

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลลัพธ์จากการทดสอบของโจทย์ปัญหาที่ตั้งสมมติฐานขึ้น และผลจากการทดสอบโปรแกรมที่ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เป็นเงื่อนไข เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในการตั้งค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม รายละเอียดต่าง ๆ ก็จะกล่าวไว้ในเนื้อหาของบทนี้

#### 4.1 พารามิเตอร์ที่ใช้ทำการทดสอบโปรแกรม

พารามิเตอร์ที่นำมาทำการทดสอบโปรแกรม เพื่อให้หาค่าคำตอบของการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุด ได้มีการกำหนด Factor และ Level ของพารามิเตอร์เอาไว้ดังนี้

##### 4.1.1 จำนวน Factor เท่ากับ 4

- ก. Crossover Rate
- ข. Mutation Rate
- ค. Number of Generation
- ง. Population Size

##### 4.1.2 ค่าอัตราการตัดสลับ (Crossover Rate) และ อัตราการกลายพันธุ์ (Mutation Rate)

ในการใส่ค่า Crossover Rate และ Mutation Rate เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณค่าอัตราการตัดสลับของประชากร และอัตราการกลายพันธุ์ของประชากร ซึ่งเป็นเปรี๊ยะเห็นดีในการเลือกคัดสรรของข้อมูลประชากร และในตัวอย่างการวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่า Crossover Rate และ Mutation Rate โดยอ้างอิงจากปริญญาพนธ์ของ นายสรสิทธิ์ เสรีญาติ และนายอภิชาติ ปานเทือก ซึ่งเป็นปริญญาพนธ์เมื่อปีการศึกษา 2548 ซึ่งในปริญญาพนธ์เล่มนั้น ได้ทำการคำนวณผลลัพธ์จากโปรแกรม GA เช่นเดียวกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือการใช้ค่าพารามิเตอร์ทั้ง 2 ค่า ดังนี้

- Crossover Rate เท่ากับ 0.95
- Mutation Rate เท่ากับ 0.05

กำหนดค่า Factor ที่ 2 ค่า เพื่อเป็นการกรอกค่าในโปรแกรมเพื่อหาค่าตอบ จึงกำหนดค่า

- Number of Generation กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 200

เพื่อเป็นการรวบรวมหาค่าที่ดีที่สุด ยิ่งรวบรวมจำนวนมากโปรแกรมก็จะทำการคัดเลือกค่าได้ดียิ่งขึ้น แต่จะใช้เวลาในการหาค่าตอบนานกว่าเดิม

- Population Size กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 30

เพื่อเป็นตัวเลือกในการคัดเลือกโครโมโซม ยิ่งจำนวน Population Size มาก จำนวนตัวเลือกที่จะให้ค่าดีที่สุดก็จะมีจำนวนให้เลือกมากด้วย

เนื่องจากในการทดสอบโปรแกรมเพื่อหาผลลัพธ์ต้องใช้โจทย์ในการทดสอบโปรแกรม ดังนั้น โจทย์ที่ได้นำมาทดสอบอ้างอิงได้จากภาคผนวก ข. หัวข้อที่ 3 ตั้งแต่ 3.1 – 3.5

#### 4.2 ผลทดสอบของโปรแกรม

จากตัวอย่างที่ปัญหาในภาคผนวก ข. ทั้งหมดเป็นจำนวน 10 ข้อ สามารถสรุปผลโดยรวมได้ดังนี้

ลำดับของปัญหา	ขนาดพื้นที่	GA				GA				GA	
		One Point		Position Base		One Point		Position Base		one point	position base
		การตั้งเงื่อนไขที่ถูกต้องได้	การตั้งเงื่อนไขที่ถูกต้องไม่ได้	การตั้งเงื่อนไขที่ถูกต้องได้	การตั้งเงื่อนไขที่ถูกต้องไม่ได้	ประชากรที่มีเงื่อนไขที่ถูกต้อง	ประชากรที่ไม่มีเงื่อนไขที่ถูกต้อง	ประชากรที่มีเงื่อนไขที่ถูกต้อง	ประชากรที่ไม่มีเงื่อนไขที่ถูกต้อง	ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย
1		3	19	6	19	6.70%	3.30%	10.30%	3.30%	10.3	11.8
2	8x8	4	13	5	15	3.30%	6.70%	10.00%	6.70%	10.27	8.8
3		21	44	30	66	6.70%	6.70%	17.00%	6.70%	32.47	39
4	8x10	16	52	21	46	6.70%	3.30%	20.00%	10.00%	29.63	29.67
5		41	60	46	86	6.70%	6.70%	10.00%	3.30%	56.53	62.4
6	10x10	23	66	28	52	3.30%	10%	3.30%	3.30%	41	41.1
7		112	216	100	248	3.30%	3.30%	10.00%	17.00%	182.2	216.6
8	20x20	109	182	114	195	6.70%	3.30%	17.00%	19.00%	140.3	130.9
9		348	422	411	470	3.30%	3.30%	17.00%	7.00%	388.43	438.4
10	24x28	221	336	217	371	3.30%	3.30%	13.00%	3.30%	269.1	319.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการสรุปผลโดยรวมของโปรแกรม GA

จากตารางที่ 4.1 ทำให้สามารถสรุปได้คร่าวๆจากปัญหาทั้งหมด 10 ปัญหา โดยจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบเท่ากับ 30 ครั้งในแต่ละปัญหา ซึ่งจากตารางจะมีค่าของผลลัพธ์ที่น้อยที่สุด และผลลัพธ์ที่มากที่สุด ค่าสัดส่วนที่มีการเคลื่อนที่ทั้งน้อย และมากที่สุด เพื่อดูว่าในการทำงานของโปรแกรมในแต่ละรอบจะมีโอกาสเกิดค่าที่มากน้อยเป็นสัดส่วนเท่าไร ซึ่งจากตาราง 4.1 จะมี

เปอร์เซ็นต์ของการจะเกิดผลลัพธ์ทั้งน้อย และมากจากการรวบรวมการทำงานทั้งหมดปัญหาละ 30 ครั้ง จึงได้ทำการคัดเลือกค่าที่ดีที่สุดเอาไว้เพราะเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเอาไว้ดังตารางที่ 4.2

สรุป ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม

6x6	1	0.95	0.05	3	6
	2	0.95	0.05	4	5
8x10	3	0.95	0.05	21	30
	4	0.95	0.05	15	21
10x10	5	0.95	0.05	41	46
	6	0.95	0.05	23	28
20x20	7	0.95	0.05	112	180
	8	0.95	0.05	109	114
24x26	9	0.95	0.05	352	411
	10	0.95	0.05	221	217

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์ของคำตอบที่ดีที่สุดทุกปัญหา

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในแต่ละโจทย์ปัญหา ซึ่งคือการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ที่น้อยที่สุดในแต่ละปัญหานั้นเอง และสามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ในแต่ละปัญหาได้ คือ ยิ่งปัญหาที่มีขนาดของปัญหาใหญ่ขึ้นจะมีจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์มากขึ้น และเมื่อดูในแต่ละขนาดของปัญหาจะมีโจทย์ 2 ข้อ เช่น Number 1 และ Number 2 เป็นโจทย์ที่มีขนาดเมตริกซ์เท่ากันแต่ลำดับการผลิต และจำนวนเส้นทางการผลิตไม่เท่ากัน ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ของ Number 1 เป็น 3 ครั้ง และผลลัพธ์การเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ของ Number 2 เป็น 4 ซึ่งน้อยกว่า เป็นต้น แต่ไม่สามารถเทียบกันได้เพราะค่าลำดับการผลิต กับจำนวนเส้นทางการผลิตต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับโจทย์ปัญหา

### 4.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm : GA) กับโปรแกรม Simulated Annealing (SA)

เพื่อให้มองเห็นภาพว่าโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมมีผลลัพธ์ที่ดีหรือยัง การวิจัยนี้จึงได้มีการนำค่าผลลัพธ์ของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมที่ดีที่สุดของแต่ละโจทย์ปัญหา นำไปเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของโปรแกรม SA ซึ่งเป็นโปรแกรมที่แสดงการแก้ไขปัญหา และผลลัพธ์ โดยใช้โจทย์ที่เหมือนกันในการหาผลลัพธ์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดเหมือนกัน แต่วิธีของโปรแกรมทั้งสองในการหาผลลัพธ์จะต่างกัน งานวิจัยจึงได้นำมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูว่าโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม จะให้ค่าดีกว่าโปรแกรม SA หรือไม่ ดังนี้

#### 4.3.1 ค่าผลลัพธ์ทั้งหมดของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม

ค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม GA

Crossover Rate	0.95
Mutation Rate	0.05
จำนวนการวนรอบหาผลลัพธ์	30

ค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม SA

Initial Temperature	5/5
Factor	0.9
Fcount	5
จำนวนครั้งทดสอบ	30

ตารางที่ 4.3 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ของปัญหาจากโปรแกรม GA และโปรแกรม SA

จากข้อมูลพารามิเตอร์ทั้งหมดของโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม และโปรแกรม Simulated Annealing จึงได้นำผลลัพธ์ของโปรแกรมมาเปรียบเทียบ ทั้งนี้ค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ ของโปรแกรม SA ต่างคึงจากงานวิจัยกลุ่มที่ทำการเกี่ยวกับโปรแกรม SA โดยเฉพาะ การดำเนินงานของโปรแกรมเพื่อหาคำตอบสามารถศึกษาได้จากงานวิจัยนั้น โดยการวิจัยนี้ได้เพียงนำเอาผลลัพธ์ของโปรแกรม SA มาเท่านั้นจนการตั้งโจทย์ปัญหา 10 โจทย์เดียวกัน โดยจำนวนครั้งที่ทำการทดสอบเท่ากับ 30 ครั้งเท่ากัน และได้ผลลัพธ์ ดังนี้

- เมตริกซ์ 6x6

ข้อที่ 1

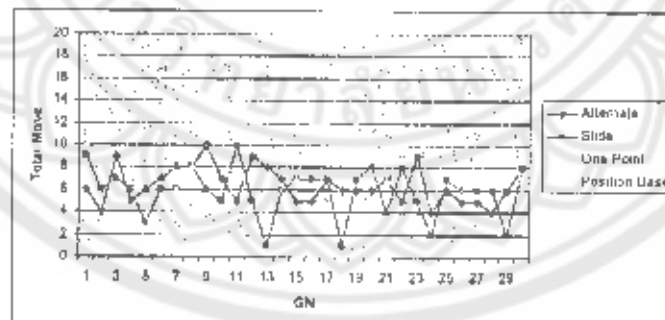
รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA				รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA			
	ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด		ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด			ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด		ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด			ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด		ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด			ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด		ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	5	9	10	13	11	5	10	3	13	21	7	4	7	11					
2	4	5	9	15	12	9	5	11	15	22	5	8	13	13					
3	9	7	13	12	13	6	1	11	12	23	4	5	13	6					
4	5	6	7	7	14	7	6	11	6	24	4	3	3	14					
5	6	3	15	12	15	5	7	7	12	25	5	7	11	12					
6	7	6	15	17	18	5	7	12	15	26	5	6	11	6					
7	9	6	6	10	17	7	7	12	17	27	5	6	7	11					
8	8	8	8	18	19	7	1	16	19	28	4	6	13	13					
9	16	6	9	13	19	6	7	12	16	29	6	2	13	15					
10	7	5	11	6	20	8	8	16	19	30	9	8	6	7					

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 6x6 ข้อที่ 1

จากตารางที่ ตารางที่ 4.4 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ดังนี้

ดัชนี	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด	10	10	19	19
ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด	4	1	3	6
ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด	6.4	5.8	10.9	11.9
ส่วนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	1	1
ส่วนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	3	2	2	4
ค่าความแปรปรวนสูงสุด	0.00	0.03	0.03	0.03
ค่าความแปรปรวนต่ำสุด	0.1	0.07	0.13	0.13

ตารางที่ 4.5 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 1



รูปที่ 4.1 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 6 x 6 โจทย์ที่ 1

จากรูปที่ 4.1 ถ้าดูจากรายการผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ไม่ได้ให้ค่าการเคลื่อนที่น้อยที่สุด ซึ่งโปรแกรม SA สามารถให้ค่าตอบการเคลื่อนที่น้อยที่สุดในข้อนี้ โดยวิธี Slide ของโปรแกรม SA ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

## ข้อที่ 2

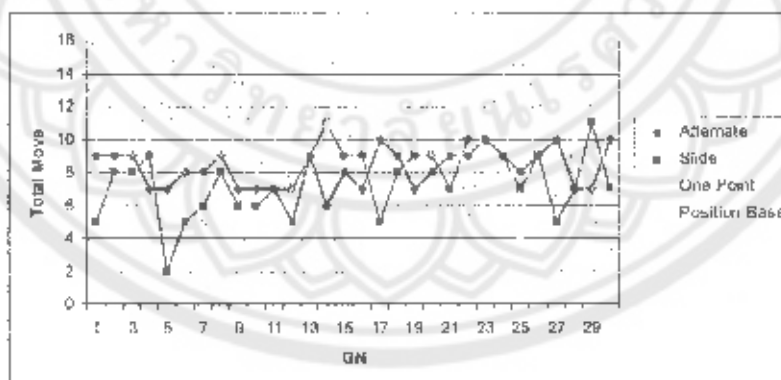
ตาราง 6x6 ข้อที่ 2														
รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA				รอบที่	โปรแกรม SA			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	9	5	8	10	11	7	7	13	10	21	9	7	12	12
2	9	8	8	14	12	5	7	12	7	22	9	11	7	5
3	9	8	11	7	13	9	9	12	8	23	10	11	11	11
4	7	9	13	13	14	6	11	11	11	24	9	9	12	14
5	7	2	11	11	15	8	9	10	13	25	8	7	4	15
6	8	5	11	8	16	7	7	12	5	26	9	9	13	12
7	8	6	9	5	17	10	5	9	8	27	10	5	11	13
8	5	8	12	9	18	9	8	11	7	28	7	7	10	6
9	7	8	9	15	19	7	9	12	10	29	7	11	6	7
10	7	6	12	8	20	6	9	11	9	30	10	7	11	11

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 6x6 ข้อ 2

จากตารางที่ ตารางที่ 4.6 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรมได้ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
การเคลื่อนที่สูงสุด	10	11	13	15
การเคลื่อนที่ต่ำสุด	5	2	4	5
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	8.1	7.6	10.27	9.9
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	4	2	2	2
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	1	1	3
อัตราค่าเคลื่อนที่สูงสุด	0.13	0.07	0.07	0.07
อัตราค่าเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.03	0.03	0.03	0.1

ตารางที่ 4.7 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 2



รูปที่ 4.2 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 6 x 6 โจทย์ที่ 2

จากรูปที่ 4.2 ถ้าดูจากรายการผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ก็ไม่ได้ให้ค่าการเคลื่อนที่น้อยที่สุด ซึ่งโปรแกรม SA สามารถให้คำตอบการเคลื่อนที่น้อยที่สุดในข้อนี้ โดยวิธี Slide ของโปรแกรม SA ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

- เมตริกซ์ 8x10

ข้อที่ 3

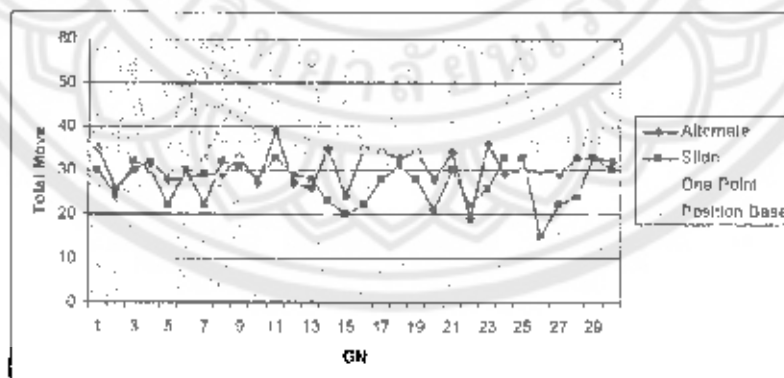
เมตริกซ์ 8x10 ข้อที่ 3														
รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA				รอบที่	โปรแกรม SA			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	36	30	44	35	11	33	33	25	36	21	34	30	26	41
2	28	24	36	36	12	27	29	31	36	22	19	22	33	30
3	30	32	35	56	13	26	26	34	55	23	36	26	43	10
4	32	30	44	30	14	35	23	21	30	24	29	33	36	46
5	28	27	43	39	15	24	27	29	46	25	30	33	30	52
6	28	30	28	52	16	35	22	35	35	26	30	16	31	36
7	29	22	28	33	17	34	29	34	32	27	29	22	34	30
8	29	32	30	41	18	32	31	26	30	28	33	24	26	31
9	33	31	33	46	19	34	29	34	45	29	39	33	21	45
10	27	28	36	37	20	28	21	33	42	30	32	30	34	42

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 8x10 ข้อ 3

จากตารางที่ ตารางที่ 4.8 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรมได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
การเคลื่อนที่สูงสุด	39	33	44	55
การเคลื่อนที่ต่ำสุด	19	15	21	30
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	30.6	27.1	32.47	39
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	2	2
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	1	2	5
อัตราค่าการเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.13	0.07	0.07
อัตราค่าการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.03	0.03	0.07	0.17

ตารางที่ 4.9 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 3



รูปที่ 4.3 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 8 x 10 โจทย์ที่ 3

จากรูปที่ 4.3 ถ้าดูจากกราฟผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ในข้อนี้ ผลลัพธ์ของโปรแกรมยังไม่ได้ให้ค่าที่ดีที่สุด โดยผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเป็นโปรแกรม SA แบบ Slide

## ข้อที่ 4

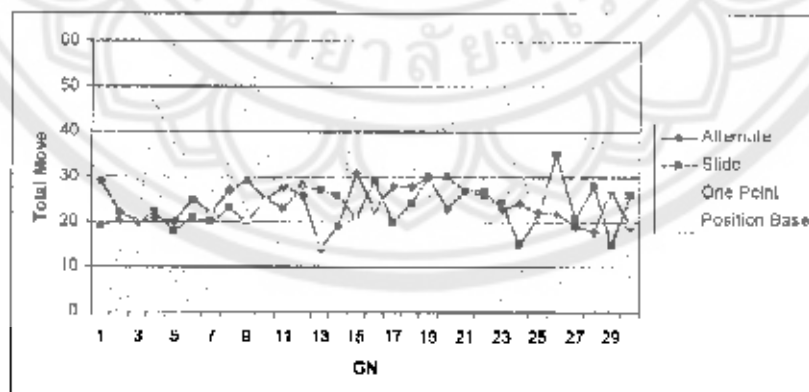
รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA				รอบที่	โปรแกรม SA			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	29	13	52	21	11	28	25	29	21	21	27	27	25	28
2	22	20	37	28	12	26	28	22	28	22	29	26	25	21
3	21	20	28	21	13	14	27	15	29	23	29	24	10	26
4	21	22	24	46	14	19	26	30	21	24	24	15	21	32
5	20	18	31	37	15	31	21	21	46	25	22	21	24	21
6	26	21	29	32	16	23	29	24	23	26	22	35	31	23
7	22	20	22	29	17	28	20	29	31	27	19	21	27	30
8	27	21	18	30	18	29	24	33	32	28	18	28	15	37
9	29	21	21	23	19	30	31	20	26	29	27	15	28	29
10	25	25	25	16	20	23	31	18	46	30	19	26	20	23

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมทริกซ์ 8x10 ข้อ 4

จากตารางที่ ตารางที่ 4.10 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
การเคลื่อนที่สูงสุด	31	35	52	46
การเคลื่อนที่ต่ำสุด	14	15	15	21
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	23.93	23.47	25.63	29.67
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	1	3
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	2	2	6
อัตราการเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.03	0.03	0.1
อัตราการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.03	0.07	0.07	0.2

ตารางที่ 4.11 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 4



รูปที่ 4.4 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 8 x 10 โจทย์ที่ 4

จากรูปที่ 4.4 โปรแกรม GA ยังไม่ได้ค่าที่ดีที่สุด ซึ่งโปรแกรม SA ให้ค่าที่ดีที่สุด โดยวิธี Alternate



- เมตริกซ์ 10x10

ข้อที่ 5

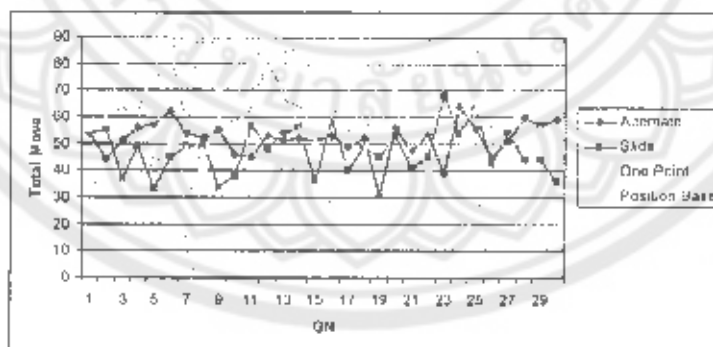
ขนาด 10x10 ข้อที่ 5														
รอบที่	ค่าเฉลี่ยที่คิด				รอบที่	ค่าเฉลี่ยที่คิด				รอบที่	ค่าเฉลี่ยที่คิด			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	54	54	58	58	11	45	57	42	63	21	47	41	57	46
2	44	55	59	60	12	53	48	53	62	22	54	45	41	55
3	51	37	60	64	13	51	54	72	67	23	39	68	48	64
4	56	49	79	64	14	52	56	56	84	24	64	51	47	62
5	57	33	63	79	15	51	36	51	56	25	56	62	63	58
6	62	45	51	65	16	53	63	62	30	26	45	42	75	57
7	64	49	48	57	17	49	41	44	70	27	51	54	71	46
8	52	50	41	46	18	52	49	67	44	28	60	44	51	58
9	55	34	71	60	19	31	45	56	79	29	67	44	55	64
10	46	38	60	58	20	56	50	73	63	30	44	36	43	73

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 10x10 ข้อ 5

จากตารางที่ ตารางที่ 4.12 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
ค่าเฉลี่ยที่สูงสุด	64	68	80	85
ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด	31	33	41	46
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	51.9	47.9	50.53	62.4
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	2	1
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	1	2	3
อัตราการเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.03	0.07	0.03
อัตราการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.03	0.03	0.07	0.1

ตารางที่ 4.13 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 5



รูปที่ 4.5 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 10 x 10 โจทย์ที่ 5

จากรูปที่ 4.5 ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA มีที่ยังไม่ดีที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่เป็นของโปรแกรม SA แบบ Alternate

## ข้อที่ 6

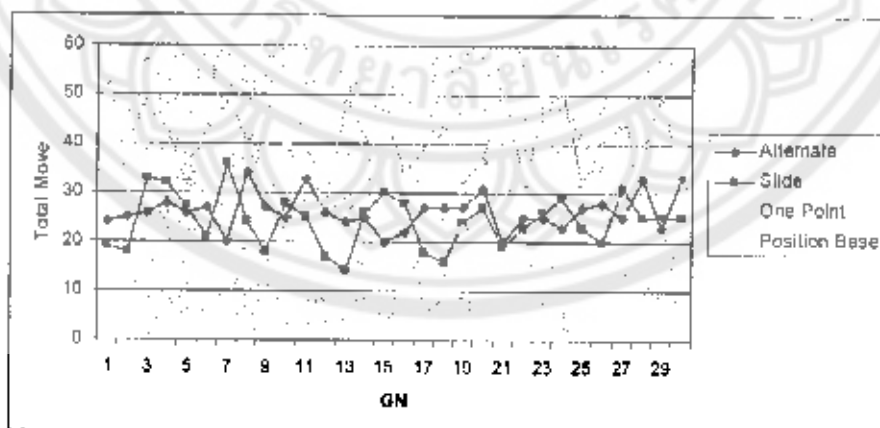
รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA				รอบที่	โปรแกรม SA			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	24	19	51	52	11	33	25	37	34	21	26	19	28	52
2	25	18	29	40	12	26	17	24	28	22	25	23	44	32
3	26	33	42	50	13	24	14	56	49	23	25	26	51	47
4	28	32	37	43	14	25	26	45	41	24	23	29	32	61
5	26	27	56	32	15	20	30	34	46	25	27	23	41	32
6	27	21	55	44	16	22	28	37	34	25	26	20	38	40
7	20	36	45	48	17	27	18	44	29	27	25	31	27	44
8	34	24	54	41	18	27	16	56	43	28	33	25	52	38
9	27	13	37	40	19	27	24	23	32	29	23	25	38	60
10	25	28	40	39	20	31	27	35	37	30	33	25	41	32

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 10x10 ข้อ 6

จากตารางที่ ตารางที่ 4.14 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สูงสุด	34	36	56	52
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ต่ำสุด	20	14	23	28
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	26.2	24.2	41	41.1
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	3	1
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	3	1	1	1
กีดจากการเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.03	0.1	0.03
กีดจากการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.1	0.03	0.03	0.03

ตารางที่ 4.15 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 6



รูปที่ 4.6 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 10 x 10 โจทย์ที่ 6

จากรูปที่ 4.6 ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ไม่ได้ดีที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ของโปรแกรม SA เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดโดยวิธีแบบ Slide

- เมตตริกซ์ 20x20

ข้อที่ 7

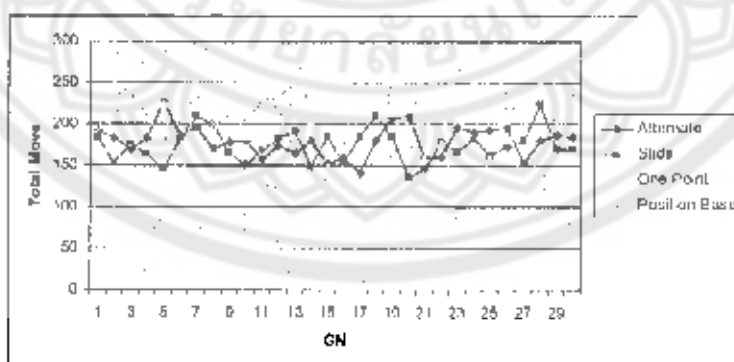
rank	SA				rank	GA				rank	SA			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	191	162	112	193	11	150	174	160	225	21	159	146	159	203
2	103	153	255	249	12	174	132	206	232	22	160	179	176	206
3	159	175	220	236	13	164	191	179	248	23	198	166	116	180
4	137	153	209	211	14	166	148	204	224	24	191	163	127	248
5	227	146	223	180	15	151	165	148	211	25	193	162	157	240
6	185	183	118	208	16	159	153	181	180	26	195	172	213	235
7	195	209	249	215	17	141	165	251	236	27	153	179	118	193
8	170	198	246	199	18	180	211	220	193	28	180	224	171	249
9	178	164	226	206	19	208	184	219	249	29	167	169	123	199
10	179	160	187	204	20	209	135	167	195	30	164	169	132	235

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 20x20 ข้อ 7

จากตารางที่ ตารางที่ 4.16 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
ค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุด	227	224	249	218
ค่าเฉลี่ยที่ต่ำสุด	141	135	112	180
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	179.4	173.8	162.2	215.6
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	1	5
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	1	1	3
อัตราค่าการเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.03	0.03	0.17
อัตราค่าการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.03	0.03	0.03	0.1

ตารางที่ 4.17 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 7



รูปที่ 4.7 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 20 x 20 โจทย์ที่ 7

จากรูปที่ 4.7 ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA โดยวิธี One Point ได้ค่าที่ดีที่สุด คือได้ค่าการเคลื่อนที่น้อยที่สุด ซึ่งดีกว่าของ SA

ข้อที่ 8

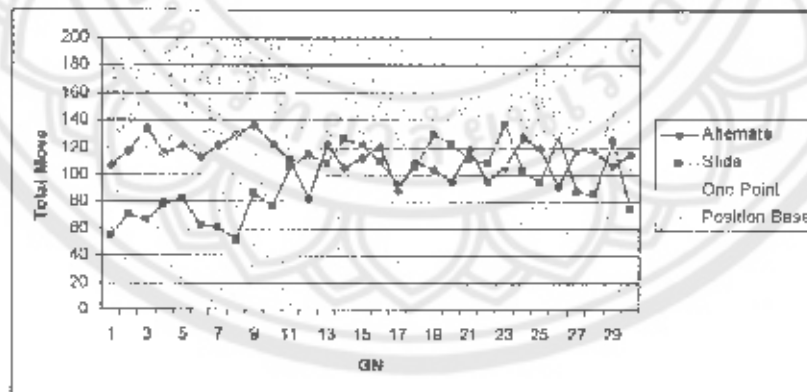
รอบที่	ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ย				รอบที่	ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ย				รอบที่	ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ย			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	107	56	127	124	11	111	106	162	174	21	119	112	170	156
2	118	71	102	141	12	82	115	134	141	22	95	109	132	131
3	134	87	108	122	13	123	109	129	132	23	106	117	109	114
4	116	78	130	114	14	105	136	139	114	24	127	103	172	132
5	122	82	113	155	15	113	122	174	130	25	129	94	112	155
6	113	83	132	132	16	121	110	134	155	26	91	120	131	120
7	122	81	140	131	17	88	92	110	126	27	119	87	123	131
8	129	52	196	128	18	110	106	136	114	28	117	85	134	114
9	131	65	166	115	19	134	123	172	124	29	107	125	116	144
10	123	76	147	144	20	95	125	166	112	30	115	75	162	124

ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 20x20 ข้อที่ 8

จากตารางที่ ตารางที่ 4.18 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
การเคลื่อนที่สูงสุด	136	137	192	155
การเคลื่อนที่ต่ำสุด	82	52	109	114
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	112.9	96.1	140.3	130.9
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	1	4
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	1	2	5
อัตราการเคลื่อนที่สูงสุด	0.93	0.03	0.03	0.13
อัตราการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.63	0.03	0.07	0.17

ตารางที่ 4.19 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 8



รูปที่ 4.8 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 20 x 20 โจทย์ที่ 8

จากรูป 4.8 ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ไม่ได้ให้ค่าที่ดีที่สุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเป็นของโปรแกรม SA แบบ Slide

- เมตริกซ์ 24x26

### ข้อที่ 9

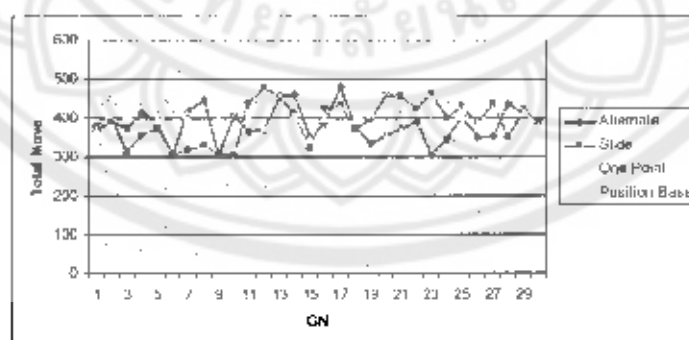
ขนาด 24x26 ข้อที่ 9														
รอบที่	กลุ่มเบสที่ GA				รอบที่	กลุ่มเบสที่ GA				รอบที่	กลุ่มเบสที่ GA			
	SA		GA			SA		GA			SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base		Alternate	Slide	One Point	Position Base
1	388	383	388	419	11	364	400	401	419	21	370	456	378	411
2	392	402	412	455	12	371	477	375	467	22	390	424	371	462
3	374	311	405	422	13	455	455	389	455	23	307	454	338	453
4	414	355	361	407	14	459	409	406	443	24	346	399	366	437
5	389	373	394	470	15	249	323	316	427	25	404	479	406	422
6	307	307	413	422	16	329	425	400	411	26	360	385	384	411
7	418	319	395	411	17	479	436	376	426	27	354	436	422	466
8	447	330	352	418	18	300	371	355	418	28	436	360	412	470
9	307	308	306	465	19	335	338	412	435	29	418	421	418	418
10	406	305	361	413	20	352	480	362	455	30	324	388	378	437

ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 24x26 ข้อ 9

จากตารางที่ ตารางที่ 4.19 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่สูงสุด	479	477	422	470
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ต่ำสุด	307	306	352	411
ค่าเฉลี่ยค่าเคลื่อนที่	383.9	391	388.43	436.4
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	1	2
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	3	1	2	5
สัดส่วนการเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.03	0.03	0.07
สัดส่วนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.1	0.03	0.07	0.17

ตารางที่ 4.21 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 9



รูปที่ 4.9 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 24 x 26 โจทย์ที่ 9

จากรูปที่ 4.9 ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ยังไม่มีผลลัพธ์ที่ดีกว่าผลลัพธ์ของโปรแกรม SA ซึ่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุดอยู่ที่โปรแกรม SA โดยวิธีแบบ Slide

## ข้อที่ 10

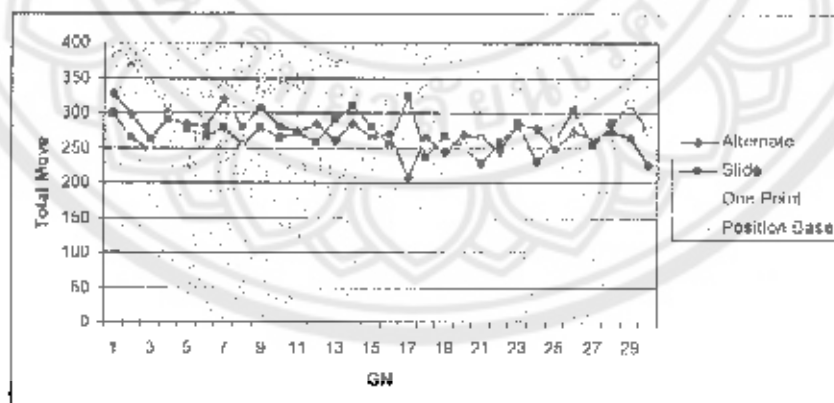
รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA				รอบที่	โปรแกรม SA				รอบที่	โปรแกรม GA			
	Alternate		Slide			One Point		Position Base			Alternate		Slide			One Point		Position Base	
	SA	GA	SA	GA		SA	GA	SA	GA		SA	GA	SA	GA		SA	GA		
1	328	299	244	365	11	272	270	238	339	21	264	227	263	365					
2	239	264	273	371	12	285	259	248	365	22	246	257	293	309					
3	263	246	247	336	13	280	290	244	371	23	285	284	256	339					
4	230	305	272	305	14	296	308	221	252	24	278	229	321	265					
5	264	276	320	217	15	284	280	220	217	25	259	261	253	349					
6	280	266	322	317	16	271	266	246	338	26	273	304	227	271					
7	326	279	336	342	17	208	323	260	309	27	254	263	270	342					
8	281	254	252	263	18	264	237	267	342	28	272	284	262	263					
9	308	279	267	349	19	245	267	305	217	29	266	312	316	349					
10	280	265	227	346	20	268	261	263	371	30	226	275	279	338					

ตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรม GA และโปรแกรม SA เมตริกซ์ 24x26 ข้อ 10

จากตารางที่ ตารางที่ 4.21 สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม ได้ ดังนี้

ข้อมูล	SA		GA	
	Alternate	Slide	One Point	Position Base
การเคลื่อนที่สูงสุด	328	323	335	371
การเคลื่อนที่ต่ำสุด	208	227	221	217
ค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่	272.6	272	269.1	319.1
จำนวนการเคลื่อนที่สูงสุด	1	1	1	3
จำนวนการเคลื่อนที่ต่ำสุด	1	1	1	4
อัตราค่าเคลื่อนที่สูงสุด	0.03	0.03	0.03	0.1
อัตราค่าเคลื่อนที่ต่ำสุด	0.03	0.03	0.03	0.13

ตารางที่ 4.23 ผลลัพธ์โดยรวมของโจทย์ข้อที่ 10



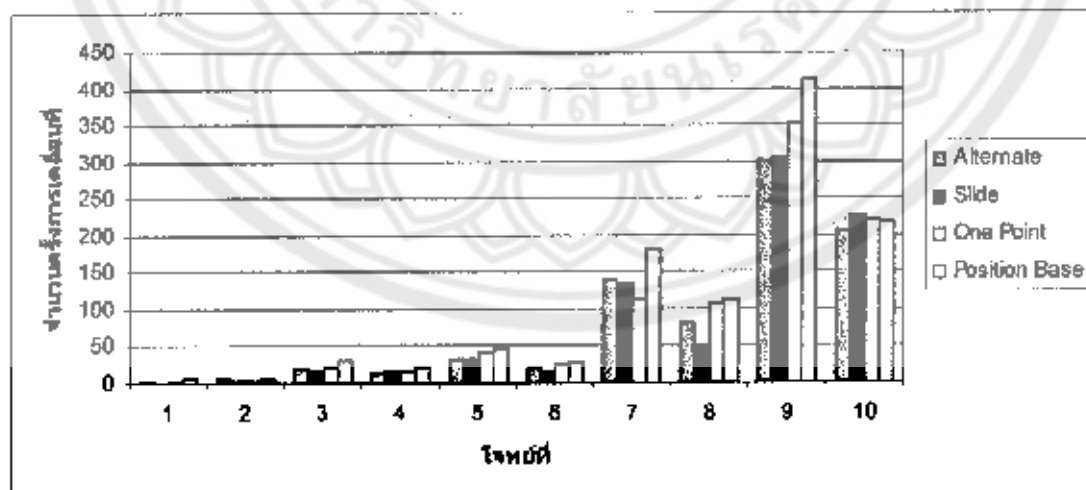
รูปที่ 4.10 การแสดงเปรียบเทียบผลลัพธ์ในปัญหา 24 x 26 โจทย์ที่ 10

จากรูปที่ 4.10 ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ยังไม่ได้ให้ค่าที่ดีที่สุด ซึ่งค่าที่ดีที่สุดเป็นของโปรแกรม SA แบบ Alternate

### 4.3.2 สรุปการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม และโปรแกรม SA

6x6	1	4	1	3	6
	2	5	2	4	5
8x10	3	19	15	21	30
	4	14	15	15	21
10x10	5	31	33	41	46
	6	20	14	23	28
20x20	7	141	135	112	180
	8	82	52	109	114
24x26	9	302	305	352	411
	10	208	227	221	217

ตารางที่ 4.24 การเปรียบเทียบผลที่ดีที่สุดระหว่าง GA และ SA



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลที่ดีที่สุดที่ได้ระหว่าง GA และ SA

จากตารางเปรียบเทียบผลลัพธ์ของปัญหาจากโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม และ สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ได้ระหว่างสองโปรแกรม

ผลลัพธ์ของโปรแกรม GA ให้ค่าผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกับผลลัพธ์ของโปรแกรม SA มากนัก ซึ่งถ้าดูจากอัตราของผลลัพธ์ โปรแกรม GA จะมีผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกับ SA มากนัก แต่เนื่องจากโปรแกรมของเจเนติกอัลกอริทึม กับโปรแกรม SA มีขั้นตอนและรูปแบบในการหาผลลัพธ์ที่ต่างกัน อัตราที่ได้ทำการเปรียบเทียบจึงมีความแตกต่างกันด้วย ซึ่งบางรูปแบบของปัญหาบางโปรแกรม อาจจะมีข้อจำกัดที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบของปัญหา

เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบหาผลลัพธ์ ดังนั้นโปรแกรมจึงมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องกับในการทำงานของโปรแกรม การวิจัยจึงมีการเปรียบเทียบด้านเวลาระหว่างโปรแกรม GA และ โปรแกรม SA ด้วย เพราะฉะนั้นสามารถสรุปเวลาที่ใช้ในการทดสอบในแต่ละปัญหาได้ ดังนี้

ขนาด	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ (min)			
	GA		SA	
	One Point	Position Base	Alternate	Slide
6x6	1.2	1.25	1.24	0.05
8x10	1.6	2.3	2.52	2.35
10x10	3.7	4.5	5.44	4.20
20x20	4.8	5.2	25.35	30.50
24x26	6.2	7.1	81.37	46.48

ตารางที่ 4.25 การเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยของการค้นหาคำตอบโดยวิธี GA และ SA  
หมายเหตุ การค้นหาคำตอบของโปรแกรม GA ได้ถูกกระทำบนคอมพิวเตอร์ประเภท (PC) Intel Pentium 4 Processor 521 MB of RAM

จากตารางที่ 4.25 เป็นการเปรียบเทียบเวลาในการทดสอบโปรแกรมในแต่ละขนาดโจทย์ปัญหา ซึ่งถ้าดูจากเวลาของโปรแกรม GA แล้วจะพบว่าในชนิดของแบบทดสอบเดียวกันโจทย์ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเวลาในการทดสอบหาผลลัพธ์ก็จะมากขึ้นด้วย แต่ถ้าเมื่อเทียบกับเวลาของโปรแกรม GA แต่ชนิดของการทดสอบไม่เหมือนกันจะพบว่า แบบชนิดของ Position Base จะมีเวลาที่น้อยกว่าแบบชนิด One Point และเมื่อเทียบกับเวลาของโปรแกรม SA จะพบว่าปัญหายังมีขนาดใหญ่เวลาของโปรแกรม GA จะมีเวลาน้อยกว่าของโปรแกรม SA อย่างเห็นได้ชัด