขึ้นหรือเลวลง เพื่อให้ได้คำตอบใหม่ๆ โดยการเปลี่ยนค่าในบางตำแหน่งของสตริง

พารามิเตอร์ต่างๆของ GAs ได้แก่

- จำนวนประชากรเริ่มต้น
- จำนวนเจนเนอเรชั่น
- วิธีการรีโปรดักชั่น
- วิธีการครอสโอเวอร์และค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์
- วิธีการมิวเตชั่นและค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่น

การแก้ปัญหาการจัดผังโรงงาน สามารถหาคำตอบได้หลายแบบ ได้แก่วิธีการทางฮิวริสติก และ วิธีการทางด้าน AI

งานวิจัยของ GAs แบ่งออกได้หลายส่วน แต่โดยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำ Optimization ในการแก้ปัญหาประเภท NP-hard ปัญหาประเภทนี้ได้แก่ Scheduling และปัญหา Transportation หรืองานวิจัยที่ช่วยปรับปรุงสมรรถนะในการหาคำตอบของ GAs เป็นต้น

การพัฒนาการวิจัยเกี่ยวกับGAs มิได้มีเพียงเพื่อปัญหาวัตถุประเดียวเท่านั้น ยังมีการพัฒนาเทคนิคและหลักการใหม่ๆ เช่น Aggregating Function, Pareto-Base Approach หรือ Non-Pareto-Base ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ด้วย

10.2 รูปแบบของปัญหาการจัดผังโรงงาน

โดยทั่วๆไปแล้วรูปแบบปัญหาของการจัดผังโรงงานมี 2 ประเภทคือ การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณและการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ ดังมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Minimize } C = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=i+1}^{n} f_{ij} . c_{ij} . d_{ij}$$

C คือค่าใช้จ่ายโดยรวมที่เกิดจากการจัดวางผังโรงงาน

f_{ij} คือปริมาณการไหลจากแผนก i ไปแผนก j

c_{ij} คือค่าใช้จ่ายของการไหลจากแผนก i ไปแผนก j

d_{ij} คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j โดยวัดจากเซ็นทรอยด์ (Centroid) ของแต่ละแผนก

การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงคุณภาพ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โดยพิจารณาถึง ค่า TCR (Total Closeness Rating) ค่า TCR ที่ใช้พิจารณามีประเภท คือ ค่า TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Adjacent Between Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่ามากที่สุด หรือค่า TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก (Total Closeness Rating with Distance Between Department) ซึ่งจะต้องให้มีค่าน้อยที่สุด

- ***ค่า TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก***

$$\text{Maximize } V = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^{M} \delta_{ij} V(r_{ij})$$

ค่า δ_{ij} เป็น 1 ถ้าแผนก i และ j อยู่ติดกัน และ ค่า δ_{ij} เป็น 0 ถ้าแผนก i และ j ไม่ได้อยู่ติดกัน

M คือจำนวนแผนก

V คือ TCR ที่พิจารณาความใกล้ชิดระหว่างแผนก

- ***ค่า TCR ที่พิจารณาระยะทางระหว่างแผนก***

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=i+1}^{M} V(r_{ij}) d_{ij}$$

d_{ij} คือระยะทางระหว่างแผนก i ไปแผนก j ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

Z คือ TCR ที่พิจารณาถึงระยะทางระหว่างแผนก

$V(r_{ij})$ คือ ค่าคะแนนของความสัมพันธ์ระหว่างแผนก i และ j คะแนนตามแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์

10.3 การนำเจนเนติกอัลกอริทึมในการประยุกต์ใช้กับปัญหาการจัดผังโรงงานที่แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน

GAs เป็นการค้นหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพสูง แต่การนำ GAs ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆนั้นจำเป็นต้องมีกระบวนการต่างๆในรายละเอียดปลีกย่อยเพื่อที่จะทำให้ GAs สามารถทำงานได้อย่างที่ต้องการ

การคัดเลือก (รีโปรดักชั่น) แบบวงล้อรูลเล็ทสามารถทำได้โดย

- สร้างค่าสุ่ม (Random Number) r ที่มีค่าอยู่ในช่วง [0...1]

- ถ้า $r < q_i$ เลือกสตริงตัวแรก ถ้าไม่ใช่ เลือกสตริงตัวที่ i โดยที่ i อยู่ระหว่าง ($2 \leq i \leq pop$) หรือ ($q_{i-1} \leq r \leq q_i$) ในบางครั้งสตริงที่ถูกคัดเลือกแล้วบางตัวบางตัวอาจถูกเลือกได้มากกว่า 1 ครั้ง

การครอสโอเวอร์ ที่ใช้ในงานวิจัยมี 5 วิธี ได้แก่ การครอสโอเวอร์แบบPartially Match Crossover การครอสโอเวอร์แบบOrder Crossover การครอสโอเวอร์แบบCycle Crossover การครอสโอเวอร์แบบPBX และวิธีการครอสโอเวอร์แบบOBX โดยสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

- สร้างค่าสุ่ม (Random Number) r ที่มีค่าอยู่ในช่วง [0...1]
- ถ้า $r < p_c$ เลือกสตริงนั้นเพื่อทำการครอสโอเวอร์ตัวแรก
- จับคู่กับสตริงอีกหนึ่งตัวเพื่อทำการครอสโอเวอร์ ตามขั้นตอนของการครอสโอเวอร์แต่ละแบบ

การมิวเตชั่น ที่ใช้ในงานวิจัยมี 3 วิธี ได้แก่ การมิวเตชั่นแบบ Insertion การมิวเตชั่นแบบ Reciprocal Exchange และการมิวเตชั่นแบบ Random Sequence โดยสามารถทำได้ดังต่อไปนี้

- สร้างค่าสุ่ม (Float) หรือ r อยู่ในช่วง [0....1] สำหรับสตริงทุกสตริง
- สตริงใดที่ $r < p_m$ เลือกสตริงนั้น เพื่อทำการมิวเตชั่นแบบต่างๆ

10.4 ความสามารถและข้อจำกัดในการใช้โปรแกรม

ในการวิจัยนี้ ได้ใช้เจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดเท่ากันและผังโรงงานที่แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน โดยปัญหาที่นำมาวิจัยนั้น มีลักษณะต่างๆดังนี้

ทำการศึกษาเฉพาะปัญหาการจัดผังโรงงานแบบกระบวนการผลิต แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. การออกแบบผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว (พิจารณาข้อมูลเชิงปริมาณ) ขนาด 6,10 และ 20 แผนก
2. การออกแบบผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ (พิจารณาทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ) ขนาด 6,10 และ 20 แผนก

<u>ข้อกำหนดของผังโรงงาน</u>

- โรงงาน มีพื้นที่ใหญ่ที่สุด ขนาด(A) 40,000 ตารางหน่วย โดยกว้าง (W) 200 หน่วย และ ยาว(L) 200 หน่วย
- มีจำนวนแผนกมากที่สุด 20 (i) แผนก และจำนวนแผนกน้อยที่สุด 2 แผนกแต่ละแผนกมีขนาด N_i ตารางเมตร (i คือลำดับของแผนก)

ข้อกำหนดทั่วไป :

- พื้นที่รวมของแผนกทั้งหมดต้องไม่มากกว่าพื้นที่ของโรงงาน
- พื้นที่ของแต่ละแผนกที่สร้างขึ้นนั้นต้องเท่ากับความต้องการพื้นที่สำหรับแผนกนั้นๆ
- ไม่มีแผนกใดๆ ในโรงงานใช้พื้นที่เดียวกัน หรือสร้างขึ้นซ้อนทับกัน
- พื้นที่ของแต่ละแผนกต้องติดต่อกันเป็นพื้นที่เดียว
- ไม่มีพื้นที่ส่วนหนึ่งส่วนใดของแผนกใดๆอยู่นอกพื้นที่โรงงาน
- รูปร่างของแผนกที่สร้างขึ้นนั้นจะมีพื้นฐานมาจากการต่อกันของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข้อกำหนดด้านรูปร่างเพิ่มเติม : (เพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง)

- ในแต่ละแผนกจะมี ส่วนพื้นที่ที่เล็กที่สุดของแผนกนั้นๆซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องจักรที่จำเป็นในแผนก โดยพื้นที่ที่เล็กที่สุดของแผนกที่ i จะกำหนดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก กว้าง w_i หน่วย และยาว l_i หน่วย
- แผนกที่สร้างขึ้นนั้นต้องสามารถบรรจุพื้นที่ที่เล็กที่สุดของแผนกนั้นๆได้
- แต่ละแผนกมีการกำหนดอัตราส่วนด้านกว้างต่อด้านยาวของแผนก กำหนดไว้เพื่อป้องกันการสร้างผังโรงงานที่มีรูปร่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ยาวและแคบจนไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริง
- ในกรณีของออกแบบโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว จะพิจารณาถึงข้อมูลเชิงปริมาณ และสามารถกำหนดให้ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นข้อจำกัดเพิ่มเติมได้ ความใกล้ชิดระหว่างแผนกโดยพิจารณา 2 กรณีคือ
  1. แผนกที่จำเป็นต้องตั้งอยู่ใกล้กัน ให้จัดตั้งอยู่ติดกัน (A)
  2. แผนกที่ห้ามอยู่ใกล้กัน ให้จัดตั้งอยู่ห่างกัน (X)

10.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการหาคำตอบของเจนเนติกอัลกอริทึมในการออกแบบผังโรงงาน

ในงานวิจัยนี้ทดสอบผลของพารามิเตอร์ต่างๆในการประยุกต์เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อออกแบบผังโรงงานทั้งแบบวัตถุประสงค์เดียวและแบบหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการหาคำตอบในแต่ละรูปแบบปัญหานั้นแตกต่างกัน จึงขอเสนอในรูปแบบตารางที่ 10.1 และ 10.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 10.1 สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อความเหมาะสมของคำตอบของปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ
6	Population Size:	15	6,15	6
	Crossover Type:	OX	OX	OX
	Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	0.7, 0.9	ไม่มีนัยสำคัญ
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.3	0.2, 0.3	0.3
10	Population Size:	10,15	20	15
	Crossover Type:	PMX, OX, PBX & OBX	OX	OBX
	Pc:	0.9	ไม่มีนัยสำคัญ	0.7
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	ไม่มีนัยสำคัญ	0.2, 0.3	0.3
20	Population Size:	10	10	ไม่มีนัยสำคัญ
	Crossover Type:	OBX	PMX, PBX & OBX	PMX, OX, PBX & OBX
	Pc:	0.9	0.9	ไม่มีนัยสำคัญ
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	ไม่มีนัยสำคัญ,
	Pm:	0.2, 0.3	0.2, 0.3	0.2, 0.3

ตารางที่ 10.2 สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อความเหมาะสมของคำตอบของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
6	0.25	0.75	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	ไม่มีนัยสำคัญ
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence, insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	ไม่มีนัยสำคัญ
			Pc:	0.5,0.7	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	ไม่มีนัยสำคัญ
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	PBX	CX
			Pc:	0.5 , 0.7	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	ไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 10.2(ต่อ) สรุปการวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ต่อความเหมาะสมของคำตอบ ของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
10	0.25	0.75	Population Size:	10	10,15
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX,OBX
			Pc:	0.5	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX, OBX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	ไม่มีนัยสำคัญ
			Crossover Type:	CX	OBX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
20	0.25	0.75	Population Size:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX, OBX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	ไม่มีนัยสำคัญ
			Crossover Type:	CX	PMX, CX, PBX, OBX
			Pc:	0.5	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	15
			Crossover Type:	CX,OX	PMX
			Pc:	ไม่มีนัยสำคัญ	ไม่มีนัยสำคัญ
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence ,insertion
			Pm:	0.1	0.1,0.2

ตารางที่ 10.3 เรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณของพารามิเตอร์ต่าง ๆ

พารามิเตอร์	เรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณจากน้อยไปมาก
Population Size:	6 < 10 < 15 < 20
Crossover Type:	OX < PBX < OBX < PMX < CX
Pc:	0.5 < 0.7 < 0.9
Mutation Type:	Reciprocal Exchange , Insertion < Random Sequence
Pm:	0.1 < 0.2 < 0.3

ตารางที่ 10.4 สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ของปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดเท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน และเพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ
6	Population Size:	6	15	6
	Crossover Type:	OX	OX	OX
	Pc:	0.5	0.7	0.5
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.3	0.2	0.3
10	Population Size:	10	20	15
	Crossover Type:	OX	OX	OBX
	Pc:	0.9	0.5	0.7
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.1	0.2	0.3
20	Population Size:	10	10	10
	Crossover Type:	OBX	PBX	OX
	Pc:	0.9	0.9	0.5
	Mutation Type:	Reciprocal Exchange	Reciprocal Exchange	Insertion & Reciprocal Exchange
	Pm:	0.2	0.2	0.2

ตารางที่ 10.5 สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
6	0.25	0.75	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	OX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	6
			Crossover Type:	CX	OX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	PBX	CX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1

ตารางที่ 10.5 (ต่อ) สรุปพารามิเตอร์ที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดและมีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบอย่างมีนัยสำคัญ ของปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.95

ขนาด (แผนก)	W1	W2	พารามิเตอร์	แผนกมีขนาดเท่ากัน	แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน
10	0.25	0.75	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	OBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	insertion
			Pm:	0.1	0.1
20	0.25	0.75	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.50	0.50	Population Size:	10	10
			Crossover Type:	CX	PBX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Random sequence
			Pm:	0.1	0.1
	0.75	0.25	Population Size:	10	15
			Crossover Type:	OX	PMX
			Pc:	0.5	0.5
			Mutation Type:	Random sequence	Insertion
			Pm:	0.1	0.1

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าในพารามิเตอร์ที่มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบนั้นแตกต่างกันไปตามแต่ละรูปแบบของปัญหา โดย

ปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน (ทั้งแบบที่พิจารณาเฉพาะข้อมูลเชิงปริมาณ และแบบที่เพิ่มเติมข้อจำกัดเชิงคุณภาพ) จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 6,10 และ 15 วิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OX, PBX และ OBX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.9 วิธีการมิวเตชั่นแบบ Reciprocal Exchange ความน่าจะเป็นใน

การมิวเตชั่นเท่ากับ 0.2 และ 0.3 มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาผังโรงงานแบบวัตถุประสงค์เดียว ที่แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 6 และ 15 วิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OX, PBX และ OBX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.7 วิธีการมิวเตชั่นแบบ Reciprocal Exchange และแบบ Insertion ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.2 และ 0.3 มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่แต่ละแผนกมีขนาดเท่ากัน จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 10 การครอสโอเวอร์แบบ PMX, CX และ OX ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.5และ0.7 วิธีการมิวเตชั่นแบบ Random Sequence ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.1มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาผังโรงงานแบบหลายวัตถุประสงค์ ที่แต่ละแผนกมีขนาดไม่เท่ากัน จำนวนประชากรเริ่มต้นเท่ากับ 6, 10 และ 15 การครอสโอเวอร์แบบ PMX, CX, PBX และ OBX วิธีการมิวเตชั่นแบบ Random Sequence และ Insertion ความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่นเท่ากับ 0.1และ 0.2 มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ไม่มีผลต่อความเหมาะสมของคำตอบของรูปแบบปัญหานี้อย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของพารามิเตอร์ที่มีต่อเวลาในการคำนวณพบว่า สามารถเรียงลำดับเวลาที่ใช้ในการคำนวณของพารามิเตอร์ต่างๆได้ดังนี้ จำนวนประชากรเริ่มต้น 6 < 10 < 15 < 20 วิธีการครอสโอเวอร์ OX < PBX < OBX < PMX < CX ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ 0.5 < 0.7 < 0.8 วิธีการมิวเตชั่น Reciprocal Exchange และ Insertion < Random Sequence และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น 0.1 < 0.2 < 0.3

10.6 การเปรียบเทียบระหว่างคำตอบที่ได้จากเจนเนติกอัลกอริทึมและวิธีการอื่นๆ

ในงานวิจัยนี้ได้การประยุกต์เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อออกแบบผังโรงงานทั้งแบบวัตถุประสงค์เดียวและแบบหลายวัตถุประสงค์ รวมทั้งหมด 27 รูปแบบปัญหา ซึ่งได้ผลดังนี้

- การออกแบบผังโรงงานโดยเจนเนติกอัลกอริทึม สามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีการอื่นๆ (ออกแบบผังโรงงานโดยการสุ่มในจำนวนที่เท่ากัน หรือจากการวิจัยอื่น) ใน 25 รูปแบบปัญหา ซึ่งมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 0.03-27.89% และค่าTCRต่ำกว่า 0.71-19.44%

- การออกแบบผังโรงงานโดยเจนเนติกอัลกอริทึม สามารถให้คำตอบที่เทียบเท่ากับวิธีการอื่นๆ (ออกแบบผังโรงงานโดยการสุ่มในจำนวนที่เท่ากัน หรือจากการวิจัยอื่น) ใน 3 รูปแบบปัญหา

ผังโรงงานที่ออกแบบโดยเจนเนติกอัลกอริทึมนั้น อาจจะไม่ใช่ผังโรงงานที่ดีที่สุดในแต่ละรูปแบบปัญหา เนื่องจากคำตอบที่ได้นั้นอาจจะติดอยู่ใน local optima ไม่สามารถเข้าสู่ global optima ได้ก่อนเจนเนอเรชั่นสุดท้ายในการคำนวณ

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางการออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดเท่ากัน และผังโรงงานที่แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน ซึ่งจะสามารถแก้ปัญหาได้ดีในขอบเขตของปัญหาตามหัวข้อ 10.4 ข้างต้น ซึ่งหากนำปัญหาอื่นๆ ที่นอกเหนือจากขอบเขตที่กำหนดไว้นั้นโปรแกรมนี้อาจจะไม่สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้

10.7 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ถึงแม้ว่าแนวทางการออกแบบผังโรงงานโดยเจนเนติกอัลกอริทึมนั้นมีสามารถแก้ปัญหาภายใต้ขอบเขตของการวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดีคือ ได้คำตอบที่เหมาะสมและใช้เวลาในการคำนวณน้อย แต่เจนเนติกอัลกอริทึมก็มีข้อด้อยอยู่ในตัวเอง

เนื่องจากเจนเนติกอัลกอริทึมนั้นมีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์เป็นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องกำหนดค่าที่เหมาะสมตามลักษณะของปัญหาหาต่างๆ และการที่จะหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจริงๆให้ได้นั้นจำเป็นต้องทำการทดลองเพื่อทดสอบผลของพารามิเตอร์ ซึ่งทำเสียเวลาในส่วนนี้เป็นค่อนข้างมาก

การสร้างประชากรเริ่มต้นนั้นเป็นอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญของกระบวนการเจนเนติกอัลกอริทึม เพราะประชากรเริ่มต้นที่มีลักษณะเหมาะสมนั้นจะทำให้กระบวนการของเจนเนติกอัลกอริทึมลู่เข้าคำตอบได้อย่างรวดเร็ว(ชนะ,2541) แต่มิได้หมายความว่าจะได้คำตอบที่ดีเสมอไป เนื่องจากคำตอบยังอาจจะติดอยู่ใน Local Optima ได้ ดังนั้นหากสามารถหาวิธีการสร้างประชากรเริ่มต้นที่มีลักษณะเหมาะสม จะช่วยให้เจนเนติกอัลกอริทึมหาคำตอบได้เร็วขึ้น

กระบวนการต่างๆของเจนเนติกอัลกอริทึม เช่น การรีโปรดักชั่น การครอสโอเวอร์ การมิวเตชั่น นั้นก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ โดยในปัญหาที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงมากๆนั้น วิธีการรีโปรดักชั่น วิธีการครอสโอเวอร์ วิธีการมิวเตชั่น แบบทั่วๆไปนั้นอาจจะไม่สามารถให้คำตอบที่ดีได้ ดังนั้นหากสามารถหาวิธีการรีโปรดักชั่น วิธีการครอสโอเวอร์ วิธีการมิวเตชั่น ที่มีความเฉพาะเจาะจงยิ่งขึ้นนั้นก็จะช่วยเพิ่มสมรรถภาพของเจนเนติกอัลกอริทึมให้ดียิ่งขึ้นอีก

เห็นได้ว่าเจนเนติกอัลกอริทึมมีทั้งข้อดีและข้อด้อย ซึ่งคุณสมบัติของกระบวนการนี้ ดังนั้นโปรแกรมออกแบบผังโรงงานที่ประยุกต์ใช้แนวทางของเจนเนติกอัลกอริทึมนั้น จึงมีทั้งข้อดีและข้อด้อยตามเจนเนติกอัลกอริทึมด้วย

ปัญหาแบบวัตถุประสงค์เดียวโดยมีข้อจำกัดด้านต่างๆมากมายนั้น จะมีคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหานั้นมีน้อย และหาได้ยาก ทำให้ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ที่มีข้อจำกัดน้อย ดังนั้นหากสามารถปรับข้อจำกัดอื่นๆให้เปลี่ยนเป็นวัตถุประสงค์ใหม่ จะทำให้แก้ปัญหาได้เร็วขึ้นและสามารถการออกแบบได้ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

ซึ่งนอกจากลักษณะปัญหาผังโรงงานที่ทำงานวิจัยนี้แล้ว การออกแบบผังโรงงานนั้นมีหลายรูปแบบ ดังนั้นในอนาคตอาจจะนำรูปแบบอื่นมาทำการวิจัยเช่น

- ผังโรงงานที่รูปร่างไม่ใช่สี่เหลี่ยมมุมฉาก
- ผังโรงงานที่บางแผนกมีที่ตั้งคงที่
- ผังโรงงานแบบหลายชั้น
- ผังโรงงานแบบinteractive

10.8 สรุป

งานวิจัยฉบับนี้ เสนอการประยุกต์เจนเนติกอัลกอริทึมเพื่อออกแบบผังโรงงานที่แผนกมีขนาดไม่เท่ากัน ซึ่งพบว่าเจนเนติกอัลกอริทึมสามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้ในเวลาที่รวดเร็ว แต่นั่นไม่ได้หมายความว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีสุดของปัญหาดังกล่าว และเนื่องจากเจนเนติกอัลกอริทึมนั้นมีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์เป็นอย่างมาก จึงมีความจำเป็นที่ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น จำนวนประชากรเริ่มต้น วิธีการครอสโอเวอร์ ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ วิธีการมิวเตชั่น และความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น ให้เหมาะสมกับปัญหารูปแบบต่างๆ สุดท้ายนี้หวังว่าการวิจัยนี้คงเป็นแนวทางที่ดีสำหรับผู้ออกแบบในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย