บทที่ 10
การเปรียบเทียบคำตอบจาก SGA กับ MOGA

การเปรียบเทียบคำตอบจาก SGA และ MOGA ทำได้โดยการนำเอาวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ที่เสนอไปในบทที่ 8 มาทดลองแก้ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบทั้ง 4 ตัวอย่างโดยพิจารณาวัตถุประสงค์ 3 ประการไปพร้อมๆกันคือจำนวนสถานีทำงานที่น้อยที่สุด รอบเวลาการผลิตที่น้อยที่สุด และความแปรปรวนของภาระงานน้อยที่สุด โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่วิเคราะห์ได้ในบทที่ 9 และใช้ค่าน้ำหนักของแต่ละวัตถุประสงค์เป็น 0.6 0.2 และ 0.2 ตามลำดับ คำตอบที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยพิจารณาวัตถุประสงค์เดียวที่ได้จากบทที่ 5 เพื่อดูว่าวิธีการใดให้ผลที่ดีกว่ากัน

เนื้อหาจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามขนาดของปัญหา โดยในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วย

1. การทดลองหาคำตอบของปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบตัวอย่างโดยใช้วิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ (MOGA) และใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองและวิเคราะห์ในบทที่ 9
2. การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ กับคำตอบที่ได้จากวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมแบบวัตถุประสงค์เดียว (SGA)

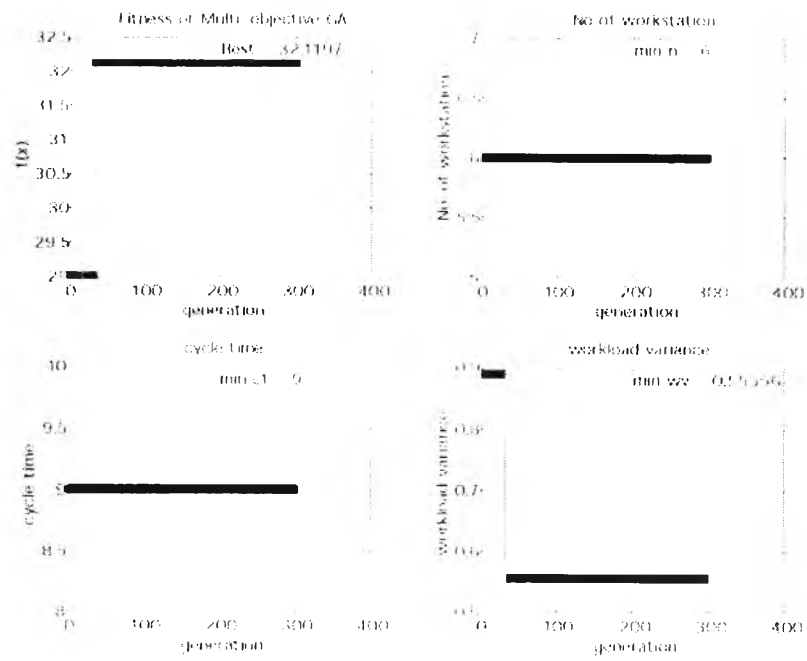
10.1 ปัญหาตัวอย่างขนาด 11 งาน

10.1.1 การหาคำตอบโดย MOGA

สำหรับการหาคำตอบของปัญหาขนาด 11 งาน จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ คือ

1. จำนวนประชากร 15 ตัว
2. วิธีการครอสโอเวอร์แบบ Order Crossover
3. Pc = 0.9
4. Pm = 0.3
5. จำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุด 300 เจนเนอเรชั่น

ผลของการหาคำตอบโดย MOGA แสดงได้ดังรูปที่ 10.1



รูปที่ 10.1 *ผลการหาคำตอบโดย MOGA สำหรับปัญหาตัวอย่างขนาด 11 งาน*

จากการหาคำตอบโดย GAs จะได้คำตอบของปัญหาขนาด 11 งาน ดังตารางที่ 10.1 และตารางที่ 10.2

ตารางที่ 10.1 *ผลการจัดสมดุลสายงานการประกอบของปัญหา 11 งานโดย MOGA*

สถานีที่	ขั้นงาน	เวลาของสถานี
1	1, 2	8
2	6, 3	7
3	7	7
4	4, 8	7
5	5, 9	8
6	10, 11	9
รวม		46

ตารางที่ 10.2 *ค่า Measure of Performance ต่างๆของปัญหา 11 งานที่ได้จากMOGA*

จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	เวลาว่างงานรวม (นาที)	ประสิทธิภาพสายการประกอบ (%)	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
6	9	0.5556	8	85.19	32

10.1.2 การเปรียบเทียบผล

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธี MOGA และ SGA ว่าคำตอบใดดีกว่ากัน จะทำโดยการนำเอาจำนวนสถานีทำงาน รอบเวลาการผลิตจริงและค่า Workload Variance ที่ได้จาก SGA มารวมกันแบบคิดน้ำหนัก เนื่องจากในการหาคำตอบโดย MOGA ใช้น้ำหนักของวัตถุประสงค์ต่างๆซึ่งได้แก่จำนวนสถานีทำงาน รอบเวลาการผลิตจริง และค่า Workload Variance เป็น 0.6:0.2:0.2 ดังนั้นคำตอบที่ได้จาก SGA ก็ต้องถูกให้น้ำหนักด้วยอัตราส่วนที่เหมือนกัน และต้องใช้สมการการรวมวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับ MOGA ซึ่งก็คือสมการค่า Fitness นั่นเอง

ตารางที่ 10.3 การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก MOGA กับ SGA สำหรับปัญหา 11 งาน

วิธีการ	จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	Fitness	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
SGA	6	9	0.5556	2	58
MOGA	6	9	0.5556	2	32

จากตารางที่ 10.3 จะเห็นได้ว่า วิธีการทั้งสองสามารถให้คำตอบที่ดีเท่ากัน แต่วิธี MOGA จะหาคำตอบได้เร็วกว่า ดังจะเห็นได้จากเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่น้อยกว่า SGA

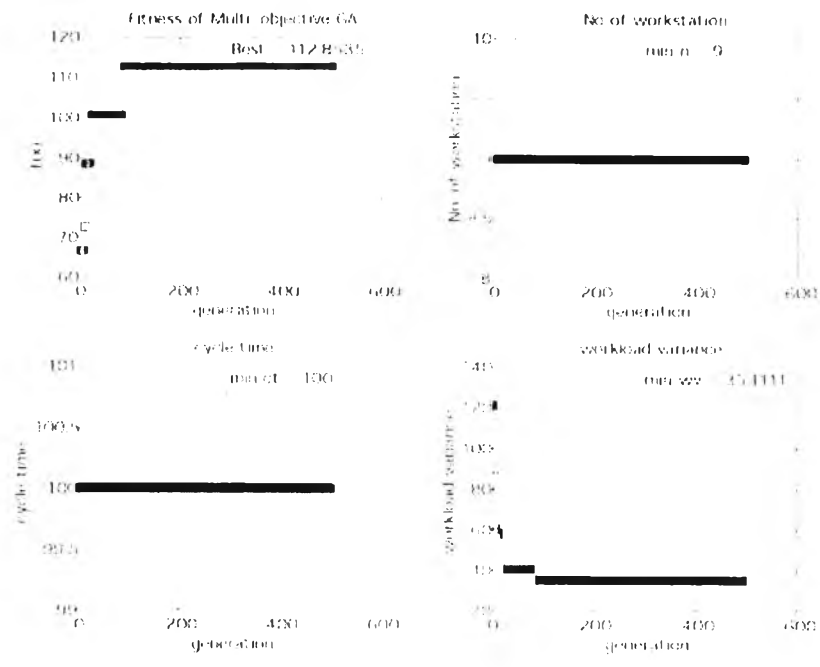
10.2 ปัญหาตัวอย่างขนาด 31 งาน

10.2.1 การหาคำตอบโดย MOGA

สำหรับการหาคำตอบของปัญหาขนาด 31 งาน จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ คือ

1. จำนวนประชากร 40 ตัว
2. วิธีการครอสโอเวอร์แบบ Order Crossover
3. Pc = 0.9
4. Pm = 0.3
5. จำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุด 500 เจนเนอเรชั่น

ผลของการหาคำตอบโดยเจเนติกอัลกอริทึม แสดงได้ดังรูปที่ 10.2



*รูปที่ **10.2** ผลการหาคำตอบโดย MOGA สำหรับปัญหาตัวอย่างขนาด 31 งาน*

จากการหาคำตอบโดย MOGA จะได้คำตอบดังตารางที่10.4 และตารางที่ 10.5

*ตารางที่ **10.4** ผลการจัดสมดุลสายงานการประกอบของปัญหา 31 งานโดย MOGA*

สถานีที่	ขั้นงาน	เวลาของสถานี (นาที)
1	2, 4, 1 , 3	93
2	5, 20, 16, 19, 14	86
3	17, 6, 13, 15, 7	86
4	9, 21, 8	90
5	18 12, 10, 11	85
6	22, 23, 24, 25	95
7	27, 28	95
8	26, 29	80
9	30, 31	100
รวม		810

*ตารางที่ **10.5** ค่าMeasure of Performance ต่างๆของปัญหา 31 งานที่ได้จากMOGA*

จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	เวลาว่างงานรวม (นาที)	ประสิทธิภาพสายการประกอบ (%)	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
9	100	35.1111	90	90	85

10.2.2 การเปรียบเทียบผล

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธี MOGA และ SGA แสดงได้ดังตารางที่ 10.6

ตารางที่ 10.6 การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก MOGA และ SGA สำหรับปัญหา 31 งาน

วิธีการ	จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	Fitness	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
SGA	9	100	35.1111	2	132
MOGA	9	100	35.1111	2	85

จากตารางที่ 10.6 จะเห็นว่าผลการเปรียบเทียบระหว่าง MOGA กับ SGA สำหรับปัญหา 31 งาน จะเหมือนกับผลการเปรียบเทียบของปัญหา 11 งาน กล่าวคือทั้งสองวิธีให้คำตอบที่เหมือนกัน แต่ MOGA จะได้เปรียบในแง่ที่ว่าได้คำตอบเร็วกว่า

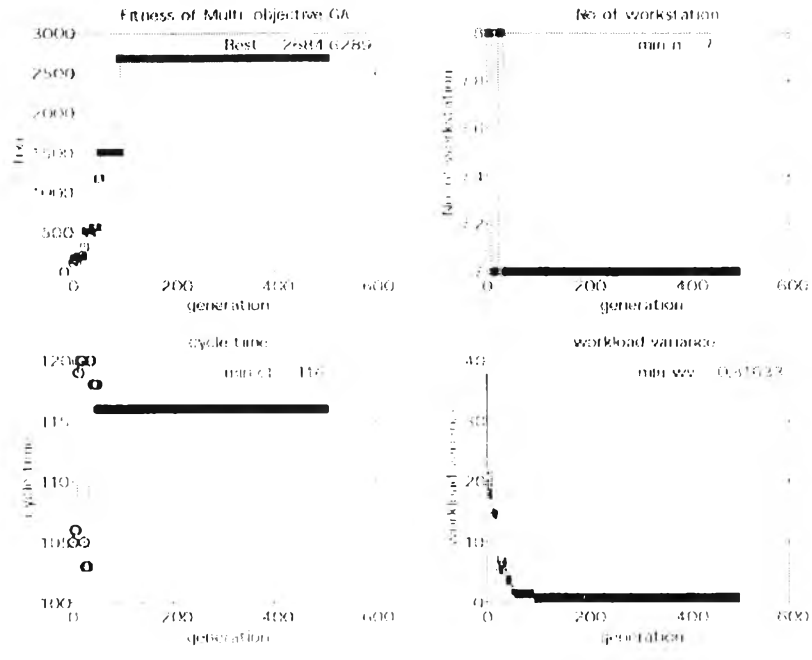
10.3 ปัญหาตัวอย่างขนาด 39 งาน

10.3.1 การหาคำตอบโดย MOGA

สำหรับการหาคำตอบของปัญหาขนาด 39 งาน จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ คือ

1. จำนวนประชากร 40 ตัว
2. วิธีการครอสโอเวอร์แบบ Order Crossover
3. Pc = 0.9
4. Pm = 0.3
5. จำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุด 500 เจนเนอเรชั่น

ผลของการหาคำตอบโดยเจเนติกอัลกอริทึม แสดงไว้ในรูปที่ 10.3



รูปที่ 10.3 ผลการหาคำตอบโดย MOGA สำหรับปัญหาตัวอย่างขนาด 39 งาน

จากการหาคำตอบโดย GAs จะได้คำตอบดังตารางที่ 10.7 และตารางที่ 10.8

ตารางที่ 10.7 ผลการจัดสมดุลสายงานการประกอบของปัญหา 39 งานโดย MOGA

สถานีที่	ขั้นงาน	เวลาของสถานี (นาที)
1	2, 1, 5, 3	114
2	5, 4, 8 , 6 , 9	114
3	11, 14, 12, 20, 15, 17, 10, 21	115
4	27, 24, 18, 25	115
5	28, 13, 16 , 19, 30	116
6	31, 22, 23, 26, 29 , 32, 33	113
7	36, 37, 35, 34, 38, 39	114
รวม		801

ตารางที่ 10.8 ค่าMeasure of Performance ต่างๆของปัญหา 39 งานที่ได้จากMOGA

จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	เวลาว่างงานรวม (นาที)	ประสิทธิภาพสายการประกอบ (%)	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
7	116	0.8163	11	98.6453	94

10.3.3 การเปรียบเทียบผล

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธี MOGA และ SGA แสดงได้ดังตารางที่ 10.9

ตารางที่ 10.9 การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก MOGA และ SGAสำหรับปัญหา 39 งาน

วิธีการ	จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	Fitness	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
SGA	7	116	2.53061	1.8645	265
MOGA	7	116	0.8163	2.4200	94

วิธี MOGA และ SGA ต่างก็ให้คำตอบที่มีจำนวนสถานีทำงาน และรอบเวลาการผลิตจริงเท่ากัน แต่ MOGA จะให้ค่า Workload Variance ที่ต่ำกว่า ส่งผลให้ค่าวัตถุประสงค์โดยรวมมีค่าดีขึ้น 29.79% นอกจากนี้ MOGA ยังใช้เวลาในการหาคำตอบน้อยกว่า SGA เช่นเดียวกับปัญหาขนาด 11 งาน และ 31 งานด้วย

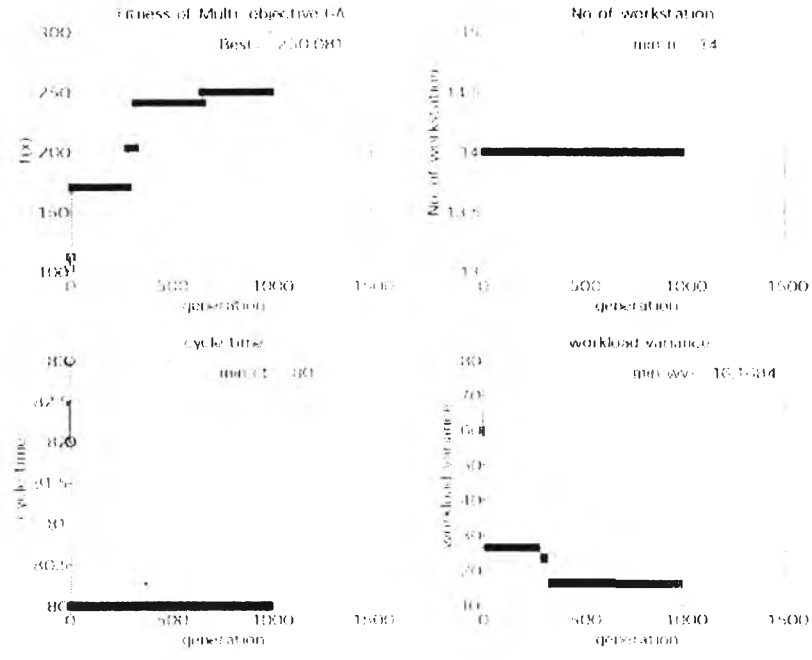
10.4 ปัญหาตัวอย่างขนาด 54 งาน

10.4.1 การหาคำตอบโดย MOGA

สำหรับการหาคำตอบของปัญหาขนาด 54 งาน จะกำหนดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ คือ

1. จำนวนประชากร 60 ตัว
2. วิธีการครอสโอเวอร์แบบ Order Crossover
3. Pc =0.9
4. Pm =0.3
5. จำนวนเจนเนอเรชั่นสูงสุด 1000 เจนเนอเรชั่น

ผลของการหาคำตอบโดยเจเนติกอัลกอริทึม แสดงได้ดังรูปที่ 10.4



รูปที่ 10.4 ผลการหาคำตอบโดย MOGA สำหรับปัญหาตัวอย่างขนาด 54 งาน

จากการหาคำตอบโดย GAs จะได้คำตอบดังตารางที่10.10 และตารางที่ 10.11

ตารางที่ 10.10 ผลการจัดสมดุลสายงานการประกอบของปัญหา54 งานโดย MOGA

สถานีที่	ขั้นงาน	เวลาของสถานี (นาที)
1	1, 3, 4	75
2	2, 5, 6	75
3	26, 19, 8	77
4	13, 31	75
5	15, 18, 12, 36	75
6	9, 16, 22, 10, 38, 7	71
7	34, 35, 40, 39, 33	69
8	11, 20, 21, 14	77
9	17, 23, 25	75
10	32, 27, 30, 29, 28, 41, 42	75
11	37	80
12	43, 24, 44, 48, 46	70
13	47, 45, 49, 50, 51, 52	65
14	53, 54	80
รวม		1039

ตารางที่ 10.11 ค่าMeasure of Performance ต่างๆของปัญหา 54 งานที่ได้จากMOGA

จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	เวลาว่างงานรวม (นาที)	ประสิทธิภาพสายการประกอบ (%)	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
14	80	16.1684	81	92.77	664

10.4.2 การเปรียบเทียบผล

การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากวิธี MOGA และ SGA แสดงได้ดังตารางที่ 10.12

ตารางที่ 10.12 การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก MOGA และ SGAสำหรับปัญหา 54 งาน

วิธีการ	จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง(นาที)	Workload Variance	Fitness	เจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบ
SGA	14	90	106.597	1.808113	678
MOGA	14	80	16.1684	3.143584	664

คำตอบที่ได้จากวิธี MOGA จะมีจำนวนสถานีเท่ากับวิธี SGA แต่เมื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ที่สนใจอีก 2 วัตถุประสงค์จะเห็นว่า รอบเวลาการผลิตจริงของ MOGA จะต่ำกว่า SGA ประมาณ 11 % และค่าความแปรปรวนของภาระงานของ MOGA จะต่ำกว่า SGA 84.83% ซึ่งส่งผลให้ค่าวัตถุประสงค์โดยรวมของ MOGA ดีกว่า SGA ถึง 73.86% สำหรับเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ MOGA ก็จะใช้เวลาน้อยกว่า SGA เช่นเดียวกับผลที่ปรากฏในปัญหาขนาดอื่นๆ

เป็นที่น่าสังเกตว่า การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก COMSOAL กับ SGA ในบทที่ 7 ได้แสดงให้เห็นว่าในกรณีของปัญหาตัวอย่างขนาด 11 31 และ 39 งาน วิธี SGA จะให้ผลที่ดีกว่าหรือเท่ากับ วิธี COMSOAL ในทุกๆด้านไม่ว่าจะเป็นจำนวนสถานีทำงาน รอบเวลาการผลิตจริง ค่าความแปรปรวนของภาระงาน เวลาว่างงานรวม และประสิทธิภาพของสายงานการประกอบ ในขณะเดียวกันการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จาก MOGA กับ SGA ที่ได้กล่าวมาในตอนต้น ก็แสดงให้เห็นว่า MOGA ให้ผลที่ดีกว่าหรือเท่ากับ SGA ในทุกๆด้านเช่นกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ในกรณีของปัญหาตัวอย่างขนาด 11 31 และ 39 งาน วิธี MOGA สามารถให้คำตอบที่ดีกว่า COMSOAL ในทุกๆด้าน

สำหรับปัญหาตัวอย่างขนาด 54 งาน วิธี SGA จะให้ผลที่ดีกว่า COMSOAL เฉพาะค่าความแปรปรวนของภาระงานเท่านั้น ดังนั้นการจะสรุปว่า MOGA กับ COMSOAL วิธีใดดีกว่ากันจึงต้องทำโดยการนำเอาค่าต่างๆของวิธีทั้งสองมาพิจารณาเปรียบเทียบกัน โดยการให้น้ำหนักกับจำนวนสถานีทำงาน รอบเวลาการผลิตจริงและความแปรปรวนของภาระงานของ COMSOAL เท่ากับที่ให้ใน MOGA ดังตารางที่ 10.13

ตารางที่ 10.13 การเปรียบเทียบคำตอบของปัญหา 54 งานที่ได้จาก MOGA กับ COMSOAL

วิธีการ	จำนวนสถานี (สถานี)	รอบเวลาผลิตจริง (นาที)	Workload Variance	Fitness	เวลาว่างงานรวม (นาที)	ประสิทธิภาพสายการประกอบ (%)
COMSOAL	12	100	248.0764	1.873035	181	86.58
MOGA	14	80	16.1684	4.832943	81	92.77

จากตารางที่ 10.13 เมื่อพิจารณาเฉพาะค่าวัตถุประสงค์ 3 อย่างที่เราสนใจ จะได้ว่า COMSOAL จะมีจำนวนสถานีทำงานที่น้อยกว่า MOGA แต่รอบเวลาการผลิตจริงและ ความแปรปรวนของภาระงานที่ได้จาก MOGA จะต่ำกว่า COMSOAL ถึง 20% และ 93.48% ตามลำดับ เมื่อนำค่าวัตถุประสงค์ทั้งสามมารวมกันแบบคิดน้ำหนักจะได้ว่า ค่าวัตถุประสงค์รวมที่ได้จาก MOGA จะดีกว่า COMSOAL ถึง 158.03 %

เมื่อพิจารณาค่า Measure of Performance อื่นๆที่นอกเหนือไปจากค่าที่เป็นค่าวัตถุประสงค์ จะได้ว่า MOGA จะให้เวลาว่างงานรวมน้อยกว่า COMSOAL 55.25% ในขณะเดียวกันประสิทธิภาพของสายงานการประกอบที่ได้จาก MOGA จะสูงกว่า COMSOAL 6.19%

10.5 สรุป

จากกราฟแสดงผลการรัน MOGA เพื่อหาคำตอบของปัญหาตัวอย่างทั้ง 4 ปัญหาจะเห็นได้ค่า Workload Variance ซึ่งมาจากสมการการหาค่าต่ำสุดจะมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและจะลู่เข้าหาค่าที่ต่ำที่สุดค่าหนึ่งเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งเช่นกัน แต่สำหรับอีก 2 วัตถุประสงค์ที่เหลือ ผลที่ได้ในแต่ละเจนเนอเรชั่นอาจคงที่ หรือเปลี่ยนแปลงขึ้นๆลงๆ เนื่องมาจากวัตถุประสงค์ทั้งสองมีความขัดแย้งกันอยู่ ดังนั้นค่าทั้งสองจึงมีการปรับขึ้นๆลงๆเพื่อหา tradeoff ที่เหมาะสมที่สุด แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่า Fitness Function หรือค่าวัตถุประสงค์โดยรวม ซึ่งเป็นสมการการหาค่าสูงสุด จะเห็นว่าค่าดังกล่าวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง

แรก แต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งค่าดังกล่าวจะลู่เข้าหาค่าที่ดีที่สุดค่าหนึ่ง และจะคงที่จนกระทั่งหยุด ซึ่งผลที่ได้มีความถูกต้องตามทฤษฎีของ GAs

เมื่อทดลองนำคำตอบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเจเนติกอัลกอริทึมที่พิจารณาวัตถุประสงค์เดียว (SGA) ก็จะเห็นได้ว่า MOGA ให้คำตอบที่ดีกว่าหรือเท่ากับ SGA แต่จะลู่เข้าหาคำตอบเร็วกว่า ดังจะเห็นได้จากเจนเนอเรชั่นที่พบคำตอบที่มีค่าน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการพิจารณาปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์นั้นทำให้ข้อจำกัดในการหาคำตอบของปัญหาเพิ่มมากขึ้น คำตอบที่สามารถเป็นไปได้จึงมีน้อยลง ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบน้อยลงตามไปด้วย

เมื่อขยายขอบเขตของการเปรียบเทียบไปสู่การเปรียบเทียบระหว่าง MOGA กับ COMSOAL ก็จะได้ผลว่า MOGA สามารถให้คำตอบที่ดีกว่า COMSOAL ในทุกๆด้านของทุกขนาดปัญหา และสามารถให้คำตอบที่เหนือกว่า COMSOAL ในบางปัญหาซึ่ง SGA ไม่สามารถทำได้