

การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการกำหนดกำลังทางเรือ กรณีศึกษา :
ภารกิจช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ

ว่าที่ร้อยตรี ธนภณ บุญแสนพล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2557

**Application of Genetic Algorithm in Maritime Force Composition Case Study:
in Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations**



Thanapon Boonsanpol

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering**

Department of Computer and Telecommunication Engineering

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2014

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการกำหนดกำลังทางเรือ
ชื่อผู้เขียน	ว่าที่ร้อยตรี ธนภณ บุญแสนพล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ณรงค์เดช กิรติพรานนท์
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

การกำหนดกำลังทางเรือที่เหมาะสมด้วยตัวบุคคลเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนไม่สามารถกระทำได้ในระยะเวลาอันสั้น เนื่องจากเรือในกองทัพเรือมีหลายประเภทและมีขีดความสามารถหรือสมรรถนะของเรือที่มีความแตกต่างกัน อีกทั้งเรือบางประเภทยังสามารถตอบสนองภารกิจได้หลากหลายรูปแบบ

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ เพื่อประกอบกำลังทางเรือที่เหมาะสม สามารถตอบสนองภารกิจตามที่ต้องการได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในการค้นหาองค์กำลังทางเรือที่เหมาะสมด้วยตัวบุคคล อีกทั้งขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมยังสามารถให้คำตอบได้หลากหลายคำตอบ สามารถที่จะนำมาประกอบการพิจารณาการตัดสินใจในการเลือกองค์กำลังทางเรือได้อีกด้วย

Thesis Title Application of Genetic Algorithm in Maritime Force Composition
Case Study in Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations

Author Action Sub.Lt. Thanapon Boonsanpol

Thesis Advisor Dr.Narongdech Keeratipranon

Department Computer and Telecommunication Engineering

Academic Year 2014

ABSTRACT

Maritime force composition is a complicated process especially when manually organizes the fleet. There are many factors involve in the selection process. The Navy has many type of warships each one has different characteristic and performance. Furthermore, there are many multi-function warships in the Royal Thai Navy.

This research has investigated and successfully applied a genetic algorithm to the maritime force composition for a humanitarian assistance and disaster relief operations (HADR). The experiment shows a positive fleet result comparable to manually force composition done by navy. With genetic algorithm, there are many proposed fleet solutions for further select by a high rank commander.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ณรงค์เดช กิริติพรานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่อง ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณนายทหารจากกองทัพเรือ โดยมี นาวาเอก เกียรติยุทธ เทียนสุวรรณ เป็นผู้ให้ความไว้วางใจในการทำงานวิจัยนี้ตลอดจนให้คำปรึกษาและกำกับดูแลให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นาวาเอก ดร.กฤติวัฒน์ สุทธิวารี ซึ่งได้สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณคณะวิจัยท่านอื่น ๆ นาวาเอก เฉลี่ย พรหมอินทร์ นาวาตรี ชันชัย กิ่งกั้งวาลย์ และ เรือเอก เอกพล มิ่งขวัญ เป็นผู้ให้คำแนะนำและเป็นทีปรึกษามีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและเป็นเบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนตลอดมาจนถึงทุกวันนี้

ธนภณ บุญแสนพล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความของปัญหาสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	3
1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	3
1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	4
2. แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 กระบวนการวางแผนกำหนดกองกำลังทางเรือ.....	5
2.2 การคำนวณแบบประมาณ.....	7
2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	11
2.4 กระบวนการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	11
2.5 ประเภทของเรือในกองทัพเรือไทย.....	14
2.6 วัตถุประสงค์ทางเรือ และภารกิจกองทัพเรือ.....	17
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
2.8 สรุป.....	20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. การวางแผนและการออกแบบ.....	21
3.1 ภาพรวมของระบบ.....	21
3.2 ภารกิจการจัดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรม และการบรรเทาภัยพิบัติ.....	23
3.3 เทคนิคการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	30
3.4 สรุป.....	42
4. ผลการทดลอง.....	44
4.1 การทดลองค่าความคลาดเคลื่อน.....	44
4.2 การทดลองการประเมินค่าความเหมาะสม.....	49
4.3 การทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	51
4.4 การทดลองกับระบบการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม.....	55
4.5 สรุปผลการทดลอง.....	57
5. การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	59
5.1 การวิเคราะห์ฟังก์ชันประเมินค่าความเหมาะสม	59
5.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	60
5.3 สรุป.....	61
6. การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	62
6.1 การบรรลุวัตถุประสงค์.....	62
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	62
6.3 สรุป.....	63
บรรณานุกรม.....	65
ภาคผนวก.....	70
ประวัติผู้เขียน.....	82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1. แผนการดำเนินงานวิจัย.....	4
2.1. กลุ่มประชากรตัวอย่างและค่าความเหมาะสม.....	13
2.2. ประเภทของกองเรือในกองทัพเรือไทย.....	15
3.1. ประเภทของเรือและจำนวนเรือ.....	23
3.2. จีตความสามารถของกำลังทางเรือสำหรับภารกิจ HA/DR.....	24
3.3. ความหมายระดับคะแนนจีตความสามารถ.....	25
3.4. คำจำกัดความของคะแนน 3 ระดับของจีตความสามารถในแต่ละด้าน.....	26
3.5. จีตความสามารถกำลังทางเรือและค่าใช้จ่ายของเรือแต่ละประเภท.....	28
3.6. จีตความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือในสถานการณ์สิ้นามิ พ.ศ.2547..	29
3.7. จีตความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือ.....	36
3.8. จีตความสามารถของเรือในแต่ละประเภท.....	37
3.9. ประเภทและจำนวนเรือที่ถูกเลือก.....	37
3.10. ค่าผลรวมจีตความสามารถที่ได้จากกองกำลังทางเรือ.....	38
3.11. ผลต่างของจีตความสามารถเป้าหมายที่ต้องการและที่กองกำลังทางเรือมี.....	38
3.12. ค่าความผิดพลาดของกองกำลังทางเรือในแต่ละสมการ.....	39
4.1. การทดลองค่าความคลาดเคลื่อน.....	44
4.2. จีตความสามารถและจำนวนของเรือในแต่ละประเภท.....	45
4.3. จีตความสามารถเป้าหมายที่ต้องการของสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553.....	47
4.4. สารอาหารของเมนูอาหารในแต่ละชนิด.....	56

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1. ค่า Boolean Logic และ Multi-valued Logic.....	7
2.2. การทำงานของเซลล์ประสาทเทียม.....	9
2.3. ตัวอย่างการหาค่าความเหมาะสมที่สุดของปัญหา TSP.....	10
2.4. กระบวนการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	11
2.5. การคัดเลือกด้วยวงล้อรูเล็ตต์.....	13
2.6. การข้ามสายพันธุ์อย่างง่ายเพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสตริง.....	14
3.1. ไดอะแกรมภาพรวมระบบ.....	22
3.2. แผนผังกระบวนการขั้นตอนเชิงพันธุกรรม.....	30
3.3. รูปแบบของโครโมโซมและยีน.....	31
3.4. โครโมโซมที่ได้จากการสุ่มคำตอบ.....	32
3.5. ตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถ 2 ด้านที่มีค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน.....	33
3.6. ตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถ 2 ด้านที่มีค่าน้ำหนักเท่ากัน.....	34
3.7. การคำนวณของสมการประเมินค่าความเหมาะสม.....	35
3.8. ตัวอย่างการคัดเลือกเก็บชุดคำตอบจากค่าความเหมาะสมสูง.....	40
3.9. ตัวอย่างการคัดเลือกเก็บชุดคำตอบโดยวิธีการสุ่มด้วยวงล้อรูเล็ตต์.....	40
3.10. ตัวอย่างการข้ามสายพันธุ์ของโครโมโซม.....	41
3.11. ตัวอย่างการกลายพันธุ์ของโครโมโซม.....	42
4.1. ค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ.....	47
4.2. ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ.2553.....	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3. ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.1.....	49
4.4. ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.2.....	50
4.5. ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.3.....	51
4.6. ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร.....	52
4.7. ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร.....	53
4.8. ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร.....	54
4.9. ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร.....	55
4.10. ผลค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาสารอาหารที่กำหนด.....	56
4.11. ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ.2547 และแผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ.2553.....	57
5.1. ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการทั้ง 3 สมการ.....	59
5.2. ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร.....	61

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในทศวรรษที่ผ่านมาเป็นช่วงเวลาที่ภัยพิบัติขนาดใหญ่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก สร้างความเสียหายทั้งชีวิต ทรัพย์สิน ระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นมูลค่ามหาศาล ประชากรได้รับผลกระทบภัยพิบัติทั่วโลกมีจำนวนถึง 4,000 ล้านคน จำนวนผู้เสียชีวิตประมาณ 2 ล้านคน และในอนาคตการเกิดภัยพิบัติมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ และภาวะโลกร้อน¹ ดังนั้นเมื่อมีภัยพิบัติเกิดขึ้น ผู้ประสบภัยพิบัติอาจมีความต้องการในการร้องขอความช่วยเหลือต่างๆ จากกองทัพเรือ เช่น การอพยพเคลื่อนย้าย ผู้ประสบภัย การช่วยเหลือทางด้านการแพทย์ และการลำเลียงอาหาร เป็นต้น ซึ่งจากความต้องการดังกล่าวนี้ ทางกองทัพเรือจำเป็นต้องกำหนดกองกำลังทางเรือที่มีความเหมาะสม เพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการเข้าช่วยเหลือจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

ในปัจจุบันการกำหนดกองกำลังทางเรือจะใช้วิธีกำหนดกองกำลังทางเรือตามภารกิจและขีดความสามารถของเรือ ซึ่งจะถูกจัดสรรโดยเสนาธิการทหารเรือหรือด้วยตัวบุคคล และวิธีการในการจัดสรรกองกำลังทางเรือนี้จะมีวิธีการ 3 ขั้นตอนหลักดังนี้ 1) ประเมินความต้องการจากกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์ 2) ประเมินขีดความสามารถของเรือในแต่ละประเภทที่พร้อมใช้งาน และจัดสรรเรือที่มีขีดความสามารถสอดคล้องต่อความต้องการ และ 3) กำหนดเงื่อนไขหรือข้อจำกัดเพิ่มเติม อาทิ เช่น ค่าใช้จ่ายของเรือในแต่ละประเภท สถานที่ตั้งของเรือ ความพร้อมใช้งานของเรือ ฯลฯ ซึ่งจากขั้นตอนดังกล่าวนี้เป็นขั้นตอนที่จะต้องประมวลผลข้อมูลเป็นจำนวนมากในการค้นหากองกำลังทางเรือที่เหมาะสม โดยการคิดวิเคราะห์ขีดความสามารถของเรือที่สามารถตอบสนองต่อภารกิจได้ ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวนี้จะไม่สามารถกระทำได้ในระยะเวลาอันสั้นด้วยตัวบุคคล เนื่องจากสมรรถนะของเรือในแต่ละประเภทจะมีขีดความสามารถที่หลากหลาย และสามารถตอบสนองภารกิจได้หลากหลายรูปแบบ

¹ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2554). ภัยพิบัติ : สถานการณ์และแนวโน้ม.

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบที่สามารถจัดสรรกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมได้ ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมมาวิเคราะห์ข้อมูลและค้นหาคำตอบ เพื่อลดขั้นตอนที่ซับซ้อนในการค้นหากองกำลังทางเรือที่เหมาะสมด้วยตัวบุคคล

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาการกำหนดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ
2. เพื่อค้นหาสมการทางคณิตศาสตร์ในการประเมินค่าความเหมาะสมของกองกำลังทางเรือในภารกิจที่ได้รับมอบหมาย
3. เพื่อทดสอบผลของพารามิเตอร์ต่างๆ ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมต่อสมรรถนะของระบบ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ประเภทของเรือในระบบจะมีด้วยกันทั้งหมด 27 ประเภท
2. สมรรถนะของเรือในแต่ละประเภทจะระบุขีดความสามารถไว้ทั้งหมด 14 ด้าน
3. ระบบจะคำนวณและให้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเรือและประเภทของเรือ สำหรับในการปฏิบัติการภารกิจ
4. ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเลือกภารกิจได้ โดยมีให้เลือก 2 ตัวอย่างภารกิจ
5. ระบบที่พัฒนาไม่สามารถทำงานได้แบบเวลาจริง

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้า การประยุกต์ใช้เทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม
3. รวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับแต่ละปัญหา ให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบกำหนด
4. ออกแบบระบบและพัฒนาโปรแกรม
5. ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงให้ได้ตามที่วางแผนไว้
6. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ระบบ สรุปผลและเขียนรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้รับความรู้เกี่ยวกับการนำเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาด้านการกำหนดกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ โดยสามารถให้คำตอบเป็นประเภท และจำนวนเรือที่เหมาะสมได้ อีกทั้งยังเป็นคุณประโยชน์แก่กองทัพเรือไทยเพื่อที่จะนำไปวิจัยและพัฒนาต่อยอดให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง หรือสำหรับการแก้ปัญหาในด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการทหาร

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล CPU Core i5 2.6 GHz และ RAM 4 GB ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของระบบ

2. ซอฟต์แวร์ (Software)

Microsoft Visual Studio Express 2013 for Windows Desktop ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# ในรูปแบบ Windows Forms

ZedGraph Version 5.1.5 Library (DLL) เป็นชุดคำสั่งที่ใช้สำหรับการวาดกราฟสำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยเทคโนโลยี .NET Framework

1.7 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

รายการดำเนินงาน	เดือนที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. ศึกษาค้นคว้าการประยุกต์ใช้เทคนิค Genetic Algorithm มีทั้งการค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต หนังสือ และเอกสารการสอน									
2. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้การพัฒนาโปรแกรม มีทั้งการค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต และหนังสือ									
3. รวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับแต่ละปัญหา ได้ข้อมูลขีดความสามารถของเรือ และสถานการณ์จำลอง จากศูนย์ศึกษายุทธศาสตร์กองทัพเรือ									
4. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม									
5. ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงให้ได้ตามที่วางแผนไว้									
6. รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สรุปผลและเขียนรายงานการวิจัย									

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการกำหนดกำลังทางเรือ กรณีศึกษาภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ จำเป็นที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับปัญหาประติษฐ์ และการประกอบกำลังทางเรือ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาดังต่อไปนี้

- 2.1 กระบวนการวางแผนกำหนดกองกำลังทางเรือ
- 2.2 การคำนวณแบบประมาณสำหรับการวางแผน
- 2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม
- 2.4 กระบวนการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม
- 2.5 ประเภทของเรือในกองทัพไทย
- 2.6 วัตถุประสงค์ทางเรือ และภารกิจกองทัพเรือ
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.8 สรุป

2.1 กระบวนการวางแผนกำหนดกองกำลังทางเรือ

การวางแผนกำหนดกองกำลังทางเรือเป็นกระบวนการกำหนดความต้องการทางทหารจากข้อพิจารณาของความต้องการด้านการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และเลือกกองกำลังทางเรือเพื่อให้ตรงต่อความต้องการ ภายใต้งบประมาณที่จำกัด ซึ่งผู้วางแผนกำหนดกองกำลังทางเรือจะต้องจัดสรรทรัพยากรหรือเรือในกองทัพซึ่งมีอยู่จำกัดให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกระบวนการก่อนการวางแผนการกำหนดกองกำลังทางเรื่อนั้น จำเป็นที่จะต้องกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อเป็นตัวเชื่อมระหว่างวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้กับกองกำลังทางเรือ

วิธีการกำหนดยุทธศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอน มีกระบวนการที่สอดคล้องต่อเนื่องกับอดีต และปัจจุบัน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกองกำลังทางเรือได้อย่างมีสมเหตุสมผล สอดคล้องกับนโยบายของหน่วยเหนือ ดังนั้นวิธีการในการประเมินยุทธศาสตร์มีขั้นตอนและการดำเนินการ 5 ขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ทางเรือ

เป็นการศึกษา ตรวจสอบ และทำความเข้าใจกับผลประโยชน์แห่งชาติ วัตถุประสงค์แห่งชาติ ตรวจสอบนโยบายความมั่นคงแห่งชาติ นโยบายด้านการทหารทั้งในระดับรัฐบาล ระดับกระทรวงกลาโหม ระดับกองบัญชาการทหารสูงสุด รวมทั้งตรวจสอบร่วมกับวัตถุประสงค์ทางทหาร เพื่อการวิเคราะห์นำไปสู่วัตถุประสงค์ทางเรือที่ถูกต้อง

2) กำหนดยุทธศาสตร์ทางเรือ

โดยการยึดถือวัตถุประสงค์ทางเรือที่ได้กำหนดไว้เป็นที่ตั้ง แล้วทำการตรวจสอบ วิเคราะห์ และประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ว่ามีผลกระทบ หรือแนวโน้มทางทหาร ออกมาให้อยู่รูปแบบของปัญหา จากนั้นจึงทำการตรวจสอบข้อจำกัดด้านทรัพยากรหรือกำลังทางเรือ และตรวจสอบการมีส่วนร่วมของพันธมิตร มิตรประเทศ และสถาบันระหว่างประเทศที่มีผลต่อการทหาร

3) กำหนดแนวความคิดยุทธศาสตร์

ขั้นตอนนี้จะเป็นการขยายความหมายของยุทธศาสตร์ที่กำหนดขึ้นว่ามีแนวความคิดในการดำเนินยุทธศาสตร์อย่างไร เพื่อจะได้สามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการกำหนดความต้องการของเครื่องมือ หรือกองกำลังทางเรือ ว่าต้องใช้เรือประเภทใดบ้าง เป็นจำนวนมากน้อยเพียงใด

4) กำหนดความต้องการกำลังทางเรือ

ขั้นตอนการกำหนดกำลังทางเรือจะต้องพิจารณาถึง กำลังทางเรือที่ต้องใช้เพื่อปฏิบัติการตามแนวความคิดที่กำหนดไว้ ซึ่งต้องมีความเพียงพอต่อความต้องการหรือบรรลुวัตถุประสงค์ จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับกำลังทางเรือที่มีอยู่ และในขณะที่ทำการประเมินพิจารณาปรับเพิ่มหรือลด ความต้องการลงโดยนำข้อพิจารณาด้านสถานภาพของงบประมาณของกองทัพเรือ หากพิจารณาเห็นว่าจะไม่สามารถจัดกองกำลังทางเรือได้ตามความต้องการ ไม่ว่าจะเนื่องมาจากงบประมาณที่ไม่เพียงพอ ระยะเวลาการจัดหาไม่เหมาะสม ฯลฯ แสดงว่าจะไม่สามารถได้กองกำลังทางเรือที่ไม่เพียงพอ เพื่อนำมาดำเนินการตามแนวความคิดทางยุทธศาสตร์ที่ได้กำหนดไว้ได้ ก็จะต้องย้อนกลับไปพิจารณาปรับวัตถุประสงค์ และปรับยุทธศาสตร์หรือจำเป็นต้องยอมรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความไม่เพียงพอของเครื่องมือที่จะดำเนินการ การพิจารณาทบทวนซ้ำแล้วซ้ำอีกด้วยข้อมูลและสมมุติฐานที่ใกล้เคียงความจริงมากที่สุดนี้ จะส่งผลให้สามารถได้มาซึ่งกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้

5) ขั้นตอนการจัดทำเอกสาร

ขั้นตอนทางการคิดในการกำหนดยุทธศาสตร์และกองกำลังทางเรือจะเสร็จสิ้นตั้งแต่ในข้อที่ 4 แล้ว แต่การดำเนินการจะเสร็จสมบูรณ์ได้ จะต้องจัดทำเอกสารเพื่อใช้เป็นเอกสารสั่งการให้

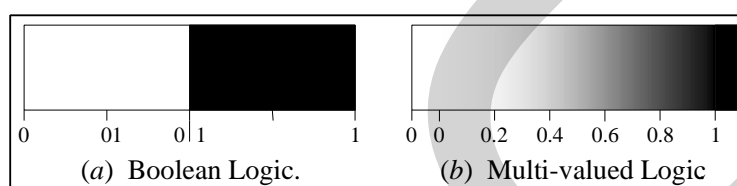
หน่วยรอง และเสนอเป็นแนวทางต่อหน่วยเหนือ เพื่อขอความเห็นชอบและของงบประมาณ รวมทั้งใช้ในการตรวจสอบทบทวนการดำเนินการทั้งหมด

2.2 การคำนวณแบบประมาณ

การคำนวณแบบประมาณหรือแบบอ่อน (Soft Computing) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ แบบจำลองฟัซซี่ ลอจิก (Fuzzy Logic) โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และการคำนวณเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Computation) ซึ่งการคำนวณแบบประมาณนี้เป็นเทคนิคที่จำลองมาจากความคิดของมนุษย์ โดยคำนวณจากสภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน มีความคลุมเครือ และมีความซับซ้อน โดยมีลักษณะการประมวลผลโดยพิจารณาจากองค์ประกอบโดยรอบเป็นการเรียนรู้ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับ ฟัซซี่ ลอจิก และ โครงข่ายประสาทเทียมเป็นหลัก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)

ตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นการอธิบายถึงความคลุมเครือ ไม่มีความแน่นอน ใช้เหตุผลแบบการประมาณเพื่อใช้ในการจำลองการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญของปัญหาที่มีความซับซ้อน ซึ่งตรรกศาสตร์คลุมเครือจะมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงหรือเท็จ โดยตรรกศาสตร์คลุมเครือจะสามารถระบุค่าได้มากกว่า 2 ค่าโดยจะมีการกำหนดค่าระดับความเป็นสมาชิก และค่าระดับความจริง ซึ่งค่าระดับดังกล่าวจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ตัวอย่างแสดงการกำหนดค่าสีขาวกับดำ ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ค่า Boolean Logic และ Multi-valued Logic

จากรูปที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าการกำหนดค่าสีขาวกับดำของ Boolean Logic จะมีค่าเพียง 2 ค่าคือค่าขาวกับดำ ส่วนของ Multi-valued Logic หรือตรรกศาสตร์คลุมเครือจะมีค่าสีในรูปแบบของการไล่เฉดสีจากสีขาวไปยังสีดำ กล่าวคือค่าที่เป็นสีเทาอาจจะบอกได้ว่าเป็น ได้ทั้งค่าสีขาวและสีดำในเวลาเดียวกัน ซึ่งตรรกศาสตร์คลุมเครือสามารถที่นำไปประยุกต์ใช้งานกับงานประเภทการควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือนได้ เช่น เครื่องซักผ้า หม้อหุงข้าว และตู้เย็น เป็นต้น

ตรรกศาสตร์คลุมเครือจะแตกต่างไปจาก Boolean ที่ไม่ใช่มีเพียงแค่ใช่-ไม่ใช่ หรือศูนย์-หนึ่ง แต่ตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นตรรกศาสตร์หลายระดับซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดค่าระดับความเป็นสมาชิก (Degree of membership) โดยใช้ค่าตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 1

ข้อดีของตรรกศาสตร์คลุมเครือ มีคุณลักษณะเด่นหลายด้าน ทำให้มีการนำเอาตรรกศาสตร์คลุมเครือมาประยุกต์ใช้อย่างมากมายและอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะงานด้านระบบควบคุม ซึ่งข้อดีของตรรกศาสตร์คลุมเครือสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ตรรกศาสตร์เป็นระบบที่มีความเสถียรภาพสูง ไม่จำเป็นต้องใช้งานกับระบบที่มีอินพุตที่มีค่าแน่นอน หรือปราศจากสัญญาณรบกวน ซึ่งก็คือระบบสามารถรองรับอินพุตที่มีความคลุมเครือได้อย่างหลากหลาย

2) ตรรกศาสตร์คลุมเครือประมวลผลด้วยการใช้กฎที่กำหนดหรือนิยามด้วยผู้ใช้ ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะปรับแต่งระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

3) ตรรกศาสตร์ไม่มีข้อจำกัดของจำนวนอินพุตหรือเอาต์พุต ทำให้การออกแบบระบบสามารถทำได้หลากหลายสามารถใช้ตัวตรวจจับที่ไม่มี ความแม่นยำมากนักและมีราคาถูกได้พร้อมๆ กันหลายตัว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบในขณะที่ความยุ่งยากและราคารวมของระบบไม่เพิ่มขึ้น

4) ตรรกศาสตร์คลุมเครือมีโครงสร้างที่สามารถแบ่งแยกเป็นหน่วยประมวลผลย่อยๆ ได้ ทำให้ได้ระบบที่มีการกระจายการทำงาน ง่ายต่อการดูแลและปรับปรุงแก้ไข

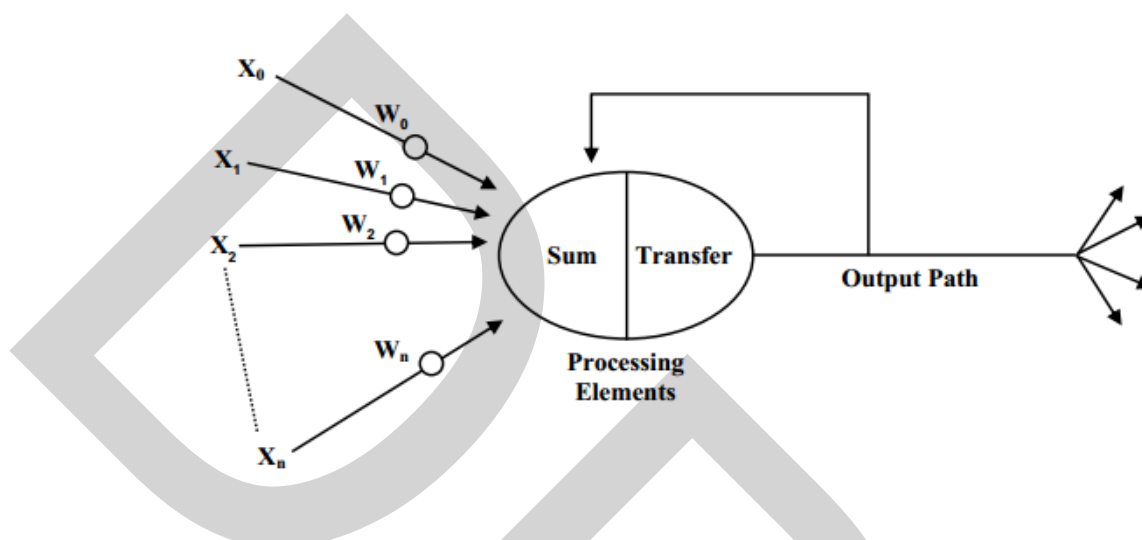
5) ตรรกศาสตร์คลุมเครือสามารถใช้กับงานที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) ได้ ทำให้ลดภาระการคำนวณแบบจำลองระบบทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน

2.2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

เป็นโครงข่ายที่มีรูปแบบโครงสร้างและการทำงานของประมวลผลเหมือนกับสมองในสิ่งมีชีวิตที่มีการปรับเปลี่ยนตัวเองต่อการตอบสนองของอินพุตตามกฎของการเรียนรู้ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบ Connectionist เพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ด้วยวัตถุประสงค์ที่สร้างเครื่องมือที่มีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการอุปมาความรู้ (Knowledge Deduction)

โครงข่ายประสาทเทียมจะมีอินพุตหลายค่าเข้ามาในโครงข่าย โดยจะถูกแทนด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ $X(n)$ และแต่ละอินพุตนั้นจะถูกคูณด้วยค่าความรู้หรือเป็นค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งแทนด้วย $W(n)$ โดยที่ปกติผลคูณของค่าน้ำหนักและอินพุตที่เข้าสู่โครงข่ายนั้น จะถูกนำมารวมกันและส่งผ่านเข้าไปในฟังก์ชัน (Transfer function) เพื่อที่จะหาเอาต์พุตหรือผลลัพธ์

ออกมา โดยกระบวนการนี้จะทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานและสามารถที่จะนำไปใช้กับโครงสร้างวงจรโครงข่ายอื่นที่ใช้ฟังก์ชันผลรวม (Summing function) และฟังก์ชันการส่งที่ต่างกัน ได้ แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การทำงานของเซลล์ประสาทเทียม

ที่มา: Dave Anderson and George McNeill, 1992

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น โดยทั่วไปจะเป็นการสอนโครงข่ายให้ทำการคำนวณข้อมูลเอาต์พุตพร้อมกับการปรับปรุณค่าน้ำหนักโดยใช้ข้อมูลอินพุตที่ป้อนให้กับโครงข่าย โดยอาศัยกระบวนการทำซ้ำ (Iterative) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน ซึ่งการเรียนรู้นี้จะต้องการชุดข้อมูลอินพุตและเอาต์พุต เป้าหมายเป็นชุดฝึกสอนควบคู่ (Training pair) โดยปกติการสอนโครงข่ายนั้นจะใช้ชุดฝึกสอนควบคู่กันหลายชุด ในระหว่างการสอนโครงข่ายจะเกิดเอาต์พุตจริงซึ่งแตกต่างจากเอาต์พุตเป้าหมาย ทำให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนหรือค่าความผิดพลาด โดยโครงข่ายจะเรียนรู้ข้อมูลทั้งสองโดยการปรับค่าน้ำหนักเพื่อลดค่าความแตกต่าง ระหว่างค่าของตัวแปรเอาต์พุตของโครงข่ายกับค่าของข้อมูลเอาต์พุตที่ต้องการให้น้อยที่สุด โดยกระบวนการจะกระทำซ้ำกับข้อมูลที่ละชุด จนกระทั่งค่าน้ำหนักในโครงข่ายลู่เข้า เมื่อโครงข่ายทำการเรียนรู้แล้วก็จะป้อนข้อมูลอินพุตล่าสุดให้กับโครงข่าย เพื่อที่จะหาค่าตัวแปรเอาต์พุตซึ่งก็คือ ค่าผลการทำนาย เป็นต้น

2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน ซึ่งการเรียนรู้นี้ได้ถูกพัฒนาเพื่อให้ใกล้เคียงกับระบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์มากยิ่งขึ้น โดยจะมีเพียงข้อมูลอินพุตเท่านั้น จากนั้นกระบวนการเรียนรู้จะ

ใช้หลักทางสถิติ โดยหาค่าทางสถิติของชุดฝึกสอน และทำการจัดกลุ่มข้อมูลออกมาเป็นระดับต่างๆ โดยโครงข่ายประสาทเทียมจะหาค่าเอาต์พุตเองจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอินพุต และเอาต์พุต

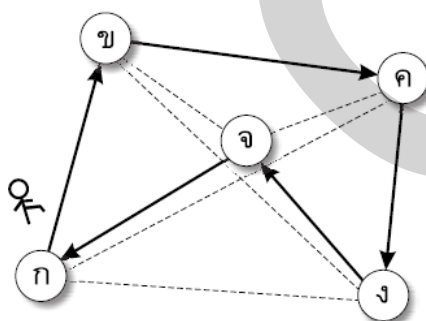
3) การเรียนรู้เชิงบังคับ การเรียนรู้นี้เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอนและไม่มีผู้สอน โดยจะใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนในระหว่างการสอนที่มีเพียงชุดข้อมูลอินพุต และจะใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอนเมื่อได้ค่าเอาต์พุตและจะทำการบอกว่าถูกหรือผิด แต่จะไม่บอกว่าเอาต์พุตที่ถูกคืออะไร

โครงข่ายประสาทเทียมสามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายด้านดังต่อไปนี้

1) การจดจำรูปแบบ (Pattern recognition) งานของการจดจำรูปแบบคือ การกำหนดหรือแปลงรูปแบบอินพุตให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์ลักษณะ (Feature vector) ที่ใช้แทนคลาสต่างๆ ประยุกต์ใช้งานทางด้าน การจดจำลายมือตัวอักษร การจดจำเสียง การจำแนกรูปเคลื่อนไหว EEG และ ECG การจำแนกเซลล์เม็ดเลือด และการตรวจสอบลายวงจร เป็นต้น

2) การจับกลุ่ม (Clustering) โดยปกติแล้วในงานจับกลุ่มจะไม่มีข้อมูลล่วงหน้าให้สำหรับฝึกสอน ขั้นตอนวิธีในการจับกลุ่มจะทำการค้นหาสถานะคล้ายระหว่างข้อมูลรูปแบบ และทำการจับกลุ่มรูปแบบที่คล้ายกันได้ การจับกลุ่มนี้สามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการจำแนกรูปแบบที่ไม่มีผู้ฝึกสอน ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้กับงานการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) การบีบอัดข้อมูล (Data Compression) และการวิเคราะห์ค้นหาข้อมูล เป็นต้น

3) การหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) ปัญหาหลายๆ อย่างทางด้านคณิตศาสตร์ สถิติ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ การแพทย์ และเศรษฐกิจ สามารถที่จะพิจารณาเป็นปัญหาการหาค่าความเหมาะสมที่สุดได้ เป้าหมายของขั้นตอนวิธีการหาค่าความเหมาะสมที่สุด คือการหาค่าตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขข้อบังคับ และให้ค่าการประเมินจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ดีที่สุด เช่น ตัวอย่างการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling salesman problem หรือ TSP) ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหา NP-Complete แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการหาค่าความเหมาะสมที่สุดของปัญหา TSP

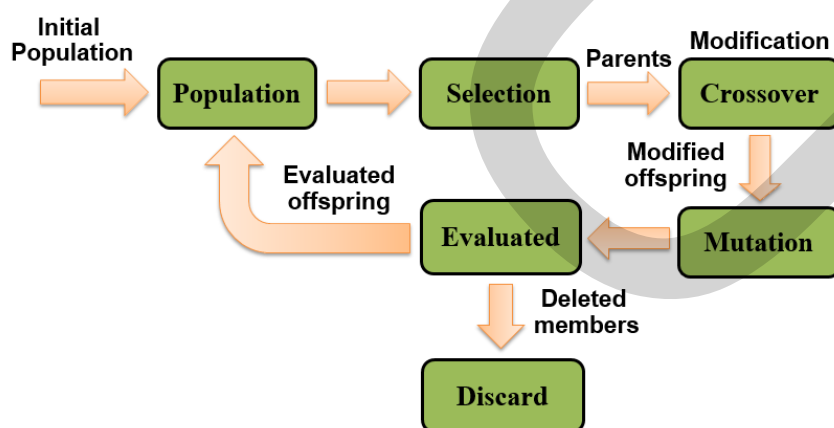
ที่มา: ปัญหาเชิงคำนวณ (Computational Intelligence), ฉบับปรับปรุงปี 2552, บทที่ 8 หน้า 201

2.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ปัจจุบันการหาคำตอบของปัญหาบางประเภท เช่น ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและปัญหาในการคำนวณต้นทุนต่ำสุด เป็นต้น สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี และวิธีการที่ง่ายที่สุดในการหาคำตอบคือ วิธีการทางฮิวริสติกต่าง ๆ ซึ่งอาจจะได้คำตอบที่ไม่ดีนัก ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้นำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางธรรมชาติมาช่วยในการค้นหาคำตอบ โดยมีเป้าหมายหลักในการใช้ประโยชน์ของความคงทนต่อความไม่เที่ยงตรงแม่นยำ ความแน่นอน หรือความคลุมเครือของปัญหา หลักการเหล่านี้สามารถพบได้จากวิธีต่างๆ เช่น ระบบโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic) และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithms)

ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ไม่เที่ยงตรงและมีความคลุมเครือ ซึ่งถ้าหากต้องการคำตอบที่เที่ยงตรงและมีความแม่นยำสูงมากก็ย่อมมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ดังนั้นวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาที่คลุมเครือโดยได้คำตอบที่ใกล้เคียงสามารถยอมรับได้ ใช้เวลาในการค้นหาคำตอบไม่นานมากนัก และมีค่าใช้จ่ายที่พอประมาณ ย่อมดีกว่าวิธีที่ได้ความเที่ยงตรงสูงแต่มีค่าใช้จ่ายที่สูง วิธีการค้นหาคำตอบที่ตัวอย่างหนึ่งได้แก่วิธีการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยอาศัยทฤษฎีในการถ่ายทอดลักษณะการเลียนแบบธรรมชาติทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการค้นหาคำตอบที่ต้องการได้

2.4 กระบวนการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม



ภาพที่ 2.4 กระบวนการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

การออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจในเรื่องกระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งกระบวนการพื้นฐานจะมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

1) การเข้ารหัสและการสร้างประชากรเริ่มต้นด้วยการสุ่มกลุ่มของค่าตอบ หรือกลุ่มโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งเป็นกลุ่มประชากร (Population) เริ่มต้น

ตัวอย่างเช่น ต้องการหาค่าสูงสุดของฟังก์ชัน $f(x) = x^2$ โดยที่ x มีค่าอยู่ระหว่าง $[0, 31]$ ในที่นี้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) คือ $f(x)$ หรือ x^2 ซึ่งวิธีการเข้ารหัสแบบไบนารี โดยแปลงค่าพารามิเตอร์ x ให้อยู่ในรูปแบบไบนารี 5 บิต จะได้ค่าพารามิเตอร์ของ x จะมีค่าอยู่ในช่วง 00000 จนถึง 11111 (0 – 31)

เมื่อกำหนดวิธีการเข้ารหัสแล้วจำเป็นที่จะต้องสร้างประชากรเริ่มต้น (Initial Population) โดยใช้วิธีการสุ่ม สมมติว่าสุ่มประชากรเริ่มต้น 4 สตรีงได้เป็น

01101

11000

01000

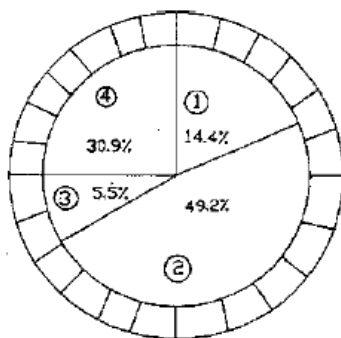
10011

ค่าสตรีงของประชากรเริ่มต้นนี้ เกิดจากการสุ่มค่าทั้งหมด 20 หรือสตรีงแต่ละตัวทำการสุ่ม 5 ครั้ง

2) การดำเนินการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนการคัดเลือก (Selection) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1) การคัดเลือก (Selection) คือการกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติตามทฤษฎีผู้รอดที่มีความเหมาะสม ของ ชาลส์ ดาร์วิน ประชากรที่มีความเหมาะสมในธรรมชาติจะมีความสามารถในการรอดพ้นผู้ล่า โรคภัยไข้เจ็บ และอุปสรรคอื่นๆ ที่ต่อต้านการเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่ และสามารถสืบพันธุ์ต่อไปได้ ส่วนฟังก์ชันเป้าหมายจะเป็นสิ่งที่ใช้พิจารณาว่าสตรีงที่สร้างขึ้นจะมีชีวิตอยู่รอดหรือตายไป

ในการคัดเลือกสามารถกระทำได้หลายวิธี ซึ่งวิธีที่ง่ายวิธีหนึ่ง คือ การคัดเลือกด้วยวงล้อรูเล็ตต์ที่มีจำนวนช่องเท่ากับจำนวนประชากรสตรีง และขนาดช่องก็จะเป็นสัดส่วนกับค่าความเหมาะสม แสดงดังภาพที่ 2.5 และค่าความเหมาะสมของฟังก์ชันเป้าหมายของประชากรทั้ง 4 แสดงอยู่ในตารางที่ 2.1



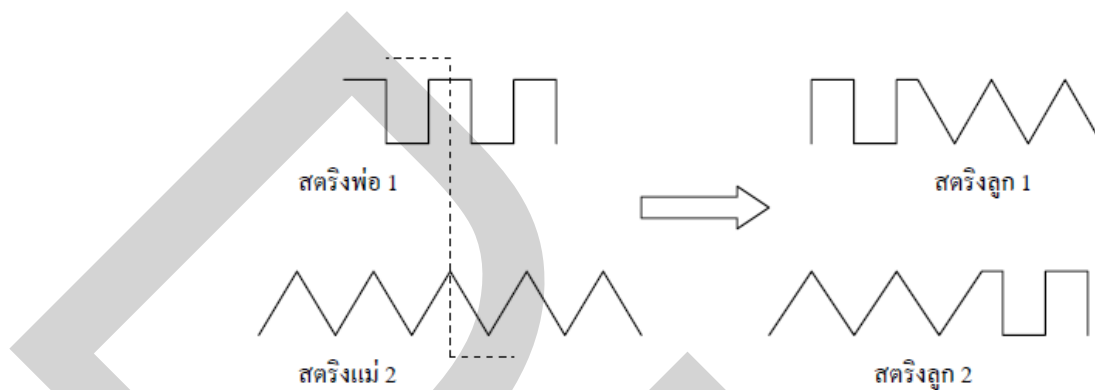
ภาพที่ 2.5 การคัดเลือกด้วยวงล้อสุ่ม

ตารางที่ 2.1 กลุ่มประชากรตัวอย่างและค่าความเหมาะสม

No.	สตริง	ค่าความเหมาะสม	เปอร์เซ็นต์โดยรวม
1	01101	169	14.40
2	11000	576	49.10
3	01000	64	5.50
4	10011	361	30.90
รวม		1170	100.00

ค่าความเหมาะสมทั้งหมดได้ 1170 และค่ารายละเอียดต่างแสดงดังตารางที่ 2.1 ได้แสดงถึงวงล้อสุ่มสำหรับการคัดเลือก ซึ่งสร้างมาจากสัดส่วนของค่าความเหมาะสมของสตริงทั้งหมด เช่น สตริง No.1 มีค่าความเหมาะสมเป็น 169 หรือ 14.4% (169/1170) ของค่าความเหมาะสมโดยรวมของทั้งประชากร ในการคัดเลือกจะหมุนวงล้อเป็นจำนวน 4 ครั้งหรือเท่ากับจำนวนของสตริง เช่น สตริง No.1 มีค่าเป็น 169 คิดเป็น 14.4% ของค่าความเหมาะสมทั้งหมด ดังนั้นเมื่อหมุนวงล้อสุ่มแต่ละครั้งจะได้ตัวแทนในการสืบพันธุ์ สตริงที่มีค่าความเหมาะสมสูงจะถูกคัดเลือกสำหรับใช้ในการสืบพันธุ์การคัดเลือกสำหรับสตริงในรุ่นต่อไป

2.2) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) หลังจากประชากรทั้งหมดผ่านกระบวนการคัดเลือกมาแล้ว จะทำการจับคู่โครโมโซมในกลุ่มประชากรทั้งหมดด้วยวิธีการสุ่ม และทำการสลับจุดค่าที่อยู่หลังตำแหน่งที่เลือกไว้จากการสุ่ม หรือทำการแลกเปลี่ยนยีนกัน



ภาพที่ 2.6 การข้ามสายพันธุ์อย่างง่ายเพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสตริง

การเลือกตำแหน่งที่จะทำการข้ามสายพันธุ์ จะกระทำโดยวิธีการสุ่มค่าเป็นจำนวนเต็ม ตำแหน่งที่ k ช่วงของสตริงที่เลือกจะอยู่ในช่วง $[2, t-1]$ โดยที่ t คือตำแหน่งสุดท้ายของสตริงใหม่ ทั้งสองก็จะมีการสลับอักขระตั้งแต่ตำแหน่งที่ $k+1$ จนถึง t

2.3) การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นสิ่งที่จำเป็น ถึงแม้ว่าการคัดเลือกและการข้ามสายพันธุ์ช่วยในการค้นหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้วก็ตาม ในบางครั้งก็มีการสูญเสียส่วนที่สำคัญไป (ค่า 1 หรือ 0 ในบางตำแหน่ง) การกลายพันธุ์จะช่วยป้องกันส่วนที่สูญเสียที่ไม่อาจเรียกคืนได้

2.4) ประชากรรุ่นใหม่ สตริงทั้งหมดที่ได้จากการทำกระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เรียกว่าประชากรรุ่นใหม่ ซึ่งจะกลายเป็นประชากรรุ่นเก่า สำหรับการดำเนินการในครั้งต่อไป กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะกระทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจำนวนรุ่นจะมากกว่าจำนวนรุ่นที่กำหนดไว้สูงสุด

2.5 ประเภทของเรือในกองทัพเรือไทย

เรือที่ประจำการในกองทัพเรือไทยมีจำนวนทั้งหมดประมาณ 324 ลำ และเรือจำนวนเกือบทั้งหมดจะสังกัดกองเรือต่างๆ แบ่งประเภทตามอัตราเฉพาะกิจของกองทัพเรือได้ 8 กองเรือ และแต่ละกองเรือจะมีหมวดเรือย่อย รายละเอียดดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ประเภทของกองเรือในกองทัพเรือไทย

ประเภทกองเรือ	หมวดเรือ	ประเภทเรือ	จำนวนเรือ
กองเรือบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ (กบช.)	หมวดที่ 1	เรือ บช. ชุด ร.ล.จักรีนฤเบศร	1 ลำ
กองเรือฟริเกตที่ 1 (กฟก.1)	หมวดที่ 1	เรือ ฟก. ชุด ร.ล.ตاپี	2 ลำ
		เรือ ฟก. ชุด ร.ล.มกุฎราชกุมาร	1 ลำ
		เรือ คว. ชุด ร.ล.รัตนโกสินทร์	2 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ ฟก. ชุด ร.ล.ปิ่นเกล้า	1 ลำ
		เรือ ฟก. ชุด ร.ล.พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก	2 ลำ
หมวดที่ 3	เรือ ตกด. ชุด ร.ล.คำรนสินธุ	3 ลำ	
กองเรือฟริเกตที่ 2 (กฟก.2)	หมวดที่ 1	เรือ ฟก. ชุด ร.ล.เจ้าพระยา	1 ลำ
		เรือ ฟก. ชุด ร.ล.บางปะกง	1 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ ฟก. ชุด ร.ล.กระบรี	1 ลำ
		เรือ ฟก. ชุด ร.ล.สายบุรี	1 ลำ
	หมวดที่ 3	เรือ ฟก. ชุด ร.ล.นเรศวร	2 ลำ
กองเรือตรวจอ่าว (กตอ.)	หมวดที่ 1	เรือ ตกก. ชุด ร.ล.ปัตตานี	2 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ รจอ. ชุด ร.ล.ปราบปรบภัย	3 ลำ
		เรือ รจอ. ชุด ร.ล.ราชฤทธิ์	3 ลำ
		เรือ รจป. ชุด ร.ล.ชลบุรี	3 ลำ
	หมวดที่ 3	เรือ ตกป. ชุด ร.ล.สัตหีบ	6 ลำ
เรือ ตกป. ชุด ร.ล.หัวหิน		3 ลำ	
กองเรือขามฟ้า (กขฝ.)	หมวดที่ 1	เรือ ตกฝ. ชุด ต.991	3 ลำ
		เรือ ตกฝ. ชุด ต.11	10 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ ตกฝ. ชุด ต.91	9 ลำ
		เรือ ตกฝ. ชุด ต.81	3 ลำ
	หมวดที่ 3	เรือ ตกข. ชุด ต.21 – 25 และ ต.28 - 212	10 ลำ
		เรือ ตกข. ชุด ต.213	14 ลำ
เรือ ตกข. ชุด ต.231		1 ลำ	

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

กองเรือยกพลขึ้นบกและบริการ (กยพ.)	หมวดที่ 1	เรือ ขพญ. ชุด ร.ล.สี่ขั้ว	2 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ รพญ. ชุด ร.ล.มัดโพน	2 ลำ
		เรือ รพญ. ชุด ร.ล.ทองแก้ว	4 ลำ
	หมวดที่ 3	เรือ รพญ. ชุด ร.ล.มันอก	3 ลำ
		เรือ สกญ. ชุด ร.ล.สี่มีถัน	1 ลำ
		เรือ ลลส. ชุด ร.ล.เกล็ดแก้ว	1 ลำ
		เรือ นม. ชุด ร.ล.จุฬา	1 ลำ
		เรือ นม. ชุด ร.ล.สมุย	1 ลำ
		เรือ นม ชุด ร.ล.ปรัง	1 ลำ
		เรือ นม ชุด ร.ล.เปริด	2 ลำ
		เรือ น. ชุด ร.ล.จวง	1 ลำ
		เรือ น. ชุด ร.ล.จิก	1 ลำ
		เรือ รจถ. ชุด ร.ล.กลิ้งบาดาล	2 ลำ
	เรือ ลจก. ชุด ร.ล.เร็น	2 ลำ	
เรือ ลจก. ชุด ร.ล.แสมสาร	2 ลำ		
กองเรือทุ่นระเบิด (กทบ.)	หมวดที่ 1	เรือ กทฝ. ชุด ร.ล.ลาดหญ้า	2 ลำ
		เรือ สตท. ชุด ร.ล.กลาง	1 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล.บางระจัน	2 ลำ
		เรือ ตท. ชุด ร.ล.ลาดหญ้า	2 ลำ
	หมวดที่ 3	เรือ กทต. ชุด ท.1	5 ลำ
เรือ กทต. ชุด ท.6		7 ลำ	
กองเรือลำน้ำ (กลน.)	หมวดที่ 1	เรือ ตกช. ชุด ต.26	1 ลำ
		เรือ ตกช. ชุด ต.27	1 ลำ
	หมวดที่ 2	เรือ รตล. ชุด ล.11	39 ลำ
		เรือ ขตล. ชุด ล.21	6 ลำ
		เรือ จตล. ชุด ล.31	132 ลำ
		เรือ จลพ. ชุด ล.3130	3 ลำ
	หมวดที่ 3	เรือ รพล. ชุด ล.51	6 ลำ
เรือ หกล. ชุด ล.41		3 ลำ	

ที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/เรือรบในประจำการของกองทัพเรือไทย>

2.6 วัตถุประสงค์ทางเรือ และภารกิจกองทัพเรือ

2.6.1 วัตถุประสงค์มูลฐานทางเรือ มีจำนวน 8 ข้อ ดังนี้

- 1) เพื่อรักษาอธิปไตยของชาติทางทะเล
- 2) เพื่อปกป้องสถาบันพระมหากษัตริย์
- 3) เพื่อคุ้มครองและรักษาผลประโยชน์แห่งชาติทางทะเล
- 4) เพื่อดำรงการคมนาคมทางทะเลให้ได้อย่างต่อเนื่องในทุกสภาวะการณ์
- 5) เพื่อป้องกันพื้นที่ทางบก และลำน้ำที่เป็นเส้นแบ่งเขตแดนตามที่ได้รับมอบหมาย
- 6) เพื่อสนับสนุนการรักษาความมั่นคงภายในประเทศ และความสงบเรียบร้อยในทะเล และชายฝั่ง
- 7) เพื่อสนับสนุนและร่วมในการพัฒนาประเทศ ช่วยเหลือประชาชนและบรรเทาสาธารณภัย
- 8) เพื่อสนับสนุนให้เกิดสันติภาพและเสถียรภาพในภูมิภาค

2.6.2 วัตถุประสงค์เฉพาะทางเรือ มีจำนวน 16 ข้อ ดังนี้

- 1) ดำรงศักยภาพกำลังทางเรือ เพื่อการป้องปราม
- 2) สนับสนุนการเสริมสร้างความไว้วางใจกับประเทศเพื่อนบ้าน
- 3) ดำรงขีดความสามารถและเทคโนโลยีของกำลังทางเรือในระดับที่ทัดเทียมกับประเทศเพื่อนบ้าน
- 4) สามารถปฏิบัติการร่วมกับเหล่าทัพและส่วนราชการอื่นในการป้องกันประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) ปกป้องและเทิดพระเกียรติสถาบันพระมหากษัตริย์
- 6) ดำรงความเป็นเครื่องมือของรัฐที่มีศักยภาพในการสนับสนุนด้านการเจรจา
- 7) คุ้มครองและปกป้องสิทธิในการใช้และแสวงหาประโยชน์ทางทะเลโดยชอบด้วยกฎหมายในพื้นที่แหลมตับทางทะเล กั้นป้องกันรักษาผลประโยชน์ทางทะเลในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ
- 8) เสริมสร้างความสัมพันธ์กับประเทศเพื่อนบ้านในระดับเหล่าทัพ
- 9) รักษาเส้นทางคมนาคมทางทะเลด้านอ่าวไทย และอันดามัน
- 10) ดำรงการใช้ท่าเรือการขนส่งทางทะเลได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งด้านอ่าวไทยและทะเลอันดามัน
- 11) ป้องกันพื้นที่ทางบก และลำน้ำที่เป็นเส้นแบ่งเขตแดนตามที่ได้รับมอบหมายในปัจจุบัน

11.1) สนับสนุนการรักษาความมั่นคงภายในประเทศและความสงบเรียบร้อยในทะเล และชายฝั่งด้านการปฏิบัติตามกฎหมายที่ได้รับมอบ โดยเน้นด้านการป้องกันและปราบปราม ยาเสพติด การกระทำอันเป็นโจรสลัด และการต่อต้านการก่อการร้ายสากล

11.2) สามารถใช้ขีดความสามารถของกำลังรบตามหน้าที่หลัก เพื่อช่วยเหลือประชาชนจากอุบัติเหตุและภัยธรรมชาติในทะเลและชายฝั่ง

11.3) สนับสนุนในการพัฒนาประเทศ โครงการพระราชดำริ และการอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาวะแวดล้อมตามขีดความสามารถ

11.4) ให้มีขีดความสามารถในการสนับสนุนภารกิจในการรักษาสันติภาพ โดยมุ่งเน้นการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรม

11.5) สนับสนุนการเสริมสร้างเสถียรภาพในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

2.6.3 ภารกิจของกองทัพเรือ

2.6.3.1 ภารกิจในยามสงครามหรือเมื่อมีความขัดแย้งรุนแรง

- 1) การป้องกันประเทศทางทะเล
- 2) ดำรงการคมนาคมเข้าสู่อ่าวไทยและท่าเรือด้านทะเลอันดามัน
- 3) ปฏิบัติการยุทธสะเทินน้ำสะเทินบก
- 4) สนับสนุนการปฏิบัติการของกองทัพบกบริเวณชายฝั่งและในพื้นที่

รับผิดชอบ

5) ป้องกันภัยทางอากาศในพื้นที่ที่ได้รับมอบหมาย

6) สนับสนุนการลำเลียงทางทะเล

2.6.3.1 ภารกิจในยามสงบ

- 1) เตรียมกำลังให้พร้อมเพื่อการป้องปรามและป้องกัน
- 2) ปฏิบัติหน้าที่ในการรักษากฎหมายในทะเล
- 3) เข้าร่วมในการพัฒนาประเทศและช่วยเหลือประชาชน
- 4) การช่วยเหลือผู้ประสบภัยในทะเลและชายฝั่ง
- 5) ให้การคุ้มครองเรือประมงที่ประกอบอาชีพโดยสุจริตในอาณาเขตทาง

ทะเลของไทยและพื้นที่เหลื่อมทับ

- 6) อนุรักษ์และฟื้นฟูสภาพแวดล้อมรวมทั้งจัดมลภาวะในทะเล
- 7) การสำรวจทางสมุทรศาสตร์และอุทกศาสตร์ รวมทั้งการจัดสร้างแผนที่

และที่หมายในการเดินเรือ

8) สนับสนุนการลำเลียงขนส่งทางทะเล

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 รูปแบบการจัดการการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม กรณีศึกษา บริษัทขายวัสดุก่อสร้าง

ในปี พ.ศ. 2554 พศวีร์ ตรีวิเศษ และคณะได้วิจัยการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการขนส่ง วัสดุคิบให้กับลูกค้า และสร้างรูปแบบการการขนส่งของกรณีศึกษาบริษัทขายวัสดุก่อสร้าง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของ ปัญหา TSP (Traveling salesman problem) ทั้งหมด 4 วิธี คือ วิธีแบบละโมบ (Greedy algorithms), วิธี Saving algorithms, วิธี Nearest algorithms และวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithms) จากการเปรียบเทียบพบว่า ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้ดีกว่าวิธีการดังกล่าว ทั้งหมด โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถค้นหาระยะเส้นทางรวมได้ทั้งหมด 61.4 km ในขณะที่วิธีแบบละโมบได้ 121.9 km วิธี Nearest algorithms ได้ 61.8 km และวิธี Saving algorithms ได้ 80.5 km

2.7.2 ระบบจัดตารางเวลาการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาลด้วยวิธีทางพันธุกรรม : กรณีศึกษา แผนกอายุรกรรม

ในปี พ.ศ. 2546 ชิดชนก โชคสุชาติ และนฤมลวรรณ สุขไมตรี ได้นำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางเวลาการทำงานของพยาบาล เพื่อให้เหมาะสม มีความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพกับการปฏิบัติงาน โดยใช้แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลลพบุรี จังหวัดลพบุรี เป็นกรณีศึกษา โดยผลการทดลองสามารถที่จะจัดตารางการทำงานด้วยมือกับการจัดตารางเวลาการทำงานด้วยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมพบว่า จำนวนเวรทำงานมีค่าใกล้เคียงกัน และจำนวนเวรเฉลี่ยต่อพยาบาล 1 คนมีค่าเท่ากัน และการจัดตารางเวลาการทำงานด้วยขั้นตอนวิธีทางพันธุกรรมใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที ซึ่งจัดได้รวดเร็วกว่าการจัดตารางเวลาการทำงานด้วยมือหรือด้วยตัวบุคคล

2.7.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทาง

ในปี พ.ศ. 2554 อุดม จันทร์จรัสสุข ได้นำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางรับส่งพนักงานบริษัทเป็นกรณีศึกษา เพื่อที่จะให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุด โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการคัดเลือกโครโมโซมแม่แบบ ด้วยวิธีการวงล้อรูเล็ตต์ (Roulette wheel selection) และการสลับสายพันธุได้ใช้วิธีการสลับสายพันธุสำหรับโครโมโซมอันดับ (Ordered Chromosomes) โดยใช้วิธีการดังนี้ (1) การสลับสายพันธุแบบวัฏจักร (2) การสลับสายพันธุแบบใช้อันดับเป็นพื้นฐาน (3) การสลับสายพันธุแบบใช้ตำแหน่งเป็นพื้นฐาน (4) การสลับสาย

พันธุ์แบบจัดคู่เป็นส่วน และการกลายพันธุ์ได้ใช้วิธีการสลับชุดของยีนด้วยวิธีการสุ่ม โดยผลการทดลองสามารถที่จะลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 17,000 บาทต่อเดือน

2.7.4 Thai Handwritten Character Recognition by Genetic Algorithm (THCRGA)

ในปี พ.ศ. 2554 Chomtip Pornpanomchai, Verachad Wongsawangtham, Satheanpong Jeungudomporn และ Nanapaht Chatsumpun ได้พัฒนาระบบการรู้จำลายมือเขียนตัวอักษรภาษาไทย ด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อค้นหาว่าลายมือที่เขียนขึ้นเป็นตัวอักษรใดในภาษาไทย โดยระบบสามารถทำนายได้ถูกต้องถึง 88.24% ด้วยความเร็ว 0.42 วินาทีต่ออักขระ

2.8 สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ในการค้นหาองค์กำลังทางเรือ สำหรับภารกิจช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ ซึ่งวิธีการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนี้สามารถที่จะให้คำตอบได้หลากหลาย ซึ่งในการค้นหาคำตอบในแต่ละครั้งของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจะให้ผลลัพธ์หรือคำตอบที่ไม่เหมือนกัน ทำให้เป็นข้อดีสำหรับในงานวิจัยนี้ เนื่องจากการได้คำตอบที่หลากหลาย สามารถที่จะนำไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการเลือกองค์กำลังทางเรือที่เหมาะสมได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้มีอำนาจการตัดสินใจเลือกชุดองค์กำลังทางเรือสำหรับการปฏิบัติการ

บทที่ 3

การวางแผนและการออกแบบ

เนื้อหาส่วนนี้จะประกอบไปด้วยส่วนของการวิเคราะห์และการออกแบบภาพรวมของงานวิจัยการวิจัย ซึ่งมีจะมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

3.2 ภารกิจการจัดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ (Humanitarian Assistance and Disaster Relief: HA/DR)

3.2.1 ประเภทและจำนวนเรือ

3.2.2 ชีตความสามารถของกำลังทางเรือ

3.2.3 ตัวอย่างสถานการณ์ภัยพิบัติในการปฏิบัติการกิจ

3.3 เทคนิคการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

3.3.1 การกำหนดรูปแบบโครโมโซม (Chromosome Representation)

3.3.2 การกำหนดกลุ่มประชากรเริ่มต้น (Initial Population)

3.3.3 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function)

3.3.4 การคัดเลือก (Selection)

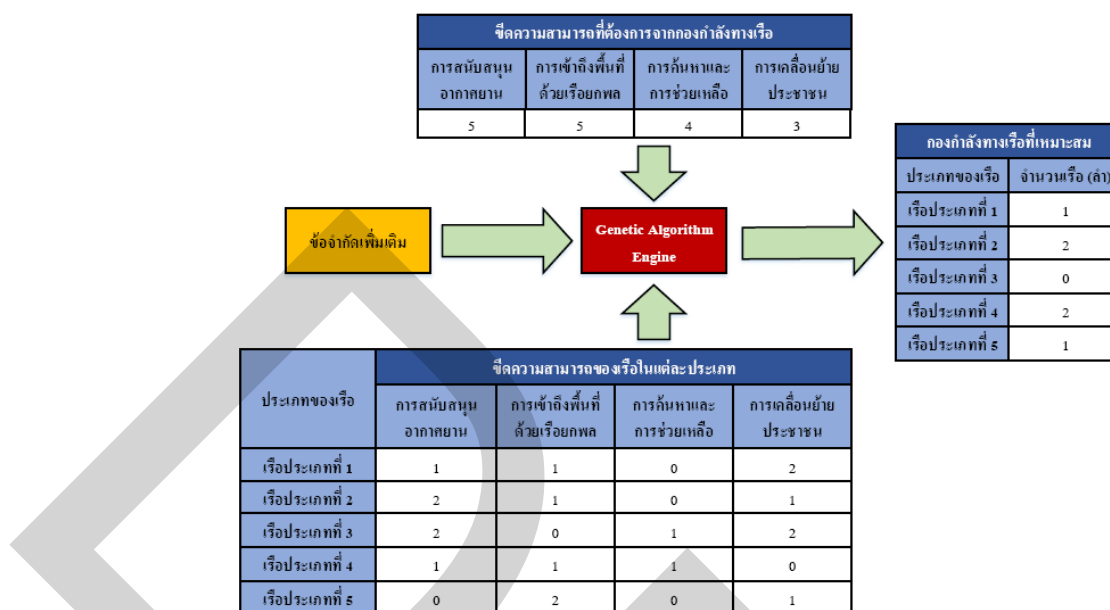
3.3.5 การผสมพันธุ (Crossover)

3.3.6 การกลายพันธุ์ (Mutation)

3.4 สรุป

3.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ภาพรวมระบบโปรแกรมการกำหนดกองกำลังทางเรือของงานวิจัยนี้จะมีด้วยกัน 3 ส่วนประกอบไปด้วยดังนี้ (1) ส่วนข้อมูลเข้าระบบ (Input) (2) ส่วนเครื่องขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm Engine) และ (3) ส่วนข้อมูลออก (Output) โดยแต่ละส่วนแสดงไว้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ไคอะแกรมภาพรวมระบบ

ส่วนของข้อมูลเข้าระบบ จะประกอบไปด้วยกัน 3 ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือ ซึ่งในส่วนนี้จะถูกประเมินโดยเสนาธิการทหารเรือ โดยการวิเคราะห์จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และทำการกำหนดขีดความสามารถให้มีความสอดคล้องต่อสถานการณ์ สามารถนำไปปฏิบัติการกิจได้อย่างบรรลุวัตถุประสงค์

2) ข้อมูลขีดความสามารถของเรือในแต่ละประเภท ซึ่งในส่วนนี้จะถูกประเมินระดับคะแนนของขีดความสามารถในแต่ละด้านของเรือแต่ละประเภท โดยเสนาธิการทหารเรือ เนื่องจากเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเรือรบ ซึ่งรายละเอียดจำนวนขีดความสามารถและประเภทของเรือที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงในหัวข้อภารกิจการจัดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ

3) ส่วนของข้อมูลข้อจำกัดเพิ่มเติม ในงานวิจัยนี้จะใช้ข้อจำกัดเพิ่มเติมที่เป็นเรื่องค่าใช้จ่ายของเรือในแต่ละประเภท ซึ่งอาจจะมีข้อจำกัดอื่นๆเพิ่มเติม อาทิ เช่น สถานที่ตั้งของเรือและความพร้อมใช้งานของเรือ เป็นต้น

ส่วนของเครื่องขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม จะเป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณการค้นหาคองกำลังทางเรือที่มีขีดความสามารถที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติการกิจ

และ ส่วนกองกำลังทางเรือที่เหมาะสม ซึ่งเป็นส่วนของคำตอบที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

3.2 ภารกิจการจัดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ (Humanitarian Assistance and Disaster Relief: HA/DR)

3.2.1 ประเภทของเรือและจำนวนเรือ

ในงานวิจัยนี้จะทำการคัดเลือกประเภทเรือที่เหมาะสมกับการปฏิบัติการกิจ HA/DR เป็นจำนวนทั้งสิ้น 27 ประเภท แสดงดังตารางที่ 3.1 ซึ่งเรือในแต่ละประเภทถูกคัดเลือกโดยเสนาธิการทหารเรือ

ตารางที่ 3.1 ประเภทของเรือและจำนวนเรือ

ลำดับที่	ประเภทเรือ	จำนวนเรือ (ลำ)
1	เรือบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ (บส.) ชุด ร.ล. จักรินฤเบศร	1
2	เรือยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ (ยพญ.) ชุด ร.ล. อ่างทอง	1
3	เรือยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ (ยพญ.) ชุด ร.ล. สีซัง	2
4	เรือส่งกำลังบำรุงขนาดใหญ่ (สกกญ.) ชุด ร.ล. สิมิลัน	1
5	เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก	2
6	เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. นเรศวร	2
7	เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. เจ้าพระยา	2
8	เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. กระบรี	2
9	เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. ตาปี	2
10	เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกก.) ชุด ร.ล. ปัตตานี	2
11	เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกก.) ชุด ร.ล. กระบี่	1
12	เรือตรวจการณ์ปืน (ตกป.) ชุด ร.ล. สัตหีบ	6
13	เรือตรวจการณ์ปืน (ตกป.) ชุด ร.ล. กันตัง	3
14	เรือตรวจการณ์ปืน (ตกป.) ชุด ร.ล. หัวหิน	3
15	เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง (ตกฝ.) ชุด ต. 991	3
16	เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง (ตกฝ.) ชุด ต. 81	3
17	เรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง (ตกฝ.) ชุด ต. 91	9
18	เรือตรวจการณ์ชายฝั่ง (ตกช.) ชุด ต. 227	1
19	เรือระบายพลขนาดใหญ่ (รพญ.) ชุด ร.ล. มั่นนอก	3
20	เรือระบายพลขนาดใหญ่ (รพญ.) ชุด ร.ล. ทองแก้ว	4

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

21	เรื่อน้ำมัน (นม.) ชุค ร.ล. สมุย	1
22	เรื่อน้ำมัน (นม.) ชุค ร.ล. จุฬา	1
23	เรือลากจูงขนาดกลาง (ลจก.) ชุค ร.ล. รื่น	2
24	เรือลากจูงขนาดกลาง (ลจก.) ชุค ร.ล. แสมสาร	2
25	เรือทำลายทุ่นระเบิดใกล้ฝั่ง (ลทฝ.) ชุค ร.ล. ลาดหญ้า	2
26	เรือทำลายทุ่นระเบิดใกล้ฝั่ง (ลทฝ.) ชุค ร.ล. บางระจัน	2
27	เรือสนับสนุนการต่อต้านทุ่นระเบิด (สคท.) ชุค ร.ล. ถลาง	1
รวมจำนวนเรือทั้งหมด		64

ที่มา: <http://th.wikipedia.org/wiki/เรือรบในประจำการของกองทัพเรือไทย>

3.2.2 ชัดความสามารถของกำลังทางเรือ

เรือในแต่ละประเภทจะมีขีดความสามารถที่แตกต่างกันและมีหลากหลายด้าน ตอบสนองต่อสถานการณ์ได้หลากหลายรูปแบบ จึงจำเป็นที่จะต้องคัดเลือกขีดความสามารถที่มีความเหมาะสมกับการปฏิบัติการ HA/DR หรือตอบสนองต่อรูปแบบความเสียหายจากภัยพิบัติ อาทิ เช่น การบาดเจ็บและเสียชีวิต การค้นหาผู้ประสบภัย การอพยพเคลื่อนย้าย ความต้องการทางการแพทย์ ความต้องการน้ำดื่มและอาหาร เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ขีดความสามารถของกำลังทางเรือไว้ทั้งหมด 14 ด้าน โดยเสนาธิการทหารเรือเป็นผู้คัดเลือกแสดงรายดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ชัดความสามารถของกำลังทางเรือสำหรับภารกิจ HA/DR

ลำดับที่	ขีดความสามารถ
1	การสนับสนุนอากาศยาน
2	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล
3	การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย
4	การสนับสนุนระวางบรรทุกเสบียงแห้ง
5	การสนับสนุนระวางบรรทุกเสบียงสดแช่เย็น
6	การสนับสนุนระวางบรรทุกน้ำจืด

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	ขีดความสามารถ
7	การสนับสนุนระวางบรรทุกยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ
8	น้ำมันเชื้อเพลิง
9	การพึ่งพาตนเอง
10	การเคลื่อนย้ายประชาชน
11	การผลิตน้ำจืด
12	การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ
13	ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม
14	การสนับสนุนทางการแพทย์

ขีดความสามารถของกำลังทางเรือในแต่ละด้านดังตารางที่ 3.2 จะต้องทำการประเมินคะแนนระดับขีดความสามารถของเรือในแต่ละประเภท ว่าเรือในแต่ละประเภะนั้นมีขีดความสามารถในด้านนั้นๆ อยู่ในระดับใด ซึ่งในงานวิจัยนี้จะประเมินคะแนนด้วยกัน 3 ระดับ แต่ละระดับมีความหมายแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ความหมายระดับคะแนนขีดความสามารถ

คะแนน	ความหมาย
0	ไม่มีขีดความสามารถ หรือมีขีดความสามารถต่ำ
1	มีขีดความสามารถปานกลาง
2	มีขีดความสามารถสูง

จากตารางที่ 3.3 คะแนนทั้ง 3 ระดับจะถูกนำมาใช้ในการพิจารณาการประเมินคะแนนขีดความสามารถของเรือในแต่ละประเภท ซึ่งขีดความสามารถในแต่ละด้านจะกำหนดค่าจำกัดความของคะแนน 3 ระดับแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 คำจำกัดความของคะแนน 3 ระดับของขีดความสามารถในแต่ละด้าน

ขีดความสามารถ	คะแนน	คำจำกัดความ	
1.การสนับสนุนอากาศยาน	0	ไม่มีขีดความสามารถในการบรรทุกเฮลิคอปเตอร์, ไม่สามารถสนับสนุนการปฏิบัติการของเฮลิคอปเตอร์	
	1	สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ได้ 1 ลำ, สามารถสนับสนุนเฮลิคอปเตอร์ประเภทต่าง ๆ ได้โดยส่วนใหญ่	
	2	สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ได้หลายลำ, สามารถสนับสนุนปฏิบัติการบินจำนวนหลายลำ ในเวลาเดียวกันได้อย่างต่อเนื่อง	
2.การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	0	ไม่มีขีดความสามารถในการสนับสนุนยานยกพล	
	1	มีขีดความสามารถในการสนับสนุนยานยกพลบางส่วน	
	2	สามารถบรรทุกยานยกพล, สนับสนุนเสบียงสัมภาระด้วยยานสะเทินน้ำสะเทินบก	
3.การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย	0	ไม่สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ ไม่สามารถปฏิบัติการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ	
	1	สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ได้ 1 ลำ ซึ่งมีอุปกรณ์สื่อสารและอุปกรณ์ช่วยการมองเห็นในเวลากลางคืน	
	2	สามารถบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ได้หลายลำ ซึ่งมีอุปกรณ์สื่อสารและอุปกรณ์ช่วยการมองเห็นในเวลากลางคืน	
4.เสบียงแห้ง	การสนับสนุนการระวางบรรทุก	0	ไม่มีระวางบรรทุกมากกว่าความต้องการใช้ในเรือ
5.เสบียงสดแช่เย็น			
6.น้ำจืด			
7.ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ			
8.น้ำมันเชื้อเพลิง			
9.การพึ่งพาตนเอง			
10.การเคลื่อนย้ายประชาชน	0	ไม่สามารถสนับสนุนการเคลื่อนย้ายประชาชนได้เนื่องจากเรือความเร็วต่ำและกินน้ำลึกมาก	
	1	สามารถสนับสนุนการเคลื่อนย้ายประชาชนได้ตั้งแต่ 15 คนขึ้นไป	
	2	เรือมีความเร็วสูง กินน้ำลึกต่ำ สามารถเคลื่อนย้ายประชาชนมากกว่า 30 คน/เที่ยว	
11.การผลิตน้ำจืด	0	ไม่สามารถผลิตน้ำจืดได้มากกว่าการใช้งานในเรือ	
	1	สามารถผลิตและส่งน้ำจืดมากกว่า ๒๐๐๐ แกลลอนต่อวัน นอกเหนือจากที่ใช้ในเรือ	
	2	สามารถผลิตและส่งน้ำจืดได้มากกว่า ๕๐๐๐ แกลลอนต่อวัน นอกเหนือจากที่ใช้ในเรือ	

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ขีดความสามารถ	คะแนน	คำจำกัดความ
12.การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	0	กำลังพลของเรือมีจำนวนน้อย ในการสนับสนุนภารกิจ HA/DR (น้อยกว่า 50 คน)
	1	กำลังพลของเรือมีจำนวนปานกลาง ในการสนับสนุนภารกิจ HA/DR (51-100 คน)
	2	กำลังพลของเรือมีจำนวนมาก ในการสนับสนุนภารกิจ HA/DR (มากกว่า 200 คน)
13.ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม	0	ไม่มีความสามารถหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในการรับสัมภาระเพิ่ม (น้อยกว่า 30 ชั้นวาง)
	1	มีความสามารถหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในการรับสัมภาระเพิ่มได้จำนวนหนึ่ง (31-50 ชั้นวาง)
	2	มีความสามารถหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในการรับสัมภาระเพิ่มจำนวนมาก (มากกว่า 50 ชั้นวาง)
14.การสนับสนุนทางการแพทย์	0	ไม่มีขีดความสามารถในการรักษาพยาบาล ไม่มีแพทย์ประจำเรือ
	1	สามารถสนับสนุนทางการแพทย์ในเรือได้บ้าง
	2	มีแพทย์ประจำเรือ สามารถทำการผ่าตัดและรองรับผู้ป่วยได้คราวละหลายคน

จากตารางที่ 3.4 จะนำข้อมูลในตารางดังกล่าวนี้ไปทำการประเมินขีดความสามารถกำลังทางเรือของเรือในแต่ละประเภท เป็นจำนวนทั้งสิ้น 27 ประเภท ประเมินโดยเสนาธิการทหารเรือหรือทางผู้เชี่ยวชาญด้านเรือ แสดงรายละเอียดการประเมินดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 บิดความสามารถกำลังทางเรือและค่าใช้จ่ายของเรือแต่ละประเภท

ประเภทเรือ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย	การสนับสนุนการระวางบรรทุก							การเคลื่อนย้ายประชาชน	การคัดค้าน้ำจืด	การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	ความสามารถในการบรรทุกสินค้ากระเป๋มเติม	การสนับสนุนทางการแพทย์	ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ
				เสบียงแห้ง	เสบียงสดแช่เย็น	น้ำจืด	ขนพาหนะ (ROKOR) และสิ่งของอื่น ๆ	น้ำมันเชื้อเพลิง	การพึ่งพาตนเอง							
เรือ บส. ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	10	
เรือ ยพย. ชุด ร.ล. อ่างทอง	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	0	2	0	2	7	
เรือ ยพย. ชุด ร.ล. สีซัง	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	1	0	1	7	
เรือ สกย. ชุด ร.ล. สิมิลัน	2	0	2	2	2	2	1	2	2	2	0	2	0	2	6	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าฯ	2	0	2	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	5	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. นเรศวร	2	0	2	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	5	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. เจ้าพระยา	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	5	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. กระบุรี	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	5	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. ตาปี	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	1	0	1	5	
เรือ ตกก. ชุด ร.ล. บัตตานี	2	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	3	
เรือ ตกก. ชุด ร.ล. กระบี่	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	3	
เรือ ตกป. ชุด ร.ล. สัตหีบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	
เรือ ตกป. ชุด ร.ล. กันตัง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	
เรือ ตกป. ชุด ร.ล. หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	3	
เรือ ตกฝ. ชุด ต. 991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
เรือ ตกฝ. ชุด ต. 81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
เรือ ตกฝ. ชุด ต. 91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
เรือ ตกช. ชุด ต. 227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	
เรือ รพญ. ชุด ร.ล. มั่นนอก	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	4	
เรือ รพญ. ชุด ร.ล. ทองแก้ว	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	4	
เรือ นม. ชุด ร.ล. สมุย	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	2	
เรือ นม. ชุด ร.ล. จุฬา	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	
เรือ ลจก. ชุด ร.ล. รื่น	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
เรือ ลจก. ชุด ร.ล. แสมสาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล. ลาดหญ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล. บางระจัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
เรือ สตท. ชุด ร.ล. ถลาง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	

3.2.3 ตัวอย่างสถานการณ์ภัยพิบัติในการปฏิบัติการกิจ

สถานการณ์ภัยพิบัติในงานวิจัยนี้จะยกตัวอย่างมา 1 กรณีเป็นภารกิจของทหารเรือในประเทศสหรัฐอเมริกา คือสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 จากสถานการณ์ดังกล่าวได้มีการเก็บบันทึกข้อมูลขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือสำหรับการปฏิบัติการกิจเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยในสถานการณ์นี้ โดยภารกิจจะเริ่มปฏิบัติหน้าที่ตั้งแต่วันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ถึง 15 มีนาคม พ.ศ. 2548 โดยจะแสดงข้อมูลช่วงวันที่ 11 – 20 มกราคม เป็นช่วงที่มีความต้องการขีดความสามารถจากกองกำลังทางเรือที่ค่อนข้างสูงกว่าช่วงอื่นๆ และวันที่มีความต้องการขีดความสามารถจากกองกำลังทางเรือที่สูงที่สุดคือวันที่ 18 มกราคม แสดงดังตารางที่ 3.6

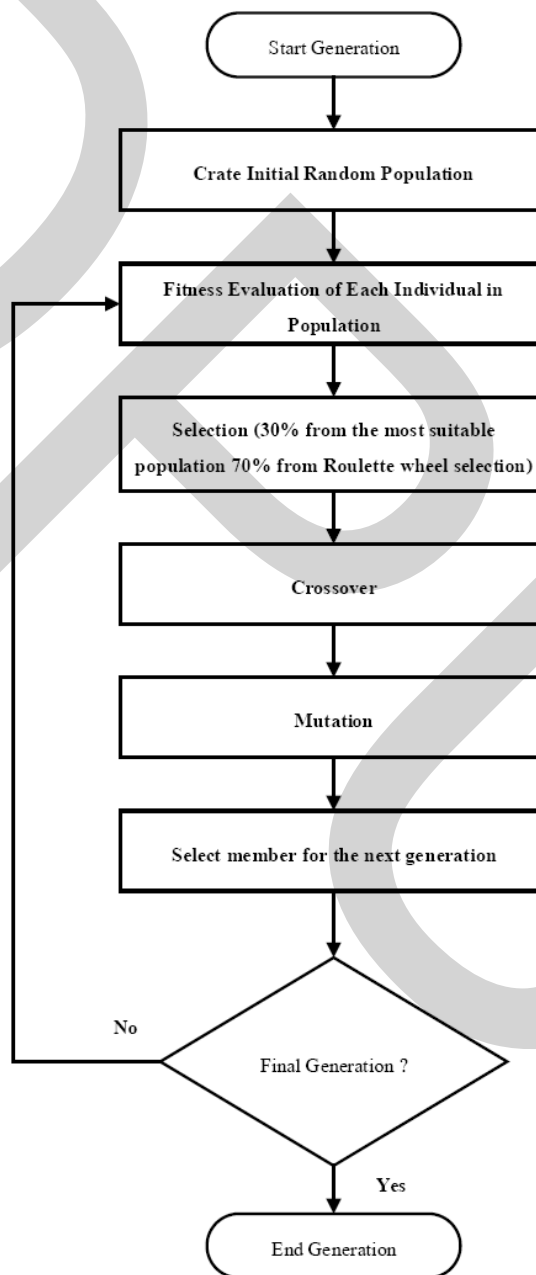
ตารางที่ 3.6 ขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือในสถานการณ์สึนามิ พ.ศ.2547

ขีดความสามารถสำคัญ	เดือนมกราคม										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.การสนับสนุนอากาศยาน	24	24	24	25	25	25	25	27	25	22	
2.การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	8	8	8	8	8	8	8	10	10	10	
3.การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย	14	14	14	14	14	14	14	16	14	14	
4.เสบียงแห้ง	การสนับสนุนการระวางบรรทุก	25	25	25	27	27	27	27	28	28	22
5.เสบียงสดแช่เย็น		22	22	22	24	24	24	24	28	28	22
6.น้ำจืด		19	19	19	21	21	21	21	22	22	16
7.ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.น้ำมันเชื้อเพลิง		22	22	22	24	24	24	24	25	25	19
9.การพึ่งพาตนเอง	20	20	20	22	22	22	22	23	23	17	
10.การเคลื่อนย้ายประชาชน	13	13	13	13	13	13	13	15	13	13	
11.การผลิตน้ำจืด	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	
12.การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	13	13	13	13	13	13	13	15	12	12	
13.ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม	12	12	12	13	13	13	13	15	15	12	
14.การสนับสนุนทางการแพทย์	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	
ขีดความสามารถรวม	201	201	201	213	213	213	213	233	224	188	

ที่มา: An Analysis of U.S. Navy Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations By Cullen M. Greenfield, Cameron A. Ingram June 2011

3.3 เทคนิคการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

การออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม จะทำการออกแบบไปตามกระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งกระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม จะมีส่วนประกอบหลัก คือ ส่วนการกำหนดประชากรเริ่มต้น ส่วนการประเมินค่าความเหมาะสม ส่วนการคัดเลือกแม่แบบของโครโมโซม ส่วนการข้ามสายพันธุ์ และส่วนการกลายพันธุ์ แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนผังกระบวนการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

จากภาพที่ 3.2 เริ่มต้นโดยการสร้างประชากรรุ่นแรกโดยใช้วิธีการสุ่มตามจำนวนประชากร ซึ่งจะเป็นคำตอบในตอนแรกเริ่ม และในแต่ละคำตอบหรือโครโมโซมจะถูกประเมินคะแนนค่าความเหมาะสมเพื่อใช้ในการคัดเลือกโครโมโซมแม่แบบเพื่อจะนำไปเข้าสู่กระบวนการข้ามสายพันธุ์โดยการผสมคำตอบหรือโครโมโซมแม่แบบ เพื่อให้ได้โครโมโซมลูกออกมา และจะนำโครโมโซมที่ได้ไปเข้าสู่กระบวนการกลายพันธุ์เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของโครโมโซม และจะได้โครโมโซมชุดใหม่ ซึ่งโครโมโซมรุ่นใหม่จะถูกกลับมาค้นหาคำตอบตามวัตถุประสงค์ใหม่อีกครั้ง ซึ่งขั้นตอนวิธีดังกล่าวนี้จะกระทำเช่นนี้ไปจนกระทั่งถึงจำนวนรุ่นสุดท้าย หรือตามที่ได้กำหนดไว้

ในกระบวนการทำงานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม จะมีรายละเอียดเทคนิคการออกแบบดังต่อไปนี้

3.3.1 การกำหนดรูปแบบโครโมโซม (Chromosome Representation)

รูปแบบของโครโมโซมในงานวิจัยนี้จะออกแบบโดยกำหนดให้มียีนทั้งหมด 27 ตัว ซึ่งแต่ละยีนจะถูกแทนด้วยจำนวนเรือในแต่ละประเภท ซึ่งโครโมโซมนี้จะถูกนำไปทำเป็นแม่แบบของกลุ่มประชากรที่ใช้ในการคำนวณต่อไป แสดงดังรูปภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 รูปแบบของโครโมโซมและยีน

3.3.2 การกำหนดกลุ่มประชากร (Initial Population)

การสร้างประชากรเริ่มต้นในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการสุ่มคำตอบโดยกำหนดเป็นจำนวนเรือในแต่ละประเภททั้งหมด 27 ประเภท โดยที่เรือแต่ละประเภทจะมีขอบเขตจำนวนการสุ่มที่ไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น เรือประเภทที่ 1 มีจำนวนเรือทั้งสิ้น 5 ลำ ระบบจะทำการสุ่มค่าจำนวนเรือประเภทที่ 1 ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 5 ลำเท่านั้น ตัวอย่างการกำหนดกลุ่มประชากรเริ่มต้นแสดงดังภาพที่ 3.4 ซึ่งจะกำหนดขอบเขตให้มีเรือได้ทั้งหมดเพียง 5 ประเภท โดยเรือประเภทที่ 1 จำกัดให้มีจำนวนเรือทั้งสิ้นสูงสุด 5 ลำ เรือประเภทที่ 2 จำกัดให้มีจำนวนเรือทั้งสิ้นสูงสุด 10 ลำ เรือประเภทที่ 3 จำกัดให้มี

จำนวนเรือทั้งสูงสุด 8 ลำ เรือประเภทที่ 4 จำกัดให้มีจำนวนเรือทั้งสูงสุด 3 ลำ และเรือประเภทที่ 5 จำกัดให้มีจำนวนเรือทั้งสูงสุด 2 ลำ

ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5
3 ลำ	9 ลำ	4 ลำ	2 ลำ	0 ลำ

ภาพที่ 3.4 โครโมโซมที่ได้จากการสุ่มคำตอบ

จากภาพที่ 3.4 เป็นตัวอย่างการสุ่มจำนวนเรือในแต่ละประเภท โดยสมมติให้เรือประเภทที่ 1 สุ่มได้ 3 ลำ เรือประเภทที่ 2 สุ่มได้ 9 ลำ เรือประเภทที่ 3 สุ่มได้ 4 ลำ เรือประเภทที่ 4 สุ่มได้ 2 ลำ และเรือประเภทที่ 5 สุ่มได้ 0 ลำ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเรือในแต่ละประเภทจะสุ่มได้ไม่เกินค่าจำนวนเรือสูงสุดของเรือในแต่ละประเภทที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น

3.3.3 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function)

วิธีการประเมินค่าความเหมาะสมจะเป็นการให้คะแนนสำหรับคำตอบในแต่ละโครโมโซม เพื่อใช้ในการคัดเลือกโครโมโซมเพื่อนำไปสู่กระบวนการขั้นตอนเชิงพันธุกรรมต่อไป ซึ่งในการประเมินความเหมาะสมของกองกำลังทางเรือต่อภารกิจต่าง ๆ สามารถที่จะประเมินได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การประเมินโดยคำนึงถึงสถานที่ตั้งของเรือในแต่ละประเภท, การประเมินโดยคำนึงถึงความพร้อมใช้งานของเรือ เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้จะประเมินค่าความเหมาะสมโดยใช้วิธีการคำนวณค่าขีดความสามารถของเรือ ซึ่งกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมจะต้องมีขีดความสามารถที่ครบถ้วนตามที่ต้องการ และฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังสมการที่ 3.1, 3.2 และ 3.3

$$error = \sum_{i=1}^n W_i (T_i - A_i) \quad (3.1)$$

$$error = \sum_{i=1}^n W_i |T_i - A_i| \quad (3.2)$$

$$error = \sum_{i=1}^n W_i (T_i - A_i)^2 \quad (3.3)$$

โดยที่

n คือจำนวนด้านขีดความสามารถของเรือ

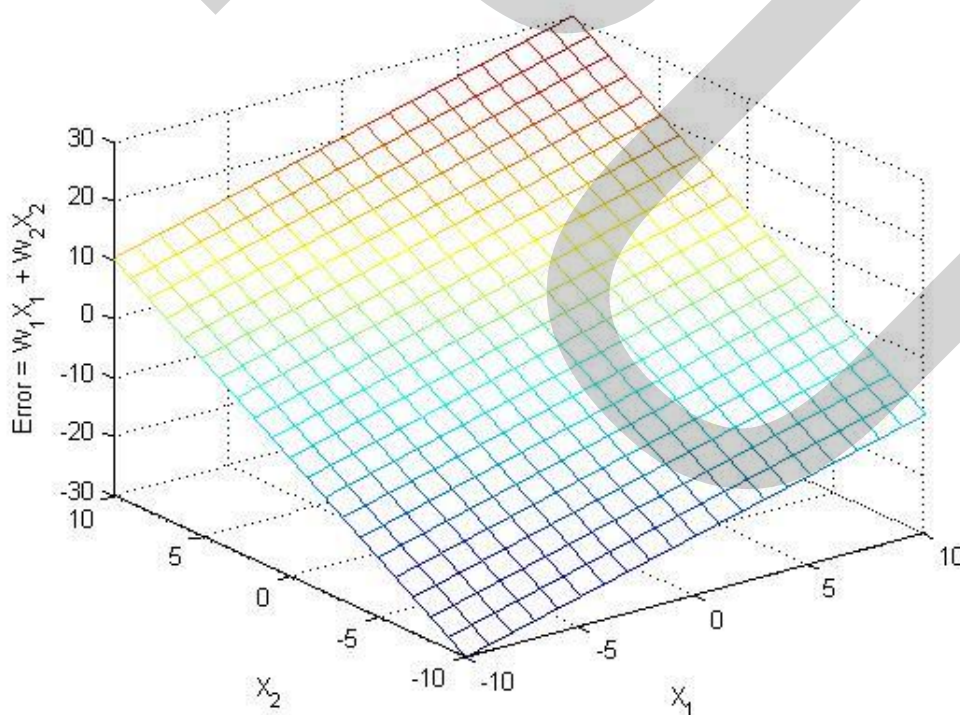
i คือหมายเลขขีดความสามารถของเรือในแต่ละด้าน

A_i คือค่าผลรวมขีดความสามารถของกองเรือด้าน i

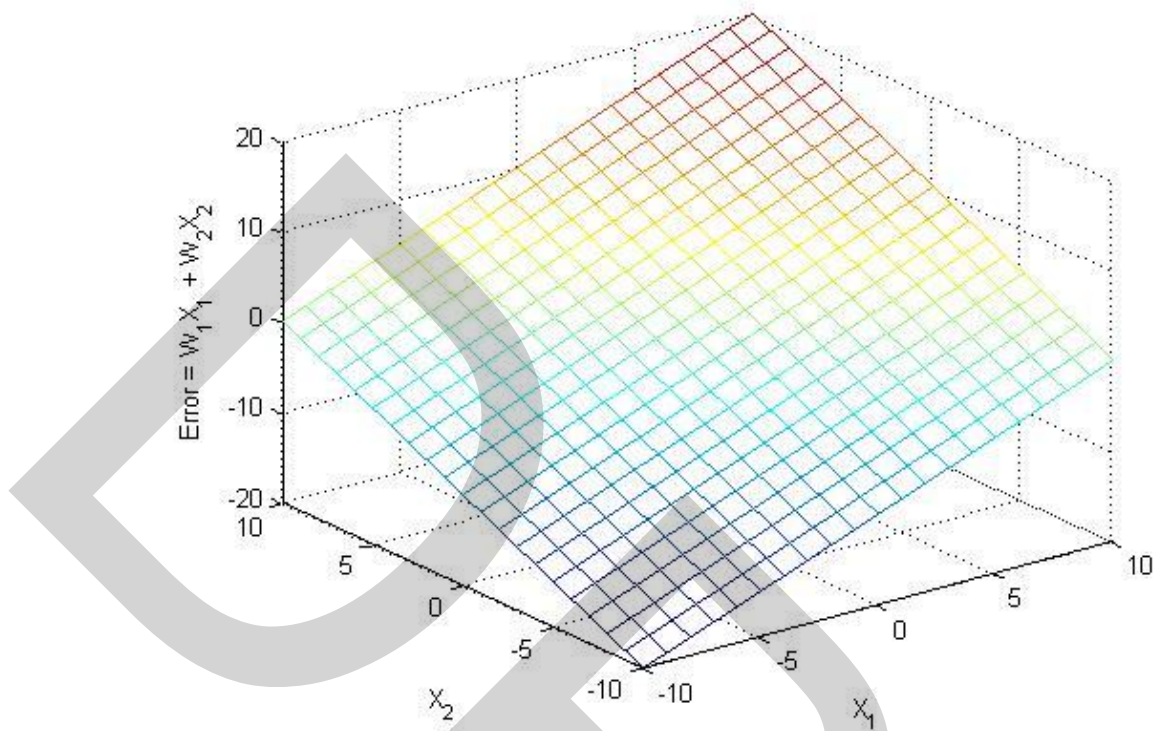
T_i คือค่าขีดความสามารถเป้าหมายด้าน i

และ W_i คือค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถของเรือด้าน i

ตัวอย่างการให้ค่าความสำคัญของขีดความสามารถ 2 ด้านแสดงดังภาพที่ 3.5 กำหนดให้ X_1 และ X_2 เป็นค่าผลต่างของค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ และค่าขีดความสามารถขีดความสามารถที่กองกำลังทางเรือมี และ W_1 และ W_2 คือค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถด้านที่ 1 และ 2 ตามลำดับ โดยจากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าของ X_2 จะมีความชันกว่าค่าของ X_1 เนื่องจากได้กำหนดค่า W_2 ให้มีค่ามากกว่า W_1 แต่เมื่อกำหนดให้ค่า W_1 และ W_2 มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากันจะได้กราฟแสดงดังภาพที่ 3.6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าของ X_1 และ X_2 มีความชันเท่ากัน 2 ด้าน ซึ่งสำหรับในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถในแต่ละด้านให้มิต่างกันทุกด้าน เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ที่เน้นการค้นหากองกำลังทางเรือที่มีขีดความสามารถครบถ้วน

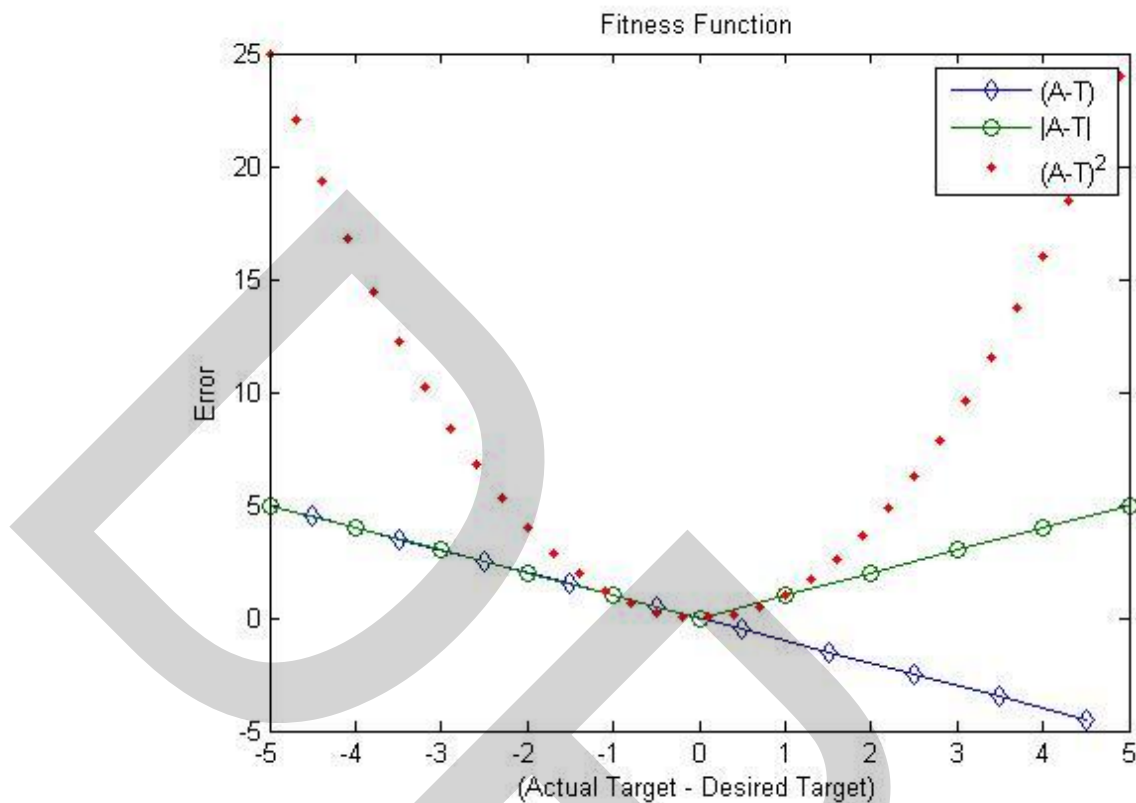


ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถ 2 ด้านที่มีค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถ 2 ด้านที่มีค่าน้ำหนักเท่ากัน

จากสมการที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 จะมีความแตกต่างกันในแต่ละสมการ ซึ่งสามารถอธิบายโดยยกตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 การคำนวณของสมการประเมินค่าความเหมาะสม

จากภาพที่ 3.7 แสดงการคำนวณค่าความเหมาะสมหรือค่าความผิดพลาด (Error) ของค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ (T: Desired Target) และค่าขีดความสามารถจริง (A: Actual Target) สมการที่ 3.1 จะถูกแทนด้วย $(A-T)$ สมการที่ 3.2 จะถูกแทนด้วย $|A-T|$ และสมการที่ 3.3 จะถูกแทนด้วย $(A-T)^2$ ซึ่งแต่ละสมการสามารถอธิบายได้ดังนี้

สมการที่ 3.1 อธิบายได้ดังภาพที่ 3.6 โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อค่า A อยู่ในช่วงบวกค่า Error ก็จะมีค่าเท่ากับ 0 หรือน้อยกว่า 0 ซึ่งถ้าหากค่า A อยู่ในช่วงลบค่า Error ก็จะมีค่ามาก ซึ่งหมายความว่าถ้าค่าขีดความสามารถจริง (A) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ (T) ก็อาจจะกล่าวได้ว่าอยู่ในระดับที่ดี เพราะได้ค่าขีดความสามารถจริงที่ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการแล้ว แต่ในขณะเดียวกัน ถ้าค่าขีดความสามารถจริง (A) มีค่ามากกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ (T) มากเกินไปอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลือง หรือมีขีดความสามารถเป้าหมายที่เกินกว่าความต้องการ

สมการที่ 3.2 อธิบายได้ดังภาพที่ 3.6 โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อค่า A อยู่ในช่วงบวกหรือลบค่า Error ก็จะมีค่าเท่ากับ 0 หรือมากกว่า 0 ซึ่งหมายความว่าเมื่อค่าขีดความสามารถจริง (A) มีค่า

มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ (T) ก็อาจจะกล่าวได้ว่าอยู่ในระดับที่ไม่ดี เพราะมีค่า Error ที่มาก ซึ่งถ้าค่าขีดความสามารถจริงมีค่าน้อยเกินไป ก็จะได้ค่าขีดความสามารถจริงที่ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ และถ้าค่าขีดความสามารถจริงมีค่ามากเกินไป ก็จะได้ขีดความสามารถที่ต้องการมากเกินไปหรือเป็นการสิ้นเปลือง ซึ่งถ้าหากค่า Error = 0 หรือค่า $A = T$ ก็จะอยู่ในระดับที่ดี

สมการที่ 3.3 อธิบายได้ดังภาพที่ 3.7 จะมีความคล้ายคลึงกับสมการที่ 3.2 แต่มีความแตกต่างกันที่ค่าขีดความสามารถจริง (A) ในแต่ละด้านจะมีค่าไปถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ (T) ใกล้เคียงกันทุกด้าน

จากทั้ง 3 สมการสรุปได้ว่าจะเลือกใช้สมการใดขึ้นอยู่กับความต้องการของสถานการณ์ ซึ่งถ้าหากเรามุ่งเน้นว่าต้องได้ค่าขีดความสามารถที่ต้องการได้อย่างครบถ้วน และขีดความสามารถในแต่ละด้านต้องมีค่าใกล้เคียงกัน อาจจะต้องเลือกใช้สมการที่ 3.3 เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เป็นต้น

ตัวอย่างการคำนวณค่าความเหมาะสม

ยกตัวอย่างโดยจะใช้ขีดความสามารถทั้งหมด 4 ด้าน และมีเรือทั้งหมด 5 ประเภท โดยเริ่มต้นจะทำการกำหนดขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือ แสดงดังตารางที่ 3.7 และค่าขีดความสามารถ 4 ด้านของเรือทั้ง 5 ประเภทที่มีอยู่ในระบบ แสดงดังตารางที่ 3.8 ซึ่งเป็นค่าที่ใช้สำหรับให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการค้นหาขีดความสามารถของเรือในแต่ละด้านให้ได้ตามที่ต้องการ โดยจะให้คำตอบเป็นประเภทและจำนวนเรือที่ต้องใช้เป็นจำนวนที่ประเภทและถ้าถึงจะมีขีดความสามารถที่ต้องการที่ครบถ้วนทุกด้าน

ตารางที่ 3.7 ขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือ

การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การสนับสนุนทางแพทย์	การเคลื่อนย้ายประชาชน
30	25	32	40

ตารางที่ 3.8 ชีตความสามารถของเรือในแต่ละประเภท

เรือประเภทที่	ประเภทเรือ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การสนับสนุนทางการแพทย์	การเคลื่อนย้ายประชาชน
1	เรือ บส. ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร	2	2	2	2
2	เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. อ่างทอง	2	2	2	2
3	เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. สีซัง	1	1	1	2
4	เรือ สกญ. ชุด ร.ล. สิมิลัน	2	0	2	2
5	เรือ ฟก. ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก	2	0	1	2

ตารางที่ 3.9 ประเภทและจำนวนเรือที่ถูกเลือก

เรือประเภทที่	ประเภทเรือ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การสนับสนุนทางการแพทย์	การเคลื่อนย้ายประชาชน	จำนวนเรือที่เลือก (ลำ)
1	เรือ บส. ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร	2	2	2	2	3
2	เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. อ่างทอง	2	2	2	2	9
3	เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. สีซัง	1	1	1	2	4
4	เรือ สกญ. ชุด ร.ล. สิมิลัน	2	0	2	2	2
5	เรือ ฟก. ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก	2	0	1	2	0

จากตารางที่ 3.9 แสดงถึงจำนวนเรือที่ถูกเลือกของเรือในแต่ละประเภท ซึ่งจะใช้จำนวนเรือของเรือในแต่ละประเภทจากตัวอย่างภาพที่ 3.3 โดยเรือประเภทที่ 1 จะถูกแทนด้วยเรือ บส. ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร เรือประเภทที่ 2 ถูกแทนด้วยเรือ ยพญ. ชุด ร.ล. อ่างทอง เรือประเภทที่ 3 ถูกแทนด้วยเรือ ยพญ. ชุด ร.ล. สีซัง เรือประเภทที่ 4 ถูกแทนด้วย เรือ สกญ. ชุด ร.ล. สิมิลัน และเรือประเภทที่ 5 ถูกแทนด้วยเรือ ฟก. ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก โดยในการคำนวณหาค่าผลรวมขีดความสามารถในแต่ละด้าน จะกระทำโดยนำจำนวนเรือที่ถูกเลือกของเรือในแต่ละประเภทไปคูณ

กับขีดความสามารถในแต่ละด้าน เช่น เรือ เรือ ขพญ ชูค ร.ล. สีซัง ถูกเลือกเป็นจำนวน 4 ลำ นำจำนวนเรือนี้ไปคูณกับขีดความสามารถในแต่ละด้านคือ $1 \times 4 = 4$, $1 \times 4 = 4$, $1 \times 4 = 4$ และ $2 \times 4 = 8$ ตามลำดับ ซึ่งจะกระทำเช่นนี้จนครบเรือทุกประเภท ก็จะได้ค่าผลรวมขีดความสามารถของเรือในแต่ละประเภท แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ค่าผลรวมขีดความสามารถที่ได้จากกองกำลังทางเรือ

ประเภทเรือ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การสนับสนุนทางการแพทย์	การเคลื่อนย้ายประชาชน
เรือ บส. ชูค ร.ล. จักรีนฤเบศร	6	6	6	6
เรือ ขพญ. ชูค ร.ล. อ่างทอง	18	18	18	18
เรือ ขพญ. ชูค ร.ล. สีซัง	4	4	4	8
เรือ สกญ. ชูค ร.ล. สิมิลัน	4	0	4	4
เรือ ฟก. ชูค ร.ล. พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก	0	0	0	0
ผลรวม	32	28	32	36

จากตารางที่ 3.10 แสดงค่าผลรวมขีดความสามารถของเรือในแต่ละประเภท และผลรวมขีดความสามารถที่ได้ทั้งหมดของกองกำลังทางเรือ ขั้นตอนถัดไปจะนำค่าผลรวมขีดความสามารถของกองกำลังทางเรือนำมาเปรียบเทียบกับค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ ว่ามีผลต่างกันมากน้อยเท่าไร เพื่อจะนำมาใช้ในการประเมินค่าความผิดพลาดของกองกำลังทางเรือที่ได้

ตารางที่ 3.11 ผลต่างของขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการและที่กองกำลังทางเรือมี

ขีดความสามารถ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การสนับสนุนทางการแพทย์	การเคลื่อนย้ายประชาชน
เป้าหมายที่ต้องการ	30	25	32	40
ที่กองกำลังทางเรือมี	32	28	32	36

จากตารางที่ 3.11 จะเห็นได้ว่าขีดความสามารถบางด้านที่กองกำลังทางเรือมี จะได้ค่าที่เกินกว่าความต้องการ ยกเว้นขีดความสามารถการเคลื่อนย้ายประชาชนที่กองกำลังทางเรือมียังไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ตารางที่ 3.12 ค่าความผิดพลาดของกองกำลังทางเรือในแต่ละสมการ

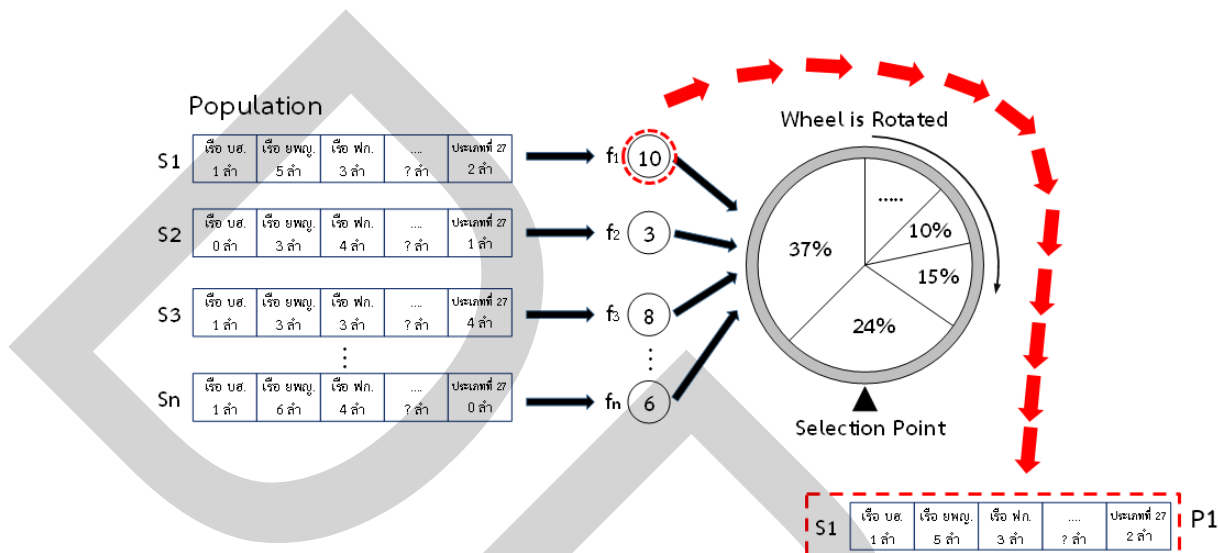
	การสนับสนุน อากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วย เรือยกพล	การสนับสนุนทาง การแพทย์	การเคลื่อนย้าย ประชาชน	ค่าความผิดพลาด
ผลต่างสมการที่ 3.1	-2	-3	0	4	-1
ผลต่างสมการที่ 3.2	2	3	0	4	9
ผลต่างสมการที่ 3.3	4	9	0	16	29

จากตารางที่ 3.12 แสดงผลรวมของค่าผลต่าง ซึ่งก็คือค่าความผิดพลาด (Error) ของในแต่ละสมการ จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 สมการมีความแตกต่างกัน ดังเช่นค่าความผิดพลาดของสมการที่ 3.1 จะเห็นได้ว่ามีค่าความผิดพลาดที่ต่ำ ซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าที่ดี สำหรับในกรณีที่น่าจะต้องการขีดความสามารถที่ครบถ้วน ถึงแม้ว่าจะให้ค่าขีดความสามารถที่เกินกว่าที่ต้องการ สำหรับค่าความผิดพลาดของสมการที่ 3.2 และ 3.3 จะเห็นได้ว่ามีค่าความผิดพลาดที่สูง เนื่องจากค่าขีดความสามารถที่ได้นั้นมีค่าเกินกว่าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้จะถือได้ว่าเป็นค่าที่ไม่ดีได้ เนื่องมีการใช้ขีดความสามารถหรือทรัพยากรสิ้นเปลือง ทำให้มีผลต้องงบประมาณทางการเงิน แต่ถ้าเราไม่คำนึงถึงการให้ขีดความสามารถที่เกินกว่าที่ต้องการ ขอเพียงแต่ทำให้มีขีดความสามารถที่ต้องการครบถ้วนก็พอ อาจจะเลือกใช้การคำนวณของสมการที่ 3.2 และ 3.3 ก็ได้ แต่ในสมการที่ 3.2 จะได้ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านที่ใกล้เคียงกันทุกด้าน ซึ่งตรงนี้จะขึ้นอยู่กับพิจารณาความต้องการในสถานการณ์ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติการ

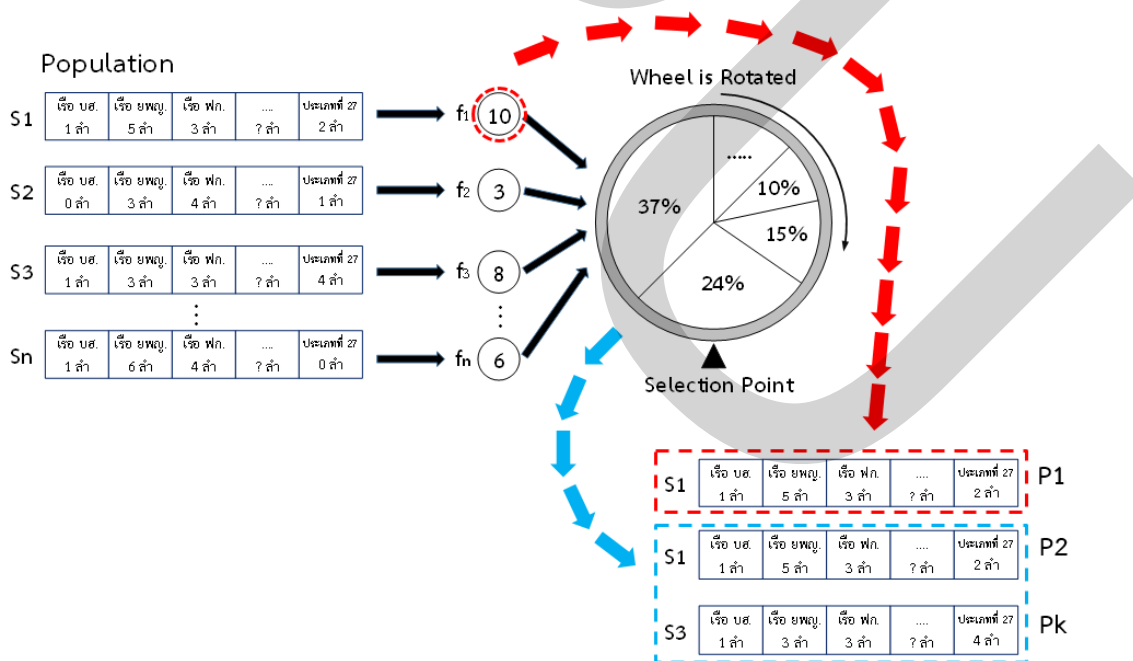
3.3.4 การคัดเลือก (Selection)

กระบวนการคัดเลือกพ่อพันธุ์แม่พันธุ์จะกระทำเพื่อเป็นแม่แบบให้กับโครโมโซมในรุ่นถัดไป ซึ่งโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากก็จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกไปเป็นประชากรในรุ่นที่ใหม่กว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการคัดเลือกโดยจะทำการเก็บคำตอบที่ดีที่สุด (Selection Probability) เรียกว่า P_s ไว้ 30% โดยถ้าแต่ถ้าโครโมโซมชุดใดที่มีค่าความเหมาะสมสูง หรือเป็นชุดคำตอบที่ดีก็จะทำการเก็บไว้แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.8 และอีก 70% จะสุ่มเลือกตามค่าความเหมาะสม โดยใช้วิธีการของวงล้อรูเล็ตต์ (Roulette Wheel Selection) ในการคัดเลือกโครโมโซม ซึ่งก็คือการสุ่มเลือกตามสัดส่วนของค่าคะแนนความเหมาะสม โดยช่องที่มี

ขนาดความกว้างที่สุดก็คือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมาก ส่วนช่องที่มีขนาดความกว้างที่น้อย ก็จะเป็นโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย ซึ่งขนาดความกว้างของช่องนั้นก็เปรียบได้กับโอกาสของการถูกเลือก



ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างการคัดเลือกเก็บชุดคำตอบจากค่าความเหมาะสมสูง

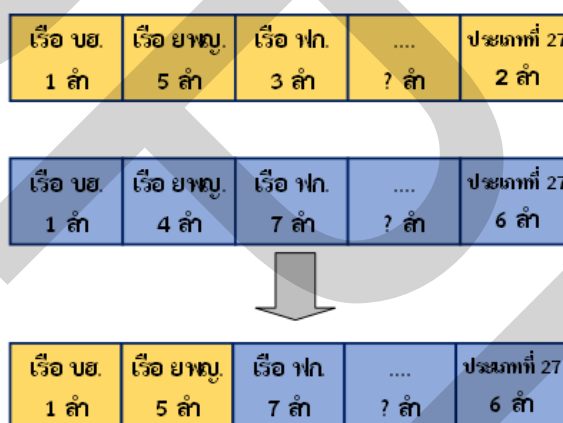


ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการคัดเลือกเก็บชุดคำตอบโดยวิธีการสุ่มด้วยวงล้อรูเล็ตต์

จากภาพที่ 3.8 และ 3.9 จะได้โครโมโซมหรือชุดคำตอบที่ดี ใช้สำหรับเป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์หรือเป็นแม่แบบให้กับโครโมโซมเพื่อเข้าสู่ในกระบวนการถัดไปของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

3.3.5 การข้ามสายพันธุ์ (Crossover)

การข้ามสายพันธุ์เป็นการนำโครโมโซมสองโครโมโซมหรือโครโมโซมพ่อและแม่ที่ได้ทำการคัดเลือกมาแล้วนั้น มาทำการผสมคำตอบหรือแลกเปลี่ยนยีนกัน ซึ่งจะทำได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมาเป็นโครโมโซมลูก และในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการสุ่มในแต่ละคำตอบหรือโครโมโซมว่าจะนำมาผสมหรือไม่ ด้วยความน่าจะเป็น (Crossover Probability) เรียกย่อ P_c ที่ 20% เมื่อต้องผสมจะทำการสุ่มโครโมโซมอื่นที่จะนำมาผสมด้วย ซึ่งวิธีการผสมจะใช้การสลับจุด เพื่อให้ได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมา และนำไปเข้าสู่กระบวนการถัดไป แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.10



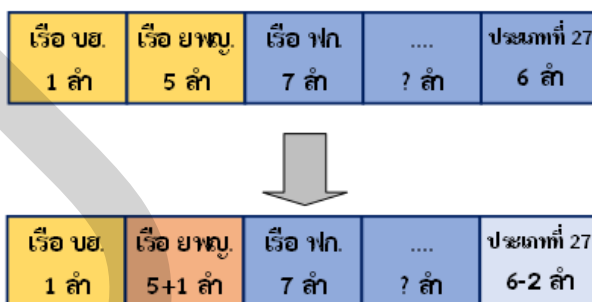
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างการข้ามสายพันธุ์ของโครโมโซม

จากภาพที่ 3.10 จะแสดงเป็นตัวอย่างโครโมโซมหนึ่งคู่ ซึ่งก็คือโครโมโซมพ่อและแม่ โดยจะนำมาทำการข้ามสายพันธุ์หรือผสมคำตอบ โดยวิธีการสลับยีนจุดที่สองของโครโมโซมพ่อและแม่ และได้โครโมโซมชุดใหม่มาเป็นโครโมโซมลูกเพื่อจะนำไปเข้าสู่กระบวนการถัดไป

3.3.6 การกลายพันธุ์ (Mutation)

การกลายพันธุ์จะเป็นการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของโครโมโซม ซึ่งอาจทำให้ค่าคะแนนความเหมาะสมของโครโมโซมดีขึ้น จำนวนโครโมโซมที่จะทำการกลายพันธุ์ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของจำนวนประชากร ซึ่งในงานวิจัยนี้วิธีการกลายพันธุ์จะกระทำโดยการสุ่มในแต่ละคำตอบหรือโครโมโซมว่าจะนำมาใช้ในการกลายพันธุ์หรือไม่ ด้วยความน่าจะเป็น (Mutation Probability) เรียก

ย่อ P_m ที่ 30% เมื่อต้องกลายพันธุ์จะใช้วิธีการสุ่มจุดสลับยีน ซึ่งจะทำให้โครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยไปจากเดิม แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างการกลายพันธุ์ของโครโมโซม

จากภาพที่ 3.11 เมื่อได้โครโมโซมลูก หรือโครโมโซมที่ได้ผ่านการข้ามสายพันธุ์มาแล้ว ก็จะมาทำเปลี่ยนแปลงยีนของโครโมโซมเพียงเล็กน้อย เพื่อไปสู่โครโมโซมชุดใหม่ที่อาจจะดีกว่า โดยในตัวอย่างจะมียีนที่ 2 และยีนสุดท้ายที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากโครโมโซมเดิม เมื่อได้โครโมโซมที่ได้กลายพันธุ์มาแล้วนั้นก็จะกลับไปเข้าสู่กระบวนการประเมินค่าความเหมาะสม ซึ่งถ้าหากโครโมโซมชุดนี้มีค่าความเหมาะสมสูง ก็จะถูกจัดเก็บไว้เพื่อนำไปใช้เป็นชุดคำตอบสำหรับในโครโมโซมในรุ่นถัดไป แต่ถ้าหากโครโมโซมถูกประเมินค่าความเหมาะสมได้ค่าที่ต่ำ ก็จะไม่ถูกจัดเก็บเอาไว้เพื่อไม่ปล่อยให้โครโมโซมชุดนี้อยู่รอดต่อไป

3.4 สรุป

การออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับแก้ปัญหาการค้นหาค่ากำลังทางเรือที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์การช่วยเหลือผู้ประสบภัยในงานวิจัยนี้มีส่วนสำคัญด้วยกัน 5 ส่วน ดังนี้

- 1) การกำหนดรูปแบบของโครโมโซม ซึ่งในการออกแบบก็จะชุดคำตอบหรือจำนวนของเรือในแต่ละประเภทมาเป็นยีนของโครโมโซม
- 2) การคัดเลือก ในงานวิจัยนี้จะทำการเก็บโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมสูงเก็บไว้ในอัตราส่วนความน่าจะเป็น 30% ของชุดคำตอบที่มี และอีก 70% ที่เหลือจะถูกคัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มด้วยวงล้อรูเล็ตต์
- 3) การประเมินค่าความเหมาะสม ในงานวิจัยนี้จะใช้สมการดังกล่าวข้างต้นทั้ง 3 สมการในการทดลอง และจะกำหนดให้ค่าความสำคัญของขีดความสามารถทุกๆด้านมีค่าน้ำหนัก

ความสำคัญเท่ากันทุกด้าน ทั้งนี้เพื่อที่จะเน้นการได้กองกำลังทางเรือที่มีขีดความสามารถที่ต้องการครบถ้วน

4) การข้ามสายพันธุ์ ในงานวิจัยจะใช้วิธีการสุ่มโครโมโซมว่าจะนำไปใช้ในการข้ามสายพันธุ์หรือไม่ด้วยอัตราส่วนความน่าจะเป็น 20% และหากต้องนำไปใช้ในการข้ามสายพันธุ์จะทำการสุ่มโครโมโซมอีกตัวหนึ่งที่จะต้องนำมาข้ามสายพันธุ์ เมื่อได้คู่โครโมโซมมาแล้วจะนำมาข้ามสายพันธุ์โดยใช้วิธีการสุ่มจุดสลับยีนกัน

5) การกลายพันธุ์ ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการสุ่มโครโมโซมว่าจะนำไปใช้ในการกลายพันธุ์หรือไม่ด้วยอัตราส่วนความน่าจะเป็น 30% เมื่อได้โครโมโซมที่ต้องนำมาใช้ในการกลายพันธุ์จะทำการสุ่มจุดสลับยีนในโครโมโซมนั้น โครโมโซมที่ได้ก็จะมีเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ทั้งนี้เพื่อจะนำไปสู่โครโมโซมหรือชุดคำตอบที่อาจจะดีกว่า

ในการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมนั้นมียีกหลากหลายเทคนิคในหลายๆ ส่วนของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับในการวิจัยนี้จะใช้เทคนิคพื้นฐานหรือที่นิยมใช้ในการออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมดังที่ได้นำเสนอไปข้างต้น

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองของงานวิจัยนี้จะเริ่มต้นจากการทดลองค่าความคลาดเคลื่อน การทดลองการประเมินค่าความเหมาะสม การทดลองการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม การทดลองกับระบบการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม และสรุปผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การทดลองค่าความคลาดเคลื่อน

การทดลองค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ระหว่างค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ และค่าขีดความสามารถของระบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทดลองกับค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจาก 2 ตัวอย่างภารกิจ คือสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

การทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 มีขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

สถานการณ์ภัยพิบัติ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย	การสนับสนุนการระวางบรรทุก							การเคลื่อนย้ายประะธาณ	การคลิตน้ำจืด	การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	ความสามารถในการบรรทุกทุกสิ่งการะเพิ่มเติม	การสนับสนุนทางการแพทย์	ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ
				เสบียงแห้ง	เสบียงสดแช่เย็น	น้ำจืด	ยานพาหนะ (ROBO) และสิ่งของอื่นๆ	น้ำมันเชื้อเพลิง	การพึ่งพาตนเอง							
แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ	10	2	6	8	8	7	0	8	5	11	4	9	6	6	5	

ที่มา: An Analysis of U.S. Navy Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations By Cullen M. Greenfield, Cameron A. Ingram June 2011

จากตารางที่ 4.1 ซัดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือทั้งหมด 14 ด้าน ข้อจำกัดเพิ่มเติมอีก 1 ด้านสำหรับในการปฏิบัติการกิจแผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

ตารางที่ 4.2 ซัดความสามารถและจำนวนของเรือในแต่ละประเภท

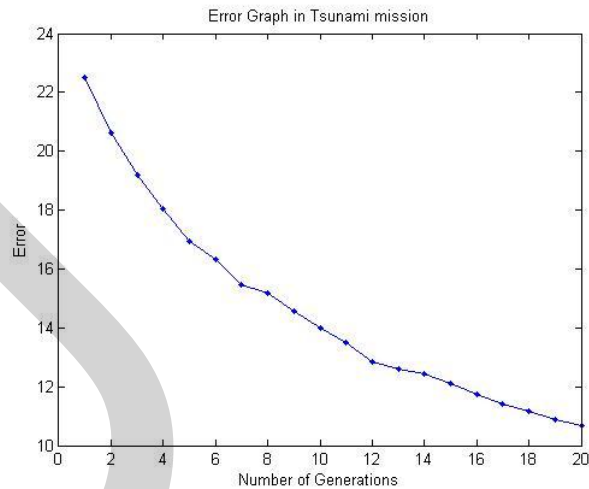
ประเภทเรือ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือขพล	การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย	การสนับสนุนการระวางบรรทุก						การพึ่งพาตนเอง	การเคลื่อนย้ายประชาชน	การคิดน้ำจืด	การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	ความสามารถในการบรรทุกสินค้าการเพิ่มเติม	การสนับสนุนทางการแพทย์	ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ	จำนวนเรือที่มีอยู่
				เสบียงแห้ง	เสบียงสดแช่เย็น	น้ำจืด	ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ	น้ำมันเชื้อเพลิง									
เรือ บส. ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	0	2	0	2	90	1	
เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. อ่างทอง	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	0	2	0	2	70	1	
เรือ ยพญ. ชุด ร.ล. สีซัง	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	0	1	0	1	70	2	
เรือ สกญ. ชุด ร.ล. สิมิลิน	2	0	2	2	2	2	1	2	2	2	0	2	0	2	60	1	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าฯ	2	0	2	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	50	2	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. นเรศวร	2	0	2	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	50	2	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. เจ้าพระยา	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	50	2	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. กระบุรี	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	2	0	1	50	2	
เรือ ฟก. ชุด ร.ล. ตาปี	0	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	1	0	1	50	2	
เรือ ตกก. ชุด ร.ล. บัดตานี	2	0	2	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	30	2	
เรือ ตกก. ชุด ร.ล. กระบี่	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	30	1	
เรือ ตกป. ชุด ร.ล. สัตหีบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	30	6	
เรือ ตกป. ชุด ร.ล. กันตัง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	30	3	
เรือ ตกป. ชุด ร.ล. หัวหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	30	3	
เรือ ตกฝ. ชุด ต. 991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	3	
เรือ ตกฝ. ชุด ต. 81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	3	
เรือ ตกฝ. ชุด ต. 91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	9	
เรือ ตกข. ชุด ต. 227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	30	1	
เรือ รพญ. ชุด ร.ล. มั่นนอก	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	40	3	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ประเภทเรือ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การค้นหาค่าและค่าเฉลี่ยของผู้ประสบภัย	การสนับสนุนการระวางบรรทุก						การเคลื่อนย้ายประชาชน	การผลิตน้ำจืด	การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	ความสามารถในการบรรทุกสัมภาระเพิ่มเติม	การสนับสนุนทางการแพทย์	ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ	จำนวนเรือที่มีอยู่
				เสบียงแห้ง	เสบียงสดแช่เย็น	น้ำจืด	ยานพาหนะ (RORO) และสิ่งของอื่นๆ	น้ำมันเชื้อเพลิง	การพึ่งพาตนเอง							
เรือ รพญ. ชุด ร.ล. ทองแก้ว	0	1	0	0	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	40	4
เรือ นม. ชุด ร.ล. สมุย	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	20	1
เรือ นม. ชุด ร.ล. จุฬา	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	20	1
เรือ ลจก. ชุด ร.ล. รัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2
เรือ ลจก. ชุด ร.ล. แสมสาร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2
เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล. ลาดหญ้า	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2
เรือ ลทฝ. ชุด ร.ล. บางระจัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2
เรือ สตท. ชุด ร.ล. ถลาง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	1

จากตารางที่ 4.2 เป็นขีดความสามารถและจำนวนเรือในแต่ละประเภท ที่จะนำมาใช้ในการค้นหาค่ากลางทางเรือ เพื่อให้ได้ขีดความสามารถที่ต้องการในตารางที่ 4.1

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองค่าความคลาดเคลื่อน (Error) จะกำหนดให้จำนวนรุ่น (Number of Generations) เท่ากับ 20 รุ่น จำนวนประชากร (Population size) เท่ากับ 50 ความน่าจะเป็นในการข้ามสายพันธุ์ (Probabilities of Crossover) เท่ากับ 0.7 และความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probabilities of Mutation) เท่ากับ 0.02 ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

จากภาพที่ 4.1 ในช่วงจำนวนรุ่นแรกเริ่มจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างสูงโดยในประชากรรุ่นที่ 1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 22.4875 ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าที่ลดระดับลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงรุ่นที่ 20 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 10.685

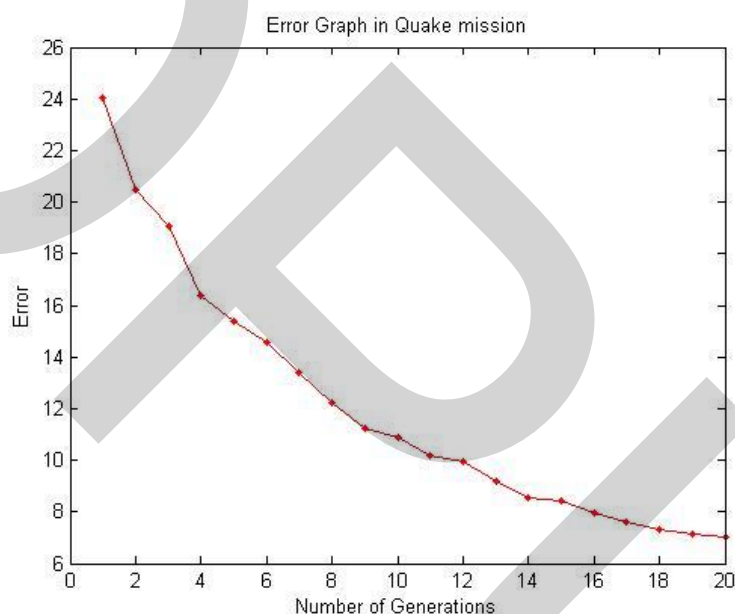
การทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 มีขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการของสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

สถานการณ์ภัยพิบัติ	การสนับสนุนอากาศยาน	การเข้าถึงพื้นที่ด้วยเรือยกพล	การค้นหาและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย	การสนับสนุนการระวางบรรทุก							การเคลื่อนย้ายประชาชน	การผลิตน้ำจืด	การสนับสนุนกำลังพลในการช่วยเหลือ	ความสามารถในการบรรทุกทุกสิ่งภาระเพิ่มเติม	การสนับสนุนทางการแพทย์	ค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ
				เสบียงแห้ง	เสบียงสดแช่เย็น	น้ำจืด	ยานพาหนะ (ROBO) และสิ่งของอื่นๆ	น้ำมันเชื้อเพลิง	การพึ่งพาตนเอง							
แผ่นดินไหวเฮติ พ.ศ.2553	3	2	2	5	5	4	2	5	6	2	2	2	3	2	2	

ที่มา: An Analysis of U.S. Navy Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations By Cullen M. Greenfield, Cameron A. Ingram June 2011

จากตารางที่ 4.3 ชี้ความสามารถเป้าหมายที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือทั้งหมด 14 ด้าน ข้อจำกัดเพิ่มเติมอีก 1 ด้านสำหรับในการปฏิบัติการกิจแผ่นดินไหวที่ประเทศเฮติ พ.ศ. 2553 ซึ่งประเภทเรือและจำนวนเรือที่จะนำมาใช้ในการค้นหากองกำลังทางเรือจะใช้ข้อมูลของตารางที่ 4.2 และการกำหนดค่าพารามิเตอร์จะกำหนดให้จำนวนรุ่น (Number of Generations) เท่ากับ 20 รุ่น จำนวนประชากร (Population size) เท่ากับ 50 ความน่าจะเป็นในการข้ามสายพันธุ์ (Probabilities of Crossover) เท่ากับ 0.7 และความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ (Probabilities of Mutation) เท่ากับ 0.02 ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 4.2 ในช่วงจำนวนรุ่นแรกเริ่มจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ค่อนข้างสูงโดยในประชากรรุ่นที่ 1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 15.3825 ซึ่งจากภาพจะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าที่ลดระดับลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงรุ่นที่ 20 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 7.0275

4.2 การทดลองการประเมินค่าความเหมาะสม

สมการที่ใช้ในการประเมินค่าความเหมาะสม จะมีด้วยกัน 3 สมการมีรายละเอียดดังนี้

$$error = \sum_{i=1}^n W_i (T_i - A_i) \quad (4.1)$$

$$error = \sum_{i=1}^n W_i |T_i - A_i| \quad (4.2)$$

$$error = \sum_{i=1}^n W_i (T_i - A_i)^2 \quad (4.3)$$

โดยที่

n คือจำนวนด้านขีดความสามารถของเรือ

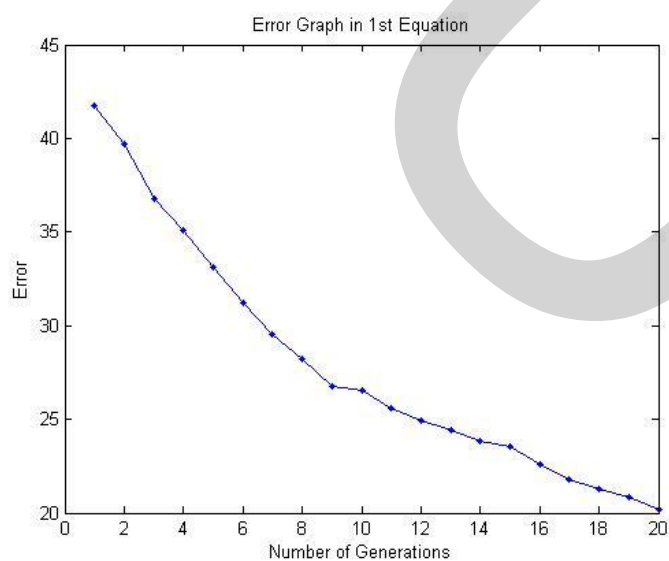
i คือหมายเลขขีดความสามารถของเรือในแต่ละด้าน

A_i คือค่าผลรวมขีดความสามารถของกองเรือด้าน i

T_i คือค่าขีดความสามารถเป้าหมายด้าน i

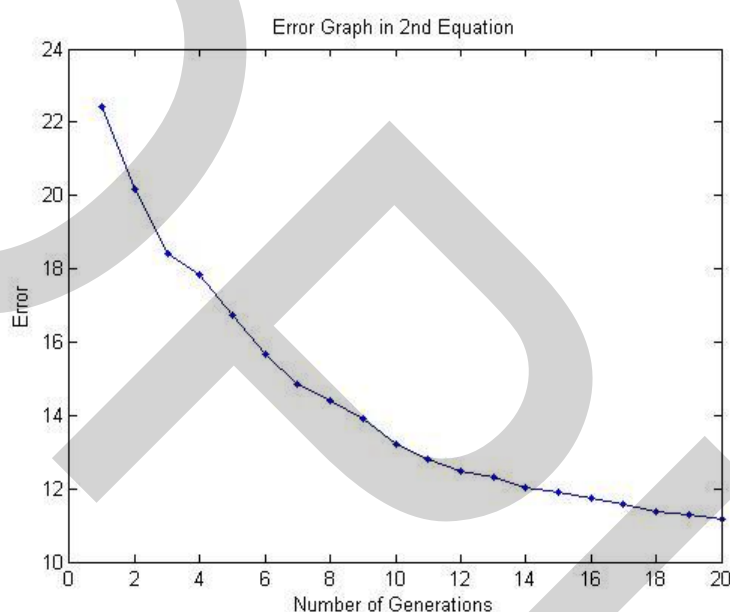
และ W_i คือค่าน้ำหนักความสำคัญของขีดความสามารถของเรือด้าน i

จากทั้ง 3 สมการนี้จะนำมาใช้ในการประเมินค่าความเหมาะสมของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ.2547 โดยแสดงผลการทดลองสมการที่ 4.1 ดังภาพที่ 4.4



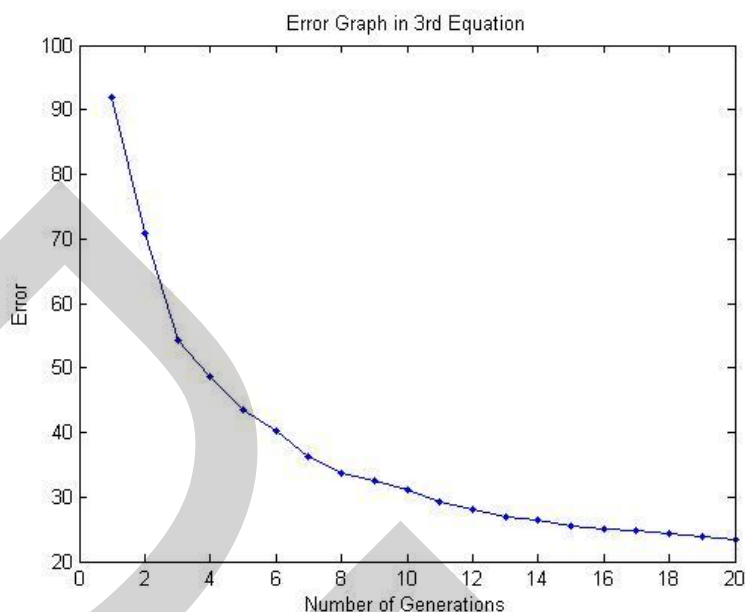
ภาพที่ 4.3 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.1

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงจำนวนรุ่นเริ่มต้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง และเมื่อในจำนวนรุ่นถัดไปจะมีความคลาดเคลื่อนจะลดระดับลงเรื่อยๆ จะกระทั่งถึงจำนวนรุ่นที่กำหนด ซึ่งจากการทดลองค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 41.74 ในรุ่นที่ 1 และต่ำสุดอยู่ที่ 20.18 ในรุ่นที่ 20 ซึ่งในสมการที่ 4.1 นี้จะประเมินค่าความเหมาะสมว่าดี ก็ต่อเมื่อค่าขีดความสามารถที่ระบบค้นหาได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมาย แต่ถ้าน้อยกว่าก็จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าไม่ดี จึงทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่ต่ำลงมา



ภาพที่ 4.4 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.2

จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าในจำนวนรุ่นเริ่มต้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงเช่นเดียวกับสมการที่ 4.1 แต่สมการที่ 4.2 จะต่างกันที่เมื่อขีดความสามารถในแต่ละด้านที่ระบบค้นหาได้มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมาย ก็จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าดี ซึ่งจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อย และจากการทดลองนี้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 22.4225 และต่ำสุดอยู่ที่ 11.185



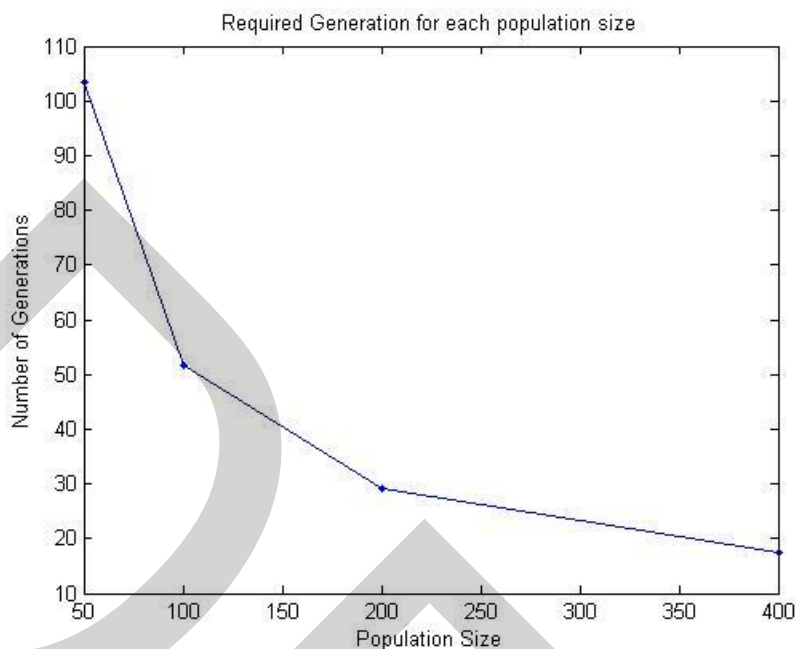
ภาพที่ 4.5 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการที่ 4.3

จากภาพที่ 4.5 ในสมการที่ 4.3 นี้จะมีความคล้ายคลึงกันกับสมการที่ 4.2 ซึ่งลักษณะกราฟที่ได้ในจำนวนรุ่นเริ่มต้นจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่สูง และในจำนวนรุ่นถัดไปจนถึงจำนวนรุ่นที่กำหนด ค่าความคลาดเคลื่อนจะลดระดับลงมา แต่สมการที่ 4.3 จะได้ค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการที่ใกล้เคียงกันทุกด้าน ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 91.8415 และต่ำสุดอยู่ที่ 23.4325

4.3 การทดลองการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ในการทดลองนี้จะทำการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์จำนวนประชากร (Population size) ซึ่งจะทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ.2547 และเลือกใช้สมการที่ 4.2 ในการประเมินค่าความเหมาะสม โดยจะกำหนดค่าพารามิเตอร์การข้ามสายพันธุ์เท่ากับ 0.7 การกลายพันธุ์เท่ากับ 0.02 จะทำการทดลองกับจำนวนประชากรที่ 50, 100, 200 และ 400 ซึ่งในการทดลองจะทดลองด้วยกันทั้งหมด 4 กรณีดังต่อไปนี้

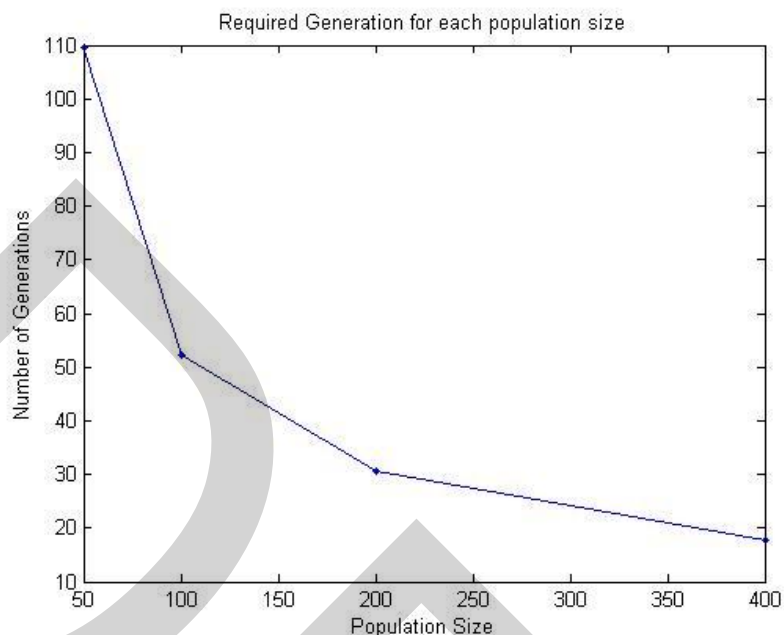
4.3.1 กรณีค่าขีดความสามารถไปถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าเกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.6 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 103.45 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 51.8 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 29.05 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.55

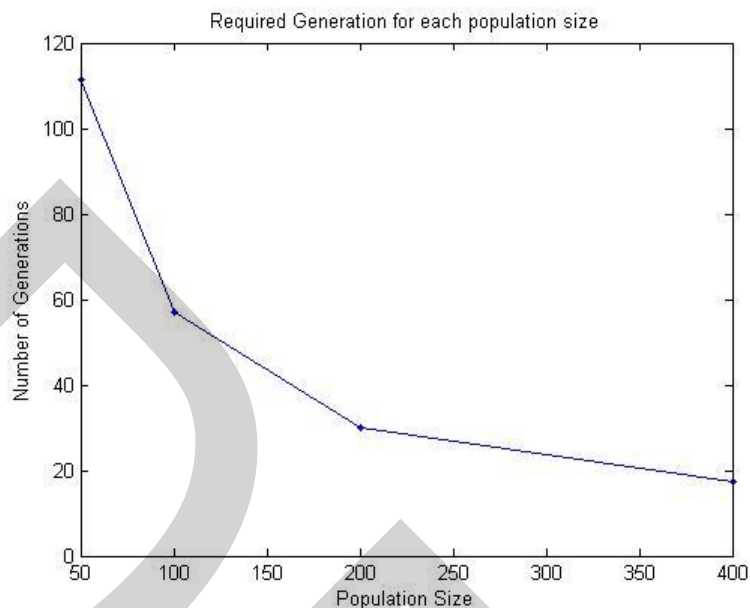
4.3.2 กรณีค่าขีดความสามารถไปถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.7 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 109.45 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 52.35 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 30.75 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.684211

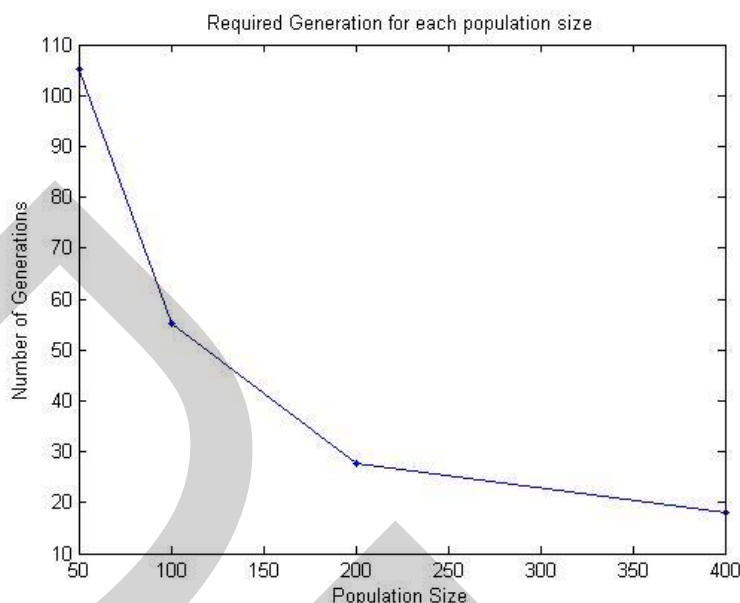
4.3.1 กรณีค่าขีดความสามารถไปไม่ถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าเกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.8 โดยจะทำการเพิ่มค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการเป็นจำนวน 2 เท่าจากจำนวนที่ต้องการเดิม เพื่อให้ความสามารถของเรือในแต่ละประเภทของระบบไม่สามารถที่จะค้นหาองค์ก้างทางเรือที่มีขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการได้ครบถ้วน



ภาพที่ 4.8 ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.8 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 111.55 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 57.1 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 29.95 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 17.5

4.3.2 กรณีค่าขีดความสามารถไปไม่ถึงค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด โดยที่ขีดความสามารถในแต่ละด้านสามารถมีค่าไม่เกินกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.10 โดยจะทำการเพิ่มค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการเป็นจำนวน 2 เท่าจากจำนวนที่ต้องการเดิม เพื่อให้ความสามารถของเรือในแต่ละประเภทของระบบไม่สามารถที่จะค้นหาองค์กำลังทางเรือที่มีขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการได้ครบถ้วน



ภาพที่ 4.9 ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 4.9 ในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาคำตอบจะลดลงเมื่อกำหนดจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น โดยจำนวนประชากรที่ 50 ใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบเฉลี่ยอยู่ที่ 105.3 จำนวนประชากรที่ 100 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 55.15 จำนวนประชากรที่ 200 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 27.75 และจำนวนประชากรที่ 400 จำนวนรุ่นเฉลี่ยอยู่ที่ 18

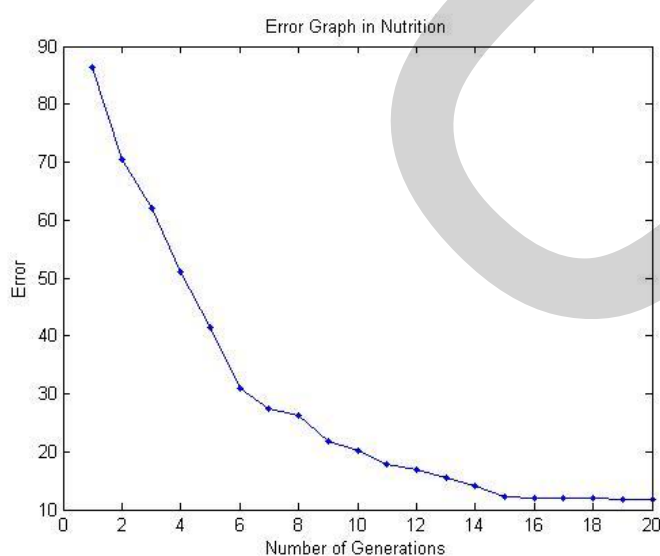
4.4 การทดลองกับระบบการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม

ขั้นตอนนี้จะนำระบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม สำหรับพลทหารที่ปฏิบัติหน้าที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้สารอาหารที่ต้องการได้อย่างครบถ้วน โดยในสารอาหารจะมีด้วยกันทั้งหมด 13 อย่าง และมีเมนูทั้งหมด 11 เมนู ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะทดสอบโดยกำหนดให้พลทหารมีความต้องการสารอาหารทุกๆ อย่างที่ 100 โดยจะให้ระบบทำการค้นหาว่าต้องใช้เมนูอาหารใดบ้างในที่จะให้สารอาหารได้ครบถ้วนหรือเหมาะสมที่สุด ในจำนวนรุ่นที่ 20 และจำนวนประชากรกำหนดไว้เท่ากับ 50

ตารางที่ 4.4 สารอาหารของเมนูอาหารในแต่ละชนิด

เมนูอาหาร	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	วิตามินเอ (ไมโครกรัม)	วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	วิตามินบี 6 (มิลลิกรัม)	วิตามินบี 12 (มิลลิกรัม)	วิตามินซี (ไมโครกรัม)
ข้าวขาหมู	5.15	3	2.96	18	4.8	5	7.44	3	0.24	0.64	3	0	8
ข้าวมันไก่	9.24	4.11	9.12	2.71	3.72	2.88	1.94	0	0.06	0.81	0	2	0
ข้าวหมูแดง	2.4	4.28	9.78	5.18	9.6	5.8	0.92	0	0.16	0.44	1	0	0
ราดหน้าหมู	4.4	5	9.1	8	9.6	5.8	0.92	6	1	0.8	1	0	1
แกงเลียง	3.1	0	0	1.2	0	0.2	0.2	0	0.1	0.2	0	0.2	3
ต้มยำไก่	6.4	2	8.1	5.18	9.6	5.8	0.92	0	0.16	0.44	1	0	0
ต้มจับฉ่าย	3.4	5	4.7	5.18	9.6	5.8	0.92	0	0.16	0.44	1	0	0
เงาะ	2.6	4.9	3	9	5	0	4	5	0	0	0	0.1	2
แตงโม	4	2.1	5	5.18	9.6	5.8	0.92	0	0.16	0.44	1	0	0
สับปะรด	1.4	3.2	7	5.18	9.6	5.8	0.92	0	0.16	0.44	1	0	0
นมสด	6	3.2	8	5.18	9.6	5.8	0.92	0	0.16	0.44	1	0	0

จากตารางที่ 4.4 เป็นค่าสารอาหารของในแต่ละเมนูอาหาร ซึ่งจะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการค้นหาสารอาหารให้มีความเพียงพอต่อความต้องการที่กำหนดไว้ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.10

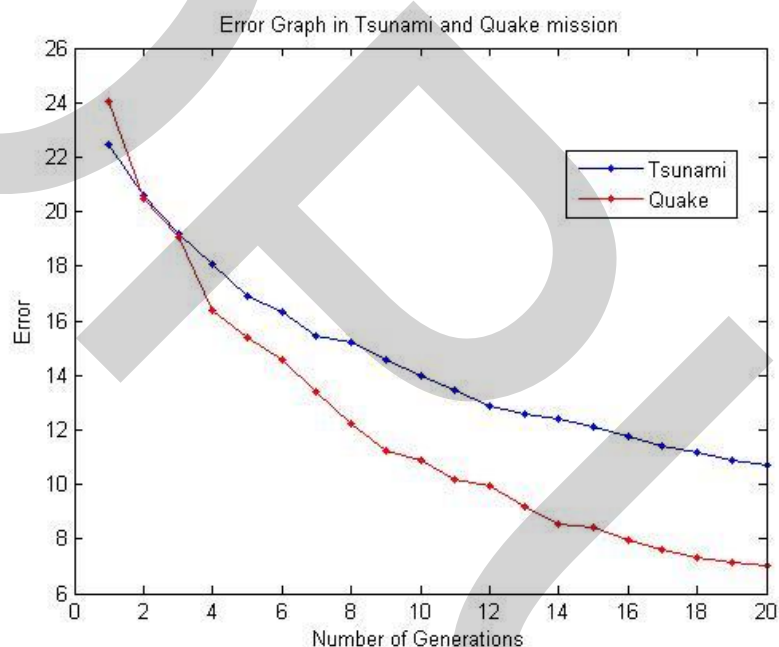


ภาพที่ 4.10 ผลค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาสารอาหารที่กำหนด

จากภาพที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่าสูงในจำนวนรุ่นเริ่มต้น ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 86.262 และจะลดระดับลงมาเรื่อยๆจนกระทั่งถึงจำนวนรุ่นที่ 20 มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 11.664

4.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการกำหนดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจเหตุการณ์สถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 ค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาจึงความสามารถเป้าหมายแสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ พ.ศ. 2547 และแผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553

จากภาพที่ 4.3 นำค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 สถานการณ์มาเปรียบเทียบผล จะเห็นได้ว่าทั้ง 2 สถานการณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนของในจำนวนรุ่นแรกเริ่มค่าที่สูง แต่เมื่อทำการค้นหาคำตอบไปเรื่อยๆ จนกระทั่งรุ่นที่ 20 ค่าความความคลาดเคลื่อนของทั้ง 2 สถานการณ์จะลดลง ได้ระดับมาเรื่อยๆ และในผลการทดลองของทั้ง 2 สถานการณ์นี้จะเห็นได้ว่าสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ จะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ ทั้งนี้เนื่องจาก

ในสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ มีความต้องการขีดความสามารถที่ต้องการจากกองกำลังทางเรือที่น้อยกว่าสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิ

จากการทดลองในบทนี้ จะเห็นได้ว่าสามารถที่จะนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในการค้นหากองกำลังทางเรือที่เหมาะสมได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่นๆได้ โดยการพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองในการกำหนดกองกำลังเรือที่เหมาะสม โดยใช้ตัวอย่างสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 และทั้ง 2 สถานการณ์นี้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยลงเมื่อจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายความว่าขีดความสามารถที่ระบบทำการค้นหาได้ จะเข้าใกล้ค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการมากขึ้น

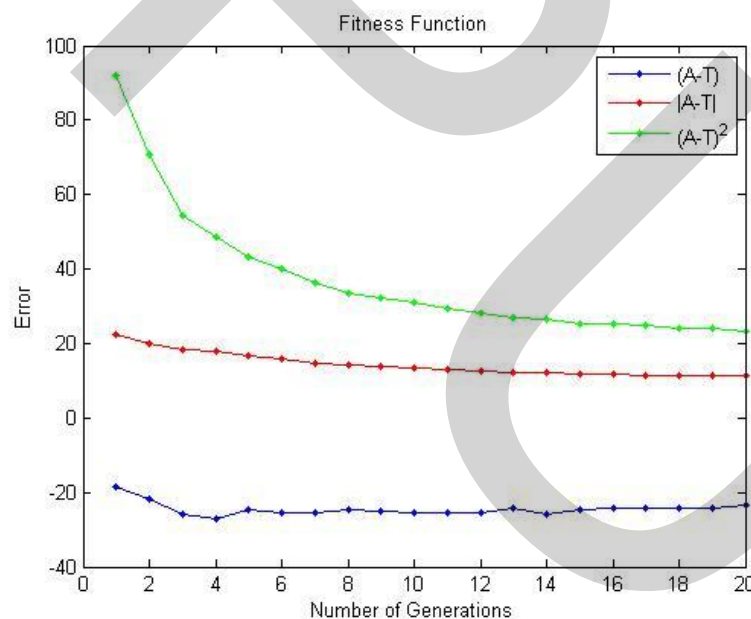
บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ผลการทดลองของงานวิจัยนี้จะมีด้วยกัน 2 ส่วน คือส่วนการวิเคราะห์ฟังก์ชันประเมินค่าความเหมาะสม และส่วนการวิเคราะห์พารามิเตอร์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์ฟังก์ชันประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function)

ฟังก์ชันประเมินค่าความเหมาะสมจะใช้สมการในบทที่ 3 สมการที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 ในการทดลองกับสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 ผลค่าความคลาดเคลื่อนของสมการทั้ง 3 สมการ

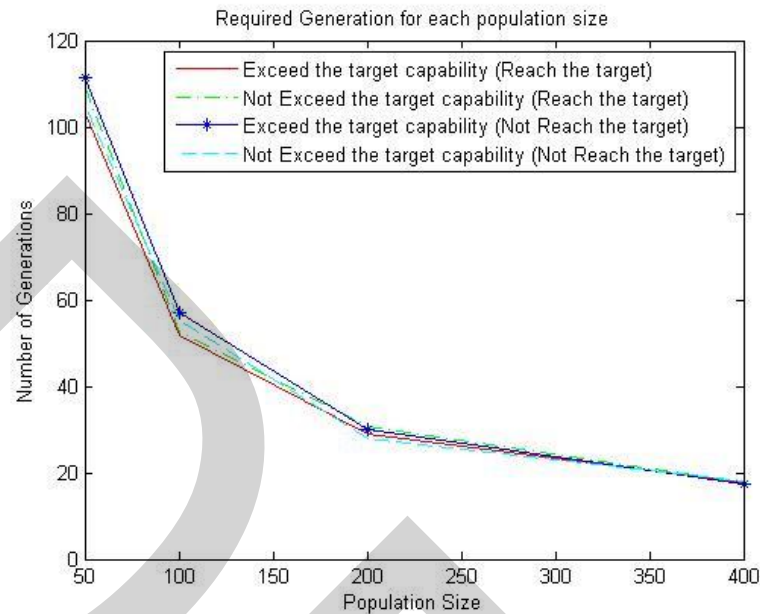
จากภาพที่ 5.1 ทั้ง 3 สมการจะในจำนวนรุ่นที่ 1 จะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่สูง และค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 สมการจะมีค่าที่ลดลงจนกระทั่งถึงจำนวนรุ่นที่ 20 แต่ทั้ง 3 สมการนี้จะ

มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งในสมการที่ 5.1 นี้จะประเมินค่าความเหมาะสมว่าดี ก็ต่อเมื่อค่าขีดความสามารถที่ระบบค้นหาได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมาย แต่ถ้าน้อยกว่าก็จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าไม่ดี และสมการที่ 5.2 ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านที่ระบบค้นหาได้มีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าขีดความสามารถเป้าหมาย ก็จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าดี แต่ถ้าหากมีค่าน้อยกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมาย จะถูกประเมินค่าความเหมาะสมว่าไม่ดี และในสมการที่ 5.3 ค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการที่ไล่เลี่ยกันทุกด้าน

และในงานวิจัยนี้จะเน้นการใช้สมการ 5.2 เป็นหลักในการกำหนดกองกำลังทางเรือ เนื่องจากจะเน้นการคำนึงถึงค่าขีดความสามารถให้มีความครบถ้วนทุกด้าน หรือไม่น้อยกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ

5.2 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนค่าจำนวนประชากร (Population size) ซึ่งจะทดลองกับ 4 กรณี คือ 1) กรณีได้ค่าขีดความสามารถเป้าหมายได้อย่างครบถ้วน และยินยอมให้ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านมีค่าเกินกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนดได้ 2) กรณีได้ค่าขีดความสามารถเป้าหมายได้อย่างครบถ้วน แต่ไม่ยินยอมให้ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านมีค่าเกินกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด 3) กรณีค่าขีดความสามารถไม่ได้หรือไปไม่ถึงค่าขีดความสามารถที่ต้องการ แต่ยินยอมให้ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านมีค่าเกินกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด และ 4) กรณีค่าขีดความสามารถไม่ได้หรือไปไม่ถึงค่าขีดความสามารถที่ต้องการ และไม่ยินยอมให้ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านมีค่าเกินกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ผลค่าจำนวนรุ่นในแต่ละจำนวนประชากร

จากภาพที่ 5.2 ในการทดลองทั้ง 4 กรณีดังภาพจะเห็นได้ว่าในจำนวนประชากรที่ 50 จะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่สูง และเมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นจะใช้จำนวนรุ่นในการค้นหาคำตอบที่น้อยลง แม้ว่าจำนวนประชากรต่อรุ่นยิ่งมากจำนวนรุ่นจะน้อยลง แต่เวลาที่ใช้ในการคำนวณต่อรุ่นก็จะมากขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องกำหนดค่าจำนวนประชากรให้ได้อย่างเหมาะสม โดยพิจารณาความชันของภาพที่ 5.2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในช่วงจำนวนประชากร 50 ถึง 100 จะมีความชันที่สูงกว่าช่วงอื่นๆ ดังนั้นจำนวนประชากรที่เหมาะสมจึงควรอยู่ค่าระหว่าง 50 ถึง 100

5.3 สรุป

งานวิจัยนี้จะใช้ฟังก์ชันการประเมินค่าความเหมาะสมด้วยสมการที่ 5.2 เนื่องจากงานวิจัยนี้จะเน้นการคำนึงถึงการได้มาของค่าขีดความสามารถที่ครบถ้วน ถึงแม้ว่าค่าขีดความสามารถที่ได้จะมีค่าเกินกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการก็ตาม แต่ทั้งนี้ค่าขีดความสามารถในแต่ละด้านก็ไม่ควรที่จะมีค่าที่น้อยกว่าค่าขีดความสามารถเป้าหมายที่ต้องการ และในส่วนของการกำหนดค่าจำนวนประชากรอยู่ในช่วง 50 ถึง 100 ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าความเหมาะสมกว่าช่วงอื่นๆ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทดลองของงานวิจัยนี้จะเริ่มต้นจากการทดลองค่าความคลาดเคลื่อน การทดลองการประเมินค่าความเหมาะสม การทดลองการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม การทดลองกับระบบการคัดสรรชุดอาหารที่เหมาะสม และสรุปผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 การบรรลุวัตถุประสงค์

6.1.1 ในงานวิจัยนี้สามารถที่จะนำขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการกำหนดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติได้ โดยในงานวิจัยนี้จะทดสอบกับ 2 ตัวอย่างภารกิจ คือ คือสถานการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในมหาสมุทรอินเดีย พ.ศ. 2547 และสถานการณ์แผ่นดินไหวในเฮติ พ.ศ. 2553 ซึ่งระบบสามารถกำหนดกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมได้ สอดคล้องต่อความต้องการของทั้ง 2 ตัวอย่างภารกิจดังกล่าว

6.1.2 ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในงานวิจัยนี้ การประเมินค่าความเหมาะสมสามารถที่จะทำการประเมินได้จาก 3 สมการดังบทที่ 3 สมการที่ 3.1, 3.2 และ 3.3

6.1.3 ในการทดสอบของงานวิจัยนี้จะทดสอบโดยการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยจะทำการเปลี่ยนค่าจำนวนประชากรที่ใช้ในการคำนวณ โดยจะทดลองโดยการกำหนดค่าจำนวนประชากรที่ 50, 100, 200 และ 400 ซึ่งพบว่าจำนวนช่วงที่กำหนดค่าจำนวนประชากรที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่ในช่วงที่ 50 ถึง 100

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดโดยการเพิ่มข้อจำกัดเพิ่มเติมให้กับระบบได้ โดยการเพิ่มสถานที่ตั้งของเรือ เนื่องจากเรือในแต่ละประเภทของกองทัพไทยจะถูกกระจายไปทั่วประเทศในน่านน้ำไทย ซึ่งสามารถที่จะนำมาใช้เป็นข้อจำกัดเพิ่มเติมได้โดยเรือที่อยู่ใกล้สถานการณ์หรือจุดปฏิบัติการก็จะสามารถปฏิบัติหน้าที่ได้รวดเร็วกว่าเรือที่อยู่ไกลกว่า ซึ่งแน่นอนว่าจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการเดินเรือ เป็นต้น และข้อจำกัดความพร้อมใช้งานของเรือใน

แต่ละประเภท เนื่องจากเรือในแต่ละประเภท เรือบางลำอาจจะมีขีดความสามารถบางด้านที่เสียหาย หรืออยู่ในช่วงของการซ่อมบำรุง ซึ่งถ้าหากในการปฏิบัติการกิจไม่มีขีดความสามารถในด้านที่มีความเสียหายอยู่ เรือลำนั้นจะถูกเลือกนำไปใช้ในการปฏิบัติการกิจหรือไม่ ซึ่งทั้ง 2 ส่วนดังกล่าวนี้ สามารถที่จะนำมาเป็นข้อจำกัดเพิ่มเติมให้กับระบบได้ ซึ่งจะทำให้การคำนวณหรือการกำหนดกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาต่อยอดในการนำเอาอากาศยานที่มีอยู่ในกองทัพไทย นำมาใช้ในการกำหนดกองกำลังทางเรือโดยมีอากาศยานมาร่วมด้วย เนื่องจากเมื่อมีเหตุการณ์ทางภัยพิบัติเกิดขึ้นการช่วยเหลือทางภาคพื้นอากาศค่อนข้างที่จะมีบทบาทในการปฏิบัติการกิจค่อนข้างสูง ดังนั้นการนำอากาศยานมาร่วมในการกำหนดกองกำลังทางเรือ จะทำให้การกำหนดกองกำลังทางเรือมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาต่อยอดในด้านของความต่อเนื่องของระบบ ซึ่งในอนาคตสามารถที่จะทำระบบให้ทำงานแบบเวลาจริงได้ เช่น มีการเก็บข้อมูลการจำหน่ายเรือที่กำลังปฏิบัติหน้าที่ ระบบสามารถที่จะค้นหากองกำลังทางเรือได้ใหม่ได้ทันที รวมไปถึงถ้าหากมีเหตุการณ์ภัยพิบัติเกิดขึ้นหลายจุดระบบสามารถกำหนดกองกำลังทางเรือได้ทันทีว่าจะปฏิบัติการกิจใดก่อน หลัง หรือแบบปฏิบัติการกิจแบบคู่ขนาน

การพัฒนาต่อยอดในด้านการประเมินระดับความรุนแรงของภัยพิบัติที่กองกำลังทางเรือของไทยสามารถรับมือได้ ซึ่งถ้าหากมีส่วนนี้เพิ่มเติมขึ้นระบบจะสามารถรู้ได้ว่ากองกำลังทางเรือที่มีอยู่ในกองทัพรองรับขนาดภัยพิบัติอยู่ที่ระดับใด ถ้าเกินกว่าที่จะรองรับได้ระบบจะทำการคำนวณได้ว่าจะต้องใช้เรือประเภทใดบ้างเป็นจำนวนกี่ลำเพิ่มเติมที่จะสามารถรองรับระดับความรุนแรงของพายุได้

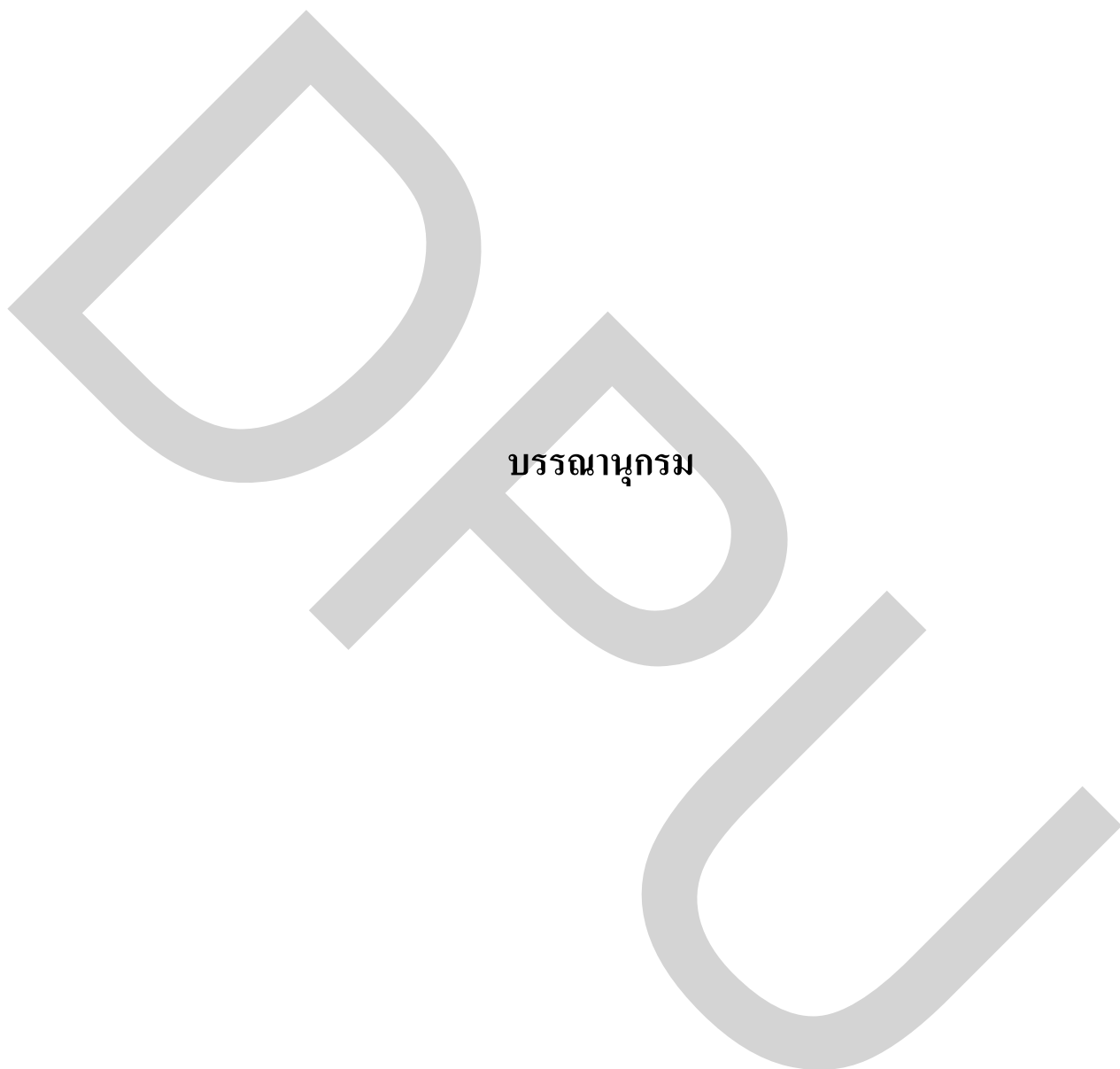
6.3 สรุป

งานวิจัยนี้จะเป็นการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมาช่วยในการกำหนดกองกำลังทางเรือ สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถที่จะค้นหาคำตอบหรือกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมได้ และอีกทั้งยังสามารถให้คำตอบได้หลากหลายคำตอบ เพื่อเป็นการประกอบการพิจารณาการตัดสินใจแก่การเลือกชุดกองกำลังทางเรือให้ไปปฏิบัติการกิจได้อีกด้วย

ในอนาคตสามารถปรับปรุงขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยการเพิ่มเทคนิคอื่นๆ ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น และสามารถที่จะกำหนดข้อจำกัดเพิ่มเติมให้กับระบบ อาทิ เช่น ตำแหน่งที่ตั้งของเรือ และความพร้อมใช้งานของเรือในแต่ละลำ ซึ่งจะถู

นำมาใช้ในการคำนวณด้วย เพื่อเพิ่มข้อพิจารณาในการกำหนดกองกำลังทางเรือที่เหมาะสมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านอื่นๆที่เกี่ยวกับกองทัพเรือได้อีกด้วย อาทิ เช่น การคัดเลือกชุดอาหารสำหรับพลทหารที่ปฏิบัติหน้าที่แตกต่างกัน หรือการจัดวิชาให้ได้ตามหมวดความรู้ที่กำหนดสำหรับการอบรมเสนาธิการ เป็นต้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- วีรพล วรานนท์, พลเรือเอก. (2553). *ยุทธศาสตร์และการกำหนดกำลังรบ*. ศูนย์หนังสือศรีศิริ สรต. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. (2552). *เริ่มต้น Visual C# 2008 ฉบับสมบูรณ์*. นนทบุรี: ไอดีซีฯ.
- ธีระพล ลิ้มศรีทธา. (2554). *เริ่มต้นเขียน โปรแกรม C# ด้วย Visual C# 2010 Express*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปัญญา ปะสีละเตสัง. (2552). *พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Visual C# 2008*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมชาย ประสิทธิ์จิตรระกุล. (2549). *การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริทึม*. ปทุมธานี: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- อาทิตย์ ศรีแก้ว. (2552). *ปัญหาเชิงคำนวณ*. นครราชสีมา: สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- ชิดชนก โชคสุชาติ และนฤมลวรรณ สุขไมตรี. (2546). *ระบบจัดตารางเวลาการทำงานของพยาบาลในโรงพยาบาลด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม กรณีศึกษา: แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลลพบุรี จังหวัดลพบุรี*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อภิรักษ์ ชัดวิลาส. (2554). *การประยุกต์วิธีเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด*. วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 5(2), น.153-163.
- ปรุพท์ มะยะเฉียว. (2557). *การแก้ปัญหาการเลือกสถานที่ตั้ง*. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, 6(1), น.132-145.
- พศวีร์ ตรีวิเศษ, ชวิสร ปุละภาค, ภาคย์ สธนเสาวภาคย์ และศิวดล กัญญาคำ. (2554). *รูปแบบการจัดการขนส่งโดยการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม : กรณีศึกษาบริษัทขายวัสดุก่อสร้าง*. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 5(2), น.131-138.
- ปณิธาน พีรพัฒนา. (2549). *เจเนติกส์อัลกอริทึมกับปัญหาการวางผังโรงงาน*. วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 33(4), น.313-324.
- สิริลักษณ์ จุณณทัสน์ และพยุง มีสัง. (2548). *การจัดตารางสอนโรงเรียนด้วยขั้นตอนวิธีเชิง*

พันธุกรรมแบบหลายวัตถุประสงค์. การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10.

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

คณะทำงานพิจารณาและจัดทำ อทร.ด้านการศึกษาขั้นสูง. (2543). *การกำหนดยุทธศาสตร์และ*

กำลังรบทางเรือ. เอกสารอ้างอิงของกองทัพเรือ หมายเลข 801, น.7- 39.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2557). *ตรรกศาสตร์คลุมเครือ*. สืบค้นเมื่อ 21 มิถุนายน 2557,

จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ตรรกศาสตร์คลุมเครือ>

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556). *เรือรบในประจำการของกองทัพเรือไทย*.

สืบค้นเมื่อ 19 มิถุนายน 2557,

จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/เรือรบในประจำการของกองทัพเรือไทย>

ภาษาต่างประเทศ

Apte, A.,Yoho, D.D., Greenfield, C.M. and Ingram, C.A. (2013, July-December). “Selecting Maritime Disaster Response Capabilities.” *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 6, 2. P.40-58

Chomtip Pornpanomchai, Verachad Wongsawangtham, Satheanpong Jeungudomporn and Nannaphat Chatsumpun. (2011, April). “Thai Handwritten Character Recognition by Genetic Algorithm (THCRGA).” *International Journal of Engineering and Technology*, 3, 2. P.148-153

Srinivas, M. and Patnaik, L.M. (1994, April). “Adaptive Probabilities of Crossover and Mutation in Genetic Algorithms.” *IEEE Transactions on Systems, man and Cybernetics*, 24, 4. P.656-667

Fei Liu, Guangzhou Zeng. (2009). “Study of genetic algorithm with reinforcement learning to solve the TSP.” *Expert Systems with Applications*, 36, P.6995-7001

Houqing Lu, Hongjun Zhang, Xiaojuan Zhang and Ruixin Han. (2006, June). “An Improved Genetic Algorithm for Target Assignment Optimization of Naval Fleet Air Defense.” *Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation*, P.3401-3405

Euan W. McGookin, David J. Murray-Smith, Yun Li and Thor I. Fossen. (2000). “Ship steering

control system optimisation using genetic algorithms.” *Control Engineering Practice*, 8. P.429-443

Greenfield, C.M. and Ingram, C.A. (2011). An Analysis of U.S. Navy Humanitarian Assistance and Disaster Relief Operations. Retrieved June 1 2011, from Naval Postgraduate School, from <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a545858.pdf>

James Moffat and Susan Fellows. (2009). “Using Genetic Algorithms to Represent Higher Level Planning in Simulation Model of Conflict.” The Defence Science and Technology Laboratory. Retrieved June 1 2011, from http://ima.org.uk/_db/_documents/defence09_moffat.pdf

Evangelos K. Boulougouris and Apostolos D. Papanikolaou. (2004, May). “Optimisation of the Survivability of Naval Ships by Genetic Algorithms.” 3rd Int. EuroConference on Computer Applications and Information Technologies in the Maritime Industries. Retrieved June 1 2011, from <http://old.naval.ntua.gr/sdl/Publications/Proceedings/COMPIT04-Naval%20optimization-NTUA.pdf>



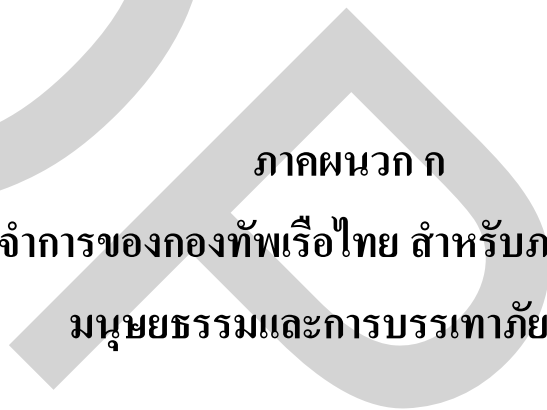
ภาคผนวก










ภาคผนวก ก

เรื่อบในประจำการของกองทัพเรือไทย สำหรับภารกิจการช่วยเหลือด้าน
มนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ



เรือรบในประจำการของกองทัพเรือไทย

เรือที่ใช้ในการกิจการช่วยเหลือด้านมนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัตินั้นจะถูกคัดเลือกตามความเหมาะสมโดยมีจำนวนประเภทเรือทั้งหมด 27 ประเภท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลำดับที่	รูปภาพ	ประเภทเรือ	จำนวนเรือ (ลำ)
1		เรือบรรทุกเฮลิคอปเตอร์ (บส.) ชุด ร.ล. จักรีนฤเบศร เข้าประจำการ 20 มีนาคม 2540 ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 7,000 ตัน เต็มที่ 11,486	1
2		เรือยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ (ยพญ.) ชุด ร.ล. อ่างทอง ขนาด ระวางขับน้ำเต็มที่ 7,600 ตัน	1
3		เรือยกพลขึ้นบกขนาดใหญ่ (ยพญ.) ชุด ร.ล. สีซัง ขนาด ระวางขับน้ำเต็มที่ 3,540 ตัน	2
4		เรือส่งกำลังบำรุงขนาดใหญ่ (สกญ.) ชุด ร.ล. สิมิลัน ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 10,600 ตัน เต็มที่ 22,000 ตัน	1
5		เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. พุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 3,020 ตัน เต็มที่ 4,209 ตัน	2
6		เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. นเรศวร ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 2,800 ตัน เต็มที่ 2,985 ตัน	2





(ต่อ)

ลำดับที่	รูปภาพ	ประเภทเรือ	จำนวนเรือ (ลำ)
7		เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. เจ้าพระยา ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 1,800 ตัน เต็มที่ 1,924 ตัน	2
8		เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. กระบุรี ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 1,840 ตัน เต็มที่ 1,961 ตัน	2
9		เรือฟริเกต (ฟก.) ชุด ร.ล. ตาปี ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 1,079 ตัน เต็มที่ 1,125 ตัน	2
10		เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกก.) ชุด ร.ล. ปัตตานี ขนาด ระวางขับน้ำเต็มที่ 1,440 ตัน	2
11		เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกก.) ชุด ร.ล. กระบี่ ขนาด ระวางขับน้ำเต็มที่ 1,900 ตัน ความเร็ว 25 น็อต	1
12		เรือตรวจการณ์ปืน (ตกป.) ชุด ร.ล. สัตหีบ ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 265 ตัน เต็มที่ 300 ตัน	6
13		เรือตรวจการณ์ปืน (ตกป.) ชุด ร.ล. กันตัง ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 265 ตัน เต็มที่ 300 ตัน	3
14		เรือตรวจการณ์ปืน (ตกป.) ชุด ร.ล. หัวหิน ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 530 ตัน เต็มที่ 590 ตัน	3

(ต่อ)

ลำดับที่	รูปภาพ	ประเภทเรือ	จำนวนเรือ (ลำ)
15		เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกฝ.) ชุด ต. 991 ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 170 ตัน เต็มที่ 186 ตัน	3
16		เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกฝ.) ชุด ต. 81 ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 95 ตัน เต็มที่ 110 ตัน	3
17		เรือตรวจการณ์ไกลฝั่ง (ตกฝ.) ชุด ต. 91 ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 115 ตัน เต็มที่ 124 ตัน	9
18		เรือตรวจการณ์ชายฝั่ง (ตกช.) ชุด ต. 227 ขนาด ระวางขับน้ำเต็มที่ 43 ตัน	1
19		เรือระบายพลขนาดใหญ่ (รพญ.) ชุด ร.ล. มั่นนอก ขนาด ระวางขับน้ำเต็มที่ 550 ตัน	3
20		เรือระบายพลขนาดใหญ่ (รพญ.) ชุด ร.ล. ทองแก้ว ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 173 ตัน เต็มที่ 396 ตัน	4
21		เรือน้ำมัน (นม.) ชุด ร.ล. สมุย ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 410 ตัน เต็มที่ 1,235 ตัน	1
22		เรือน้ำมัน (นม.) ชุด ร.ล. จุฬา ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 1,136 ตัน เต็มที่ 1,661 ตัน	1
23		เรือลากจูงขนาดกลาง (ลกจ.) ชุด ร.ล. รื่น ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 350 ตัน เต็มที่ 421 ตัน	2

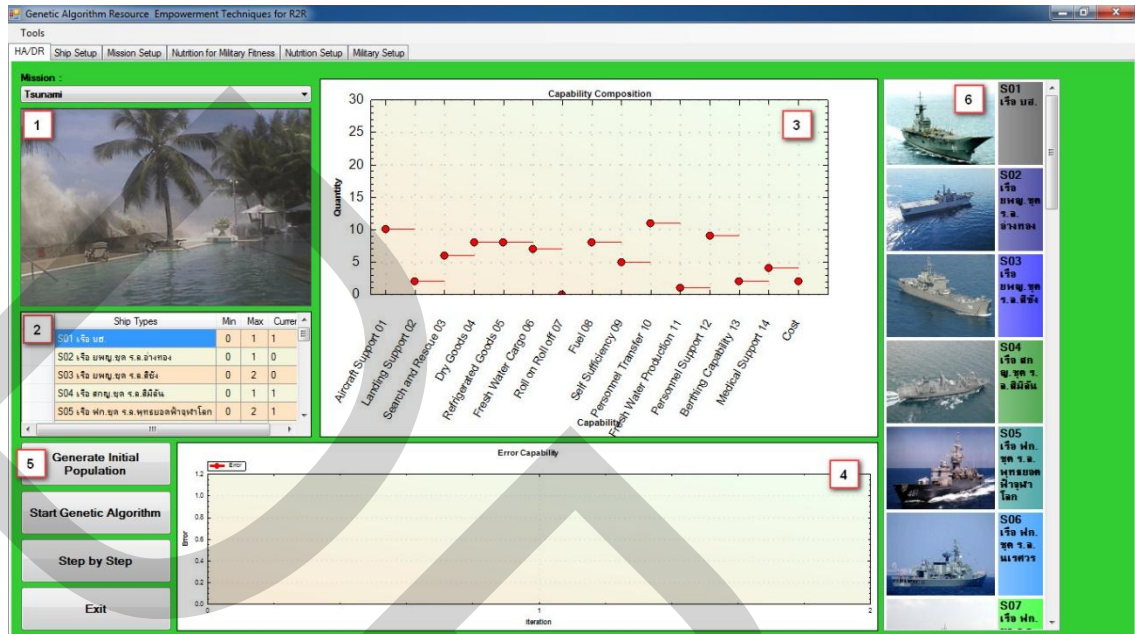
(ต่อ)

ลำดับที่	รูปภาพ	ประเภทเรือ	จำนวนเรือ (ลำ)
24		เรือลาดกุงขนาดกลาง (ลกก.) ชุด ร.ล. แสมสาร ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 328 ตัน เต็มที่ 385 ตัน	2
25		เรือทำลายทุ่นระเบิดใกล้ฝั่ง (ลทฝ.) ชุด ร.ล. ลาดหญ้า ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 665 ตัน เต็มที่ 697 ตัน	2
26		เรือทำลายทุ่นระเบิดใกล้ฝั่ง (ลทฝ.) ชุด ร.ล. บางระจัน ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 414 ตัน เต็มที่ 444 ตัน	2
27		เรือสนับสนุนการต่อต้านทุ่นระเบิด (สคท.) ชุด ร.ล. ถลาง ขนาด ระวางขับน้ำปกติ 916 ตัน เต็มที่ 1,095 ตัน	1

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมการกำหนดกำลังทางเรือ

ภาพรวมรายละเอียดส่วนต่างๆ ของโปรแกรมการกำหนดกำลังทางเรือ

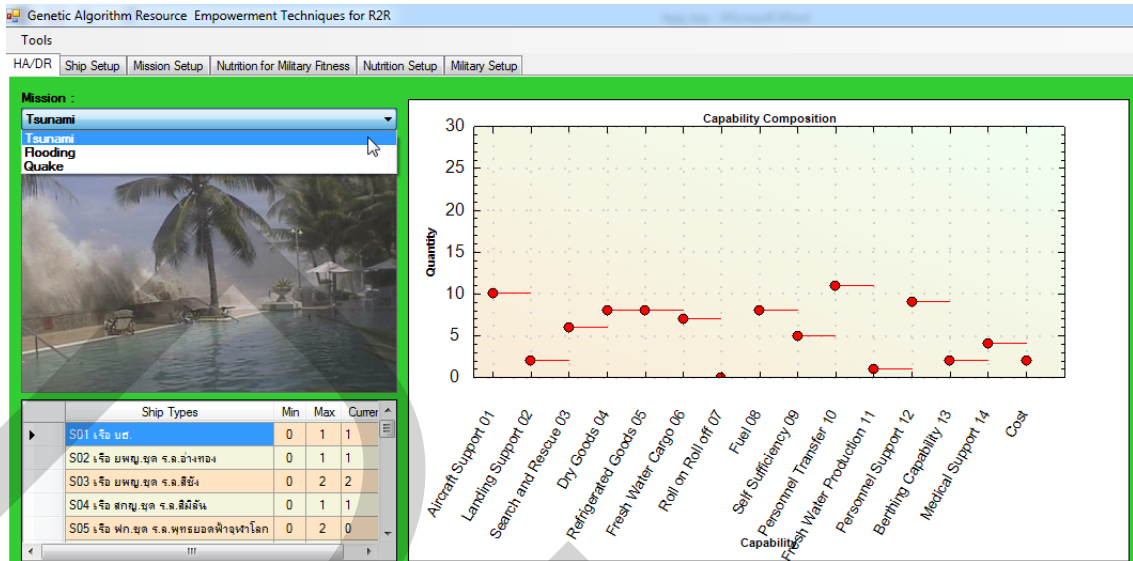


ภาพที่ 1 รายละเอียดส่วนต่างๆ ของโปรแกรม

รายละเอียดส่วนต่างๆ ของโปรแกรมจะมีด้วยกัน 6 ส่วนหลักตามหมายเลขดัง ภาพที่ 1 หมายเลข 1 จะเป็นส่วนของการเลือกภารกิจที่จะนำมาใช้ในการค้นหากองกำลังทางเรือ ตามขีดความสามารถที่ต้องการของภารกิจที่เลือก หมายเลข 2 จะเป็นส่วนที่แสดงข้อมูลประเภทและจำนวนของเรือในแต่ละประเภทที่มีอยู่ในระบบ หมายเลข 3 จะเป็นส่วนแสดงการประกอบกำลังทางขีดความสามารถของเรือว่าขีดความสามารถในแต่ละด้านจะถูกประกอบไปด้วยเรือประเภทใดบ้าง และได้ค่าขีดความสามารถตามที่ต้องการมากน้อยเท่าไร หมายเลข 4 เป็นส่วนที่ใช้แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของขีดความสามารถที่ได้และขีดความสามารถที่ต้องการ หมายเลข 5 เป็นส่วนที่ใช้ในสั่งการโปรแกรมให้เริ่มทำการค้นหากองกำลังทางเรือ และหมายเลข 6 เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงคำตอบหรือกองกำลังทางเรือที่ได้ประกอบไปด้วยเรือประเภทใดบ้าง และเป็นจำนวนกี่ลำ

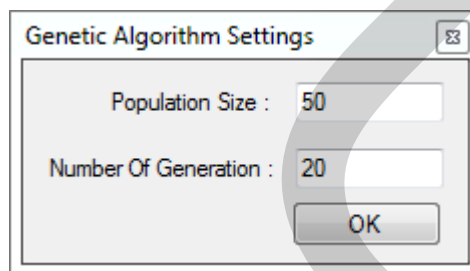
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมการกำหนดกำลังทางเรือ

เริ่มต้นการใช้งานโปรแกรมจะต้องทำการเลือกภารกิจที่จะใช้ในการกำหนดกำลังทางเรือตามขีดความสามารถที่ต้องการในแต่ละภารกิจ โดยผู้ใช้จะต้องทำการเลือกภารกิจที่ Combo Box แสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งใน โปรแกรมจะมีให้เลือกด้วยกันทั้งหมด 3 ภารกิจ



ภาพที่ 2 การเลือกภารกิจที่ใช้ในการกำหนดกำลังทางเรือ

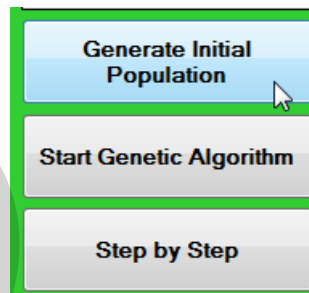
จากภาพที่ 2 เมื่อขณะที่เลือกในภารกิจจะเห็นได้ว่าในแต่ละภารกิจจะมีค่าขีดความสามารถที่ต้องการที่แตกต่างกัน โดยดูได้จาก Marker ของขีดความสามารถในแต่ละด้าน ถัดไปจะทำการตั้งค่าโปรแกรมโดยจะทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์พื้นฐานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยเข้าไปที่เมนูบาร์ Tools > GA Settings จะปรากฏหน้าต่างแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หน้าต่างการตั้งค่าพารามิเตอร์พื้นฐานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

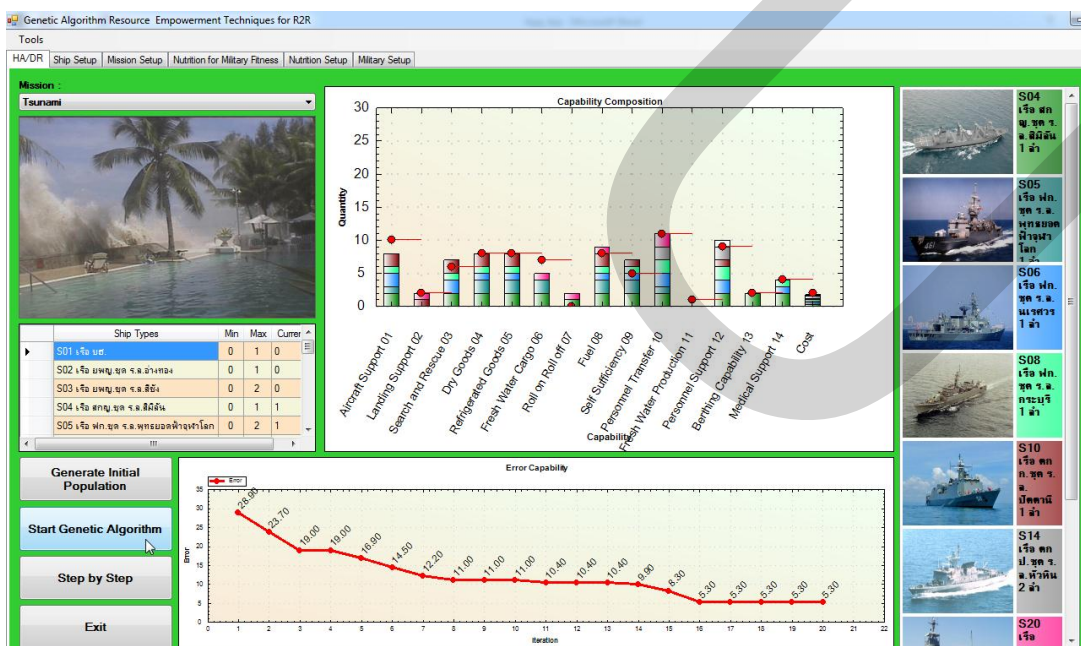
จากภาพที่ 3 จะทำการกำหนดค่าจำนวนประชากรเริ่มต้น (Population Size) และค่าจำนวนรุ่น (Number of Generation) ที่ใช้ในการคำนวณ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวได้ตามความเหมาะสม หลังจากนั้นคลิกปุ่ม OK ค่าเริ่มต้นของโปรแกรมจะถูกกำหนดค่าจำนวนประชากรที่ 50 และจำนวนรุ่นที่ 20 รุ่น

หลังจากตั้งค่าพารามิเตอร์พื้นฐานของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมแล้วถัดไปจะให้โปรแกรมทำการค้นหาองค์ก้างทางเรือที่เหมาะสม โดยให้ผู้ใช้คลิกปุ่ม Generate Initial Population แสดงดังภาพที่ 4 เพื่อทำการสร้างประชากรเริ่มต้นให้กับโปรแกรม ตามจำนวนประชากรที่ได้ทำการกำหนดไว้ในข้างต้น



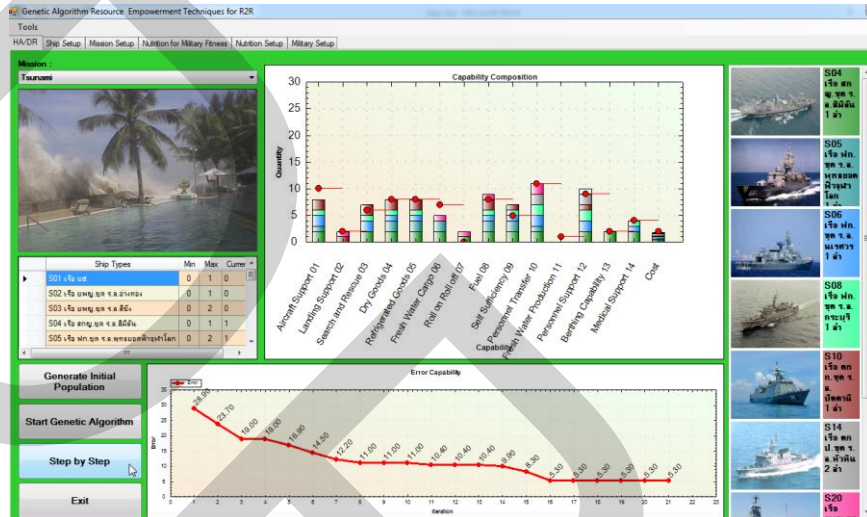
ภาพที่ 4 ปุ่ม Generate Initial Population

หลังจากนั้นให้คลิกปุ่ม Start Genetic Algorithm โปรแกรมก็จะทำการค้นหาองค์ก้างทางเรือตามจำนวนรุ่นที่ได้ทำการกำหนดไว้ในข้างต้น แสดงดังภาพที่ 5 ซึ่งถ้าหากยังได้คำตอบหรือองค์ก้างทางเรือที่ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่มอีกครั้งเพื่อค้นหาองค์ก้างทางเรือต่อไปอีกตามจำนวนรุ่นที่กำหนด



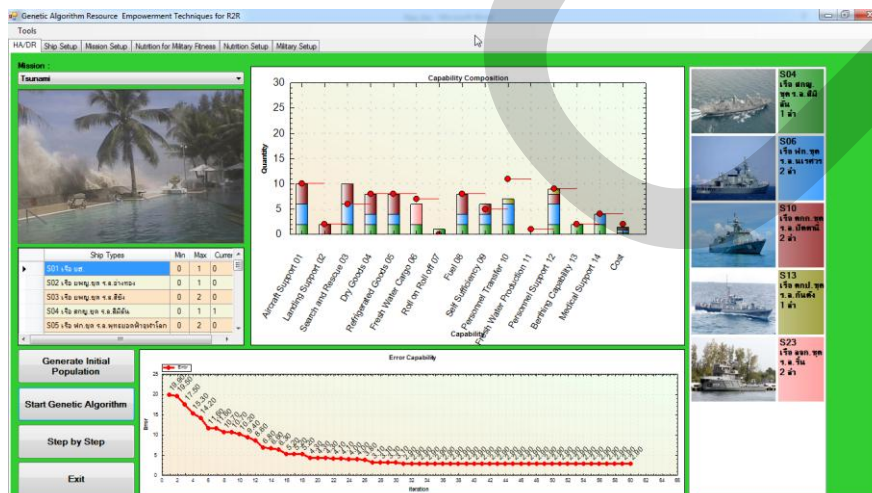
ภาพที่ 5 ขั้นตอนให้โปรแกรมทำการค้นหาองค์ก้างทางเรือ

จากภาพที่ 5 เมื่อทำการค้นหาคองกำลังทางเรือที่เหมาะสมตามจำนวนรุ่นที่กำหนดไว้ โปรแกรมยังสามารถที่จะค้นหาคองกำลังทางเรือที่เหมาะสมทีละ 1 รุ่นก็ได้ โดยการคลิกปุ่ม Step by Step แสดงดังภาพที่ 6 โปรแกรมจะทำการค้นหาคองกำลังทางเรือทีละ 1 รุ่นเมื่อคลิก 1 ครั้ง ซึ่งขณะที่โปรแกรมกำลังค้นหาคองกำลังทางเรือ กราฟและผลลัพธ์ของโปรแกรมก็จะถูกเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการค้นหาคองกำลังทางเรือทีละ 1 รุ่น

ซึ่งผู้ใช้จะสามารถทำการรัน โปรแกรมไปเรื่อยๆ จะจนกระทั่งได้ผลลัพธ์หรือค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีการเปลี่ยนแปลง แล้วค่อยทำการหยุดรัน โปรแกรม แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ผลลัพธ์ของโปรแกรม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ว่าที่ร้อยตรี ธนภณ บุญแสนพล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำ

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

พ.ศ.2556-2557 วิศวกร

บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด

ประสบการณ์ ผลงานทางวิชาการ รางวัลหรือทุนการศึกษา

พ.ศ. 2557 ตีพิมพ์บทความวิชาการ เรื่อง

“การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการกำหนด
กำลังทางเรือ กรณีศึกษา : การจัดการช่วยเหลือด้าน
มนุษยธรรมและการบรรเทาภัยพิบัติ” งานประชุมวิชาการ
The 10th National Conference on Computing and
Information Technology (NCCIT 2014) ณ จังหวัดภูเก็ต
ประเทศไทย, หน้า 638 – 644.

พ.ศ. 2554 ทุนสนับสนุนการวิจัย ปรินญาณินพนธ์

โครงการสร้างปัญญาวิทย์ ผลิตนักเทคโนโลยี (YSTP) โดย
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
(NECTEC)

พ.ศ. 2554 รางวัลชนะเลิศอันดับ 1

การแข่งขัน ABU Asia-Pacific Robot Contest 2011

เกม ลอยกระทง จุดประกายแห่งความสุขด้วยมิตรภาพ

พ.ศ. 2554 รางวัลชนะเลิศอันดับ 1

การแข่งขัน ABU Robot Contest Thailand 2011

เกม ลอยกระทง จุดประกายแห่งความสุขด้วยมิตรภาพ