บทที่ 6
การทดลองการจัดวางผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ

เนื้อหาในบทนี้เกี่ยวข้องกับการทดลองของปัญหาการจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยแบ่งออกเป็นการทดลองต่างๆ ออกเป็น 5 การทดลอง วัตถุประสงค์หลักของการทำการทดลอง คือทำการปรับปรุงระยะเวลาในการหาคำตอบและคุณภาพของคำตอบของ GAs ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 การทดลองการปรับปรุงประสิทธิภาพในการหาคำตอบของ GAs

การทดลองที่ 1 เป็นการทดลองในการหาคำตอบของปัญหาการจัดผังโรงงานด้วยวิธีฮิวริสติก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากฮิวริสติกและจะนำไปใช้เป็นคำตอบเริ่มต้นให้กับ GAs ต่อไป

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของ GAs วัตถุประสงค์เพื่อ หาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อให้การหาคำตอบเป็นไปอย่างรวดเร็วและได้คำตอบที่ดีหรือใกล้เคียง

การทดลองที่ 3 เป็นการทดลองเปรียบเทียบการครอสโอเวอร์แบบ PMX OX และ CX มีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการครอสโอเวอร์ทั้งสามแบบและหาวิธีการครอสโอเวอร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการการทดลองต่อไป

การทดลองที่ 4 เป็นการทดลองให้คำตอบที่ได้จากฮิวริสติกเริ่มต้นแก่ GAs โดยให้สตริงคำตอบเริ่มต้นเป็นแบบเดียวกัน วัตถุประสงค์เพื่อ ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของ GAs ให้หาคำตอบได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

การทดลองที่ 5 เป็นการทดลองให้คำตอบที่ได้จากฮิวริสติกเริ่มต้นแก่ GAs โดยให้สตริงคำตอบเริ่มต้นที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์เพื่อ ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของ GAs ให้หาคำตอบได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

การทดลองเหล่านี้จำเป็นต้องมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับ GAs ได้แก่

- จำนวนประชากร
- จำนวนประชากรคำตอบเริ่มต้น
- จำนวนเจนเนอเรชั่น
- ค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์
- ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่น

และนอกจากนั้นข้อมูลเบื้องต้นของผังโรงงาน ได้แก่

- จำนวนแผนกหรือสถานีงานทั้งหมด
- ปริมาณการไหลของแต่ละแผนก (จากแผนภูมิจาก -ไป)
- ค่าใช้จ่ายของการไหลในแต่ละแผนก (จากแผนภูมิจาก -ไป)

การทดลองต่างๆมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1: การจัดผังโรงงานโดยใช้ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้วิธีการทางฮิวริสติก

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2	1						2	
1	6				6	2				2
2	1	2		4					2	
3	1	1	4			4	2	3	2	2
4						5	3		2	
5				4	5		4		2	
6				2	2	4			2	
7					3				2	
8	1	1	1	1	1	1	1	1		1
9				2			1	1	2	

รูปที่ 6.1 แผนภูมิจาก-ไป แสดงปริมาณการไหลของปัญหาตัวอย่าง

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2	2						1	
1	3				2	2				2
2	1	1		5						
3	1	1	2			2	2	3	1	1
4						4	3		1	
5				1	3		2		1	
6				4	2	2			1	
7					2				1	
8	1	1	1	1	1	1	1	1		1
9				1			1	2	1	

รูปที่ 6.2 ค่าใช้จ่ายการไหลวัสดุของปัญหาตัวอย่าง

การจัดผังโรงงานด้วยวิธีการทางฮิวริสติก เป็นวิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้นที่ง่าย แม้ว่าคำตอบที่ได้อาจเป็นคำตอบที่ไม่ดีนักแต่ก็สามารถยอมรับได้ วิธีการที่ใช้ในการทดลองนี้คือวิธีการของ

คอนสตรัคชั่นฮิวริสติก และ SDPI โดยใช้ปัญหาจาก Fransis (1992) ดังมีรายละเอียดดังแผนภูมิจาก-ไป ดังรูปที่ 6.1 และ 6.2 และ กำหนดขนาดของผังโรงงานเป็น 2*5 ตารางหน่วย

วัตถุประสงค์

- เปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก คอนสตรัคชั่นฮิวริสติกและ SDPI
- เพื่อให้ได้คำตอบเริ่มต้นสำหรับการจัดผังโรงงานโดยใช้ GAs

วิธีการทดลอง

ดำเนินการหาคำตอบของปัญหาด้วยคอนสตรัคชั่นฮิวริสติก และ SDPI และทำซ้ำ 10 ครั้ง โดยการแปรค่า Seed จำนวน 10 ค่า จาก Pseudo Random Number เพื่อให้ได้คำตอบที่แตกต่างกันไป โดยที่ค่า Seed ที่ได้มาจากตารางการสุ่ม (ศิริจันทร์,2537)

ผลการทดลอง

จากการทดลองหาคำตอบด้วยคอนสตรัคชั่นฮิวริสติก และ SDPI จำนวน 10 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 คำตอบที่ได้จากคอนสตรัคชั่นฮิวริสติก และ SDPI ที่มีค่า Seed ต่างกัน

อันดับ	Seed number	Improvement Heuristic Solution	ค่าใช้จ่าย	Construction Heuristic Solution	ค่าใช้จ่าย
1	1	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	282.416	[1 7 9 5 6 4 0 8 2 3]	403.658
2	3513	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	285.916	[0 5 6 7 4 2 1 3 9 8]	405.216
3	2883	[0 1 5 4 7 2 3 6 8 9]	286.073	[3 5 9 2 6 8 4 7 1 0]	436.17
4	5675	[2 3 5 4 1 7 8 6 9 0]	281.523	[0 7 9 6 5 1 8 3 4 2]	364.168
5	8101	[0 1 4 5 6 9 8 7 3 2]	289.03	[3 5 8 1 0 9 2 7 4 6]	395.58
6	7526	[8 6 3 2 9 7 4 5 1 0]	285.153	[5 2 3 6 7 8 0 1 9 4]	434.344
7	5765	[2 3 6 9 0 7 8 5 4 1]	286.015	[4 2 8 0 1 6 7 9 5 3]	501.626
8	2251	[0 8 6 2 9 1 4 5 3 7]	293.224	[9 8 2 3 4 7 6 0 5 1]	381.202
9	4334	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	282.416	[1 4 0 9 7 3 2 8 6 5]	465.41
10	4112	[6 5 4 1 0 2 3 7 8 9]	281.523	[6 4 1 9 0 3 5 7 2 8]	357.6
11	5664	[4 5 1 0 9 7 6 3 2 8]	293.813	[4 9 3 2 6 1 0 5 7 8]	393.36

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า SDPI สามารถหาคำตอบได้ดีกว่าคอนสตรัคชั่นฮิวริสติก เนื่องจากคำตอบของวิธีการคอนสตรัคชั่นฮิวริสติกขึ้นอยู่กับค่าสุ่มเป็นอย่างมาก เนื่องจากค่าสุ่มเป็นการกำหนดลำดับของแต่ละแผนกที่จะจัดวางก่อนหลัง และตำแหน่งการวางของแผนกที่เพิ่มเข้ามามักจะอยู่ชิดกันทำให้เพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายสำหรับทุกแผนกที่จัดไปแล้วน้อยที่สุด แต่ในความ

เป็นจริงแล้วในบางแผนกอาจต้องอยู่ห่างจากกันจึงเกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมน้อยที่สุดเมื่อจัดวางทุกแผนกครบแล้ว

การทดลองที่ 2: การศึกษาเบื้องต้น (Pilot study) ในการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานด้วย GAs

Lawrence (1985) กล่าวว่า การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของ GAs เป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจากเป็นตัวกำหนดความล้มเหลวหรือความสำเร็จในการหาคำตอบของ GAs และในอดีตยังไม่มีนักวิจัยที่ทำการศึกษาเรื่องการกำหนดค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ที่เหมาะสมสำหรับปัญหาทั่วไป ดังนั้นในการทำงานวิจัยฉบับนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาเบื้องต้นเพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว

วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่ทำให้การหาคำตอบเป็นไปอย่างรวดเร็วและได้คำตอบที่ดีหรือใกล้เคียงกับคำตอบที่ดี

วิธีการทดลอง

การดำเนินการทดลองเบื้องต้นในงานวิจัยนี้จะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้นก่อนแล้วทำการแปรค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยกำหนดให้คาพารามิเตอร์อื่นๆคงที่ การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมมีวิธีการอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

1 แปรค่าพารามิเตอร์ของจำนวนประชากร (*pop*) โดยค่าพารามิเตอร์อื่นคงที่ เพื่อหาจำนวน *pop* ที่เหมาะสม

2 แปรค่าพารามิเตอร์ของจำนวนเจนเนอเรชั่น (*gen*) โดยจำนวน *pop* เป็นไปตามขั้นตอนที่ 1 ค่าพารามิเตอร์อื่นคงที่ เพื่อหาจำนวน *gen* ที่เหมาะสม

3 แปรค่าพารามิเตอร์ของการมิวเตชั่น (p_m) โดยจำนวน *pop* เป็นไปตามขั้นตอนที่ 1 จำนวน *gen* เป็นไปตามขั้นตอนที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ของการมิวเตชั่น p_m ที่เหมาะสม

4 แปรค่าพารามิเตอร์ของการครอสโอเวอร์ (pC_{PMX}, pC_{OX}, pC_{CX}) โดยจำนวน *pop* เป็นไปตามขั้นตอนที่ 1 จำนวน *gen* เป็นไปตามขั้นตอนที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ของการมิวเตชั่น p_m เป็นไปตามขั้นตอนที่ 3 เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ของการครอสโอเวอร์ (pC_{PMX}, pC_{OX}, pC_{CX}) ที่เหมาะสม

ขั้นตอนของการทำการศึกษาเบื้องต้นมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาค่าจำนวนประชากร (*pop*) ที่เหมาะสม โดยการแปรค่าพารามิเตอร์ของประชากรเป็น 10, 30, 50, 70, 90, 110 และกำหนดพารามิเตอร์ของจำนวนเจนเนอเรชั่น (*gen*)

เป็น 6000 เพื่อให้แน่ใจว่า GAs สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดและเร็วที่สุด กำหนดค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์แบบ PMX (pC_{PMX}) เป็น 0.8 (Suresh และคณะ, 1995) และกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชั่น (p_m) เป็น 0.1 เนื่องจากการมิวเตชั่นมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยครั้ง (Goldberg, 1989)

ตารางที่ 6.2 การแปรค่าจำนวนประชากรเพื่อทำการศึกษาเบื้องต้น

pop	*gen*	pC_{PMX}	p_m	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
10	6,000	0.8	0.1	280.8501	55.03061	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5736	363.098	379.81
30	6,000	0.8	0.1	282.4163	59.84413	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	15	2.739	1095.7
50	6,000	0.8	0.1	282.4163	51.94676	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	1319	398.419	1,812.37
70	6,000	0.8	0.1	280.8501	46.12251	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1310	552.294	2,529.59
100	6,000	0.8	0.1	280.8501	45.71724	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	3,987	2159.917	3,250.44
110	6,000	0.8	0.1	280.8501	52.89749	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	1042	689.269	3968.92

จากตารางที่ 6.2 คอลัมน์แรกหมายถึง จำนวน *pop* ในเมทติ้งพูล โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงระหว่าง 10, 30, 50, 70, 100 และ 110 คอลัมน์ที่สอง หมายถึง จำนวน *gen* ในการทดลองโดยกำหนดเป็นค่าคงที่ 6,000 เจนเนอเรชั่น คอลัมน์ที่สาม หมายถึงค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์แบบ PMX (pC_{PMX}) โดยมีค่าความน่าจะเป็นมีค่าคงที่เท่ากับ 0.8 คอลัมน์ที่สี่ หมายถึงค่าความน่าจะเป็นของมิวเตชั่น (p_m) โดยมีค่าความน่าจะเป็นคงที่เท่ากับ 0.1 คอลัมน์ที่ห้า คือคำตอบค่าใช้จ่ายของการจัดผังโรงงานที่เกิดจากจากพารามิเตอร์ในแถวนั้นๆ คอลัมน์ที่หกคือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคำตอบในเจนเนอเรชั่นสุดท้าย คคลัมน์ที่เจ็ดคือสตริงคำตอบของการจัดผังโรงงาน คอลัมน์ที่แปดคือ เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบของค่าใช้จ่ายสุดท้าย คอลัมน์ที่เก้าคือเวลาที่ใช้ในการคำนวณตั้งแต่เริ่มคำนวณจนถึงคำตอบสุดท้าย คอลัมน์สุดท้ายเป็นเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการคำนวณ เมื่อจำนวนประชากรมากขึ้นเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการคำนวณก็ยิ่งมากขึ้น

จากการทดลอง เลือก *pop* เท่ากับ 10 เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไปเนื่องจากถ้าเลือก *pop* เท่ากับ 30 จะทำให้การลู่เข้าหาคำตอบเร็วเกินไป และถ้าประชากรมากขึ้นก็จะใช้เวลามากขึ้น

ตารางที่ 6.3 การแปรค่าจำนวนเจนเนอเรชั่นเพื่อทำการศึกษาเบื้องต้น

gen	*pop*	pC_{PMX}	p_m	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
6000	10	0.8	0.1	280.8501	55.03061	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5736	363.519	380.25
10,000	10	0.8	0.1	280.8501	50.70303	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5736	363.135	633.08
30,000	10	0.8	0.1	280.8501	52.40168	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5736	363.299	1900.1
80,000	10	0.8	0.1	280.8501	41.61944	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5736	363.024	3797.32

ขั้นตอนที่ 2 หาจำนวนเจนเนอเรชั่นที่เหมาะสม โดยการแปรค่าพารามิเตอร์ของจำนวนเจนเนอเรชั่น เป็น 6,000, 10,000, 30,000 และ 60,000 เปลี่ยนค่า *gen* โดยที่พารามิเตอร์อื่นคงที่ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของประชากรที่ดีจากข้อ 1 และค่าพารามิเตอร์อื่นๆตามข้อ 1

จากตารางที่ 6.3 คอลัมน์แรกหมายถึงจำนวน *gen* ในการทดลอง โดยเริ่มต้นจาก 6,000, 10,000, 30,000 และ 60,000 โดยที่ค่า *pop* คงที่เป็น 10 ค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์แบบ PMX เป็น 0.8 และ ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่นเป็น 0.1 จะเห็นได้ว่าคำตอบที่พบมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดเป็น 280.8501 ทั้งหมด แต่ถ้าเลือก *gen* เป็น 60,000 จะทำให้เวลาที่ใช้มากเกินไป และคำตอบเริ่มคงที่เมื่อ *gen* ที่ 5736 จากการทดลองเลือก *gen* ที่ใช้ในการทดลองต่อไปเป็น 10,000 โดยเผื่อ *gen* ไว้เป็นสองเท่าของ *gen* ที่พบคำตอบคงที่

ขั้นตอนที่ 3 หาค่ามิวเตชั่นที่เหมาะสม โดยการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของการมิวเตชั่นเป็น 0.001, 0.01, 0.02,....1.0 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของจำนวนประชากรและจำนวนเจนเนอเรชั่นใน ขั้นตอนที่ 1 และ 2 และให้ค่าพารามิเตอร์อื่นๆตามขั้นตอนที่ 1

ตารางที่ 6.4 การแปรค่าการมิวเตชั่นเพื่อทำการศึกษาเบื้องต้น

p_m	*pop*	*gen*	pC_{PMX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
0.001	10	10,000	0.8	287.8068	0.000019	[4581076329]	662	41.902	632.96
0.01	10	10,000	0.8	287.8068	1.496079	[4581076329]	62	3.922	632.63
0.1	10	10,000	0.8	280.8501	50.70303	[2358976410]	5736	363.221	633.23
0.2	10	10,000	0.8	280.8501	79.11753	[2358976410]	291	18.445	633.84
0.3	10	10,000	0.8	280.8501	61.90461	[7641023589]	2923	185.464	634.5
0.4	10	10,000	0.8	280.8501	76.61547	[0146798532]	2,123	134.622	634.11
0.5	10	10,000	0.8	280.8501	68.0432	[7641023589]	877	55.708	635.21
0.6	10	10,000	0.8	280.8501	51.19519	[2358976410]	4,818	305.702	634.5
0.7	10	10,000	0.8	282.4163	59.73862	[1487905632]	2,101	133.516	635.49
0.8	10	10,000	0.8	280.8501	51.69093	[2358976410]	1,104	70.200	635.87
0.9	10	10,000	0.8	282.4163	60.66951	[0563214879]	1,511	96.006	635.38
1	10	10,000	0.8	280.8501	66.67767	[2358976410]	302	19.187	635.32

จากการทดลองตารางที่ 6.4 ค่าความน่าจะเป็นของมิวเตชั่นเป็น 0.001, 0.01,...,1 เลือกใช้ค่า *pop* เป็น 10 จากการทดลองขั้นตอนแรกและ *gen* เป็น 10,000 จากการทดลองขั้นตอนที่สอง ส่วนค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์เป็น 0.8 การเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของการมิวเตชั่นนี้มีผลทำให้คำตอบบางคำตอบเริ่มมีค่ามากขึ้น แสดงให้เห็นว่าการที่ให้ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่นน้อยจนเกินไปทำให้การลู่เข้าหาคำตอบเป็นไปอย่างช้าๆ ค่าความน่าจะเป็นที่ทำให้การลู่เข้าหาคำตอบเป็นไปอย่างรวดเร็วคือค่าเป็น 0.2 ดังนั้นจึงเลือกค่าความน่าจะเป็นของการมิว

เตชั่นเป็น 0.2 ในการทดลองต่อไป ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่นเป็น 0.01ได้ค่าใช้จ่ายเป็น 287.8068 ถึงแม้ว่าพบคำตอบเมื่อ *gen* เป็น 62

ขั้นตอนที่ 4 หาค่าการเปลี่ยนค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ที่เหมาะสม โดยการแปรค่าพารามิเตอร์ของการครอสโอเวอร์ pC_{PMX}, pC_{OX}, และ pC_{CX} จาก 0.1, 0.2....1.0 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ของจำนวนประชากร จำนวนเจนเนอเรชั่น ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่นจากการทดลองที่ผ่านมาคือค่า *pop* เป็น 10, *gen* เป็น 10,000 ค่าความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่นเป็น 0.2 ถ้าค่าพารามิเตอร์ของการครอสโอเวอร์เป็นศูนย์ เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบคือ 1039 ดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 การกำหนดค่าการครอสโอเวอร์เป็นศูนย์ในการศึกษาเบื้องต้น

pC	*pop*	*gen*	p_m	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
0	10	10,000	0.2	280.8501	46.06716	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1039	50.260	483.73

ตารางที่ 6.6 การแปรค่าของการครอสโอเวอร์แบบ PMX ในการทำการศึกษาเบื้องต้น

pC_{PMX}	*pop*	*gen*	p_m	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
0.1	10	10,000	0.2	280.8501	53.00595	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2611	164.851	631.37
0.2	10	10,000	0.2	280.8501	53.80364	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	465	29.374	631.7
0.3	10	10,000	0.2	280.8501	45.88391	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	147	9.289	631.92
0.4	10	10,000	0.2	280.8501	53.70017	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	114	[illegible]	633.01
0.5	10	10,000	0.2	282.4163	49.76845	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	160	10.121	632.57
0.6	10	10,000	0.2	280.8501	74.87845	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	1632	103.317	633.07
0.7	10	10,000	0.2	282.4163	51.41187	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	1445	92.026	636.86
0.8	10	10,000	0.2	280.8501	79.11753	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	291	18.454	634.17
0.9	10	10,000	0.2	280.8501	42.82467	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	6208	393.792	634.33
1	10	10,000	0.2	280.8501	53.19319	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1190	75.539	634.78

จากการทดลองในตารางที่ 6.6 ทำการเปลี่ยนแปลงค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์แบบ PMX เป็น 0.1 จนถึง 1 พบว่าค่า PMX ที่ทำให้ลู่เข้าหาคำตอบเร็วที่สุดคือ 0.4 โดยพบคำตอบในเจนเนอเรชั่นที่ 114 เลือกค่า PMX เป็น 0.4 ในการทดลองครั้งต่อไป

จากการทดลองในตารางที่ 6.7 การเปลี่ยนแปลงค่า OX เป็น 0.1 จนถึง 1 พบว่าค่า OX ที่ทำให้ลู่เข้าหาคำตอบเร็วที่สุดคือ 0.1 โดยพบคำตอบในเจนเนอเรชั่นที่ 139 หมายความว่าโอเปอร์เรเตอร์ OX มีผลในการเปลี่ยนแปลงเจนเนอเรชั่นน้อย เลือกค่า OX เป็น 0.1 ในการทดลองครั้งต่อไป

จากการทดลองในตารางที่ 6.8 ทำการเปลี่ยนแปลงค่า CX เป็น 0.1 จนถึง 1 พบว่าค่า CX ที่ทำให้ลู่เข้าหาคำตอบเร็วที่สุดคือ 0.6 โดยพบคำตอบในเจนเนอเรชั่นที่ 69 เลือกค่า CX เป็น 0.6 ในการทดลองครั้งต่อไป

ตารางที่ 6.7 การแปรค่าการครอสโอเวอร์แบบ OX ในการทำการศึกษาเบื้องต้น

pC_{OX}	*pop*	*gen*	p_m	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
0.1	10	10,000	0.2	280.8501	48.21732	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	139	8.809	633.73
0.2	10	10,000	0.2	282.4163	80.88119	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	1,446	91.678	634.01
0.3	10	10,000	0.2	280.8501	55.98266	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	2716	172.360	634.61
0.4	10	10,000	0.2	280.8501	64.56666	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1429	90.787	635.32
0.5	10	10,000	0.2	280.8501	52.23128	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	5320	338.432	636.15
0.6	10	10,000	0.2	280.8501	61.72167	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	3,925	249.799	636.43
0.7	10	10,000	0.2	280.8501	50.65579	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	311	19.823	637.41
0.8	10	10,000	0.2	281.523	69.51635	[0 1 4 5 6 9 8 7 3 2]	9,653	615.610	637.74
0.9	10	10,000	0.2	281.523	58.84507	[2 3 7 8 9 6 5 4 1 0]	3942	251.251	637.37
1	10	10,000	0.2	282.4163	53.17556	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	5,789	369.541	638.35

ตารางที่ 6.8 การแปรค่าการครอสโอเวอร์แบบ CX ในการทำการศึกษาเบื้องต้น

pC_{CX}	*pop*	*gen*	p_m	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
0.1	10	10,000	0.2	280.8501	53.00417	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	273	17.230	631.15
0.2	10	10,000	0.2	282.4163	51.14973	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	3,839	242.844	632.57
0.3	10	10,000	0.2	280.8501	56.10605	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	136	8.598	632.24
0.4	10	10,000	0.2	282.4163	51.14973	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	3839	242.575	631.87
0.5	10	10,000	0.2	280.8501	50.44117	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	210	13.264	631.64
0.6	10	10,000	0.2	280.8501	58.98235	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	69	[illegible]	632.9
0.7	10	10,000	0.2	280.8501	55.03341	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1431	90.459	632.14
0.8	10	10,000	0.2	280.8501	81.51704	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1,117	70.756	633.45
0.9	10	10,000	0.2	280.8501	61.24121	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	267	16.928	634
1	10	10,000	0.2	282.4163	49.3755	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	1,491	94.571	634.28

จะเห็นได้ว่า ค่า CX เป็น 0.6 ทำให้พบคำตอบได้เร็วที่สุดเป็น 69 อันดับที่สอง PMX เป็น 0.4 โดยพบคำตอบในเจนเนอเรชั่นที่114 และอันดับสุดท้าย คือ OX ที่ 0.1 โดยพบคำตอบในเจนเนอเรชั่นที่ 139

ผลการทดลอง

ค่าพารามิเตอร์ที่จะนำไปใช้ในการทดลองที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นเป็นดังต่อไปนี้

จำนวนประชากร (*pop*) = 10

จำนวนเจนเนอเรชั่น (*gen*) = 10000

pC_{PMX}	=	0.4
pC_{OX}	=	0.1
pC_{CX}	=	0.6
p_m	=	0.2
จำนวนขอบเขตของการค้นหา	=	10!(3,628,800 วิธี)
อัตราส่วนในการค้นหา	=	(10*10000)/10! = 0.027

ขอบเขตในการค้นหา หมายถึง จำนวนคำตอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ อัตราส่วนในการค้นหา หมายถึง อัตราส่วนระหว่างจำนวนครั้งในการหาคำตอบของ GAs กับจำนวนคำตอบทั้งหมดที่เป็นไปได้ ในการทดลองต่อไปเป็นการทดลองเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของ GAs

การทดลองที่ 3: เปรียบเทียบการครอสโอเวอร์แบบ PMX แบบ OX และแบบ CX

การทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบลักษณะการลู่เข้าหาคำตอบของวิธีการครอสโอเวอร์ทั้ง 3 วิธีคือ การครอสโอเวอร์แบบ PMX แบบ OX และแบบ CX

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการครอสโอเวอร์ทั้ง 3 แบบ และหาวิธีการครอสโอเวอร์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

วิธีการทดลอง

นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้น (pop, pC_{PMX}, pC_{OX}, pC_{CX}, p_m) มาเปลี่ยนแปลงให้ค่าอยู่ในขอบเขตใกล้เคียงกับที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้น โดยพารามิเตอร์ของจำนวน pop เป็น 5, 10, 15 ค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ pC_{PMX} เป็น 0.33, 0.36, 0.4, 0.43, และ 0.46 แบบ pC_{OX} เป็น 0.03, 0.06, 0.1, 0.13, และ 0.16 pC_{CX} เป็น 0.54, 0.57, 0.6, 0.63, 0.66, และความน่าจะเป็นของการมิวเตชั่น p_m เป็น 0.15, 0.2, 0.25 ดังนั้นจำนวนการทดลองทั้งหมดในแต่ละระดับความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ในแต่ละประเภทคือ 3*5*3 ($pop.pC.p_m$)หรือ 45 การทดลอง กำหนดให้จำนวนเจนเนอเรชั่นในการทดลองทุกครั้งมีค่าคงที่เท่ากับ 10000 เหตุผลประการหนึ่งในการทำการทดลองเช่นนี้มาจากการที่ GAs มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์เป็นอย่างมาก ดังนั้นการทำการทดลองลักษณะนี้จะทำให้ทราบถึงความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของ GAs และยังสามารถหาตัวแทนคำตอบที่ดีของ GAs ได้อีกจากค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นนำมา ทำให้คำตอบเกิดความเปลี่ยนแปลงโดยการแปรค่า ซึ่งมีรายละเอียดของการทดลองดังตารางที่ 6.9, 6.10 และ 6.11

ตารางที่ 6.9 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ PMX

ลำดับ	*pop*	p_m	pC_{PMX}	ค่าใช้จ่าย	STD	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	5	0.15	0.33	280.8501	36.26086	[9853201467]	658	22.194	337.29
2	5	0.15	0.36	280.8501	55.62752	[9853201467]	3468	116.993	337.35
3	5	0.15	0.4	282.4163	71.14417	[9784123650]	550	18.545	337.19
4	5	0.15	0.43	282.4163	35.66676	[1487905632]	432	14.581	337.52
5	5	0.15	0.46	280.8501	44.07208	[9853201467]	3380	113.987	337.24
6	5	0.2	0.33	282.4163	77.31193	[1487905632]	240	8.090	337.07
7	5	0.2	0.36	282.4163	55.79127	[9784123650]	190	6.463	340.16
8	5	0.2	0.4	280.8501	38.39642	[7641023589]	2216	74.794	337.52
9	5	0.2	0.43	282.4163	54.94379	[0563214879]	378	12.764	337.68
10	5	0.2	0.46	282.4163	43.73044	[0563214879]	324	10.943	337.74
11	5	0.25	0.33	282.4163	61.90059	[0563214879]	427	14.398	337.19
12	5	0.25	0.36	280.8501	68.56515	[0146798532]	1231	41.576	337.74
13	5	0.25	0.4	280.8501	66.86535	[7641023589]	1019	34.382	337.41
14	5	0.25	0.43	282.4163	46.37728	[0563214879]	156	5.292	339.22
15	5	0.25	0.46	282.4163	53.51035	[2365097841]	2111	71.320	337.85
16	10	0.15	0.33	282.4163	50.1745	[2365097841]	177	11.217	633.73
17	10	0.15	0.36	280.8501	60.94758	[0146798532]	206	13.073	634.61
18	10	0.15	0.4	280.8501	50.11549	[7641023589]	8121	515.903	635.27
19	10	0.15	0.43	280.8501	69.66884	[9853201467]	297	18.840	634.34
20	10	0.15	0.46	280.8501	63.93857	[9853201467]	203	12.898	635.38
21	10	0.2	0.33	280.8501	63.57348	[7641023589]	157	9.968	634.89
22	10	0.2	0.36	280.8501	61.69822	[9853201467]	825	52.382	634.93
23	10	0.2	0.4	280.8501	53.70017	[7641023589]	114	7.245	635.49
24	10	0.2	0.43	282.4163	45.99373	[1487905632]	582	36.934	634.61
25	10	0.2	0.46	282.4163	55.49733	[2365097841]	90	5.717	635.22
26	10	0.25	0.33	280.8501	51.2302	[7641023589]	637	40.439	634.83
27	10	0.25	0.36	280.8501	53.77105	[2358976410]	180	11.427	634.83
28	10	0.25	0.4	282.4163	65.30769	[2365097841]	3511	223.043	635.27
29	10	0.25	0.43	280.8501	56.84577	[9853201467]	2176	138.115	634.72
30	10	0.25	0.46	282.4163	44.50694	[2365097841]	2512	159.675	635.65
31	15	0.15	0.33	280.8501	52.74281	[9853201467]	37	3.453	933.13
32	15	0.15	0.36	280.8501	50.52462	[2358976410]	2393	223.351	933.35
33	15	0.15	0.4	280.8501	43.89136	[7641023589]	1518	141.724	933.62
34	15	0.15	0.43	282.4163	54.92238	[1487905632]	1227	114.010	929.18
35	15	0.15	0.46	280.8501	43.48761	[7641023589]	1433	133.199	929.51
36	15	0.2	0.33	280.8501	39.27698	[7641023589]	3717	345.291	928.95
37	15	0.2	0.36	280.8501	36.78114	[0146798532]	8270	768.564	929.34
38	15	0.2	0.4	280.8501	56.43729	[9853201467]	562	52.541	934.89
39	15	0.2	0.43	282.4163	69.29076	[2365097841]	822	76.427	929.77
40	15	0.2	0.46	280.8501	56.75553	[0146798532]	2500	232.580	930.32
41	15	0.25	0.33	282.4163	58.78512	[0563214879]	714	66.446	930.61
42	15	0.25	0.36	280.8501	56.04215	[0146798532]	6574	614.741	935.11
43	15	0.25	0.4	280.8501	66.88241	[9853201467]	7569	704.333	930.55
44	15	0.25	0.43	280.8501	51.046	[0146798532]	1880	174.923	930.44
45	15	0.25	0.46	280.8501	66.256	[0146798532]	5025	467.576	930.5

ตารางที่ 6.10 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ OX

ลำดับ	*pop*	p_m	pC_{OX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	5	0.15	0.03	282.4163	76.32492	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	374	12.602	336.96
2	5	0.15	0.06	280.8501	38.17512	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	7673	258.557	336.97
3	5	0.15	0.1	280.8501	40.31089	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	314	10.579	336.91
4	5	0.15	0.13	280.8501	55.53906	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	352	11.861	336.97
5	5	0.15	0.16	280.8501	59.1042	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2918	98.518	337.62
6	5	0.2	0.03	280.8501	58.39444	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	1430	48.250	337.41
7	5	0.2	0.06	282.4163	34.54311	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	1406	47.478	337.68
8	5	0.2	0.1	280.8501	54.88866	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	326	11.010	337.73
9	5	0.2	0.13	280.8501	30.63747	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	6935	234.563	338.23
10	5	0.2	0.16	280.8501	64.37244	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	435	14.720	338.4
11	5	0.25	0.03	280.8501	53.71977	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	248	8.394	338.46
12	5	0.25	0.06	282.4163	71.13289	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	3741	126.244	337.46
13	5	0.25	0.1	282.4163	91.04733	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	3370	113.650	337.24
14	5	0.25	0.13	282.4163	48.65656	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	852	28.718	337.07
15	5	0.25	0.16	282.4163	27.73369	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	4816	162.444	337.3
16	10	0.15	0.03	282.4163	46.69509	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	168	10.618	632.02
17	10	0.15	0.06	280.8501	54.52814	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	4551	287.487	631.7
18	10	0.15	0.1	282.4163	48.80571	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	1531	96.730	631.81
19	10	0.15	0.13	280.8501	53.86594	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1479	93.443	631.8
20	10	0.15	0.16	282.4163	51.38509	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	1101	69.616	632.3
21	10	0.2	0.03	282.4163	62.11761	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	1431	90.436	631.98
22	10	0.2	0.06	280.8501	68.68386	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1821	115.062	631.86
23	10	0.2	0.1	280.8501	48.21732	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	139	8.785	632.03
24	10	0.2	0.13	282.4163	54.20299	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	364	23.042	633.01
25	10	0.2	0.16	280.8501	78.44332	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	289	18.278	632.47
26	10	0.25	0.03	280.8501	60.60497	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	3570	225.631	632.02
27	10	0.25	0.06	282.4163	39.18189	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	355	22.435	631.98
28	10	0.25	0.1	280.8501	39.90585	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	633	40.052	632.74
29	10	0.25	0.13	282.4163	62.07106	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	2691	170.195	632.46
30	10	0.25	0.16	280.8501	65.98857	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	7840	496.201	632.91
31	15	0.15	0.03	280.8501	56.73045	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1103	102.397	928.35
32	15	0.15	0.06	280.8501	49.22465	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	4417	410.101	928.46
33	15	0.15	0.1	280.8501	50.6622	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2144	199.122	928.74
34	15	0.15	0.13	280.8501	56.16575	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	695	64.543	928.68
35	15	0.15	0.16	280.8501	57.85804	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	562	52.235	929.44
36	15	0.2	0.03	280.8501	49.54485	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	3699	343.563	928.8
37	15	0.2	0.06	282.4163	55.28483	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	452	42.031	929.89
38	15	0.2	0.1	282.4163	46.96834	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	438	40.705	929.34
39	15	0.2	0.13	280.8501	48.33409	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1169	108.652	929.44
40	15	0.2	0.16	280.8501	48.1852	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	881	81.908	929.72
41	15	0.25	0.03	280.8501	55.03593	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	7192	668.381	929.34
42	15	0.25	0.06	280.8501	69.44252	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	1619	150.470	929.4
43	15	0.25	0.1	282.4163	56.09086	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	160	14.862	928.9
44	15	0.25	0.13	282.4163	44.06063	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	1308	121.529	929.12
45	15	0.25	0.16	280.8501	53.3946	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5252	488.116	929.39

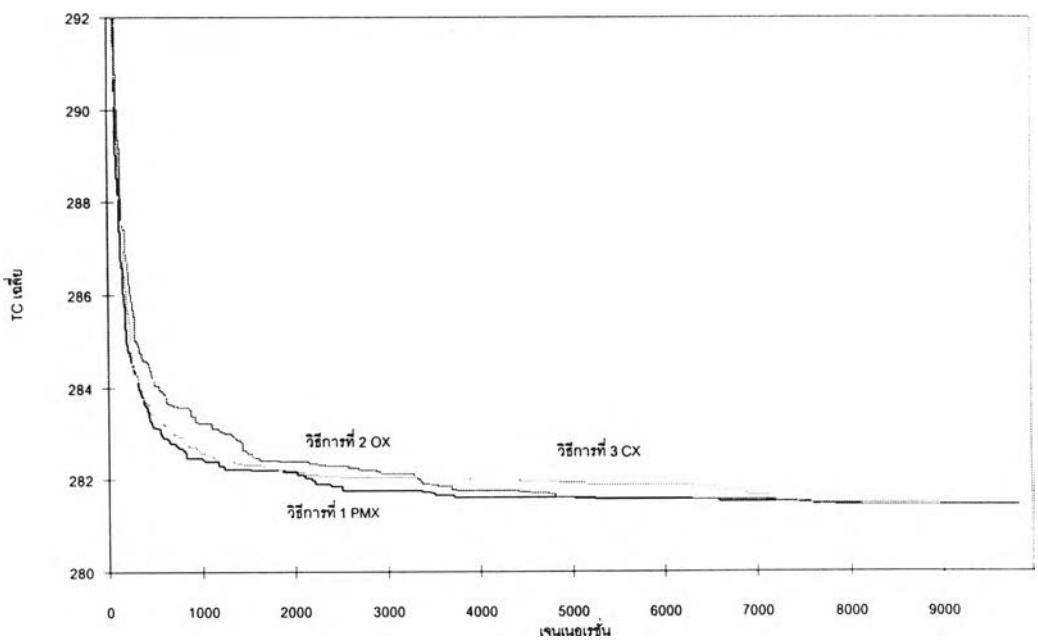
ตารางที่ 6.11 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ CX

ลำดับ	pop	p_m	pC_{CX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	gen ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	5	0.15	0.54	282.4163	56.33592	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	4438	149.791	337.52
2	5	0.15	0.57	282.4163	28.85039	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	788	26.618	337.79
3	5	0.15	0.6	280.8501	58.65116	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	5155	174.332	338.18
4	5	0.15	0.63	280.8501	47.68212	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	595	20.122	338.18
5	5	0.15	0.67	280.8501	42.93242	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	177	5.989	338.34
6	5	0.2	0.54	282.4163	47.92906	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	366	12.387	338.45
7	5	0.2	0.57	280.8501	55.08899	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	382	12.910	337.96
8	5	0.2	0.6	280.8501	38.32949	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	2358	79.781	338.34
9	5	0.2	0.63	280.8501	48.54905	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	152	5.144	338.4
10	5	0.2	0.67	282.4163	59.31968	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	1815	61.490	338.79
11	5	0.25	0.54	280.8501	50.03309	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	257	8.693	338.23
12	5	0.25	0.57	280.8501	52.32814	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	8961	303.330	338.5
13	5	0.25	0.6	280.8501	75.48822	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	7433	251.570	338.45
14	5	0.25	0.63	282.4163	63.30077	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	268	9.081	338.84
15	5	0.25	0.67	280.8501	59.17041	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	150	5.080	338.67
16	10	0.15	0.54	282.4163	56.93931	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	6557	416.474	635.16
17	10	0.15	0.57	280.8501	55.05979	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	6978	442.559	634.22
18	10	0.15	0.6	282.4163	63.3723	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	331	20.987	634.06
19	10	0.15	0.63	280.8501	69.91334	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	678	42.948	633.45
20	10	0.15	0.67	280.8501	39.56161	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	130	8.241	633.95
21	10	0.2	0.54	280.8501	44.62373	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1119	70.828	632.96
22	10	0.2	0.57	280.8501	43.37832	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	31	1.983	639.77
23	10	0.2	0.6	280.8501	58.98235	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	69	4.374	633.95
24	10	0.2	0.63	280.8501	41.74514	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	97	6.147	633.73
25	10	0.2	0.67	282.4163	70.36496	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	163	10.334	634.01
26	10	0.25	0.54	280.8501	46.43773	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1354	85.770	633.46
27	10	0.25	0.57	280.8501	46.39818	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	231	14.654	634.39
28	10	0.25	0.6	282.4163	62.67512	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	78	4.945	633.95
29	10	0.25	0.63	282.4163	67.29886	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	386	24.509	634.94
30	10	0.25	0.67	282.4163	66.5863	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	329	20.870	634.34
31	15	0.15	0.54	282.4163	47.58175	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	363	33.827	931.87
32	15	0.15	0.57	282.4163	53.67356	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	1667	155.241	931.26
33	15	0.15	0.6	280.8501	58.23381	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1372	127.574	929.84
34	15	0.15	0.63	280.8501	50.78821	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1424	132.486	930.38
35	15	0.15	0.67	280.8501	47.98034	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	108	10.046	930.16
36	15	0.2	0.54	282.4163	42.58245	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	255	23.704	929.56
37	15	0.2	0.57	280.8501	41.83176	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	4868	452.909	930.38
38	15	0.2	0.6	280.8501	46.95938	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	562	52.291	930.44
39	15	0.2	0.63	280.8501	64.39156	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1092	101.563	930.06
40	15	0.2	0.67	282.4163	48.88877	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	252	23.453	930.66
41	15	0.25	0.54	280.8501	61.15544	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	1027	95.472	929.62
42	15	0.25	0.57	280.8501	58.92138	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	9856	621.411	630.49
43	15	0.25	0.6	282.4163	54.5669	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	2094	194.924	930.87
44	15	0.25	0.63	282.4163	50.00687	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	239	22.257	931.26
45	15	0.25	0.67	280.8501	61.83562	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	2478	230.670	930.87

ผลการทดลอง

จากงานวิจัยของ Chan และ Tansri (1994) พบว่าการครอสโอเวอร์แบบ PMX จะมีการลู่เข้าหาคำตอบเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ส่วนแบบ OX มีการลู่เข้าหาคำตอบช้าที่สุดและจะสามารถทำงานได้ดีเมื่อมีจำนวนประชากรน้อยๆ สำหรับการครอสโอเวอร์แบบ CX จะมีการลู่เข้าหาคำตอบอย่างรวดเร็วเมื่อมีจำนวนประชากรน้อยๆแต่คำตอบอาจติดอยู่ใน Local Optima ได้ง่าย

จากการทดลองเปรียบเทียบการหาคำตอบของการครอสโอเวอร์ทั้ง 3 วิธี ตามรูปที่ 6.3 ได้ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายสุดท้ายโดยเฉลี่ยมีค่าเป็น 281.44 ที่เจนเนอเรชั่นที่ 10000 (คำตอบที่ดีที่สุดคือ 280.8501) ก็ตามจะพบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบ CX กับ PMX และ OX ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายโดยรวม (Average Total Cost) ของแบบ CX มีค่ามากกว่า PMX และ OX เพียงเล็กน้อยในช่วงประมาณเจนเนอเรชั่นที่ 3000-7000 แต่จากตารางที่ 6.12 พบว่า การครอสโอเวอร์แบบ CX จะให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแบบ PMX และ OX (เจนเนอเรชั่นที่ 2110.5) ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ว่า การครอสโอเวอรแบบ CX โดยเฉลี่ยแล้วทำให้เกิดดารลู่เข้าหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแต่อาจทำให้คำตอบที่ได้นี้ติดอยู่ใน Local Optima ได้ง่าย ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมเฉลี่ยของ CX ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นเพื่อเป็นการคงไว้ซึ่งข้อดีของการครอสโอเวอร์แบบ CX (ลู่เข้าหาคำตอบเร็ว) และปรับปรุงข้อเสียเกี่ยวกับคำตอบที่ติดอยู่ใน Local Optima เป็นระยะเวลานาน ในงานวิจัยนี้จึงเลือกการปรับปรุงการครอสโอเวอร์แบบ CX ในการทดลองต่อไป



รูปที่ 6.3 การเปรียบเทียบคำตอบเฉลี่ยของวิธีการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OX และ CX

ตารางที่ 6.12 เปรียบเทียบเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบค้าตอบของการครอสโอเวอร์แบบ PMX, OXและCX

วิธีการทดลอง	จำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบ
1 การครอสโอเวอร์แบบ PMX	2370.2143
2 การครอสโอเวอร์แบบ OX	2488.7857
3 การครอสโอเวอร์แบบ CX	2110.5

การทดลองที่ 4: เปรียบเทียบความเร็วในการลู่เข้าหาคำตอบเมื่อให้สตริงคำตอบเริ่มต้นจากฮิวริสติกแบบ SDPI และ คอนสตรัคชั่น โดยที่สตริงคำตอบเริ่มต้นมีลักษณะเดียวกันทุกประการแตกต่างกันที่จำนวนที่ใช้

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ GAs สามารถหาคำตอบได้รวดเร็วขึ้น โดยการป้อนสตริงคำตอบเริ่มต้นที่ดีจากฮิวริสติก SDPI และ คอนสตรัคชั่น แก่ประชากรคำตอบเริ่มต้นของ GAs แทนที่จะใช้ประชากรเริ่มต้นเป็นแบบสุ่มทั้งหมด

วิธีการทดลอง หาค่าคำตอบเริ่มต้นที่ดีจาก SDPI และ คอนสตรัคชั่นฮิวริสติก มา 1 คำตอบ จากนั้นนำมาเป็นส่วนหนึ่งของคำตอบเริ่มต้นของ GAs หมายความว่าถ้ากำหนดให้จำนวนประชากรทั้งหมดเท่ากับ 10 สตริง สมมติว่าให้สตริงคำตอบจาก SDPI เป็น 1 สตริงจากประชากรทั้งหมด (10 สตริง) ดังนั้นจะหาสตริงที่เหลืออีก 9 สตริงได้จากการสุ่มปกติของ GAs ในการทดลองนี้จะทำการแปรจำนวนสตริงคำตอบเริ่มต้นจาก SDPI เป็นจำนวน 1 5 และ 10 สตริง (ดังนั้นจำนวนสตริงคำตอบเริ่มต้นที่ได้จากการสุ่มจะเป็น 9, 5 และ 0 สตริง ตามลำดับ) และแปรจำนวนสตริงคำตอบเริ่มต้นจาก คอน สตรัคชั่นฮิวริสติกเป็นจำนวน 5 และ 10 สตริงตามลำดับ โดยที่จำนวนประชากรมีค่าคงที่เท่ากับ 10 สตริง หรืออาจกล่าวให้ชัดขึ้นได้ว่า การวิธีการที่ 4 ถึง 7 เป็นความพยายามในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการครอสโอเวอร์แบบ CX ที่ได้จากการทดลองที่ 3 ซึ่งทำได้โดยการป้อนสตริงคำตอบเริ่มต้นเป็นสตริงที่ดี (ที่ได้จากฮิวริสติก) สตริงคำตอบเริ่มต้นเหล่านี้ได้มาจากคำตอบแรกจากผลการทดลองที่ 1 (ตารางที่ 6.1) รายละเอียดของการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 6.13-17 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.13 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยให้คำตอบเริ่มต้น 1 สตริงจากวิธีการ SDPI

ลำดับ	pop	p_m	pC_{CX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	gen ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	5	0.15	0.54	282.4163	43.241	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	338.01
2	5	0.15	0.57	282.4163	29.73676	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.79
3	5	0.15	0.6	282.4163	60.59799	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	338.34
4	5	0.15	0.63	282.4163	52.33884	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.95
5	5	0.15	0.67	282.4163	29.73676	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	338.01
6	5	0.2	0.54	280.8501	43.47083	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	8216	277.849	338.18
7	5	0.2	0.57	280.8501	43.47083	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7504	253.770	338.18
8	5	0.2	0.6	280.8501	47.08042	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7143	241.598	338.23
9	5	0.2	0.63	282.4163	45.46959	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.36
10	5	0.2	0.67	282.4163	44.05277	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	339.77
11	5	0.25	0.54	282.4163	44.2544	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.9
12	5	0.25	0.57	280.8501	43.47083	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7504	254.138	338.67
13	5	0.25	0.6	282.4163	59.08056	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	338.13
14	5	0.25	0.63	282.4163	63.30077	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	338.89
15	5	0.25	0.67	282.4163	68.16555	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	338.34
16	10	0.15	0.54	282.4163	55.5567	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	632.91
17	10	0.15	0.57	282.4163	54.50061	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.18
18	10	0.15	0.6	282.4163	49.33368	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.51
19	10	0.15	0.63	280.8501	56.40957	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1191	75.425	633.29
20	10	0.15	0.67	280.8501	39.31609	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	9385	595.215	634.22
21	10	0.2	0.54	280.8501	57.76381	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	8039	509.062	633.24
22	10	0.2	0.57	282.4163	63.03161	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.51
23	10	0.2	0.6	282.4163	52.35718	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.67
24	10	0.2	0.63	282.4163	45.85491	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.11
25	10	0.2	0.67	282.4163	70.36496	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.12
26	10	0.25	0.54	282.4163	51.27022	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.51
27	10	0.25	0.57	282.4163	56.78529	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.06
28	10	0.25	0.6	280.8501	60.5467	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	3038	192.527	633.73
29	10	0.25	0.63	282.4163	59.16507	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.5
30	10	0.25	0.67	282.4163	60.63155	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.39
31	15	0.15	0.54	280.8501	56.23442	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	7865	732.609	931.48
32	15	0.15	0.57	282.4163	54.79476	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.48
33	15	0.15	0.6	282.4163	71.42848	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	933.96
34	15	0.15	0.63	282.4163	57.26149	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	932.69
35	15	0.15	0.67	282.4163	49.24236	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	932.8
36	15	0.2	0.54	282.4163	57.48938	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.82
37	15	0.2	0.57	280.8501	45.05481	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1924	179.090	930.82
38	15	0.2	0.6	282.4163	53.39559	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.37
39	15	0.2	0.63	280.8501	63.90199	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1755	163.436	931.26
40	15	0.2	0.67	280.8501	58.81672	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	5224	486.694	931.65
41	15	0.25	0.54	280.8501	68.06951	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	65	6.050	930.82
42	15	0.25	0.57	282.4163	73.17928	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.99
43	15	0.25	0.6	280.8501	46.98113	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	4060	378.112	931.31
44	15	0.25	0.63	280.8501	53.66576	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	6057	564.131	931.37
45	15	0.25	0.67	282.4163	54.70751	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.37

ตารางที่ 6.14 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยให้คำตอบเริ่มต้น 5 สตริงจากวิธีการ SDPI

ลำดับ	pop	p_m	pC_{CX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	gen ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	5	0.15	0.54	282.4163	43.241	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	336.64
2	5	0.15	0.57	282.4163	29.73676	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.13
3	5	0.15	0.6	282.4163	60.59799	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.46
4	5	0.15	0.63	282.4163	52.33884	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	336.91
5	5	0.15	0.67	282.4163	29.73676	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.3
6	5	0.2	0.54	280.8501	43.47083	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	8216	276.986	337.13
7	5	0.2	0.57	280.8501	43.47083	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7504	253.185	337.4
8	5	0.2	0.6	280.8501	47.08042	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7143	241.169	337.63
9	5	0.2	0.63	282.4163	45.46959	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.62
10	5	0.2	0.67	282.4163	44.05277	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.19
11	5	0.25	0.54	282.4163	44.2544	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.74
12	5	0.25	0.57	282.4163	52.82993	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.35
13	5	0.25	0.6	282.4163	59.08056	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.57
14	5	0.25	0.63	282.4163	63.30077	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.47
15	5	0.25	0.67	282.4163	68.16555	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	337.9
16	10	0.15	0.54	282.4163	55.5567	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	637.24
17	10	0.15	0.57	280.8501	55.05979	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	6978	442.447	634.06
18	10	0.15	0.6	282.4163	49.33368	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.95
19	10	0.15	0.63	282.4163	44.80688	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.45
20	10	0.15	0.67	280.8501	39.31609	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	9385	594.906	633.89
21	10	0.2	0.54	280.8501	57.76381	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	8039	509.062	633.24
22	10	0.2	0.57	280.8501	44.4683	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2142	135.698	633.51
23	10	0.2	0.6	282.4163	61.20363	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.46
24	10	0.2	0.63	282.4163	68.08661	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.84
25	10	0.2	0.67	280.8501	41.83513	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2602	179.034	638.35
26	10	0.25	0.54	282.4163	51.27022	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.01
27	10	0.25	0.57	282.4163	56.78529	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.13
28	10	0.25	0.6	280.8501	60.5467	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	0	0.000	633.73
29	10	0.25	0.63	282.4163	59.16507	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.19
30	10	0.25	0.67	280.8501	70.41133	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1626	103.009	633.51
31	15	0.15	0.54	280.8501	56.23442	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	7865	731.484	930.05
32	15	0.15	0.57	282.4163	54.79476	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930
33	15	0.15	0.6	280.8501	53.63228	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	3228	300.220	930.05
34	15	0.15	0.63	282.4163	69.22757	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.42
35	15	0.15	0.67	282.4163	59.00846	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.06
36	15	0.2	0.54	280.8501	58.36252	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	8375	778.465	929.51
37	15	0.2	0.57	282.4163	55.46233	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.6
38	15	0.2	0.6	282.4163	49.7724	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.33
39	15	0.2	0.63	282.4163	64.59143	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.66
40	15	0.2	0.67	280.8501	53.40436	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	8747	814.241	930.88
41	15	0.25	0.54	282.4163	53.60284	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	929.67
42	15	0.25	0.57	282.4163	67.95665	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.87
43	15	0.25	0.6	280.8501	55.75978	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	3458	323.586	935.76
44	15	0.25	0.63	280.8501	53.01351	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	9999	930.837	930.93
45	15	0.25	0.67	280.8501	55.58727	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2318	215.956	931.65

ตารางที่ 6.15 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยให้คำตอบเริ่มต้น 10 สตริงจากวิธีการ SDPI

ลำดับ	pop	p_m	pC_{CX}	ค่าใช้จ่าย	STD	สตริง	gen ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	10	0.15	0.54	282.4163	55.5567	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	632.58
2	10	0.15	0.57	282.4163	55.5567	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	632.96
3	10	0.15	0.6	282.4163	49.33368	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.23
4	10	0.15	0.63	280.8501	56.40957	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	1191	75.418	633.23
5	10	0.15	0.67	280.8501	39.31609	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	9385	594.286	633.23
6	10	0.2	0.54	280.8501	75.43823	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1617	102.342	632.91
7	10	0.2	0.57	282.4163	63.03161	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	632.83
8	10	0.2	0.6	282.4163	61.20363	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.2
9	10	0.2	0.63	282.4163	45.85491	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.35
10	10	0.2	0.67	282.4163	70.36496	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.72
11	10	0.25	0.54	282.4163	51.27022	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	632.96
12	10	0.25	0.57	282.4163	56.78529	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	633.73
13	10	0.25	0.6	282.4163	61.50297	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.17
14	10	0.25	0.63	280.8501	50.70295	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	3922	248.678	634.06
15	10	0.25	0.67	282.4163	53.76717	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	634.11
16	15	0.15	0.54	280.8501	61.81098	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	903	84.063	930.93
17	15	0.15	0.57	281.523	57.0238	[0 1 4 5 6 9 8 7 3 2]	2794	260.239	931.42
18	15	0.15	0.6	280.8501	61.16791	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	2939	273.618	930.99
19	15	0.15	0.63	282.4163	44.615	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.43
20	15	0.15	0.67	282.4163	45.29878	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	931.04
21	15	0.2	0.54	282.4163	54.55693	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	929.94
22	15	0.2	0.57	282.4163	48.36276	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.61
23	15	0.2	0.6	282.4163	56.65306	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	930.66
24	15	0.2	0.63	280.8501	51.17582	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1231	114.632	931.21
25	15	0.2	0.67	282.4163	51.21377	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	0	0.000	936.28
26	15	0.25	0.54	280.8501	53.10319	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	6450	599.921	930.11
27	15	0.25	0.57	280.8501	52.58631	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	3751	349.169	930.87
28	15	0.25	0.6	280.8501	63.38887	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	6263	586.204	935.98
29	15	0.25	0.63	280.8501	59.90109	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	527	49.066	931.04
30	15	0.25	0.67	280.8501	60.15357	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	721	67.206	932.12

หมายเหตุ ไม่มีการทดลองที่จำนวนประชากรเป็น 5 เนื่องจากกำหนดสตริงคำตอบเริ่มต้นเป็น 10 สตริง

ตารางที่ 6.16 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยให้คำตอบเริ่มต้น 5 สตริงจากคอนสตรัคชั่น

ลำดับ	*pop*	p_m	pC_{CX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	*gen* ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	5	0.15	0.54	280.8501	29.94003	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	522	17.621	337.57
2	5	0.15	0.57	280.8501	49.77019	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	3347	112.837	337.13
3	5	0.15	0.6	280.8501	47.68212	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	3347	112.844	337.15
4	5	0.15	0.63	280.8501	47.68212	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	595	20.099	337.79
5	5	0.15	0.67	282.4163	29.73676	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	699	23.742	339.66
6	5	0.2	0.54	282.4163	41.34554	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	803	27.169	338.34
7	5	0.2	0.57	280.8501	39.85721	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	315	10.649	338.06
8	5	0.2	0.6	280.8501	38.32949	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	2358	79.601	337.58
9	5	0.2	0.63	280.8501	46.26819	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	442	14.930	337.79
10	5	0.2	0.67	280.8501	72.0906	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	344	11.624	337.9
11	5	0.25	0.54	280.8501	36.18882	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	2961	100.103	338.07
12	5	0.25	0.57	280.8501	55.43934	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1284	43.380	337.85
13	5	0.25	0.6	280.8501	59.86232	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1425	48.058	337.25
14	5	0.25	0.63	280.8501	69.13188	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	2386	80.559	337.63
15	5	0.25	0.67	280.8501	64.40421	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	268	9.054	337.84
16	10	0.15	0.54	280.8501	52.18299	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	95	6.007	632.36
17	10	0.15	0.57	282.4163	63.13044	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	364	23.018	632.36
18	10	0.15	0.6	280.8501	46.51225	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	180	11.385	632.52
19	10	0.15	0.63	280.8501	43.26128	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1736	109.911	633.13
20	10	0.15	0.67	280.8501	62.07742	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	1131	71.619	633.24
21	10	0.2	0.54	282.4163	60.94764	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	2287	144.808	633.18
22	10	0.2	0.57	280.8501	61.95014	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	2901	183.561	632.75
23	10	0.2	0.6	280.8501	66.19079	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	7635	482.975	632.58
24	10	0.2	0.63	280.8501	59.87108	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	6069	384.410	633.4
25	10	0.2	0.67	280.8501	63.97599	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	5939	381.626	636.15
26	10	0.25	0.54	282.4163	51.27022	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	1642	104.113	634.06
27	10	0.25	0.57	280.8501	44.97459	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1373	86.951	633.29
28	10	0.25	0.6	280.8501	74.11695	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	6017	380.984	633.18
29	10	0.25	0.63	280.8501	50.70295	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	2456	155.590	633.51
30	10	0.25	0.67	280.8501	49.12333	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	5707	362.109	634.5
31	15	0.15	0.54	280.8501	53.57596	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1090	102.035	936.1
32	15	0.15	0.57	282.4163	55.78716	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	356	33.112	930.11
33	15	0.15	0.6	280.8501	56.41106	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7518	699.708	930.71
34	15	0.15	0.63	280.8501	64.55934	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2265	210.980	931.48
35	15	0.15	0.67	280.8501	60.6865	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	1245	116.599	936.54
36	15	0.2	0.54	280.8501	47.9142	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	4870	453.280	930.76
37	15	0.2	0.57	280.8501	53.25316	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	207	19.270	930.93
38	15	0.2	0.6	280.8501	41.19472	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	2482	233.169	939.44
39	15	0.2	0.63	280.8501	67.93486	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	726	67.549	930.43
40	15	0.2	0.67	282.4163	40.05131	[1 4 8 7 9 0 5 6 3 2]	188	17.501	930.88
41	15	0.25	0.54	280.8501	45.7993	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	69	6.415	929.78
42	15	0.25	0.57	280.8501	54.64291	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	8157	759.001	930.49
43	15	0.25	0.6	280.8501	51.43929	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	272	25.320	930.87
44	15	0.25	0.63	280.8501	61.53651	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	848	78.952	931.04
45	15	0.25	0.67	280.8501	39.60644	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	2278	212.116	931.15

ตารางที่ 6.17 ผลการทดลองของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยให้คำตอบเริ่มต้น 10 สตริงจากคอนสตรัคชั่น

ลำดับ	pop	p_m	pC_{CX}	ค่าใช้จ่าย	STD.	สตริง	gen ที่พบคำตอบ	เวลา (sec)	เวลาทั้งหมด (sec)
1	10	0.15	0.54	282.4163	55.5567	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	190	12.021	632.68
2	10	0.15	0.57	280.8501	55.05979	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	238	15.075	633.4
3	10	0.15	0.6	280.8501	41.87758	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	30	1.902	633.9
4	10	0.15	0.63	282.4163	52.26521	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	388	24.603	634.11
5	10	0.15	0.67	280.8501	39.56161	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	90	5.705	633.89
6	10	0.2	0.54	280.8501	44.62373	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	608	38.494	633.12
7	10	0.2	0.57	280.8501	71.30392	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	134	8.493	633.84
8	10	0.2	0.6	280.8501	58.98235	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	925	58.686	634.44
9	10	0.2	0.63	280.8501	51.13049	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	189	11.980	633.84
10	10	0.2	0.67	281.523	56.0326	[0 1 4 5 6 9 8 7 3 2]	3841	243.562	634.11
11	10	0.25	0.54	280.8501	51.5809	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1909	120.970	633.68
12	10	0.25	0.57	280.8501	41.93719	[9 8 5 3 2 0 1 4 6 7]	7869	499.461	634.72
13	10	0.25	0.6	280.8501	47.49098	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	144	9.130	634.01
14	10	0.25	0.63	280.8501	61.32993	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2947	187.002	634.55
15	10	0.25	0.67	280.8501	62.41542	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	273	17.343	635.27
16	15	0.15	0.54	280.8501	60.09043	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	2982	277.588	930.88
17	15	0.15	0.57	282.4163	53.62082	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	674	62.774	931.37
18	15	0.15	0.6	282.4163	67.5938	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	4276	398.232	931.32
19	15	0.15	0.63	282.4163	52.26521	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	386	24.584	633.62
20	15	0.15	0.67	280.8501	39.56161	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	90	5.708	634.23
21	15	0.2	0.54	280.8501	53.63781	[2 3 5 8 9 7 6 4 1 0]	2807	261.391	931.21
22	15	0.2	0.57	280.8501	63.7925	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	6867	642.779	936.04
23	15	0.2	0.6	282.4163	38.82569	[0 5 6 3 2 1 4 8 7 9]	378	35.200	931.21
24	15	0.2	0.63	280.8501	47.72054	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	730	67.962	930.99
25	15	0.2	0.67	280.8501	54.76851	[7 6 4 1 0 2 3 5 8 9]	789	73.503	931.6
26	15	0.25	0.54	282.4163	52.01287	[9 7 8 4 1 2 3 6 5 0]	2754	256.243	930.44
27	15	0.25	0.57	280.8501	57.53508	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	732	68.152	931.04
28	15	0.25	0.6	280.8501	48.89878	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	2115	196.951	931.21
29	15	0.25	0.63	280.8501	48.51904	[0 1 4 6 7 9 8 5 3 2]	1045	97.828	936.15
30	15	0.25	0.67	282.4163	52.65729	[2 3 6 5 0 9 7 8 4 1]	1547	144.109	931.54

หมายเหตุ ไม่มีการทดลองที่จำนวนประชากรเป็น 5 เนื่องจากกำหนดสตริงคำตอบเริ่มต้นเป็น 10 สตริง

ผลการทดลอง

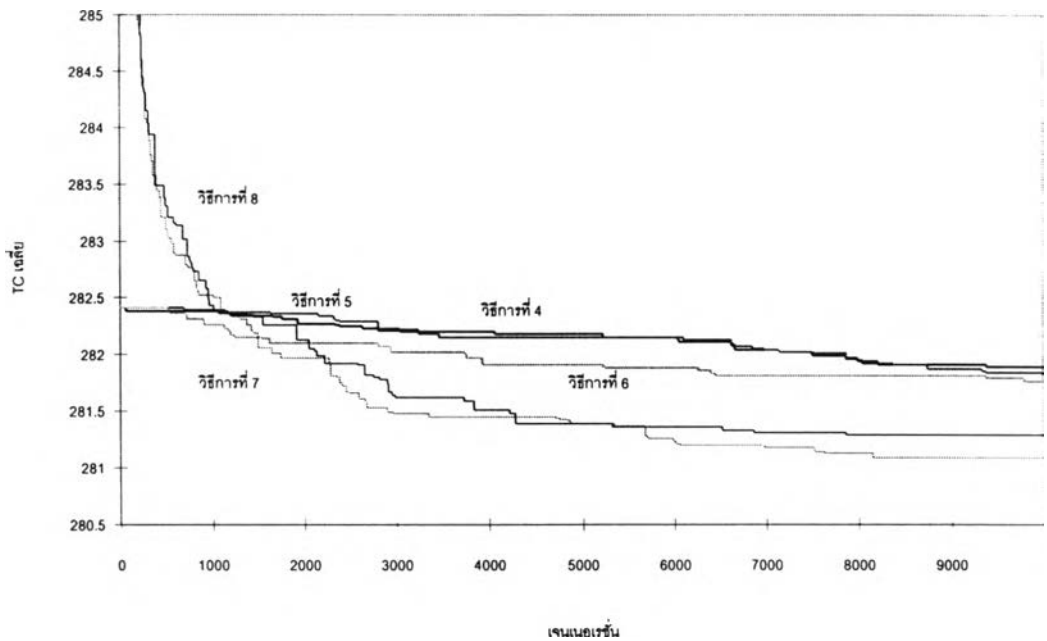
จากตารางที่ 6.18 จะเห็นได้ว่าวิธีการที่ 4, 5 และ 6 (คำตอบที่ได้จาก SDPI) ได้จำนวนเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเฉลี่ยมีค่าเป็น 5264.67, 6114.0625 และ 3241.667 ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับวิธีการที่ 3 (การครอสโอเวอร์แบบ CX โดยใช้คำตอบเริ่มต้นที่ได้จากการสุ่มตามปกติทั้งหมด ซึ่งมีจำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบเป็น 2110.5) จะพบว่าวิธีการที่ 4, 5 และ 6 มีประสิทธิภาพด้อยกว่าวิธีการที่ 3 อย่างมาก ดังนั้นการที่เราพยายามให้คำตอบเริ่มต้นที่ดีแก่ GAs โดยหวังว่า GAs จะให้คำตอบสุดท้ายได้เร็วขึ้นและดีกว่าวิธีแบบธรรมดานั้นอาจไม่ได้ผลเสมอไป ทั้งนี้เนื่องจากว่าคำตอบเริ่มต้นที่ดีนั้นอาจจะเป็นคำตอบที่ทำให้ GAs ติดอยู่ใน Local Optima และยากที่จะหลุดออกจากจุดนั้นมาได้ ซึ่งทำให้แทนที่จะเป็นผลดีต่อกระบวนการหาคำตอบกลับทำให้ผลลัพธ์ที่ได้แย่ลง ส่วนวิธีที่ 7 และ 8 ได้จำนวนเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเฉลี่ยมีค่าเป็น 2445.2632 และ 1595.5871 ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับวิธีการที่ 3 แล้วพบว่า วิธีการที่ 7 และ 8 มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการที่ 3 ซึ่งหมายความว่าการที่เราให้คำตอบเริ่มต้นที่ดีแก่ GAs ก็อาจทำให้ GAs สามารถหาคำตอบได้เร็วขึ้นและดีกว่าวิธีแบบธรรมดาได้

ตารางที่ 6.18 เปรียบเทียบเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยที่ให้สตริงคำตอบมีลักษณะเดียวกัน

วิธีการที่	คำตอบจากวิธีการ	จำนวนสตริง	จำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบ
4	SDPI	1	5264.6667
5	SDPI	5	6114.0625
6	SDPI	10	3241.6667
7	คอนสตรัคชั่น	5	2445.2632
8	คอนสตรัคชั่น	10	1595.5871

จากการทดลองเปรียบเทียบคำตอบของวิธีการต่างๆดังรูปที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายโดยรวมของวิธีการที่ 4 5 และ 6 (จำนวนสตริงคำตอบเริ่มต้นจาก SDPI เป็น 1 5 และ 10 ตามลำดับ) ให้ค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คำตอบที่ได้ติดอยู่ใน Local Optima นาน และได้คำตอบสุดท้ายเป็น 281.894, 281.824 และ 281.76 ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่ 7 และ 8 จะเห็นได้ว่างแม้คำตอบเริ่มต้นจะมีค่ามาก (403.658) แต่ก็ทำให้การลู่เข้าหาคำตอบของ GAs เป็นไปอย่างสม่ำเสมอและได้คำตอบสุดท้ายเป็น 281.09 และ 281.29 (ซึ่งมีค่าน้อยกว่าวิธีการที่ 3 ของการทดลองที่ 3 และวิธีการที่ 4 5และ6 ของการทดลองที่ 4)ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการให้คำตอบเริ่มต้นที่มีค่าน้อยในบางครั้งอาจไม่ได้ผลดีเนื่องจากคำตอบนั้นทำให้ GAs ติดอยู่ใน Local Optima ได้ และในบางครั้งถึงแม้คำตอบเริ่มต้นจะมีค่ามากแต่คำตอบนั้นทำให้ GAs ไม่ติดอยู่ใน Local

Optima ก็สามารถที่จะทำให้ GAs หาคำตอบได้เร็วและดีได้ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ GAs ในการสร้างประชากรให้มีโอกาสได้คำตอบที่ดีวิธีการแก้ไขคือ ควรเพิ่มสตริงที่ดีที่มีลักษณะแตกต่างกันให้กับ GAs ซึ่งจะเป็นหัวข้อในการทดลองต่อไป



รูปที่ 6.4 เปรียบเทียบคำตอบเฉลี่ยของวิธีการที่ 4-8

การทดลองที่ 5: เปรียบเทียบการลู่เข้าหาคำตอบเมื่อให้คำตอบเริ่มต้นที่จาก SDPI ที่แตกต่างกันแก่ประชากรเริ่มต้นของ GAs

วัตถุประสงค์ เพื่อให้ GAs สามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วขึ้นและได้คำตอบที่ดีขึ้นโดยการใช้คำตอบเริ่มต้นที่ดีหลายคำตอบจาก SDPI มาป้อนให้กับประชากรเริ่มต้นของ GAs

วิธีการทดลอง เนื่องจากการทดลองที่ 4 พบว่าการให้คำตอบเริ่มต้นด้วยสตริงคำตอบที่ดีแบบเดียวกันในบางครั้งไม่อาจทำให้ GAs หาคำตอบได้รวดเร็วขึ้น ในการทดลองนี้จึงได้ทำการทดลองวิธีใหม่โดยการหาคำตอบที่ดีแตกต่างกันจาก SDPI ขึ้นมาจำนวนหนึ่ง (5 สตริงและ 10 สตริง) ซึ่งทำให้สตริงคำตอบเริ่มต้นมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

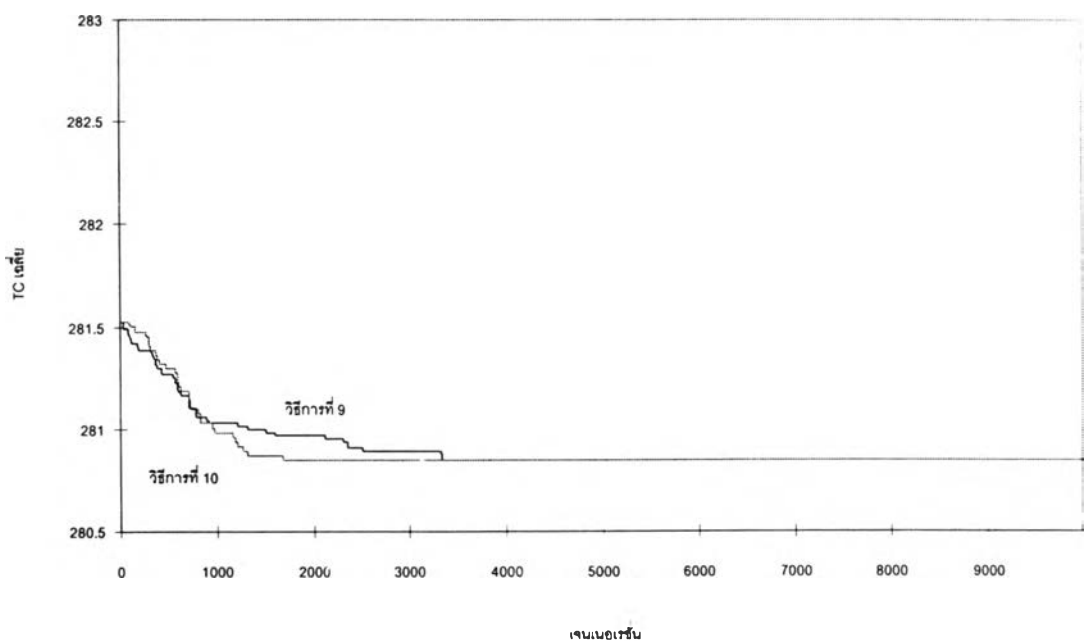
ผลการทดลอง

จากตารางที่ 6.19 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบ เมื่อให้สตริงที่ดีแตกต่างกันของประชากรเริ่มต้นจากวิธีการ SDPI โดยให้สตริงที่ดีนั้นมีจำนวน 5 และ 10

ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าจำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบของวิธีการที่ 9 จะน้อยกว่าวิธีการที่ 10 เนื่องจากมีจำนวนสตริงคำตอบเริ่มต้นที่ดีแตกต่างกันมากกว่า ซึ่งทำให้มีโอกาสที่จะพบคำตอบที่มีค่าฟิตเนสสูงๆได้ดีกว่าและรวดเร็วกว่า จากการทดลองที่ผ่านมาทำให้เราพบว่าการให้สตริงที่ดีแก่ประชากรเริ่มต้นของ GAs ไม่จำเป็นต้องทำให้ GAs หาคำตอบที่ดีได้อย่างรวดเร็วเสมอไป (จากการทดลองที่ 1.4) แต่การมีสตริงเริ่มต้นที่ดี มีความหากหลายและจำนวนมาก จะทำให้โอกาสในการค้นพบคำตอบที่ดีมีมากขึ้นและรวดเร็วขึ้น

ตารางที่ 6.19 เปรียบเทียบเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบของการครอสโอเวอร์แบบ CX โดยที่สตริงคำตอบแตกต่างกันจากวิธี SDPI

วิธีการที่	จำนวนสตริง	จำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบ
9	5	941.6444
10	10	704.1333



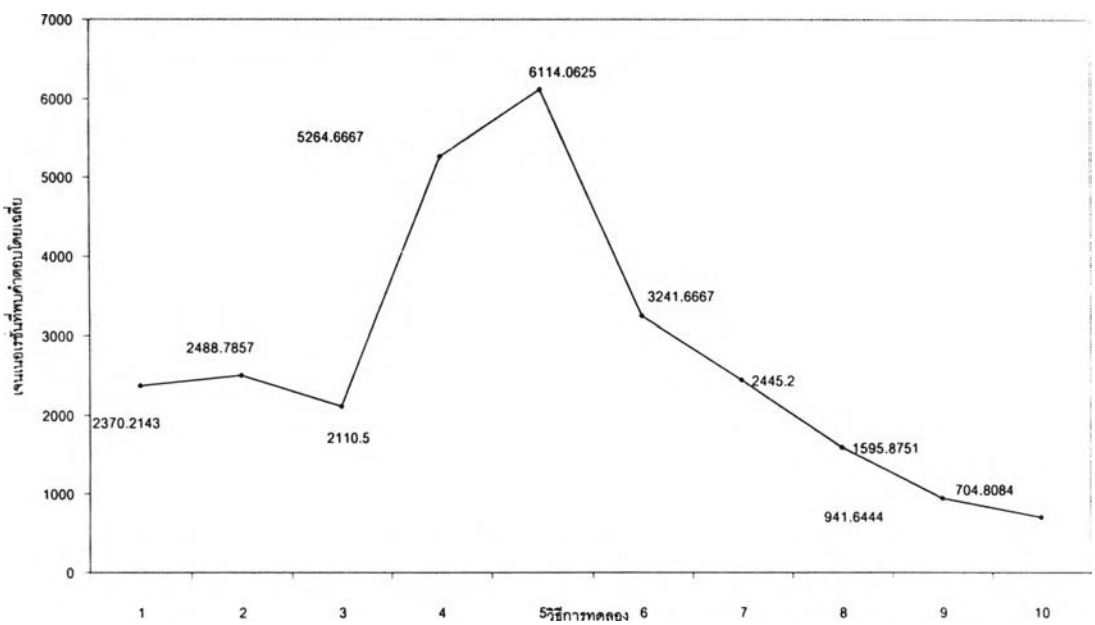
รูปที่ 6.5 เปรียบเทียบคำตอบเฉลี่ยของวิธีที่ 9-10

จากการทดลองรูปที่ 6.5 จะเห็นได้ว่าวิธีการที่ 9 ทำให้ค่าเฉลี่ยของคำตอบลดลงอย่างต่อเนื่องในระยะแรก (ประมาณเจนเนอเรชั่นแรกจนถึงเจนเนอเรชั่นที่ 900) จากนั้นการลู่เข้าหาคำตอบจะเป็นไปอย่างช้าๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าคำตอบของ GAs เริ่มติดอยู่ใน Local Optima เมื่อเวลาผ่านไปจนถึงเจนเนอเรชั่นที่ 3346 ค่าเฉลี่ยของคำตอบก็จะถึงจุดที่ดีที่สุด (280.8501) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับวิธีการที่ 3 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการหาคำตอบถูกปรับปรุงขึ้นอย่างมาก

ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาวิธีการที่ 10 (ให้สตริงคำตอบเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 10 สตริง) ทำให้ค่าเฉลี่ยของค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลงอย่าสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จนถึงเจนเนอเรชั่นที่ 1683 ค่าเฉลี่ยของคำตอบก็จะถึงจุดที่ดีที่สุด (280.8501)

6.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากวิธีการทดลองทั้ง 10 วิธีที่แตกต่างกันด้วยวิธีการให้ประชากรเริ่มต้นและการครอสโอเวอร์ที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 6.6 จะเห็นได้ว่า การทดลองวิธีการที่ 10 (หาคำตอบโดยใช้การครอสโอเวอร์แบบ CX และให้คำตอบเริ่มต้นที่ดีและแตกต่างกันจากฮิวริสติก SDPI จำนวน 10 สตริง) สามารถทำให้พบคำตอบที่ดีที่สุด (280.85) และรวดเร็วที่สุด ส่วนวิธีการที่พบคำตอบช้าที่สุดคือวิธีการที่ 5 (หาคำตอบโดยใช้การครอสโอเวอร์แบบ CX โดยให้คำตอบเริ่มต้นที่ดีมีลักษณะเหมือนกันด้วย ฮิวริสติก SDPI จำนวน 5 สตริง)



รูปที่ 6.6 เจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่ GAs พบคำตอบของวิธีการทดลองต่างๆ

การวิเคราะห์ความแปรปรวน

ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยในการพบคำตอบว่าแต่ละวิธีการที่ทำการทดลองมีผลทำให้เจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

ตารางที่ 6.20 การวิเคราะห์ ANOVA

Source of variation	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F	Sig
Method	5.5E+08	9	6.1E+07	12.109	.000
Error	1.3E+09	251	5028440		
Total	1.8E+09	260			

จากตารางที่ 6.20 สามารถสรุปได้ว่า มีวิธีการทดลองอย่างน้อยสองวิธีที่ทำให้จำนวนเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบมีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นจึงทำการทดสอบต่อด้วยวิธีการทดสอบแบบ พหุคูณ (Multiple Range Test) ด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Montgomery,1996) เพื่อแบ่งกลุ่มในการลู่เข้าหาคำตอบจากเจนเนอเรชั่นเฉลี่ยที่พบคำตอบที่เกิดขึ้นทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์สามารถจัดกลุ่มได้ 5 กลุ่มดังตารางที่ 6.21 โดยกลุ่มแรก (วิธีการที่ 8 , 9 และ 10) เป็นกลุ่มที่สามารถหาคำตอบได้เร็วที่สุด ถ้าเปรียบเทียบกับรูปที่ 7.6 จะเห็นได้ว่าวิธีการที่ 10 เป็นวิธีการที่ทำให้พบคำตอบได้เร็วที่สุด และกลุ่มของวิธีการที่ 4 และ 5 เป็นกลุ่มที่ทำให้พบคำตอบช้าที่สุดด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 6.21 การวิเคราะห์ Duncan's Multiple Range Test

วิธีการทดลอง	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบเฉลี่ย
1	2,370.2143(b,c,d)
2	2,488.7857(c,d)
3	2,110.5(a,b,c,d)
4	5,264.6667(e)
5	6,114.0625(e)
6	3,241.6667(d)
7	2,445.2683(c,d)
8	1,595.8571(a,b,c)
9	941.6444(a,b)
10	704.1333(a)

หมายเหตุ a, b, c, d และ e แสดง Homogeneous Group

6.3 สรุป

งานวิจัยฉบับนี้แสดงให้เห็นถึงการใช้ GAs ร่วมกับอิมพรูฟเม้นท์ฮิวริสติกแบบ SDPI ในการแก้ปัญหาการจัดผังโรงงาน เนื่องจากการหาคำตอบของปัญหาการจัดผังโรงงานด้วยวิธีการฮิว

ริสติกแต่เพียงอย่างเดียวอาจได้คำตอบที่ไม่ดี และการหาคำตอบของปัญหาการจัดผังโรงงานด้วย GAs แต่เพียงอย่างเดียว ถึงแม้จะได้คำตอบที่ดี แต่ต้องใช้ระยะเวลานานกว่าจะได้คำตอบ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ จึงได้นำวิธีการทั้งสองมาใช้ร่วมกันในการหาคำตอบของปัญหาการจัดผังโรงงาน โดยป้อนสตริงคำตอบเริ่มต้นที่ดีที่หาได้จากฮิวริสติกให้แก่ประชากรเริ่มต้นของ GAs การทำเช่นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การแก้ปัญหาในการใช้เวลาในการลู่เข้าหาคำตอบเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและได้คำตอบที่ดีพร้อมกัน

จากการทดลองพบว่าการจัดผังโรงงานด้วยวิธีการดังกล่าว (วิธีการที่ 6 และ 7) ให้คำตอบที่ดีกว่าฮิวริสติกแต่เพียงอย่างเดียว (SDPI) และสามารถลดเวลาในการหาคำตอบเมื่อเปรียบเทียบกับ GAs แต่เพียงอย่างเดียว สิ่งที่ควรจะคำนึงถึงให้มากเกี่ยวกับ GAs ก็คือ การให้คำตอบที่ดีแก่ประชากรเริ่มต้นของ GAs ไม่จำเป็นว่าจะทำให้ประสิทธิภาพของ GAs ดีขึ้นเสมอไป ดังแสดงในวิธีการที่ 4 และ 5 ที่มีการเพิ่มจำนวนสตริงที่ดีให้กับประชากรเริ่มต้นของ GAs แต่ทว่าสตริงเหล่านั้นเป็นสตริงลักษณะเดียวกันทั้งหมด ซึ่งทำให้โอกาสในการสร้างลูกหลานของ GAs ที่มีฟิตเนสสูงๆ น้อยลง ดังนั้นสิ่งที่พึงกระทำก็คือการให้สตริงเริ่มต้นที่ดีที่มีความหลากหลายให้กับประชากรเริ่มต้นของ GAs มากกว่า ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสให้กับการหาคำตอบที่ดีได้อย่างรวดเร็วขึ้น

ข้อดีอีกประการหนึ่งในการให้คำตอบเริ่มต้นแก่ GAs คือ ในการจัดผังโรงงานจริงที่มีผู้ตัดสินใจหลายคน ผู้ตัดสินใจเหล่านี้ย่อมมีคำตอบเริ่มต้นอยู่ในใจหลายรูปแบบคำตอบเหล่านั้นอาจมีบางส่วนที่ดีและไม่ดี การให้คำตอบเริ่มต้นเหล่านั้นแก่ GAs เป็นการปรับปรุงคำตอบเหล่านั้นให้เป็นคำตอบที่ดียิ่งขึ้นอีกด้วย