บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ 1.งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้กับปัญหาต่างๆ ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาแบบวัตถุประสงค์เดียว และ การใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ 3. งานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึม

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ

เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเอาฮิวริสติกและวิธีอื่นๆที่ไม่ใช่วิธีเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบหลายๆรูปแบบปัญหา

1. Yogathasan M. (1996) เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอา Neural Network มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบ โดยได้ทำการพัฒนาวิธีการใหม่ที่เรียกว่า Cascaded Hopfield Network ขึ้นมาและทำการทดสอบวิธีการแล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับวิธี Hopfield Network ที่มีอยู่เดิม ผลปรากฏว่า วิธีที่เสนอให้คำตอบที่เป็นไปได้ที่ดีกว่าวิธีเดิม

2. Boctor (1995) นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ALB โดยพัฒนากฎของฮิวริสติกขึ้นมา 4 กฎ เพื่อหาจำนวนสถานีการทำงานที่น้อยที่สุดเมื่อรู้รอบเวลาทำงาน จากนั้นก็ทำการประเมินประสิทธิภาพของวิธีการที่ใช้โดยนำไปเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกแบบอื่นๆอีก 15 กฎ โดยใช้ปัญหาการมอบหมายงานแบบสุ่มของ Hoffmann ผลการวิจัยชี้ว่าวิธีฮิวริสติก ที่นำเสนอให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีการแบบอื่นๆ โดยที่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาจำนวน 57 ปัญหาจากทั้งหมด 67 ปัญหา

3. Hoffmann (1990) ทำการทดลองแก้ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบโดยใช้วิธีการฮิวริสติกที่มีอยู่เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพ โดยใช้ตัวอย่างปัญหาหลายๆตัวอย่างที่ได้จากงานวิจัยที่มีอยู่ แล้วเปลี่ยนรอบเวลาการผลิตหลายๆค่า เพื่อหาตัวอย่างใหม่ของปัญหาที่มีลักษณะยุ่งยากและท้าทายกว่าเดิม โดยใช้ค่า Total

Slack Time เป็นวัตถุประสงค์ในการจัด แต่ในงานวิจัยนี้ไม่ได้แสดงให้เห็นวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. Ghosh และ Gagnon (1989) ทำการสรุปและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ โดยจะสรุปเกี่ยวกับผลของงานวิจัย วิธีการ วัตถุประสงค์ในการจัด และองค์ประกอบต่างๆที่ต้องพิจารณาในการจัด งานวิจัยนี้ได้แบ่งประเภทปัญหาการจัดสมดุลโดยดูจากลักษณะของปัญหาออกเป็น 4ประเภท คือ SMD, SMS, MMD และ MMS และได้ยกตัวอย่างงานวิจัยในแต่ละประเภท ซึ่งพบว่ามีงานวิจัยของปัญหาประเภท SMD มากที่สุด และในงานวิจัยได้แบ่งวัตถุประสงค์ในการจัดออกเป็น 2 ส่วนคือ วัตถุประสงค์เชิงเทคนิค และวัตถุประสงค์เชิงเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแต่ละส่วนก็มีตัววัดประสิทธิภาพต่างๆกัน นอกจากนี้งานวิจัยยังได้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการจัดที่มีประสิทธิภาพคือวิธี COMSOAL, CALB, MALB, NULISP และ MUST และยังพบว่าการจัดสมดุลของสายงานการประกอบในความเป็นจริงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ประเภทของสายงานการประกอบ กระบวนการผลิตและอุปกรณ์การผลิต สิ่งอำนวยความสะดวกในการผลิต ตารางการผลิต เป็นต้น งานวิจัยนี้นับว่าเป็นแหล่งอ้างอิงเกี่ยวกับปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบที่ดีมาก

5. Rachamadugu และ Talbot (1988) ทำการศึกษาปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตโดยพิจารณาวัตถุประสงค์ 2 อย่างคือการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อให้มีจำนวนสถานีทำงานน้อยที่สุดเมื่อกำหนดอัตราผลผลิตที่ต้องการมาให้ และเพื่อให้แต่ละสถานีมีการกระจายของภาระงานที่เท่ากัน ในงานวิจัยนี้มีการพัฒนาวิธีฮิวริสติกขึ้นมาใหม่เพื่อใช้แก้ปัญหาดังกล่าวโดยมีพื้นฐานในการหาคำตอบเบื้องต้นมาจากวิธีการของ Hoffmann จากนั้นก็มีการนำเอาวิธีการใหม่ที่ได้ไปทดลองใช้กับปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตจำนวน 64 ปัญหาที่ได้มาจากงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยพบว่าสามารถหาคำตอบที่ดีสำหรับปัญหาจำนวน 53 ปัญหาจากทั้งหมด 64 ปัญหาได้ และที่พบว่าวิธีการที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถนำมาใช้กับปัญหาที่มีจำนวนงานมากๆได้ดีและเป็นวิธีที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายสูงมากนัก

6. Talbot และ Patterson (1984) ทำการวิจัยและหาวิธีการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อให้มีจำนวนสถานีการทำงานน้อยที่สุด เมื่อกำหนดอัตราผลผลิตที่ต้องการมาให้ เทคนิคที่นำมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าว คือ Integer Programming Algorithm ผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่มีจำนวนงานตั้งแต่ 50 –100

งานโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยที่สุดในขณะนั้น และภายในเวลาที่เหมาะสม วิธีดังกล่าวสามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดได้

7. ทวี รัตนวิไลวรรณ (1982) ทำการวิจัยและปรับปรุงสายการประกอบในโรงงานผลิตเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก โดยในตอนแรกได้ศึกษาและประเมินผลการจัดสมดุลของสายงานการประกอบที่มีอยู่เดิม จากนั้นก็ทดลองจัดสมดุลของสายงานการประกอบใหม่โดยใช้วิธี COMSOAL ผลปรากฏว่าการจัดโดยวิธี COMSOAL ช่วยปรับปรุงให้สายงานการประกอบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

8. Arcus (1966) ทำการวิจัยและคิดค้นอัลกอริทึมตัวใหม่ที่ใช้กับปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิต และนำเสนออัลกอริทึมดังกล่าวในรูปของซอฟต์แวร์ที่ชื่อว่า COMSOAL ผลการวิจัยพบว่า COMSOAL สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะของปัญหาเพิ่มเติมจากปัญหาอย่างง่าย เช่นปัญหาที่มีสถานีทำงานแบบขนาน หรือมีการกำหนดงานเฉพาะให้กับสถานีทำงานบางสถานี ได้เป็นอย่างดี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเอาเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้กับปัญหาต่าง ๆ

เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำเอาเจเนติกอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา Optimization Problem ต่างๆเช่น ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบ ปัญหาการวางผังโรงงาน ปัญหาการจัดตารางงาน เป็นต้น เนื้อหาในงานวิจัยจะเป็นการพัฒนาวิธีการของ GAs เพื่อใช้กับปัญหาเฉพาะอย่างเท่านั้น

2.2.1 การใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาแบบวัตถุประสงค์เดียว

1. ชนะ เยี่ยงกมลสิงห์ (1998) ได้นำ GAS มาผสมผสานกับวิธีฮิวริสติก ไปใช้ในการแก้ปัญหาการวางผังโรงงาน โดยจัดสรรแผนกงานต่างๆ จำนวน n บล็อก ลงในพื้นที่ *m* บล็อก ($n \leq m$) โดยแผนกงานต่างๆมีขนาดเท่ากันคือ 1 หน่วย และได้มีการหาผลกระทบของพารามิเตอร์ต่างๆต่อผลลัพธ์ที่ได้จาก GAS ทั้งความเหมาะสมของคำตอบและระยะเวลาในการหาคำตอบ

2. Mapfaira และ Byrne (1998) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำเอา Genetic Algorithms มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อให้มีจำนวนสถานีงานน้อยที่สุด โดยใช้ประชากรเริ่มต้นที่เป็นไปได้ (Feasible Population) แทนการกำหนดประชากรแบบสุ่ม และทำการศึกษาเงื่อนไขที่ทำให้ได้

คำตอบที่ดีที่สุดออกมาเมื่อนำเจเนติกอัลกอริทึม มาใช้ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาผลของขนาดประชากรที่มีต่อสมรรถภาพของวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เจเนติกอัลกอริทึมอีกด้วย จากนั้นก็นำวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวมาทดลองใช้กับตัวอย่างปัญหาของ Mitchell ผลการวิจัยพบว่าการใช้ประชากรเริ่มต้นที่เป็นไปได้แทนการกำหนดประชากรแบบสุ่ม ทำให้ได้คำตอบของการจัดสมดุลสายการผลิตที่ดีที่สุดได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าสมรรถภาพของเจเนติกอัลกอริทึมจะเพิ่มมากขึ้นอย่างสม่ำเสมอตามขนาดของประชากรแต่ก็ใช้เวลาในการหาคำตอบนานมาก

3. Chu P.C. และ Beasley J.E. (1997) ได้นำเสนอวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการมอบหมายงานทั่วไป ซึ่งเป็นปัญหาการมอบหมายงาน n งานให้กับหน่วยทำงาน m หน่วยเพื่อให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด โดย

4. Suresh, Vinod และ Sahu (1996) ทดลองนำเอาเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้กับปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบ โดยใช้ Smoothness Index เป็น Fitness Function ในงานวิจัยได้เสนอวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม 2 แบบ คือ 1. กำหนดกลุ่มประชากรกลุ่มเดียวซึ่งยอมให้มีคำตอบที่เป็นไปไม่ได้เกิดขึ้นจำนนหนึ่ง 2. กำหนดกลุ่มประชากรคำตอบแบบ 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจะไม่ยอมให้มีคำตอบที่เป็นไปไม่ได้เกิดขึ้น ส่วนกลุ่มที่สองจะยอมให้มีคำตอบที่เป็นไปไม่ได้เกิดขึ้นจำนวนหนึ่ง และจะทำการแลกเปลี่ยนประชากรส่วนหนึ่งระหว่าง 2 กลุ่มเมื่อถึงเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาความต่อเนื่องของ Search Space และเพื่อป้องกันไม่ให้คำตอบที่ได้ติดอยู่ใน local optimum ผลงานวิจัยสรุปว่าวิธีการแบบหลังให้คำตอบที่ดีกว่าแบบแรก เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่

5. Rubinovitz และ Levitin (1995) เสนองานวิจัยที่พัฒนาและทดสอบเกี่ยวกับการนำเอา Genetic Algorithms เข้ามาใช้สำหรับการหาวิธีการแก้ปัญหาการจัดสมดุลการผลิต แบบหลายวิธี และนำเอาผลที่ได้ไปทดลองกับปัญหาหลายๆรูปแบบแล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับ MUST Algorithm ที่สร้างขึ้นโดย Dar-El และ Rubinovitz จากการวิจัยพบว่าการนำเอา Genetic Algorithms ไปรวมกับขบวนการ Local Optimization Crossover และ Mutation อย่างง่าย จะให้ผลลัพธ์ที่ดี และสามารถแก้ปัญหาได้เร็วกว่า MUST เมื่อมีสถานีการทำงานมากๆและมีความยืดหยุ่นสูง

6. Leu และ Rees (1994) นำเอาเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้กับปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตแบบวัตถุประสงค์เดียว โดยแสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้สามารถใช้หาสมดุลของสายการผลิตที่เป็นไปได้ได้อย่างไร และทำการปรับปรุงคำตอบที่ได้โดยใช้วิธีฮิว

ริสติกแบบอื่นๆที่ได้จากตัวอย่างปัญหาที่มีอยู่ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าเจเนติกอัล กอริทึมเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงมากกว่าและมีความยืดหยุ่นสูง นอกจากนี้งานวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการนำเอาฮิวริสติกมาใช้หากลุ่มประชากรเบื้องต้นจะทำให้ได้คำตอบที่ดีกว่าและสามารถนำไปใช้กับปัญหาการจัดสมดุลสายการผลิตแบบหลายวัตถุประสงค์ได้

7. Falkenauer และ Delchambre (1992) นำเอาเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้กับปัญหา Bin Packing และ Line Balancing ปัญหา Bin Packing นี้สามารถให้อธิบายได้ดีที่สุดในรูปของปัญหาการขนส่ง โดยในปัญหานี้จะกำหนดกลุ่มของกล่องซึ่งมีขนาดต่างๆกันมาให้ จากนั้นให้ทำการจัดกล่องเหล่านี้ใส่ตู้บรรจุขนาดหนึ่งโดยพยายามใช้ตู้บรรจุจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ผลการวิจัยนำเสนอวิธีการ Crossover และ Mutation ที่มีประสิทธิภาพสำหรับปัญหาการบรรจุกล่องดังกล่าว และได้กล่าวถึงสิ่งสำคัญที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมเมื่อนำไปใช้กับปัญหาการจัดกลุ่มงานให้กับสถานีทำงาน

2.2.2 การใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์

1. Murata T., Ishibuchi H., Tanaka H. (1996) ได้เสนอวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ โดยอัลกอริทึมที่เสนอจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือขบวนการการคัดเลือก (Selection Procedure) และเทคนิคการเก็บค่าที่ดีที่สุด (Elite Preserve Strategy) ในส่วนของขบวนการคัดเลือกนั้น จะนำเอาฟังก์ชั่นของทุกวัตถุประสงค์ที่พิจารณามาเขียนรวมกันเป็นฟังก์ชั่นเป้าหมายอันเดียว โดยอาศัยเทคนิคการให้น้ำหนักกับแต่ละวัตถุประสงค์ ซึ่งน้ำหนักที่ให้นี้จะแปรค่าไปเรื่อยๆแบบสุ่ม ไม่มีการกำหนดค่าตายตัวแน่ชัด ในส่วนของ Elite Preserve Strategy จะใช้วิธีการเก็บค่าที่ดีหลายตัวซึ่งได้มาจาก Tentative Set of Pareto ของ optimal Solution จากนั้นได้นำเอาอัลกอริทึมที่ได้ไปทดลองใช้แก้ปัญหาการจัดตารางงานสำหรับการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์ในการจัด 2 ประการคือเพื่อให้ Makespan และ Total Tardiness ต่ำที่สุด และนำไปทดลองแก้ปัญหาการจัดตารางงานสำหรับการผลิตแบบต่อเนื่อง ที่มีวัตถุประสงค์ในการจัด 3 ประการ คือเพื่อให้ Makespan Total Tardiness และ Total Flowtime ต่ำที่สุด ผล ปรากฏว่า อัลกอริทึมที่เสนอสามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธี VEGA และดีกว่าการใช้เจเนติกอัลกอริทึมแบบวัตถุประสงค์เดียว

2. Yeo Keun Kim, Yong Ju Kim และ Yeongho Kim (1996) ได้นำเอาเจเนติกอัลกอริทึมไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบวัตถุประสงค์เดียวหลายๆปัญหา 1.เพื่อให้จำนวนสถานีทำงานน้อยที่สุด 2.เพื่อให้รอบเวลาผลิตต่ำที่สุด 3. เพื่อให้ค่า Workload Smoothness มากที่สุด หรือ 4.เพื่อให้ความสัมพันธ์ระหว่างงานมากที่สุด โดยในงานวิจัยนี้ใช้ทั้งตัว Operator ที่เป็น Standard Operator ซึ่งต้องมีกระบวนการ Repair Method และ Nonstandard Operator ที่คิดขึ้นใช้กับปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบเท่านั้น งานวิจัยยังได้ขยายขอบข่ายไปสู่การใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบหลายวัตถุประสงค์ โดยใช้วัตถุประสงค์เพื่อให้ Workload Smoothness และความสัมพันธ์ระหว่างงานมีค่ามากที่สุด งานวิจัยได้เสนอว่า การมิวเตชั่นเป็น Operator ที่สำคัญมากในการแก้ปัญหา ALB โดย GAs และ GAs เป็นวิธีการที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาการจัดสมดุลของสายงานการประกอบหลายๆปัญหาทั้งแบบวัตถุประสงค์เดียวและหลายวัตถุประสงค์ได้ดี สามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีฮิวริสติกที่มีอยู่

2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึม

เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาเทคนิค วิธีการใหม่ๆของเจเนติกอัลกอริทึม งานวิจัยในกลุ่มนี้ ส่วนมากเป็นงานวิจัยเชิงทฤษฎี มีเป้าหมายของงานวิจัยอยู่ที่การพัฒนาวิธีการซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลายๆปัญหามากกว่าการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง

1. Fonseca C.M และ Fleming P.J (1993) ได้เสนอวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมที่ใช้กับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ โดยใช้วิธี Rank-based Fitness Assignment Method ซึ่งพัฒนามาจากวิธี Niche Formation Method จากนั้นก็ได้พัฒนาวิธีการเพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถเข้าร่วมในกระบวนการเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นที่น่าพอใจ

2. Bramlette (1989) ได้นำ GAs ไปใช้ในการปรับปรุงสมรรถนะของตัวมันเองในการทำ Optimization ของฟังก์ชั่น โดยใช้ GAs ในการหาค่าพารามิเตอร์ของ จำนวนประชากรเริ่มต้น การมิวเตชั่น การคัดเลือก เพื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ให้กับ GAs ชุดอื่นเพื่อหาคำตอบ และสามารถช่วยปรับปรุงสมรรถนะในการหาคำตอบได้

3. Schaffer และ Eshelman (1989) ได้กล่าวว่า GAs ที่ประกอบด้วยการรีโปรดักชั่นและ การครอสโอเวอร์ทำให้การค้นหาของ GAs มีประสิทธิภาพ จากการทดลองพบ

ว่าการครอสโอเวอร์มากๆทำให้ได้ผลดีกว่าการครอสโอเวอร์น้อยๆและการครอสโอเวอร์กับสตริงที่มีลักษณะเหมือนกันก็ไม่ได้เกิดผลอันใด แต่ในบางครั้งการมิวเตชั่นอย่างเดียวอาจทำให้ได้คำตอบที่ดีกว่าการครอสโอเวอร์ และผู้วิจัยได้ทำการหาข้อสนับสนุนที่ว่าการครอสโอเวอร์สามารถหาคำตอบได้เร็วกว่าการมิวเตชั่น

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

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

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

7. Horn, J.,Nafpliotis N. and Goldberg, D.E., (1994) งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมเพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ วิธีที่นำเสนอคือวิธี Niched Pareto GAs ซึ่งวิธีนี้จะใช้หาคำตอบที่ดีที่สุดหลายตัวที่ไม่สามารถข่มกันได้ (Non-dominate Pareto Solution) แล้วค่อยเลือกคำตอบที่ดีจากกลุ่มคำตอบเหล่านี้อีกครั้ง วิธีนี้จะนำไปใช้ในขั้นตอนการคัดเลือกสตริงที่เหมาะสม ซึ่งจะมีวิธีการคล้ายกับวิธีการคัดเลือกแบบ Tournament Selection แต่ในการเปรียบเทียบจะดูว่าสตริงหนึ่งสามารถข่มอีกสตริงหนึ่งได้หรือไม่แทนการพิจารณาจากค่าความเหมาะสมโดยตรง และผลที่ได้จากงานวิจัยถูกนำไปเปรียบเทียบกับวิธี MAUA และยังได้นำเอาวิธีการที่เสนอไปทดลองใช้กับปัญหา 2 ปัญหา งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ที่มีความก้าวหน้ามาก