

การปรับสมดุลการไหลตบนเครือข่ายไร้สายด้วยเจเนติกอัลกอริทึม

Wireless LAN Load Balancing With Genetic Algorithms



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

การปรับสมดุลการไหลทบนเครือข่ายไร้สายด้วยเจเนติกอัลกอริทึม
Wireless LAN Load Balancing with Genetic Algorithms



ณภัทร คุณนันทกิจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานปีการศึกษา 2556 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การปรับสมดุลการไหลดบนเครือข่ายไร้สายด้วยเจเนติกอัลกอริทึม

Wireless LAN Load Balancing with Genetic Algorithms

ผู้จัดทำ

1. นายณภัทร

คุณานันทกิจ

รหัสนักศึกษา 53010422



..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรัญญา วลัยรัชต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับสมดุลการไหลบนเครือข่ายไร้สายด้วยเจเนติก

อัลกอริทึม

นายณภัทร	คุณานันทกิจ	53010422
ผศ.ดร. อริญญา	วลัยรัชต์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2556		

บทคัดย่อ

การใช้งานเครือข่ายแลนไร้สาย (Wireless LAN) ในปัจจุบันกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย แต่ก็ยังมีปัญหาบางประการที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข ในกรณีนี้จะกล่าวถึงการเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access Point) โดยตามมาตรฐานในปัจจุบัน ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Access Point เพื่อเข้าใช้งานเครือข่ายไร้สายได้หลายวิธีด้วยกัน โดยสามารถเชื่อมต่อผ่านทางคอมพิวเตอร์ทั่วไป สมาร์ทโฟน และอุปกรณ์แท็บเล็ตต่างๆ ซึ่งจากการเชื่อมต่อดังกล่าว ยังมีปัญหาบางประการเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ Access Point ไว้ตามจุดต่างๆ ซึ่งในแต่ละจุด จะมีช่วงสัญญาณที่ทับซ้อนกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ตลอดเวลาเมื่อมีการเคลื่อนย้ายข้ามไปยัง Access Point อีกเครื่องหนึ่ง แต่ปัญหาที่พบคือ Access Point ไม่สามารถควบคุมจำนวนผู้ใช้งานที่ทำการเชื่อมต่ออยู่กับเครื่องมันได้ เช่นในกรณีว่า มีผู้ใช้งานคนหนึ่ง ยืนอยู่ระหว่าง Access Point 2 เครื่อง แต่ใน Access Point เครื่องแรกนั้น มีการใช้งานเครือข่ายที่สูงแล้ว ซึ่งไม่สามารถที่จะบอกให้ผู้ใช้ไปเชื่อมต่อกับ Access Point อีกเครื่องได้ โดยอุปกรณ์ของผู้ใช้จะทำการเชื่อมต่อกับ Access Point ที่มีสัญญาณแรงกว่า จากปัญหาเหล่านี้เป็นแรงบันดาลใจให้เราทำการการพัฒนาโปรแกรมจำลองการเชื่อมต่อเข้ากับ Access Point โดยได้นำเอาหลักการของ Genetic Algorithm มาช่วยในการคำนวณว่าผู้ใช้งานควรเชื่อมต่อกับ Access Point เครื่องใด เพื่อบริหารปริมาณการใช้งานในเครือข่ายให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wireless LAN Load Balancing with Genetic Algorithms

Mr. Napat

Kunanuntakij

53010422

Asst. Prof. Dr.Aranya

Walairacht

Advisor

Academic Year 2013

ABSTRACT

Wireless LAN, currently is receiving widespread popularity. But there are some problems that have not been resolved. In this case it is said to connect to the wireless network signal distribution device (Access Point) by the current standard. Users can connect to the Access Point to access the wireless network in a variety of way; can be connected via computers, smart phones and tablet devices. Based on such connections, there are some problems when installing the Access Point by point. Each point is the signal overlap. So that users can use it all the time when they are moved across the Access Point to another Access Point, but the problem is you cannot control the number of users connected to it. In the case, user standing between 2 Access Points, but in the first network is high load. It's impossible to tell the user to connect to the Access Point to another. User's device will connect to the Access Point with stronger signals. These problems have inspired us to develop the emulator connected to the Access Point with the principle of Genetic Algorithm to assist in the calculation that the user should be connected to the Access Point either to manage the volume, use the network much more effectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์อรรถัญญา วลัยรัชต์อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด และแนะนำการทำงานเบื้องต้นตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดจนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และผู้ปกครองที่ให้คำปรึกษาและคอยสนับสนุนในเรื่องต่างๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณนายธนดล ชวโนวานิช ที่ช่วยแนะนำ และเป็นผู้ร่วมสร้างโปรแกรมที่ใช้ในโครงการมาโดยตลอด

ขอบคุณเพื่อนๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดีๆ ในด้านความคิดสร้างสรรค์ และคอยเป็นกำลังใจในการทำงานโดยตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีที่ได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้ด้วย

นายณภัทร คุณานันท์กิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
การปรับสมดุลการไหลตบนเครือข่ายไร้สายด้วยเจเนติกอัลกอริทึม.....I	I
กิตติกรรมประกาศ.....III	III
สารบัญ.....IV	IV
สารบัญตาราง.....VIII	VIII
สารบัญรูป.....IX	IX
บทที่ 1 บทนำ.....1	1
1.1 ที่มา และ ความสำคัญของโครงการ.....1	1
1.2 วัตถุประสงค์.....1	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....2	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน.....2	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3	3
2.1 หลักการทำงานพื้นฐานของระบบ Simulation.....3	3
2.1.1 Computer Simulation Fundamental.....3	3
2.1.2 Computer Simulation Taxonomy.....5	5
2.1.3 Parallel / Distributed Simulation.....8	8
2.2 ทฤษฎี Genetic Algorithm.....12	12
2.2.1 Genetic Algorithm.....12	12
2.2.2 Genetic Algorithm ง่ายๆ (Simple Genetic Algorithm).....14	14
2.2.3 การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosomes Coding).....16	16
2.3 พื้นฐานเครือข่ายไร้สาย.....24	24
2.3.2 มาตรฐานหลักที่จะนำมาใช้ในโครงการ.....27	27
2.3.3 เทคนิคการผสมสัญญาณของ LAN ไร้สาย.....28	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.4 อุปกรณ์ Wireless	29
2.3.5 Wireless โทโปโลยี.....	30
2.3.6 การเชื่อมต่อแบบกลุ่มโครงสร้าง (Infrastructure).....	32
2.3.7 Service Areas	33
บทที่ 3 การออกแบบ และพัฒนาระบบ	34
3.1 รายละเอียดแบบจำลองที่พัฒนา.....	34
3.1.1 อินพุตของแบบจำลอง	34
3.1.2 เอาท์พุทของแบบจำลอง	34
3.1.3 ฟังก์ชันการทำงาน	34
3.1.4 ขอบเขตของโปรแกรมที่พัฒนา	35
3.1.5 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนา.....	35
3.1.6 ภาษาและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	35
3.2 พื้นฐานของระบบจำลอง.....	35
3.2.1 Computer Simulation.....	35
3.2.2 Program variables.....	35
3.2.3 Simulation Program	36
3.2.4 ลักษณะการทำงานของระบบจำลอง.....	36
3.3 ออกแบบ Genetic Algorithm ใ้กับ Load Balance	36
3.3.1 การถอดรหัสโครโมโซม (Chromosome Encoding).....	37
3.3.2 การสุ่มเลือกสร้างประชากร (Initial Population).....	38
3.3.4 การเช็คโครโมโซมหมดอายุ(Check Expire Chromosome).....	40
3.3.5 วิธีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบ (Operator)	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.6 Genetic algorithm Flowchart	42
3.4 การออกแบบ Access Point และ User ในแบบจำลอง	43
3.4.1 Access Point	43
3.5 โครงสร้าง และการทำงานของโปรแกรม	44
3.5.1 Use Case	44
3.5.2 Sequence diagram	45
3.5.3 Flowchart ของแบบจำลอง	46
3.5.4 Class diagram ของแบบจำลอง	47
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	51
4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ	51
4.1.1 เพื่อสามารถรู้ว่าตัวโปรแกรมทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่	51
4.1.2 เพื่อแสดงการนำ Genetic Algorithm มาใช้ในการทำ Load Balance	51
4.1.3 เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของ Load Balance สองแบบว่ามีข้อดีแล้วข้อเสีย แตกต่างกันอย่างไร	51
4.2 ส่วนของการทดสอบโปรแกรม	51
4.2.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมเปิดโปรแกรมขึ้นใช้งาน	51
4.2.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมสร้างการจำลองของ Access Point และ User	52
4.2.3 การทดสอบการแสดงผลการทำงานของ RSSI.....	55
4.2.4 การทดสอบการแสดงผลการทำงานของ Genetic Algorithm.....	56
4.2.5 การทดสอบการแสดงผลกราฟเปรียบเทียบ Load Balance	58
4.2.6 การทดสอบการนำกราฟออกเป็นไฟล์ PDF.....	59
4.3 ส่วนของการเปรียบเทียบ Load Balance สองชนิด	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.1 ทำการทดลองโดยให้มีการกระจายตัวกันของ User เท่าๆกันในแต่ละ Access Point	61
4.3.2 ทำการทดลองโดยมีการให้ User หนาแน่นไปใน Access Point เครื่องใดเครื่องหนึ่ง	66
4.3.3 ทำการทดลองโดยให้ปริมาณ User และ ความต้องการแบนด์วิธเพิ่มขึ้นแบบ สอดคล้องกัน	69
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	70
5.1 บทสรุปของโครงการ	70
5.2 ปัญหา และอุปสรรค	71
5.3 แนวทางในการพัฒนาแบบจำลองต่อ	71
5.4 แนวทางในการนำไปพัฒนาใช้จริง	72
บรรณานุกรม	73
ภาคผนวก	74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างคำศัพท์เฉพาะทางชีววิทยาและศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ที่.....	13
ตารางที่ 2.2 คณะทำงานของ 802.11 และมาตรฐานย่อยที่แต่ละคณะทำงานควบคุมอยู่	25
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงอัตราการส่งข้อมูลต่อระยะทาง	28
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง User 50ตัว ของ Genetic Algorithm	62
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของ User 50 ตัวของ RSSI	62
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง User 100ตัวของ Genetic Algorithm	63
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองของ User 100 ตัวของ RSSI	63
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลอง User 150ตัวของ Genetic Algorithm	64
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของ User 150 ตัวของ RSSI	64
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลอง User 200 ตัวของ Genetic Algorithm	65
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของ User 200 ตัวของ RSSI	65
ตารางที่ 4.9 ผลการทดลอง User 20 ตัวของ Genetic Algorithm	66
ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองของ User 20 ตัวของ RSSI	67
ตารางที่ 4.11 ผลการทดลอง User 20 ตัวของ Genetic Algorithm	68
ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองของ User 200 ตัวของ RSSI	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 High Performance Computing Community	5
รูปที่ 2.2แผนภาพ Computer Simulation Taxonomy [2].....	5
รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Event stepped [2]	6
รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Time stepped [2].....	7
รูปที่ 2.5แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Share Memory Multiprocessors [2].....	8
รูปที่ 2.6แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Distributed Memory Multicomputers [2]	9
รูปที่ 2.7แสดงส่วนประกอบของโครโมโซม	13
รูปที่ 2.8แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการของ Genetic Algorithm.....	15
รูปที่ 2.9โครโมโซมที่เข้ารหัสเป็นเลขฐานสอง	16
รูปที่ 2.10การคัดเลือกแบบ Roulette Wheel Selection และ Stochastic Universal Sampling Selection	20
รูปที่ 2.11การแลกเปลี่ยนยีนแบบ 1 จุด	21
รูปที่ 2.12การแลกเปลี่ยนยีนแบบ 2 จุด.....	21
รูปที่ 2.13การแลกเปลี่ยนยีนแบบ Uniform.....	22
รูปที่ 2.14 แสดงการกลายพันธุ์ของประชากร.....	22
รูปที่ 2.15 802.11 CSMA/CA.....	26
รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อในแบบ Basic Service Set และ Extend Services Set.....	32
รูปที่ 3.1 ภาพจำลองของ Phenotype	37
รูปที่ 3.2 แสดงโครโมโซมที่ประกอบด้วย gene.....	38
รูปที่ 3.3 แสดงการเซ็คโครโมโซมหมดอายุ และการส่งต่อไปยังรุ่นต่อไป	40
รูปที่ 3.4 Mating Pool จากการทำ Tournament และ Random.....	41
รูปที่ 3.5การแลกเปลี่ยน ยีนระหว่างโครโมโซม	41
รูปที่ 3.6 Flow Chart ของ Genetic Algorithm	42
รูปที่ 3.7 ภาพแสดงระยะรัศมีแต่ละโซนของ Access Point	43
รูปที่ 3.8แสดงถึงโครงสร้างทั้งหมดของ Use Case เรียกว่า “Use Case Diagram”	44
รูปที่ 3.9Sequence diagram ของการจำลอง.....	45

รูปที่ 3.10 Flowchart ของแบบจำลอง	46
รูปที่ 3.11 Class diagram	47
รูปที่ 3.12class simulation.....	47
รูปที่ 3.13class User	48
รูปที่ 3.14class AccessPoint	48
รูปที่ 3.15 class GA	49
รูปที่ 3.16class chromosome	49
รูปที่ 3.17class RSSI	49
รูปที่ 3.18Class Graph	50
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟิกยูสเซอร์อินเทอร์เน็ตเฟสของโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน	52
รูปที่ 4.2 แสดงการสร้าง Access Point และ User.....	53
รูปที่ 4.3 แสดงการแจ้งเตือนสร้าง Access point เกิน	53
รูปที่ 4.4 แสดงการเตือนใส่ค่าแบนด์วิธ	54
รูปที่ 4.6 แสดงผลการทำงานของ RSSI.....	56
รูปที่ 4.7 แสดงผลการทำงานของ Genetic Algorithm.....	57
ถ้าใส่อินพุทไม่ครบคือ ไม่ได้ใส่ User หรือ Access Point แล้วทำการกดจำลอง Load Balance ระบบจะทำการเตือนโดยมีการแจ้งขอความเตือนขึ้นมาตามรูปด้านล่าง.....	57
รูปที่ 4.8 แสดงการเตือนอินพุทไม่ครบ	57
รูปที่ 4.9 แสดงกราฟเปรียบเทียบ Load Balance	58
รูปที่ 4.10 แสดงกราฟเปรียบเทียบแต่ละ Generation.....	59
รูปที่ 4.11 แสดงการที่อยู่ที่จะจัดเก็บเอกสาร	60
รูปที่ 4.13 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 50 ตัว	62
รูปที่ 4.14 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 100 ตัว	63
รูปที่ 4.15 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 150 ตัว	64
รูปที่ 4.17 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 200เครื่อง	66
รูปที่ 4.18 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 200ตัว	67
รูปที่ 4.19 กราฟเส้นแสดงเปรียบเทียบระหว่างสอง Load Balance.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และ ความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันนี้ การติดต่อสื่อสารนั้นได้ถูกพัฒนาไปอย่างมาก โดยมีการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สาย ทำให้มีความสะดวกสบาย และความรวดเร็วต่อผู้ใช้งาน เมื่อมีความสะดวกสบาย และความรวดเร็ว ทำให้มีความต้องการของผู้เข้าใช้บริการเป็นจำนวนมากขึ้น ทำให้การติดต่อสื่อสารแบบเครือข่ายไร้สายนั้น ต้องการประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อ สามารถรองรับผู้เข้าใช้บริการจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายเพื่อเข้าใช้งาน โดยส่วนใหญ่แล้ว จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณหรือ Access Point เป็นหลัก โดยอาจจะใช้ Access Point มากกว่า 1 เครื่อง ต่อ 1 เครือข่าย เพื่อเพิ่มขอบเขตของการให้บริการให้กว้างขวางและทั่วถึงมากขึ้นแต่ก็ยังเกิดปัญหา เมื่อมีผู้เข้าใช้งานเป็นจำนวนมาก ในบริเวณ Access Point เครื่องแรก แต่มีผู้ใช้งานบางส่วน อยู่ระหว่าง Access Point เครื่องแรกและ เครื่องที่สอง ถ้าเกิดผู้ใช้งานไปเชื่อมต่อกับ Access Point เครื่องแรกอีก จะทำให้เกิดความล่าช้าขึ้นที่ Access Point เครื่องแรก แทนที่จะเชื่อมต่อกับเครื่องที่สอง ซึ่งว่างอยู่

การทำ Wireless Load Balancing จึงเป็นวิธีการที่เข้ามาช่วยกำจัดปัญหา เมื่อมีปริมาณการเชื่อมต่อเข้ามามากใน Access Point เครื่องเดียว การทำ Load Balance จึงเป็นการกระจายการเชื่อมต่อให้กับ Access Point ที่ยังว่างอยู่ในบริเวณใกล้เคียง โดยในวิธีการ Received Signal Strength Indicator (RSSI) นั้นยังมีปัญหาเรื่องแบนด์วิธที่ใช้งานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงได้นำ Genetic Algorithm ซึ่งเป็นอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการทำ Load Balance ให้กับ Access Point เพื่อให้ใช้แบนด์วิธได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อลดการแย่งชิงแบนด์วิธ และลดความหนาแน่นในเครือข่ายในการเข้าใช้งาน AccessPoint
- 2) เพื่อนำ Genetic Algorithm มาช่วยจัดการ Load Balance ของ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) พัฒนาแบบจำลองของเครือข่ายไร้สายโดยใช้ Genetic Algorithm และ RSSI
- 2) ระบบสามารถจำลองสถานการณ์การทำงานของ Access Point ได้ใกล้เคียงความเป็นจริง
- 3) จำกัดปริมาณผู้ใช้งาน Access Point ตามความเป็นจริง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาทฤษฎีหลักของเครือข่ายไร้สายที่เกี่ยวข้องกับ Load Balance
- 2) ศึกษาทฤษฎีหลักของ Genetic Algorithm ที่ใช้ในการทำ Load Balance
- 3) ออกแบบ Genetic Algorithm เพื่อประยุกต์ใช้กับ Load Balance
- 4) พัฒนาแบบจำลอง Load Balance โดยใช้ Genetic Algorithm ตามที่ได้ออกแบบไว้
- 5) ทดลอง Load Balance ที่ใช้ Genetic Algorithm ที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยการจำลองเหตุการณ์ที่มีผู้ใช้งานเข้ามาในระบบ และเปรียบเทียบกับเทคนิค RSSI
- 6) วิเคราะห์ผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครือข่ายไร้สายในเรื่องของ Load Balance
- 2) ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการนำ Genetic Algorithm ไปประยุกต์ใช้กับการจัด Load Balance ของเครือข่าย
- 3) ได้ระบบที่สามารถช่วยจัด Load Balance ของ Access Point ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งเกิดความสะดวกสบายต่อผู้ใช้งาน และประสิทธิภาพของเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำโครงงานเรื่องนี้จะต้องอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในเรื่อง Simulation เพื่อที่จะใช้ในการทำแบบจำลอง ทฤษฎีเรื่อง Genetic algorithm เพื่อใช้ในการทำ Algorithm ที่จะใช้ในการทำการจำลอง และ มาตรฐาน IEEE 802.11 เพื่อจะนำมามาตรฐานมาใช้ในการออกแบบ Access Point และการทำ Load balance

2.1 หลักการทำงานพื้นฐานของระบบ Simulation

Simulation คือการนำเสนอหรือการจำลองลักษณะของระบบอื่นๆตลอดช่วงเวลาที่น่าสนใจ ซึ่งในกรณีนี้ที่กล่าวถึง Computer simulation จะหมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทำงานของระบบที่น่าสนใจ

2.1.1 Computer Simulation Fundamental

- 1) Simulation Program จะปรับเปลี่ยนค่าของ state variable เพื่อที่จะพัฒนาแบบจำลองไปตามช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ
- 2) Program variables หรือ State variables เป็นตัวแปรซึ่งใช้เป็นสื่อกลางในการแสดงถึงสถานะปัจจุบันของระบบที่จำลอง
- 3) Simulation Program จะปรับเปลี่ยนค่าของ state variable เพื่อที่จะพัฒนาแบบจำลองไปตามช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ
- 4) รูปแบบของเวลาที่มีการใช้งานในระบบ Simulation
 - เวลาที่เลื่อนไปในแบบจำลอง (Simulation Time) คือ เวลาที่แบบจำลองใช้ในการทำงานเพื่อจำลองระบบ ซึ่งเวลาดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับเวลาที่ระบบต้นแบบใช้ในการทำงานจริง (Physical Time) เช่น เวลาในแบบจำลองเป็น 9.0 จะหมายถึงเวลา 9.00 น. ในระบบจริง และหนึ่งหน่วย (1.0) ของเวลาที่เลื่อนไปในแบบจำลองจะหมายถึงเวลา 1 ชั่วโมงที่เลื่อนไปในระบบจริง

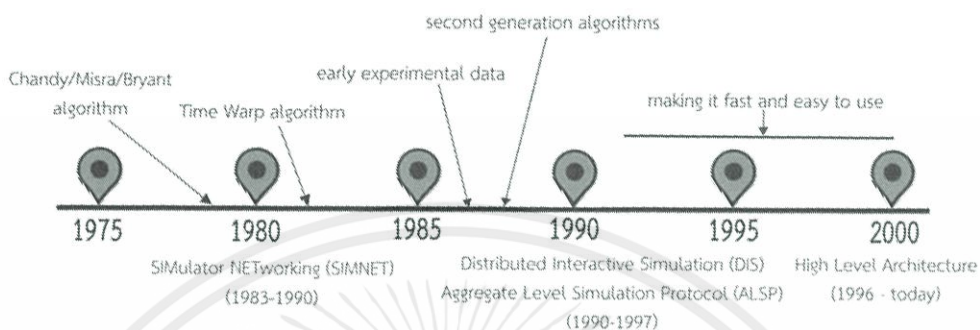
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เวลาที่เลื่อนไปในความเป็นจริง (Wallclock Time) คือ เวลาที่เลื่อนไปในความเป็นจริง (เหมือนกับเวลาที่แสดงโดยนาฬิกา) ในระหว่างที่แบบจำลองมีกำลังทำงาน เช่น แบบจำลองเริ่มต้นทำงานที่เวลา 10.00 น. จนกระทั่งถึงเวลา 12.00 น. ในวันที่ 10 มกราคม 2545
 - เวลาที่เลื่อนไปในความเป็นจริง (Wallclock Time) คือ เวลาที่เลื่อนไปในความเป็นจริง (เหมือนกับเวลาที่แสดงโดยนาฬิกา) ในระหว่างที่แบบจำลองมีกำลังทำงาน เช่น แบบจำลองเริ่มต้นทำงานที่เวลา 10.00 น. จนกระทั่งถึงเวลา 12.00 น. ในวันที่ 10 มกราคม 2545
- 5) ลักษณะการทำงานของระบบ Simulation เมื่อแบ่งตามเวลาในการทำงาน จะมี 3 รูปแบบ คือ
- As-fast-as-possible execution คือ การทำงานของแบบจำลองจะทำงานไปด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้โดยไม่สัมพันธ์เวลาที่เลื่อนไปในโลกของความเป็นจริง หรือ การทำงานจะไม่ขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการทำงาน (แต่ยังคงสัมพันธ์กับเวลาที่ระบบต้นแบบใช้ในการทำงาน)
 - Real time execution คือ การทำงานของแบบจำลองจะมีความสัมพันธ์กับเวลาจริงที่ใช้ในการทำงานของแบบจำลอง เช่น โปรแกรมหรือแบบจำลองใช้เวลาในการทำงานตามความเป็นจริงไปเป็นเวลา 15 นาที ดังนั้นเวลาที่เลื่อนไปในแบบจำลองก็จะเท่ากับ 15 นาทีด้วย
 - Scalable real-time execution คือ การทำงานจะมีความสัมพันธ์กับเวลาจริงที่ใช้ในการทำงานในลักษณะที่เป็นอัตราส่วนต่อกัน ในกรณีที่อัตราส่วนมีค่ามากกว่าหนึ่ง แบบจำลองก็จะทำงานได้เร็วกว่าระบบจริง , ในกรณีที่อัตราส่วนมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง (อัตราส่วนจะไม่ต่ำกว่า 0) แบบจำลองจะทำงานได้ช้ากว่าระบบจริง และในกรณีที่อัตราส่วนเท่ากับหนึ่งระบบจะทำงานแบบ Real-time execution เช่น อัตราส่วนในการทำงานเท่ากับ 2 ดังนั้นเมื่อแบบจำลองทำงานไปเป็นเวลา 15 นาที เวลาที่ถูกเลื่อนไปในแบบจำลองก็จะเท่ากับ 2×15 หรือ 30 นาที เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

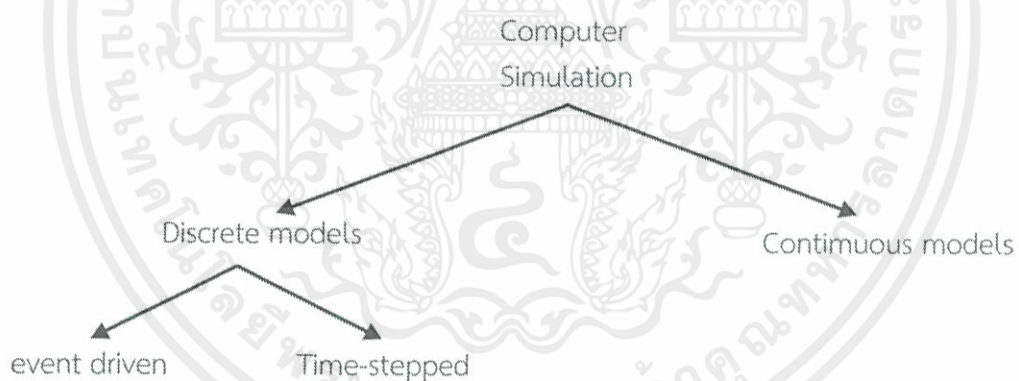
2.1.2 Computer Simulation Taxonomy

High Performance Computing Community



รูปที่ 2.1 High Performance Computing Community

Computer Simulation Taxonomy เป็นการกล่าวถึงลักษณะการทำงานของ Computer Simulation ซึ่งสามารถที่จะแบ่งการทำงานออกมาเป็นลักษณะหรือวิธีการทำงานย่อยได้ดังรูป

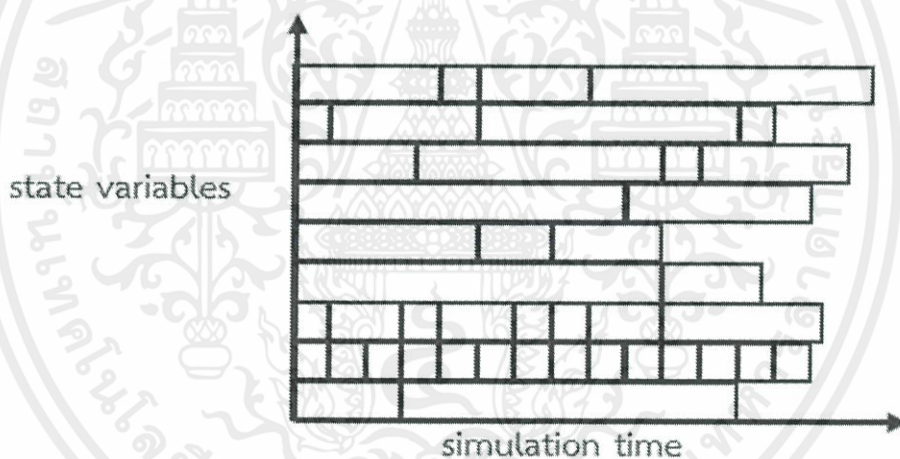


รูปที่ 2.2 แผนภาพ Computer Simulation Taxonomy [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป วิธีการหรือลักษณะการทำงานของ Computer Simulation สามารถที่จะอธิบายได้ ดังนี้คือ

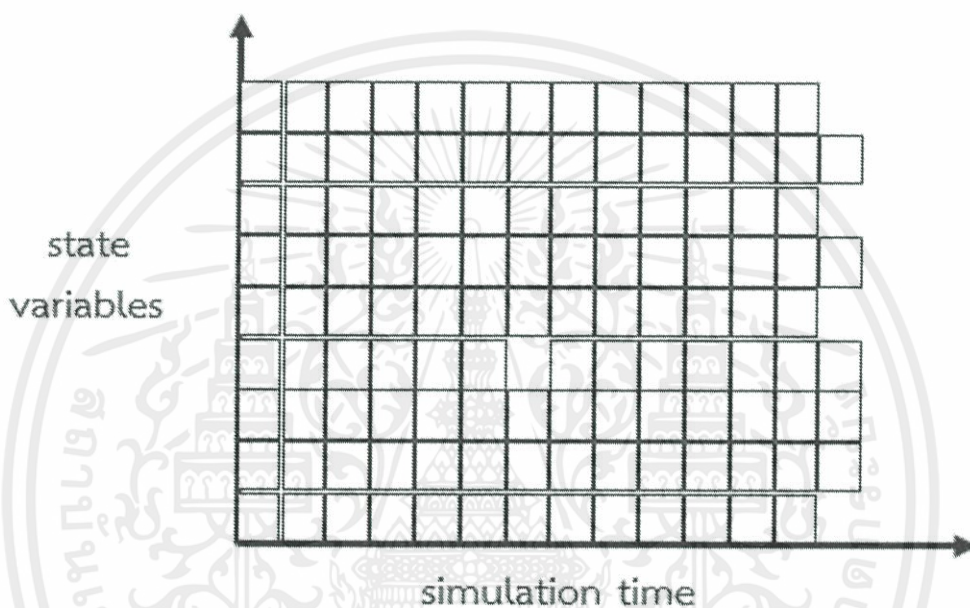
- 1) Continuous time simulation เป็นระบบที่จำลองโดยการให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลองตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนสิ้นสุดการทำงาน ไม่ว่าจะระหว่างการทำงานของแบบจำลองจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆเกิดขึ้นก็ตาม ซึ่งลักษณะของแบบจำลองที่ได้มักจะขึ้นกับสมการที่จะนำมาใช้ในการอธิบายแบบจำลอง แบบจำลองที่เหมาะสมกับการทำงานแบบนี้มักจะเป็นแบบจำลองที่ต้องการความต่อเนื่องในการทำงาน เช่น แบบจำลองของเครื่องบินที่ใช้แสดงการบินของเครื่องบิน
- 2) Discrete time simulation เป็นระบบที่การจำลองโดยการให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเป็นช่วงของเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง คือไม่ต้องเก็บข้อมูลตลอดเวลาที่จำลองการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นรูปแบบย่อยๆได้ 2 รูปแบบ คือ



รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Event stepped [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) Event stepped เป็นแบบจำลองที่จะสนใจต่อเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการเลื่อนไปของเวลาที่ใช้ในแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ต่างๆ หากมีเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นจึงจะมีการเลื่อนไปของเวลา แบบจำลองที่มีความเหมาะสม เช่น แบบจำลองของสนามบินอย่างง่ายซึ่งจะสนใจการขึ้นและลงของเครื่องบิน นั่นคือจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเครื่องบินมีการบินขึ้นและบินลงในสนามบิน



รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Time stepped [2]

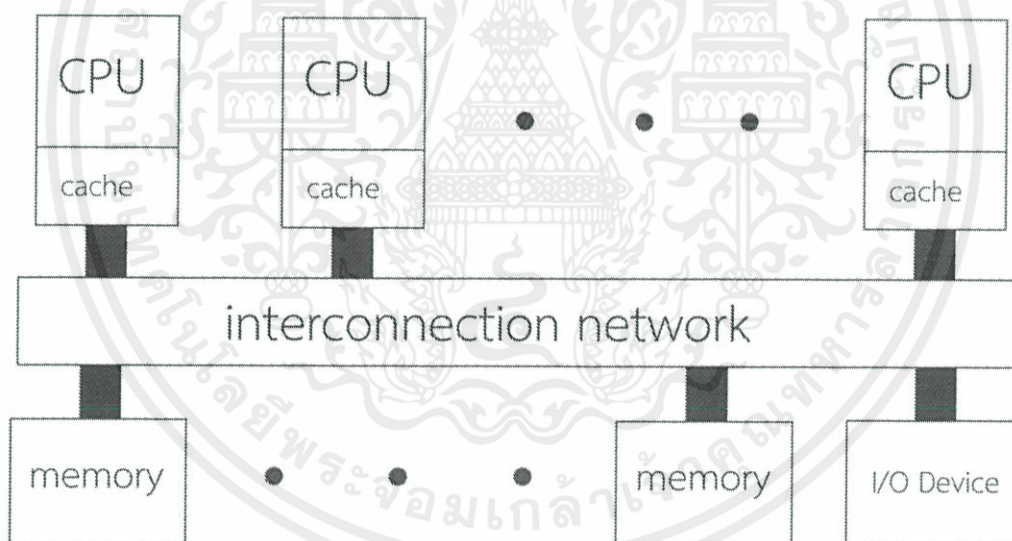
- 4) Time stepped เป็นแบบจำลองที่จะเก็บข้อมูลเป็นช่วงๆของเวลา ดังนั้นเวลาที่จะใช้ในการทำงานจะมีการเลื่อนไปด้วยอัตราคงที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับกำหนดของแบบจำลอง เช่น แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำของทะเล ซึ่งจะเก็บการเปลี่ยนแปลงทุกๆชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 Parallel / Distributed Simulation

Parallel/Distributed Simulation คือ เทคโนโลยีที่ทำให้สามารถที่จะสร้างแบบจำลอง เพื่อที่จะนำมาทำงานโดยใช้ระบบ Multiprocessors หรือการใช้หน่วยประมวลผลหลายตัวมาทำงาน ร่วมกันได้ ซึ่งการทำงานในรูปแบบนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

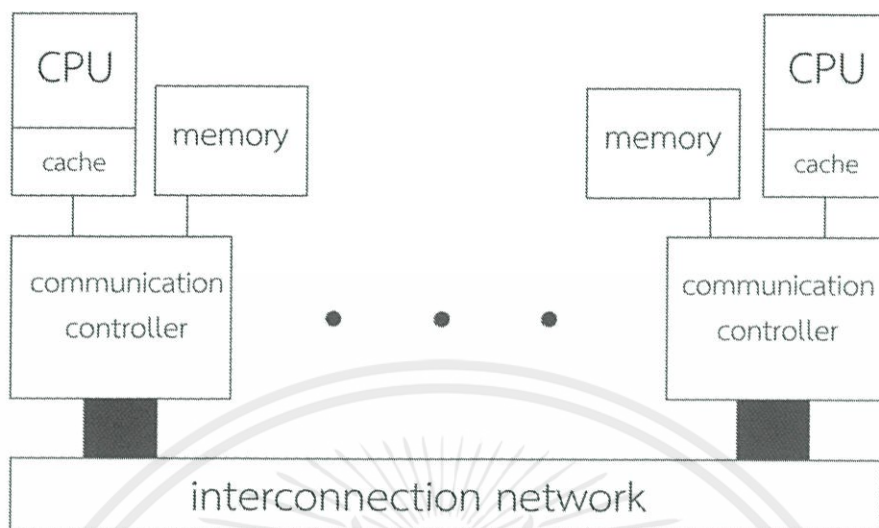
- 1) Tightly Coupled Multiprocessors System เป็นระบบที่ทำงานแบบ Parallel Simulation ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อกันของหน่วยประมวลผลอย่างใกล้ชิดกัน การทำงานในรูปแบบนี้สามารถที่จะแบ่งแยกเป็น 2 รูปแบบย่อยๆ ตามลักษณะการเชื่อมต่อกับ หน่วยความจำได้ดังนี้คือ
 - Share Memory Multiprocessors เป็นระบบที่จะแบ่งส่วนของ memory มาเพื่อใช้งานร่วมกันโดยหน่วยประมวลผลหลายตัว ดังนั้นส่วนของ memory จึงเป็นทรัพยากรของส่วนกลางที่จะนำมาแบ่งใช้งานร่วมกัน ไม่ได้เป็นของหน่วยประมวลผลตัวใดตัวหนึ่งโดยเฉพาะ



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Share Memory Multiprocessors [2]

- Distributed Memory Multicomputers เป็นระบบที่จะแบ่งการทำงานไปให้หน่วยประมวลผลต่างๆช่วยกันทำงานโดยที่หน่วยประมวลผลแต่ละตัวจะมี memory เป็นของตัวเอง ไม่ได้แบ่งกันใช้งานร่วมกัน แต่ว่าหน่วยประมวลผลตัวอื่นๆก็ยังสามารถที่จะเข้ามาขอข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน memory ได้โดยการขอข้อมูลผ่านหน่วยประมวลผลได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือเป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยไม่หวังผลตอบแทน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงลักษณะการทำงานแบบ Distributed Memory Multicomputers [2]

- 2) Loosely Coupled Multiprocessors System เป็นระบบที่ทำงานแบบ Distributed Simulation ซึ่งจะมีการเชื่อมต่อของหน่วยประมวลผลที่สามารถตั้งอยู่ที่ต่างๆกระจายกันได้ โดยจะเชื่อมต่อกันผ่านระบบ Network เช่น Internet เป็นต้น

2.1.4 การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของ Parallel กับ Distributed Simulation

ลักษณะทางกายภาพของระบบ Parallel และ Distributed Simulation มีความแตกต่างกันดังนี้ คือ

- 1) Physical extent หรือพื้นที่ในการทำงาน
 - สำหรับ Parallel Simulation มีพื้นที่ในการทำงานเป็นแบบ Machine Room คือสามารถทำงานได้เฉพาะในห้องที่ติดตั้งระบบ ซึ่งระบบทั้งหมดจะต้องติดตั้งในห้องเดียวกัน ดังนั้นจึงมีพื้นที่ในการทำงานที่แคบและจำกัด เนื่องจากความสามารถของระบบเชื่อมต่อที่ใช้งาน
 - สำหรับ Distributed Simulation มีพื้นที่ในการทำงานเป็นแบบ Global คือสามารถทำงานได้ในบริเวณที่กว้างขวาง เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้งานสามารถแยกกระจายกันอยู่ได้ โดยใช้ระบบเชื่อมต่อที่รองรับการทำงานในระยะไกล ดังนั้นจึงสามารถทำงานได้แม้ว่าจะห่างไกลกันมากแค่ไหนก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2) Processors หรือหน่วยประมวลผลที่นำมาใช้งาน
 - สำหรับ Parallel Simulation มีหน่วยประมวลผลแบบ Homogenous คือ หน่วยประมวลผลที่นำมาใช้งานร่วมกันจะต้องเป็นหน่วยประมวลผลที่มีคุณสมบัติเหมือนกันทุกประการ นั่นคือต้องเป็นหน่วยประมวลผลรุ่นเดียวกันทั้งหมดในการทำงาน
 - สำหรับ Distributed Simulation มีหน่วยประมวลผลเป็นแบบ Heterogeneous คือ หน่วยประมวลผลที่นำมาใช้งานสามารถมีความแตกต่างกันได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นรุ่นเดียวหรือผลิตจากบริษัทเดียวกัน
- 3) Communication Network หรือตัวกลางในการเชื่อมต่อระบบ
 - สำหรับ Parallel Simulation ใช้ตัวกลางในการเชื่อมต่อแบบ Custom switch คือ Switch ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้งานโดยเฉพาะ สำหรับระบบคอมพิวเตอร์นั้นๆ
 - สำหรับ Distributed Simulation ใช้ตัวกลางในการเชื่อมต่อแบบ Commercial LAN/WAN คือ สามารถที่จะนำมาใช้งานได้โดยระบบเน็ตเวิร์กที่มีการใช้งานอยู่โดยทั่วไป
- 4) Communication Latency หรือเวลาที่สูญเสียไปเพื่อใช้ในการติดต่อระหว่างกัน
 - สำหรับ Parallel Simulation ใช้เวลาในการติดต่อน้อยมากเนื่องจากการเชื่อมต่อของหน่วยประมวลผลอยู่ในพื้นที่จำกัด ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการติดต่อจะอยู่ในระดับไม่กี่มิลลิวินาทีจนถึงระดับสิบมิลลิวินาที
 - สำหรับ Distributed Simulation ใช้เวลาในการติดต่อนานซึ่งจะอยู่ในระดับตั้งแต่หลายร้อยมิลลิวินาทีจนถึงระดับวินาที เนื่องจากการติดต่อจะมีระยะทางที่ห่างไกลกัน (สาเหตุที่ถือว่าใช้เวลานานเนื่องจากหน่วยประมวลผลมีความรวดเร็วในการทำงานสูงดังนั้นเวลาเพียงเล็กน้อยก็สามารถที่จะทำงานได้มาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ความจำเป็นที่จะต้องนำระบบ Distributed Simulation มาใช้งาน

ความจำเป็นที่จะต้องนำระบบ Distributed Simulation มาใช้งานเนื่องจากเหตุผลต่างๆดังนี้ คือ

- 1) ลดเวลาที่ใช้ในการคำนวณ (Reduce model execution time) เนื่องจากสามารถที่จะแบ่งย่อยงานไปให้หน่วยประมวลผลหลายๆตัวช่วยกันทำงาน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสามารถลดลงได้ถึง N เท่า สำหรับการใช้งานหน่วยประมวลผล N ตัว
- 2) มีประสิทธิภาพที่ดีในเรื่องของขนาดของงาน (Scalable Performance) คือสามารถที่จะทำงานได้ด้วยความเร็วในระดับที่คงที่ถึงแม้ว่างานที่ทำจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเนื่องจากสามารถที่จะแบ่งย่อยงานไปให้หน่วยประมวลผลหลายๆตัวช่วยกันทำงานได้ (เพิ่มจำนวนของหน่วยประมวลผลที่จะนำมาใช้งาน)
- 3) สามารถที่จะใช้งานทรัพยากรต่างๆหรือทำงานร่วมกับผู้ใช้งานอื่นๆในสถานที่ที่ห่างไกลกันได้ในเวลาเดียวกัน เนื่องจากสามารถที่จะกระจายการทำงานไปยังสถานที่ต่างๆได้โดยไม่จำกัด ถ้าสถานที่นั้นเชื่อมต่อระบบเน็ตเวิร์คได้
- 4) สามารถที่นำมาใช้งานบน Platform ของ OS ที่แตกต่างกันได้ ทำให้เกิดความสะดวก เนื่องจากไม่ต้องนำข้อมูลมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบของ Platform ใหม่เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้
- 5) มีระบบในการป้องกันความเสียหาย (Fault Tolerance) ซึ่งทำให้สามารถที่จะทำงานต่อได้ถึงแม้ว่าจะมีเครื่องใดเครื่องหนึ่งที่ทำงานร่วมกันเกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ทฤษฎี Genetic Algorithm

2.2.1 Genetic Algorithm

Genetic Algorithm เป็นวิธีการคำนวณทางคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนามาจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตถูกคิดค้นขึ้นมาโดยจอห์นฮอลแลนด์ (John Holland) ในช่วงปีค.ศ.1960 และถูกพัฒนาต่อโดยโกลด์เบิร์ก (Goldberg) ซึ่ง Genetic Algorithm ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนของตัวแปรต่างๆ เช่นการประมวลผลภาพ, การทำนายโครงสร้างในสามมิติของโปรตีน, การวางแผนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์, การวางแผนการโคจรของดาวเทียม, การออกแบบอาคาร, การออกแบบเครือข่ายการสื่อสาร

พื้นฐานของวิธีการนี้จะเป็นการสุ่มประชากรขึ้นมากลุ่มหนึ่งแล้วใช้กระบวนการทางชีววิทยา ได้แก่ Selection, Crossover, Mutation กระทำกันระหว่างประชากรภายในกลุ่มจนได้ประชากรใหม่มาหากประชากรใหม่ที่ได้มีค่าความสามารถที่ดีกว่าประชากรในรุ่นเดิมก็จะนำมาแทนที่ประชากรในรุ่นเดิมทำซ้ำจนกระทั่งได้กลุ่มประชากรที่มีความสามารถที่ดีที่สุดเราสามารถสรุปกระบวนการทางของ Genetic Algorithm ได้เป็นข้อๆ ดังนี้

- 1) Genetic Algorithm ใช้การค้นหาโดยการเข้ารหัสของตัวแปรต่างๆ ในปัญหาที่ต้องการหา
- 2) Genetic Algorithm จะทำการค้นหาโดยใช้กลุ่มประชากรเริ่มต้น
- 3) Genetic Algorithm จะใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ในการกำหนดค่าเหมาะสมซึ่งใช้เป็นแนวทางในการหาผลเฉลยของปัญหา
- 4) Genetic Algorithm จะใช้ตัวดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operators) ในการกระทำกับกลุ่มประชากรภายในกลุ่มเพื่อให้ได้กลุ่มประชากรใหม่

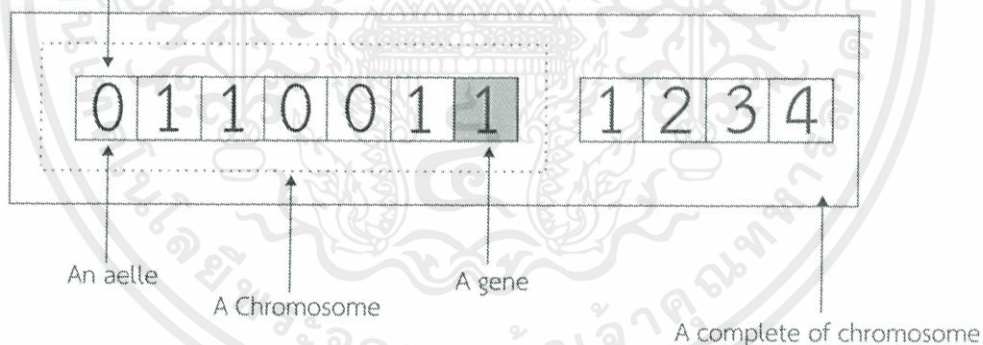
ซึ่งลักษณะเบื้องต้นข้างบนทำให้ Genetic Algorithm เป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ได้ดีเนื่องจาก Genetic Algorithm มีพื้นฐานมาจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทางชีววิทยาดังนั้นศัพท์ที่ใช้จึงเป็นศัพท์ที่ใช้ทางด้านชีววิทยาอธิบายได้ว่า Genetic Algorithm นี้จะเริ่มจากการสุ่มกลุ่มของผลเฉลย (Population) ที่ถูกเข้ารหัสเป็นสายของอักขระ (String) หรือในทางชีววิทยาจะเรียกกันว่าโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งใช้สำหรับแทนผลเฉลยรับที่ได้จากปัญหาโดยในแต่ละโครโมโซมจะประกอบไปด้วยกลุ่มของอักขระ (Characters) หรือยีน (Gene) โดยแต่ละยีนนี้จะอยู่ในตำแหน่งที่แน่นอนของโครโมโซมเรียกว่าโลคัส (Locus) และสถานะของยีน (Genes) ณตำแหน่งที่แน่นอนบนโครโมโซมนั้นเรียกว่าอัลลีล (Allele) โดยลักษณะเฉพาะของโครโมโซม (Chromosomes) ที่ถูกเข้ารหัสเหล่านี้เรียกว่าจีโนไทป์ (Genotype) ของผลเฉลยและเมื่อมีการถอดรหัสโครโมโซมจะได้ผลเฉลยจริงของปัญหาซึ่งผลเฉลยจริง

ของปัญหานี้เรียกว่าฟีโนไทป์ (Phenotype) ของผลเฉลยเราสามารถเปรียบเทียบคำศัพท์ที่ใช้ในทางชีววิทยาและศัพท์ที่ใช้ทางด้านคอมพิวเตอร์สำหรับ Genetic Algorithm ได้ดังตาราง 2.1 และแสดงส่วนประกอบต่างๆของโครโมโซมได้ดังรูปที่ 2.7

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างคำศัพท์เฉพาะทางชีววิทยาและศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ที่

คำศัพท์เฉพาะทางชีววิทยา	ศัพท์ที่ใช้ใน Genetic Algorithm
Chromosome	String or Code of a solution
Gene	Encoding
Allele	A binary or digit number
Locus	A location of a gene
Genotype	Fitness or a value of an objective function
Phenotype	A series of decision variables

A location of a gene (locus)



รูปที่ 2.7 แสดงส่วนประกอบของโครโมโซม

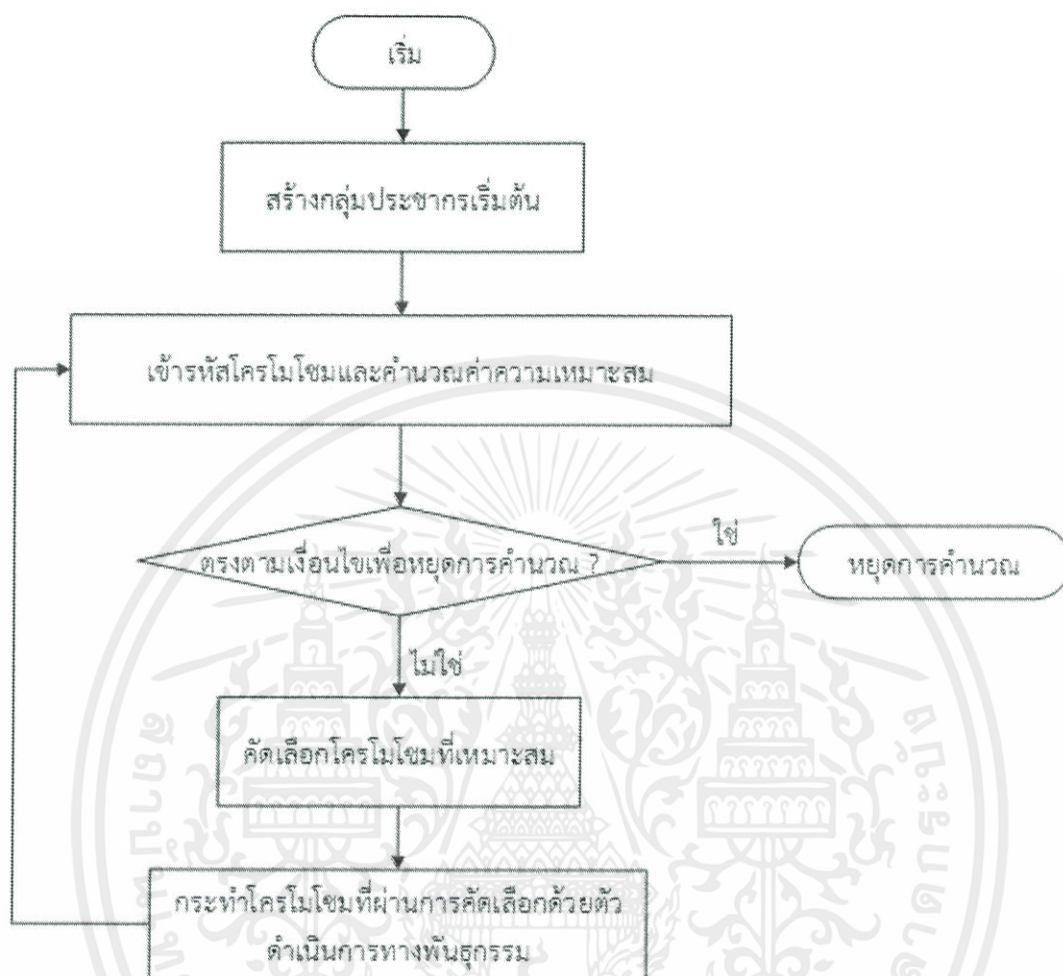
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Genetic Algorithm อย่างง่าย (Simple Genetic Algorithm)

Genetic Algorithm อย่างง่ายซึ่งอธิบายโดยโกลด์เบิร์ก(Goldberg) ในปีค.ศ.1989 ได้แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบและกระบวนการพื้นฐานของระเบียบวิธีนี้อธิบายเป็นขั้นตอนได้ว่า

- 1) เริ่มจากการสุ่มกลุ่มโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งเป็นกลุ่มประชากร(Population) เริ่มต้น
- 2) ถอดรหัสของแต่ละโครโมโซมไปเป็นจำนวนเต็มจำนวนจริงหรือเลขฐานสอง
- 3) ทดสอบค่าวัตถุประสงค์ของประชากรแต่ละตัวจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์แล้ว
- 4) คำนวณค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ของแต่ละโครโมโซมโดยใช้ค่าวัตถุประสงค์ (Objective Value) ชำรงต้น
- 5) สร้างประชากรชุดใหม่จากประชากรชุดเก่าด้วยการคัดเลือก (Selection) โดยพิจารณาจากค่าความเหมาะสม (Fitness Value)
- 6) นำประชากรชุดใหม่ที่ได้มากระทำตามวิธีการทางพันธุศาสตร์ซึ่งได้แก่การแลกเปลี่ยนยีน (Crossing Over) และการกลายพันธุ์ (Mutation)
- 7) ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 ถึง 6 จนกระทั่งผลเฉลยที่ได้ลู่ออกค่าตอบของปัญหาที่ต้องการโดยกระบวนการจากข้อ 2 ถึง 6 นี้เรียกว่าหนึ่งรุ่นของประชากร (Generation) แสดงได้ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการของ Genetic Algorithm

จากกระบวนการดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ากระบวนการหลักๆของ Genetic Algorithm อย่างง่าย (Simple Genetic Algorithm) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนอันได้แก่การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosomes Coding), การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Evaluation), การคัดเลือก (Selection), การแลกเปลี่ยนยีน (Crossing Over), การกลายพันธุ์ (Mutation) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การเข้ารหัสโครโมโซม (Chromosomes Coding)

จากที่ได้กล่าวถึงเบื้องต้นจะเห็นว่า Genetic Algorithm จะทำการคำนวณในปริภูมิของตัวแปรที่เกิดจากการเข้ารหัสตัวแปรที่ต้องการหาคำตอบโดยทั่วไปรูปแบบของรหัสที่ใช้มักจะถูกอยู่ในรูปของเลขฐานสองซึ่งโครโมโซมที่ใช้แทนคำตอบของปัญหาแต่ละปัญหาประกอบไปด้วยเซตของ Allele 0 หรือ 1 โดยความยาวของโครโมโซมจะถูกกำหนดตามความต้องการและ

มักขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาโดยตัวอย่างของโครโมโซมที่เป็นเลขฐานสองแสดงดังรูปที่ 2.9


 X_1
 X_2
 X_3

รูปที่ 2.9 โครโมโซมที่เข้ารหัสเป็นเลขฐานสอง

จากรูปโครโมโซมที่เข้ารหัสเป็นเลขฐานสองมีความยาว 12 บิตถูกใช้แทน 1 ผลเฉลยของปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ X_1 , X_2 และ X_3 โดยตัวแปร X แต่ละตัวจะถูกแทนที่ด้วยเลขฐานสองความยาว 4 บิตซึ่งหมายความว่าผลเฉลยที่เป็นไปได้ของตัวแปร X แต่ละตัวมีได้ถึง $2^4 = 16$ ค่าและหากรวมผลเฉลยของตัวแปรทั้ง 3 จะมีกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้ถึง 4,096 กรณี

1) การสุ่มประชากรเริ่มต้น (Initial population)

การสุ่มเลือกเพื่อสร้างประชากรต้นแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการวิวัฒนาการขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเริ่มเข้ากระบวนการของ Genetic Algorithm โดยประชากรกลุ่มแรก หรือประชากรต้นกำเนิด จะเกิดจากการสุ่มเลือกขึ้นมาจาก กลุ่มของประชากรทั้งหมดที่มีอยู่ โดยในการสุ่มเลือกจะทำการสุ่มตามจำนวนของประชากรที่ได้กำหนดไว้เป็น Parameter ของ Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างประชากรในระดับ MicroGenetic Algorithm โดย David L. Carroll การตั้งค่าแบบนี้ ไม่ได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายนัก แต่ถึงอย่างนั้นก็ยังสามารถนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของฟังก์ชันมากที่สุด โดยการลดจำนวนการประเมินผลที่จำเป็นของระดับการปฏิบัติงานที่กำหนดลงสี่เท่า

- ขนาดประชากร = 5
- จำนวนของรุ่น = 100
- ประเภทของการ Crossover = uniform
- ความเป็นไปได้ที่จะ Crossover = 0.5
- ประเภทของการ Mutation = พัฒนาแบบก้าวกระโดด หรือ ค่อยๆพัฒนา
- ความเป็นไปได้ของการ Mutation = 0.02 และ 0.04

David's code เมื่อจบการทำงาน และทุกครั้งที่เราเริ่มต้นใหม่จะทำการสุ่มโครโมโซม ดังนั้นพารามิเตอร์เหล่านี้ อาจไม่สามารถทำงานกับ code อื่นๆ ได้ดีนัก

2) การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Evaluation)

โดยทั่วไปค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ของแต่ละโครโมโซมจะมีความสัมพันธ์กับค่าวัตถุประสงค์ (Objective Value) ที่ได้จากคำตอบของปัญหาค่าหนึ่งซึ่งหมายความว่า การคำนวณค่าความเหมาะสม (Fitness Value) จะต้องถอดรหัสโครโมโซมแต่ละโครโมโซมไปเป็นตัวแปรจริงของปัญหาแล้วคำนวณค่าวัตถุประสงค์ (Objective Value) โดยแทนตัวแปรที่ได้จากการถอดรหัสไปในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้อัดคุณสมบัติของโครโมโซมว่าเหมาะสมกับปัญหานั้นๆ เพียงใด ถ้าเป็นปัญหาในการหาเงื่อนไขที่ดีที่สุด

(Optimization) หรือปัญหาการหาจุดสูงสุด เราสามารถนำค่าวัตถุประสงค์ (Objective Value) ไปใช้เป็นค่าความเหมาะสม (Fitness Value) ได้เลย แต่ถ้าเป็นปัญหาในการหาเงื่อนไขน้อยที่สุด (Minimization) หรือปัญหาการหาจุดต่ำสุดค่าความเหมาะสม (Fitness Value) จะหาได้โดย

$$f_i = C_{max} - J_i \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ f_i แทนค่าความเหมาะสม (Fitness value) ของแต่ละประชากร
 C_{max} แทนค่าคงที่ซึ่งเป็นจำนวนจริงบวกที่มั่นใจว่าจะมีค่ามากกว่าค่าความเหมาะสม (Fitness value) ที่ได้จากปริภูมิของการค้นหาเสมอค่า C_{max} นี้มักจะหาพิจารณาจากค่าสูงสุดของค่าวัตถุประสงค์ (Objective value) ของประชากรชุดแรก
 J_i แทนค่าวัตถุประสงค์ (Objective Value) ซึ่งได้มาจากการหาโดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

3) การคัดเลือก (Selection)

กระบวนการการคัดเลือกเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดนั้นหมายถึงเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาในแต่ละรุ่นของจำนวนโครโมโซมทั้งหมด กล่าวคือจำนวนโครโมโซมของปัญหาเราจะกำหนดเป็นชั่วรุ่น (Generation)แล้วจะมีการเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดในแต่ละรุ่นเพื่อนำโครโมโซมที่ดีที่สุดในรอบนี้มาเป็นตัวกำเนิดโครโมโซมในรอบต่อไปโดยเทคนิคของการคัดเลือกที่นิยมใช้มีสองชนิดได้แก่ Roulette Wheel Selection และ Stochastic Universal Sampling selection ซึ่งจะได้อธิบายในรายละเอียดดังนี้

○ Roulette Wheel Selection

Roulette Wheel Selection เป็นเทคนิคการคัดเลือกที่ง่ายที่สุดซึ่งเทคนิคนี้สามารถนำมาเปรียบเทียบกับวงล้อ Roulette ที่มีช่อง Slot ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากันโดยช่อง Slot ที่มีขนาดใหญ่จะเทียบได้กับโอกาสของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากและสามารถถูกเลือกไปสู่รุ่น (Generation) ถัดไปได้มากในขณะที่ช่อง Slot ที่มีขนาดเล็กจะเทียบได้กับโอกาสของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยและจะถูกเลือกไปสู่รุ่นถัดไปได้น้อยซึ่งขนาด Slot ของวงล้อ Roulette แต่ละช่องจะหาได้จากอัตราส่วนของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัวกับค่าความเหมาะสมรวมของโครโมโซมทุกตัวในการคัดเลือกจะทำการกำหนดจุดคงที่หนึ่งจุดแล้วหมุนวงล้อ Roulette โดยการสุ่มเมื่อวงล้อ Roulette หยุดที่จุดใดโครโมโซมที่ถูกแทนโดย Slot ช่องนั้นจะถูกคัดเลือกไปเป็นโครโมโซมของประชากรรุ่นต่อไปจากนั้นจะทำการหมุนวงล้อโดยการสุ่มต่อไปเพื่อคัดเลือกโครโมโซมจนครบตามจำนวนประชากรเริ่มต้นดังรูปที่ 2.10 แต่มีข้อสังเกตอยู่ว่าวงล้อ Roulette ต้องถูกหมุนโดยการสุ่มอย่างแท้จริงและจำนวนครั้งของการคัดเลือก (ในที่นี้ขึ้นอยู่กับจำนวนประชากร) จะต้องมีจำนวนครั้งมากพอการคัดเลือกจึงจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้

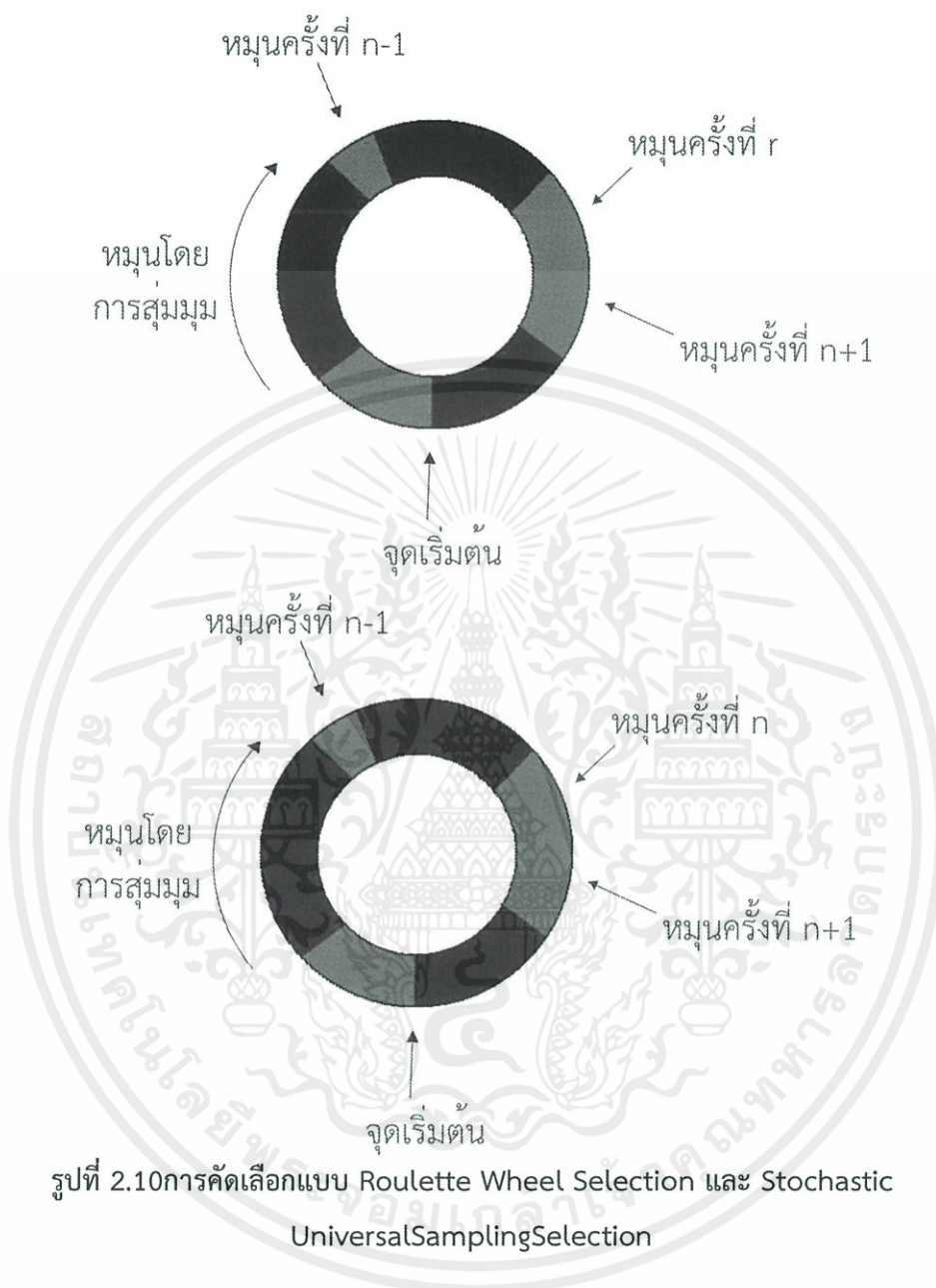
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น

ต้องการคือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากก็จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกมากและในทางตรงกันข้ามโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยก็จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกน้อยแต่เนื่องจากจำนวนครั้งของการหมุนของวงล้อRouletteถูกจำกัดโดยจำนวนประชากร ดังนั้นในกรณีที่มีจำนวนประชากรน้อยการคัดเลือกโดยวิธีนี้จะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกอย่างแท้จริงคือโอกาสที่ประชากรที่มีค่าความเหมาะสมน้อยอาจจะถูกเลือกได้เท่ากับหรือมากกว่าประชากรที่มีค่าความเหมาะสมมากปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการใช้เทคนิคStochastic Universal Samplingซึ่งจะอธิบายต่อไป

○ Stochastic Universal Sampling Selection

การคัดเลือกโดยเทคนิคนี้จะกระทำได้โดยเริ่มต้นจากการหาโอกาสในการถูกเลือกของโครโมโซมแต่ละตัวซึ่งเปรียบได้กับความกว้างของช่องSlotแต่ละช่องของวงล้อRouletteตามวิธีการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจากนั้นทำการสุ่มจุดที่ขอบของวงล้อRouletteขึ้นมาจุดหนึ่งแล้วทำการหมุนวงล้อRouletteไปเป็นมุมที่แน่นอนครั้งละ $360/n$ โดยที่ n คือจำนวนประชากรทั้งหมดการหมุนในแต่ละครั้งจะทำให้ได้โครโมโซมหนึ่งตัวซึ่งเมื่อหมุนครั้งก็จะได้ประชากรครบตามจำนวนเดิมแผนภูมิ(Stochastic Universal Sampling Selection)แสดงดังรูปที่2.10การหมุนด้วยมุมที่คงที่นี้จะทำให้โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกมากและโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกน้อยซึ่งสามารถแก้ปัญหที่เกิดขึ้นจากเทคนิคRoulette Wheel Selection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4) การแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over)

ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าอัลกอริทึมทางพันธุศาสตร์จะทำการคำนวณโดยใช้วิธีการทางพันธุกรรมเพื่อเปลี่ยนแปลงโครโมโซมที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกมาแล้วโดยวิธีการทางพันธุกรรมชนิดหนึ่งคือการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over) ซึ่งกระบวนการนี้จะเริ่มต้นด้วยการสุ่มเลือกโครโมโซมมาคู่หนึ่งจากโครโมโซมที่ผ่านกระบวนการคัดเลือก (Selection) มาแล้วโครโมโซมคู่นี้จะเรียกว่าโครโมโซมพ่อแม่ (Parent Individuals) และจากนั้นจะทำการแลกเปลี่ยนยีนกันระหว่างโครโมโซมพ่อแม่เกิดเป็นโครโมโซมลูกมาสองตัว (Offspring)

หลังจากนั้นจะทำกระบวนการเดียวกันนี้กับโครโมโซมที่เหลืออยู่จนได้โครโมโซมลูกครบตามจำนวนประชากรเดิมแต่โดยทั่วไปแล้วการแลกเปลี่ยนยีนจะไม่ได้เกิดขึ้นกับทุกโครโมโซมพ่อแม่ที่ถูกเลือกมาทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็นในการเกิดการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over Probability) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.7 ถึง 0.9 โดยหากไม่เกิดการแลกเปลี่ยนยีนจะทำให้โครโมโซมลูกที่ได้มีลักษณะเหมือนโครโมโซมพ่อแม่ทุกประการเทคนิคของการแลกเปลี่ยนยีนที่ใช้กันมากมีสองเทคนิคคือ (n-Point Crossing-over) และ (Uniform Crossing-over) โดยรายละเอียดของทั้งสองเทคนิคนี้จะอธิบายดังนี้

○ n-Point Crossing-over

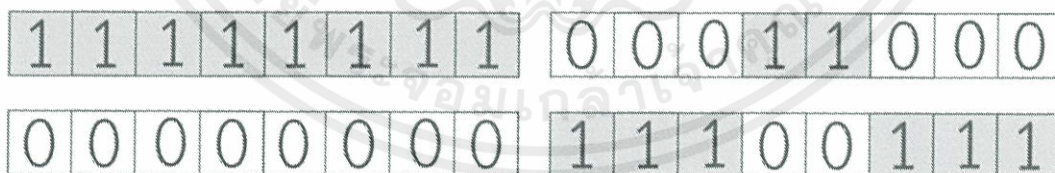
เทคนิคการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over) ชนิดนี้เกิดขึ้นได้โดยการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างโครโมโซมรุ่นลูกที่จับคู่กันโดยที่การแลกเปลี่ยนยีนนี้จะเกิดขึ้นทางด้านใดด้านหนึ่งของจุดกำหนด (Crossing-over Site) แล้วสลับกันไปตามจุดของการแลกเปลี่ยนยีน โดยจำนวนจุดของการแลกเปลี่ยนยีน n จุดนี้จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 ดังแสดงในภาพประกอบ 2.11



จุดเปลี่ยนยีนโครโมโซมพ่อแม่

จุดแลกเปลี่ยนยีนโครโมโซมลูก

รูปที่ 2.11 การแลกเปลี่ยนยีนแบบ 1 จุด



จุดเปลี่ยนยีนโครโมโซมพ่อแม่

จุดแลกเปลี่ยนยีนโครโมโซมลูก

รูปที่ 2.12 การแลกเปลี่ยนยีนแบบ 2 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

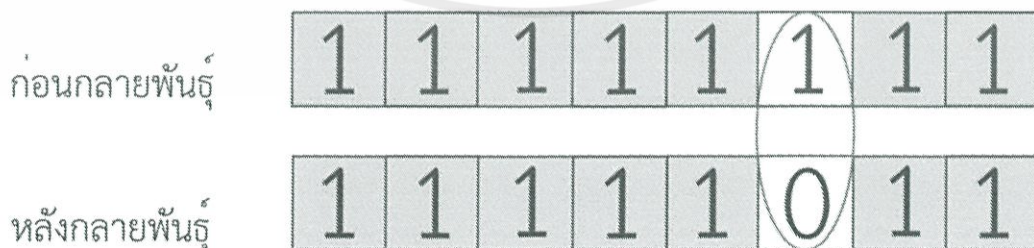
○ Uniform Crossing-over

เทคนิคการแลกเปลี่ยนยีนชนิด n-Point Crossing-over ตามที่กล่าวมาข้างต้นจะพิจารณาการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างโครโมโซมพ่อแม่โดยพิจารณาจากจุดกำหนดที่เกิดการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over Site) แต่สำหรับเทคนิคการแลกเปลี่ยนยีนชนิด Uniform Crossingoverนี้จะพิจารณาการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างโครโมโซมพ่อแม่ที่ละอัลลีล (Allele) หรือที่ละบิตของเลขฐานสองโดยใช้วิธีการสุ่มหาค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนอัลลีลค่านั้นๆ หากอัลลีลหรือบิตใดๆ ได้รับอนุญาตให้ทำการแลกเปลี่ยนยีนได้ อัลลีลของโครโมโซมที่เป็นตัวพ่อก็จะถูกนำมาแทนที่อัลลีลของโครโมโซมที่เป็นตัวแม่และอัลลีลของโครโมโซมที่เป็นตัวแม่ก็จะถูกนำมาแทนที่อัลลีลของโครโมโซมที่เป็นตัวพ่อดังแสดงในรูปที่ 2.13



5) การกลายพันธุ์ (Mutation)

การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้สร้างโครโมโซมใหม่จากโครโมโซมเดิมซึ่งจะส่งผลให้โครโมโซมใหม่ตัวนี้ถูกเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยโดยการกลับค่าอัลลีลของยีน (Gene) ตัวอย่างเช่นในกรณีของโครโมโซมเลขฐานสองการกลายพันธุ์ (Mutation) จะเกิดขึ้นโดยการกลับบิตของข้อมูล (Bit Flipped) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงการกลายพันธุ์ของประชากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.14 บริเวณที่เกิดการกลายพันธุ์ (Mutation) คือตำแหน่ง locus ที่ 5 ของโครโมโซมโดย Allele ของยีน (Gene) ที่ตำแหน่งนี้จะถูกเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 ซึ่งการเกิดการกลายพันธุ์ (Mutation) นี้จะไม่ได้เกิดขึ้นในทุกตำแหน่งของยีน (Gene) บนโครโมโซมแต่จะเกิดได้จากความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.1 เราจะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over Probability) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.7 ถึง 0.9 กับความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 0.1 แล้วการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over) จะเป็นตัวดำเนินการหลักที่มีผลอย่างมากต่อการคำนวณของ Genetic Algorithm ส่วนการกลายพันธุ์ (Mutation) แม้จะมีโอกาสในการเกิดน้อยกว่าจึงทำให้มีผลต่อการคำนวณน้อยแต่ก็เป็นตัวดำเนินการหนึ่งที่สามารถสร้างโครโมโซมที่มีความเหมาะสมกว่าประชากรรุ่นพ่อแม่ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พื้นฐานเครือข่ายไร้สาย

การส่งสัญญาณจะเป็นแบบ 802.11 มีข้อจำกัดการทำงานที่จะใช้การส่งผ่านข้อมูลที่ทำงานด้วยพื้นฐานของ HUB ในอีเทอร์เน็ต พวกมันจะมีสองเส้นทางที่เหมือนกันในการติดต่อสื่อสาร และพวกมันยังใช้ช่องสัญญาณเดียวกันทั้งรับและส่งข้อมูลอีกด้วย half-duplex เป็นเทคนิคที่ถูกกล่าวถึงบ่อยๆ ดังที่ได้กล่าวไปตอนต้นบท WLAN จะใช้ความถี่วิทยุกระจายออกไปในอากาศจากการสร้างสัญญาณวิทยุของเสาอากาศ คลื่นเหล่านี้สามารถรวมตัวหักเหหรือสะท้อนกลับ เป็นผลเนื่องมาจากกำแพง น้ำ และพื้นผิวโลหะ เป็นผลให้ความแรงของสัญญาณต่ำลง ดังนั้นเพราะว่าปัจจัยพวกนี้มีปัจจัยเกิดมาจากบริเวณสภาพแวดล้อม ดูเผินๆ มันอาจจะน่าเชื่อถือซึ่ง wireless จะไม่สามารถหรือไม่มีทางทำให้มันแข็งแกร่งได้ แต่ไม่ได้หมายความว่าไม่ได้ทำอย่างคุณจะไม่สามารถไปทำงานกับ wireless ได้เชื่อนั่น แล้วคุณจะทำได้อย่างแน่นอน

เพื่อความแรงของสัญญาณจะดียิ่งขึ้น คุณสามารถเพิ่มกำลังการส่งและจำนวนระยะห่างของการส่ง แต่สามารถเพิ่มสิ่งเหล่านี้อาจจะมีความเสี่ยงบางอย่าง ดังนั้นมันจะต้องมีการกระทำอย่างระมัดระวัง สำหรับการเพิ่มความถี่ที่สูงขึ้น คุณสามารถมีอัตราการส่งข้อมูลไปถึงปลายทางสูงขึ้นแต่การเพิ่มนี้เป็นสิ่งที่น่าเสียดายที่เมื่อคุณทางด้านค่าใช้จ่ายแล้วมันต้องลดระยะห่างของการส่งลงมา ในทำนองเดียวกัน คุณใช้ความถี่ต่ำ คุณจะมีระยะห่างการส่งที่ดีขึ้น แต่ก็จะมีอัตราการส่งข้อมูลที่ต่ำลงมา นี้จะต้องสร้างความเข้าใจให้ชัดเจนเพื่อคุณจะได้เข้าใจรูปแบบที่แตกต่างกันทั้งหมดของ WLAN คุณสามารถที่จัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นเพื่อสร้างการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดในการกำหนดความต้องการของแต่ละการปฏิบัติของคุณด้วยความเหมาะสม

2.3.1 มาตรฐาน 802.11

มาตรฐาน 802.11 เครือข่ายไร้สายอยู่ในกลุ่มมาตรฐาน 802.11 คุณอาจจะจดจำได้ว่ามาตรฐานของ Ethernet เป็น 802.3 แต่ของ wireless เริ่มด้วย 802.11 มีมาตรฐานอื่นๆที่ต่างจากนี้ที่จะมีการนำมาใช้ในอนาคตด้วยเช่น 802.16 และ 802.20 ถึงแม้มันจะเป็นเครือข่ายระดับเซลล์ที่มีความเหมาะสมเมื่อมีผู้ใช้ที่มีประสบการณ์มากขึ้นแต่ตอนนี้ฉันจะพุ่งเป้าไปที่มาตรฐาน 802.11 มาตรฐานดั้งเดิมของ WLAN IEEE 802.11 จะมีความเร็ว 1 และ 2 Mbps โดยจะทำงานที่ความถี่ 2.4 GHz ถึงแม้ว่าจะมีการเปิดตัวในปี 1997 แต่เราก็ไม่ค่อยได้เห็นสินค้าเกิดขึ้นมาเท่าไรนัก จนถึงในปี 1999 เมื่อ 802.11 ถูกกำหนดขึ้นมา โดยที่ในทุกๆมาตรฐานในตารางที่ 2.3 ได้ถูกปรับปรุงมาจาก มาตรฐาน 802.11 ยกเว้นมาตรฐาน 802.11F และ 802.11T ที่ถูกแยกอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

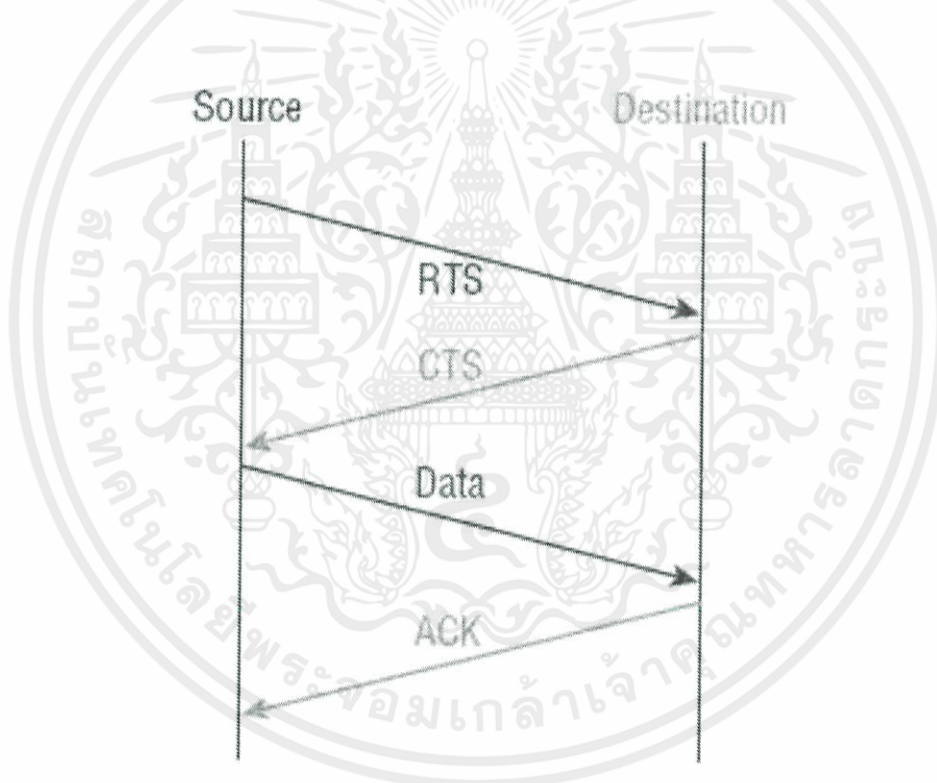
ตารางที่ 2.2 คณะทำงานของ 802.11 และมาตรฐานย่อยที่แต่ละคณะทำงานควบคุมอยู่

คณะทำงาน	วัตถุประสงค์
IEEE 802.11a	เป็นมาตรฐานของความเร็ว 54 Mbps ที่ความถี่ 5 GHz
IEEE 802.11b	ปรับปรุงจากมาตรฐาน 802.11 ให้สนับสนุนที่ความเร็ว 5.5 และ 11 Mbps
IEEE 802.11c	เป็นขั้นตอนการเตรียมการเพื่อเข้าสู่มาตรฐาน 802.11D
IEEE 802.11d	ขยายเพิ่มไปในนานาชาติ
IEEE 802.11e	ควบคุมคุณภาพการให้บริการ
IEEE 802.11F	กำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อ
IEEE 802.11g	เป็นมาตรฐานความเร็วที่ 54 Mbps ที่ความถี่ 2.4 GHz (ย้อนกลับให้เข้ากันได้กับ 802.11b)
IEEE 802.11h	เลือกความถี่แบบ Dynamic และควบคุมกำลังการส่งที่ 5 GHz
IEEE 802.11i	เพิ่มการรักษาความปลอดภัย
IEEE 802.11j	เป็นส่วนขยายควบคุมความปลอดภัยที่เป็นสาระสำคัญสำหรับประเทศ อเมริกาและญี่ปุ่น
IEEE 802.11k	วัดผลและปรับปรุงทรัพยากรที่เป็นคลื่นความถี่วิทยุ
IEEE 802.11m	บำรุงรักษามาตรฐานทั่วไป
IEEE 802.11n	ปรับปรุงให้มีอัตราการส่งผ่านข้อมูลให้สูงขึ้นโดยการใช้เสาอากาศแบบหลายอินพุต เอาท์พุต
IEEE 802.11p	มาตรฐานจุดเชื่อมต่อสาย ที่ใช้คลื่นความถี่จากสภาพแวดล้อม
IEEE 802.11r	ความเร็วในการส่งผ่าน
IEEE 802.11s	เป็นส่วนขยายบริการในชุดเครือข่ายแบบโพรเซสเซอร์
IEEE 802.11T	คาดการณ์เกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครือข่ายไร้สาย
IEEE 802.11u	การทำงานกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ไม่ใช่ 802 เช่น เครือข่ายโทรศัพท์ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
IEEE 802.11v	การจัดการเครือข่ายไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดก็ตาม หากมีให้คำปรึกษาหรือข้อสงสัย กรุณาติดต่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

1) 2.4 GHz(802.11b)

ในอันดับแรกคือมาตรฐาน 802.11 ซึ่งมันเป็นมาตรฐานการสื่อสารไร้สายที่มีการใช้งานมากที่สุด และทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยให้อัตราการส่งข้อมูลสูงสุดที่ 11 Mbps มาตรฐาน 802.11 ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง จากทั้งผู้ขายและลูกค้า โดยพบว่าอัตราการส่งข้อมูลที่ 11 Mbps เหมาะสมสำหรับการใช้งานมากที่สุด แต่ตอนนี้ 802.11b มีพื้นที่ใหญ่อย่าง 802.11g ซึ่งไม่จำเป็นต้องไปซื้อ wireless ตัวใหม่ เพียงแค่ซื้อ 802.11b ก็สามารถใช้งานได้ ซึ่งก็เหมือนกับที่คุณซื้ออินเทอร์เน็ตการ์ดแบบ 10 Mbps ที่คุณจะใช้งานได้ถึง 100 Mbps ปัญหาของ 802.11b อยู่ที่วิธีการทำงานในชั้น Data Link เพื่อที่จะแก้ปัญหาของการส่งข้อมูลที่ใช้การตรวจสอบแบบ CSMA/CA ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.15 802.11 CSMA/CA

การทำงานของ CSMA/CA คือ เมื่อสถานีใดต้องการส่งข้อมูลก็จะต้องตรวจสอบช่องสัญญาณก่อนว่ามีผู้ใช้งานอยู่หรือเปล่าและจะต้องจนกว่าช่องสัญญาณจะว่าง และเนื่องจากมีหลายสถานีที่ต้องการส่งแพ็คเก็ต แต่ละสถานีก็จะได้รับสัญญาณตอบรับกลับให้ได้สิทธิ์ในการส่งข้อมูล เนื่องจากกระบวนการนี้มีความยุ่งยากและก็ไม่ได้รับประกันว่าทั้งหมดจะใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากพบข้อผิดพลาด กรุณาแจ้งให้เราทราบ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

2.3.2 มาตรฐานหลักที่จะนำมาใช้ในโครงการ

ซึ่งในการทำโครงการนี้เราจะสนใจในมาตรฐาน IEEE 802.11 ที่ใช้กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายคือ IEEE 802.11b

1) IEEE 802.11b

เป็นมาตรฐานที่ถูกตีพิมพ์และเผยแพร่ออกมาพร้อมกับมาตรฐาน IEEE 802.11a เมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างแพร่หลายมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ร่วมกับเทคโนโลยี DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยอัตราความเร็วสูงสุดที่ 11 เมกะบิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นสัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานในแบบสาธารณะ ทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้มีหลายชนิด ทั้ง ผลิตภัณฑ์ที่รองรับเทคโนโลยี Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สายและเตาไมโครเวฟ จึงทำให้การใช้งานนั้นมีปัญหา ในเรื่องของสัญญาณรบกวนของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ข้อดีของมาตรฐาน IEEE 802.11b ก็คือ สนับสนุนการใช้งาน เป็นบริเวณกว้างกว่ามาตรฐาน IEEE 802.11a ผลิตภัณฑ์มาตรฐาน IEEE 802.11b เป็นที่รู้จักในเครื่องหมายการค้า Wi-Fi ซึ่งกำหนดขึ้นโดย WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเครื่องหมาย Wi-Fi ได้ผ่านการตรวจสอบและรับรองว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน IEEE 802.11b ซึ่งสามารถ ใช้งานร่วมกันกับผลิตภัณฑ์ของผู้ผลิตรายอื่นๆ ได้

- Transmission range
- การพึ่งพาระหว่างอัตราการส่งข้อมูล และ transmission range จะถูกตรวจสอบจากการวัดค่าจากอัตราแพ็คเก็ตที่สูญเสียจากการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และการรบกวนกันระหว่างระบบเครือข่าย โดยขอบเขตทั้ง 4 กลุ่ม มีการดำเนินงานที่พร้อมกันแต่ต่างกันว่าอัตราแบนด์วิดท์ที่ให้บริการคือ 1, 2, 5.5 และ 11 ในแต่ละขอบเขตของการทดลองนั้นอัตราการสูญเสียของแพ็คเก็ตถูกบันทึกไว้ในรูปแบบของฟังก์ชันของระยะทางระหว่างการเชื่อมต่อของแต่ละอุปกรณ์ผลลัพธ์โดยสรุปนั้นจะอยู่ในตารางด้านล่าง ซึ่งเป็นการประมาณการค่า Transmission range

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ตามรายงานโดยมีค่าอัตราการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน การประมาณการนี้ชี้ให้เห็นว่านำไปใช้เมื่อใดที่ใช้ bitrate สูงสุดสำหรับการส่งข้อมูลนั้นจะมีความสำคัญของการส่งที่แตกต่างกัน

โดยการส่งการควบคุมช่วงการส่ง จะมีมากกว่า เฟรมข้อมูล ตัวอย่างเช่น สมมุติให้ RTS/CTS เริ่มทำงานหากอุปกรณ์มีการส่งเฟรมในอัตรา 11Mbps ไปยังอุปกรณ์อื่นๆด้วย Transmission range ของมันโดยทำการจองช่องสัญญาณโดยมีรัศมีประมาณ 90-120 เมตร รอบๆตัวอุปกรณ์เอง RTS เฟรมจะถูกส่งในอัตรา 2 Mbps (หรือ 1 Mbps)และด้วยเหตุการณ์ส่งข้อมูลก็จะเป็นไปอย่างถูก หากอยู่ในระยะที่เหมาะสมเช่น 90-120 เมตรนั่นเอง

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงอัตราการส่งข้อมูลต่อระยะทาง

Bitrate	11 Mbps	5.5 Mbps	2 Mbps	1 Mbps
Range	0-50	50-80	80-120	120-150

2.3.3 เทคนิคการผสมสัญญาณของ LAN ไร้สาย

เราจะไม่เข้าไปอธิบายแบบทั้งหมดเกี่ยวกับเทคนิคของการปรับแต่งการผสมสัญญาณแบบไร้สาย เพราะเทคนิคการทำเช่นนี้ไม่อยู่ในขอบเขตของหนังสือเล่มนี้ แต่ก็ยังคงความสำคัญสำหรับผู้ใดที่อยากจะทราบวิธีการของเทคนิคเหล่านี้ที่ตรงกับมาตรฐาน 802.11

1) Direct-Sequence Spread Spectrum (DSSS)

เริ่มแรกที่ DSSS ซึ่งเป็นหนึ่งในเทคนิคที่มาตรฐาน IEEE 802.11 ใช้ตั้งแต่แรก และยังมีทางเลือกใช้อีกในมาตรฐาน 802.11b โดย IEEE 802.11 จะใช้ Differential Binary Phase Shift Keying (DBPSK) สำหรับ 1 Mbps DSSS และ Differential Quadrature Phase Shift Keying (DQPSK) สำหรับ 2 DSSS โดย DSSS ที่ใช้ใน IEEE 802.11 จะใช้เทคนิค Complementary Code Keying (CCK) ในการผสมสัญญาณให้อัตราการส่งทั้ง 5.5 Mbps และ 11 Mbps สิ่งที่ดีก็คือการผสมสัญญาณทั้งสามแบบนี้สามารถทำงานร่วมกันโดยใช้ 802.11 ที่สำคัญรูปแบบของ DSSS ยังสร้างบิตที่ซ้ำซ้อนแล้วส่งออกไปเพื่อเพิ่มการป้องกันสัญญาณรบกวน และประโยชน์ของรูปแบบยังมีอีกนั่นคือถ้ามีบิตใดเสียหายจะมีโอกาสในการกู้คืนกลับมาได้

2) Frequency-Hopping Spread Spectrum (FHSS)

แม้ว่า IEEE 802.11 จะใช้เทคนิคการผสมสัญญาณแบบเป็นหลัก แต่ FHSS ก็ไม่ได้เป็นเทคนิคที่เป็นทางเลือกสำหรับผู้ค้าทั้งหลาย หรือกลุ่มผู้ใช้งาน 802.11 นี้คือเหตุผลหลักที่ทำให้ ดังนั้น FHSS ในผลิตภัณฑ์ของ 802.11 ก็ยังเป็นกันรวมกันกับเทคนิค DSSS ซึ่งได้พัฒนาร่วมกันการผสมสัญญาณแบบ FHSS จะทำการเปลี่ยนความถี่ไปเรื่อยๆ โดยมีการนัด

แนวกบคู่ของมันก่อน โดยใช้การกำหนดรหัสไปให้กับสัญญาณขาเข้าในเวลาที่เหมาะสม ดังนั้นคู่ของมันจึงสามารถรับสัญญาณได้ โดยใช้ความถี่ 75 หรือมากกว่านี้ในการส่งสัญญาณช่องสัญญาณ โดยเวลาสูงสุดจะได้รับการกำหนด จาก FCC ที่เวลา 400 ms

3) Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความเร็วในการส่งข้อมูลตามมาตรฐานใหม่ๆ ของระบบเครือข่ายไร้สายคือ 802.11a และ 80.11g ซึ่งผู้ให้บริการจะมีการเว้นระยะห่างความถี่อย่างแม่นยำ ซึ่งการเว้นระยะนี้ช่วยในการป้องกันการถอดการประสมสัญญาณจากความถี่อื่นๆ ซึ่ง OFDM มีความทนทานต่อการรบกวนของ RF และลดการบิดเบือนของเส้นทาง ซึ่งเป็นเหตุผลหลักที่ว่าทำไมเราจึงใช้งานกับเครือข่ายไร้สายที่มีความเร็วสูง

2.3.4 อุปกรณ์ Wireless

เมื่อคุณมีพื้นฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับ Wireless แล้วต้องรู้จัก อุปกรณ์ที่สามารถใช้งานร่วมกับ Wireless ได้ อุปกรณ์ไร้สายของเครื่องลูกสามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรงเหมือนกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์สองชนิดเข้าด้วยกันโดยผ่านสายสัญญาณ เพื่อให้เครือข่ายไร้สายมีคุณภาพมากและปลอดภัย หากต้องการเพิ่มจุดเชื่อมต่อ การให้บริการของสถานีแม่ข่ายเหมือนกับการใช้สวิตช์และฮับ ในเครือข่ายที่ใช้สายสถานีแม่ข่ายยอมให้เชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายได้หลายเครื่องภายในเครือข่ายเดียวกัน ต่อไปนี้ คือ รายการอุปกรณ์พื้นฐานที่ต้องใช้สำหรับการสร้าง และเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สาย

- Wireless access points (WAP หรือ AP)
- เสาอากาศ Wireless

1) Wireless Access Points

ในส่วนใหญ่ของเครือข่ายที่ใช้สายจะพบอุปกรณ์ที่เป็นสื่อกลาง เช่น ฮับ สวิตช์ ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อโฮส และ อนุญาตให้ติดต่อสื่อสารกันได้ เป็นแนวคิดเดียวกับเครือข่ายไร้สาย ส่วนประกอบที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไร้สายทั้งหมด เป็นที่รู้จักในนาม wireless access point (WAP) หรือสถานีแม่ข่าย (AP) wireless access point มีเสาอย่างน้อย 1 เสา แต่ถ้า 2 เสา จะทำงานในการตอบรับได้ดีกว่า (ยิ่งเพิ่มจำนวนเสา ก็จะเพิ่มความสามารถ) และมีพอร์ตเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายสาย

คุณสามารถใช้ สถานีแม่ข่ายเป็นบริดจ์ เชื่อมต่อระหว่างเครื่องลูกข่ายไร้สาย และเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารแบบใช้สายในความเป็นจริงเครื่องแม่ข่ายสามารถใช้เป็นบริดจ์ไร้สาย (ขึ้นอยู่กับค่าการตั้งค่า) ด้านการตั้งค่า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งเชื่อมต่อนระหว่างเครือข่ายที่ใช้สายสองเครือข่ายเข้าด้วยกันของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เสืออากาศ Wireless

เสืออากาศของ Wireless จะทำหน้าที่เป็นทั้งตัวส่งและตัวรับ มีอยู่ในห้องตลาดทั่วไปสองรูปแบบ คือ

- เสืออากาศโอมนิ (จุดต่อ หลายจุด)
- เสืออากาศยาก็ (จุดต่อจุด)

2.3.5 Wireless โทโปลอยี

WLANs ทำงานที่ Layer 1 ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในส่งข้อมูล ของเครือข่ายแบบมีสายแบบเดิม (โดยปกติ ประเภท 5 สาย) ด้วยการส่งคลื่นสัญญาณวิทยุผ่านทางอากาศ topologies นั้นมีการกำหนดการทำงานอย่างไร สถานีแม่ข่ายเชื่อมต่อเข้าด้วยกันหรือเชื่อมต่อกับสายสัญญาณบนเครือข่ายแบบสาย Wireless ทำการขยายเครือข่ายแบบมีสายทางกายภาพด้วยอุปกรณ์ Wireless โดยใช้อากาศเป็นสื่อในการส่งสัญญาณ ช่วยให้เครื่องลูกข่ายและอุปกรณ์ใช้งานร่วมกันได้โดยไม่ต้องใช้สายสัญญาณ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย access points, bridges, repeaters, work group bridges (WGB), and wireless ของเครื่องลูกข่าย

1) Client Access

เป็นผลิตภัณฑ์ของ Cisco ที่สามารถเชื่อมต่อได้โดยตรงกับเครือข่ายแบบมีสาย และฟังก์ชันการทำงานที่ครอบคลุมหรือเครือข่ายแบบแลน โดยที่พวกเขาสามารถใช้อุปกรณ์ในการสร้างเครือข่าย LANs โดยไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับตัว wireless

2) ไร้สาย

ช่วยทำให้เชื่อมต่อได้มากกว่าสองเครือข่ายซึ่งแยกออกจากกายภาพ (อาจอยู่ในอาคารต่างๆ) จาก internetworkทำได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายของสาย หรือ การเชื่อมต่อ ISP

3) Mesh Networking

เครือข่าย Mesh คือ การรวมกันของ 2 โทโปลอยี เครือข่าย Mesh นั้นมีการจัดการการเชื่อมต่อแบบเคลื่อนที่รองรับการเชื่อมต่อกับเครื่องลูกข่ายได้เยอะเพื่อใช้ในอาคารและเครื่องลูกข่ายสถานีแม่ข่ายบางรุ่นใช้เชื่อมต่อไปยังเครือข่ายที่ใช้สาย โดยสถานีแม่ข่าย นั้นจะไม่ทำการเชื่อมต่อโดยใช้คลื่นวิทยุส่งไปยังจุดเชื่อมต่อสัญญาณ Wireless แต่จะเชื่อมต่อกับสายสัญญาณกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Repeater

ถ้าคุณต้องการให้มีการเชื่อมต่อสื่อสารในสภาพแวดล้อมในพื้นที่ของคุณนั้นแต่ที่นั่นไม่เหมาะสมที่จะใช้การเชื่อมต่อแบบมีสาย คุณสามารถใช้ Wireless repeater Wireless repeater เป็นการตั้งค่าสถานีแม่ข่ายแบบง่ายๆทำให้ไม่ต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบมีสาย โทโพลยีนี้ต้องการให้มีการซ้อนกันของสัญญาณถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของสถานีแม่ข่ายที่มีสัญญาณครอบคลุมบริเวณนั้น โดยทำการรับและส่งสัญญาณในช่วงเวลาที่มีระดับสัญญาณลดลงเกือบครึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง The Service Set Identifier (SSID) ของจุดเชื่อมต่อหลักจะต้องมีการกำหนดค่าให้กับจุดเชื่อมต่อรีพีทเตอร์ จุดเชื่อมต่อรีพีทเตอร์ใช้ช่องทางเหมือนกับจุดเชื่อมต่อหลัก

5) Work Group Bridge (WGB)

ถ้าอุปกรณ์ที่คุณมีไม่สามารถเชื่อมต่อสัญญาณ wireless ได้และคุณไม่สามารถที่จะเพิ่มมันได้ด้วยเหตุผลบางอย่าง (อุปกรณ์ต่อพ่วงเช่น เครื่องพิมพ์ หรือ เซิร์ฟเวอร์เก่าๆที่มีปัญหาแบบนี้ในบางครั้ง) ซิสโก้ WGB จะช่วยให้คุณให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สายนั้นได้ WGB ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ไร้สายอิสระแก่นำอุปกรณ์ที่ไม่ใช่แบบไร้สายมาเชื่อมต่อกับมันก็ใช้งานได้ เหมือนกับการเชื่อมต่อแบบ Ethernet

6) Client Access

โหมตต่อไปนี้(บางครั้งเราเรียกว่าเป็นชนิดของโทโพลยี) อธิบายว่ามีการกำหนดลักษณะการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นลูกข่ายที่เชื่อมต่อหรือใช้กับเครือข่ายไร้สายอย่างไร

- การเชื่อมต่อแบบกลุ่มส่วนตัว(Ad-Hoc)
- การเชื่อมต่อแบบกลุ่มโครงสร้าง (Infrastructure)แบ่งได้เป็นสองกลุ่ม
- Basic service set
- Extended services set

คุณจะเห็นว่าในโหมตแรกเป็นใช้การเชื่อมต่อไร้สายโดยไม่เสมอไปว่าจะต้องเชื่อมต่อกับเครือข่ายมีสาย

7) Ad Hoc Mode

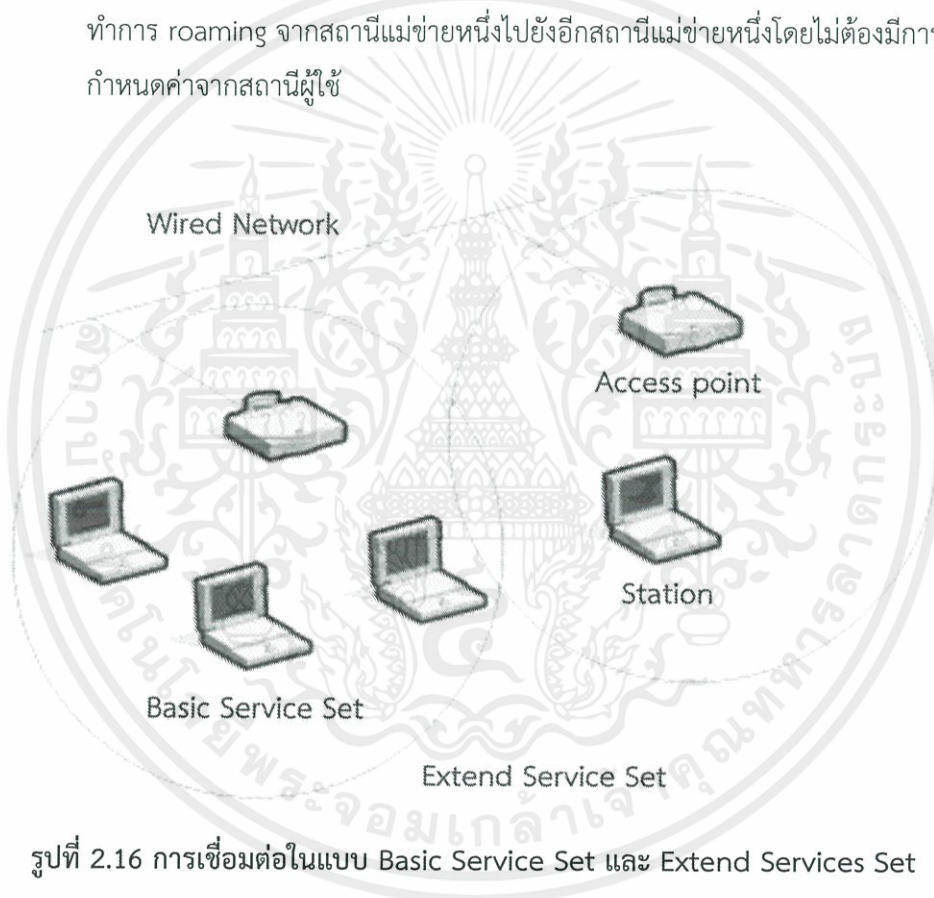
การเชื่อมต่อแบบกลุ่มส่วนตัว (Ad-Hoc) ในโหมตนี้จะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้เคลื่อนที่สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารนี้
เขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่ายแนวคิดนี้เหมือนกับการการต่อโดยด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งใช้ wireless แทนสายเคเบิล คนส่วนใหญ่ใช้การต่อโดยวิธีนี้เพื่อแชร์ข้อมูลกันโดยตรงหรือเอาไปใช้
เพื่อเล่นเกม

2.3.6 การเชื่อมต่อแบบกลุ่มโครงสร้าง (Infrastructure)

สถานีผู้ใช้จะทำการเชื่อมต่อกันโดยผ่านสถานีแม่ข่ายแบ่งเป็นสองโหมดคือ

- 1) Basic Service Set มีสถานีแม่ข่าย 1 สถานี ซึ่งสถานีผู้ใช้ภายในขอบเขตของ BSS นี้ทุกสถานีจะต้อง สื่อสารข้อมูลผ่านสถานีแม่ข่ายเดียวกัน
- 2) Extended Services Set ในโหมดนี้เป็นการเชื่อมต่อกันของ BSS ตั้งแต่ 2 BSS หรือมากกว่าโดยใช้สถานีแม่ข่ายที่ให้บริการร่วมกัน (ปกติสถานีแม่ข่ายจะเป็นเครือข่ายมีสาย) การขยายการให้บริการโดยทั่วไปรวมถึงการทำให้ SSID ให้บริการร่วมกันได้จะต้องทำการ roaming จากสถานีแม่ข่ายหนึ่งไปยังอีกสถานีแม่ข่ายหนึ่งโดยไม่ต้องมีการกำหนดค่าจากสถานีผู้ใช้



รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อในแบบ Basic Service Set และ Extend Services Set

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 Service Areas

เมื่อก่อนนั้นโทโพลีมีความเด่นชัดมากและมีการจัดวาง APs ในตำแหน่งที่เหมาะสมในเครือข่ายที่คุณจะมีการส่งสัญญาณครอบคลุมในพื้นที่ พื้นที่เหล่านี้สามารถกำหนดจำนวนของ APs ในตำแหน่งที่เหมาะสม มาดูวิธีการที่จะสามารถกำหนด พื้นที่การบริการ

1) Basic Service Area (BSA)

พื้นที่การบริการพื้นฐาน เป็นพื้นที่ของความถี่วิทยุที่มีสัญญาณครอบคลุมสถานีแม่ข่ายเดียว บริเวณพื้นที่นี้ยังใช้อ้างอิงเป็นเซลล์ขนาดเล็ก บอกชื่อของสถานีแม่ข่ายได้ว่า อุปกรณ์นี้อยู่ในจุดใดที่สถานีเครื่องลูกข่ายไร้สายสามารถเชื่อมต่อได้สถานีแม่ข่ายที่ต่อกับ Ethernet backbone และติดต่อสื่อสารกันกับทุกอุปกรณ์ไร้สายในพื้นที่เซลล์ สถานีแม่ข่ายหลักของเซลล์ และ ควบคุมการไหลของเครือข่ายอุปกรณ์ระยะไกลไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยตรงกับอุปกรณ์อื่น อุปกรณ์เหล่านี้จะติดต่อสื่อสารโดยใช้สถานีแม่ข่าย

2) Extended Service Area (ESA)

ถ้าสถานีแม่ข่ายเพียงตัวเดียว ไม่สามารถที่จะจัดการครอบคลุมได้พอเพียง จึงต้องใช้หลายสถานี เพื่อเพิ่มขอบเขตพื้นที่ครอบคลุม ขอบเขตในลักษณะนี้เป็นที่รู้จักโดยทั่วไป ว่า extended service area (ESA) ควรให้ ESA มีการซ้อนกันของสัญญาณ 10-15% เพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาระบบ

ขั้นตอนต่างๆซึ่งได้ออกแบบการทำงาน ออกเป็นส่วนๆ เช่น ส่วนการออกแบบตัวระบบจำลอง และส่วนการออกแบบ Genetic Algorithm โดยอธิบายการออกแบบ Genetic Algorithm ให้สามารถประยุกต์ใช้กับการจัด Load Balanceให้กับระบบเครือข่ายที่ได้ทำการจำลอง

3.1 รายละเอียดแบบจำลองที่พัฒนา

3.1.1 อินพุทของแบบจำลอง

- 1) จำนวนของ Access Point ไม่เกิน 10 เครื่อง
- 2) จำนวนของ User ไม่เกิน 500 คนและแบนด์วิธที่ใช้งานในแต่ละ User
- 3) ตำแหน่งที่ต้องการให้ User และ Access Point นั้นอยู่

3.1.2 เอาท์พุทของแบบจำลอง

- 1) ภาพของ Access Point และ User ขึ้นมาตามทีระบุ
- 2) การแสดงผลการเชื่อมต่อระหว่าง User กับ Access Point เมื่อทำแบบจำลอง
- 3) รายงานผลปริมาณแบนด์วิธที่แต่ละ User ได้รับ และทำการเชื่อมต่อกับ Access Point ในรูปแบบของ Load Balance ทั้ง RSSI และ Genetic Algorithm

3.1.3 ฟังก์ชันการทำงาน

- 1) ระบบสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อระหว่าง User และ Access Point
- 2) ระบบสามารถสร้างกราฟเปรียบเทียบ Load Balance ด้วย Genetic Algorithm และ RSSI
- 3) ระบบสามารถเลือก Algorithm ที่นำมาใช้งานได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกันระหว่าง Genetic Algorithm กับ RSSI
- 4) สามารถเลือก Access Point ตามมาตรฐาน IEEE802.11b
- 5) กำหนดให้ใน User ได้รับแบนด์วิธตามที่ต้องการจำลอง
- 6) มีการจำลองกราฟแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่าง Load Balance ทั้งสองอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ขอบเขตของโปรแกรมที่พัฒนา

- 1) ใน Access Point แต่ละตัวจะมีขอบเขตของสัญญาณที่ปล่อยออกมา โดยที่ Access Point แต่ละเครื่องอยู่ Channel ที่ต่างกัน
- 2) ขอบเขตสัญญาณของ Access Point แต่ละเครื่อง ขึ้นตามมาตรฐาน IEEE802.11b แบนด์วิธ ที่ Access Point ให้บริการจะขึ้นอยู่กับ มาตรฐาน IEEE802.11b
- 3) ในความห่างที่ต่างออกไปของแต่ละการเชื่อมต่อจะมีช่วงแบนด์วิธที่ต่างกัน

3.1.5 ข้อจำกัดของโปรแกรมที่พัฒนา

- 1) รองรับ User ได้สูงสุดไม่เกิน 500 คน
- 2) รองรับจำนวน Access Point ไม่เกิน 10 เครื่อง
- 3) ไม่สามารถกำหนดสภาพแวดล้อมภายนอกได้ เช่น กำแพง เพดาน ติก เป็นต้น

3.1.6 ภาษาและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

- 1) Java Language Programming
- 2) Netbean IDE 7.3.1

3.2 พื้นฐานของระบบจำลอง

3.2.1 Computer Simulation

ในการออกแบบเราจะสนใจในการแสดงผลการเชื่อมต่อระหว่าง User และ Access Point ว่าสามารถที่จะให้ User ที่เชื่อมต่อเข้ามาได้ใช้เต็มแบนด์วิธหรือไม่

3.2.2 Program variables

คือจำนวน User แต่ละแบนด์วิธ จำนวน Access Point และตำแหน่งที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่ผู้ใช้โปรแกรมจะป้อนเข้าไปในโปรแกรมเพื่อที่จะทำการจำลองสถานการณ์ในการเชื่อมต่อระหว่าง User และ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Simulation Program

จะมีการจัดทำ Load Balance ทั้ง 2 แบบคือ Genetic Algorithm และแบบ RSSI เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบให้เห็นถึงความแตกต่างกันในการใช้งาน Load Balance ต่างชนิดกันว่าจะทำให้เกิดความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดในการให้แบนด์วิธกับแต่ละ User ที่จะนำไปใช้งาน

3.2.4 ลักษณะการทำงานของระบบจำลอง

จะทำงานแบบ Real time execution เพราะว่าจะต้องการจำลองตามเวลาจริงเพื่อจะดูการทำงานของ Genetic Algorithm ว่าจะสามารถจัดการ Load Balance สำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง User และ Access Point ให้สามารถใช้งานแบนด์วิธได้ดีขึ้นมากแค่ไหน

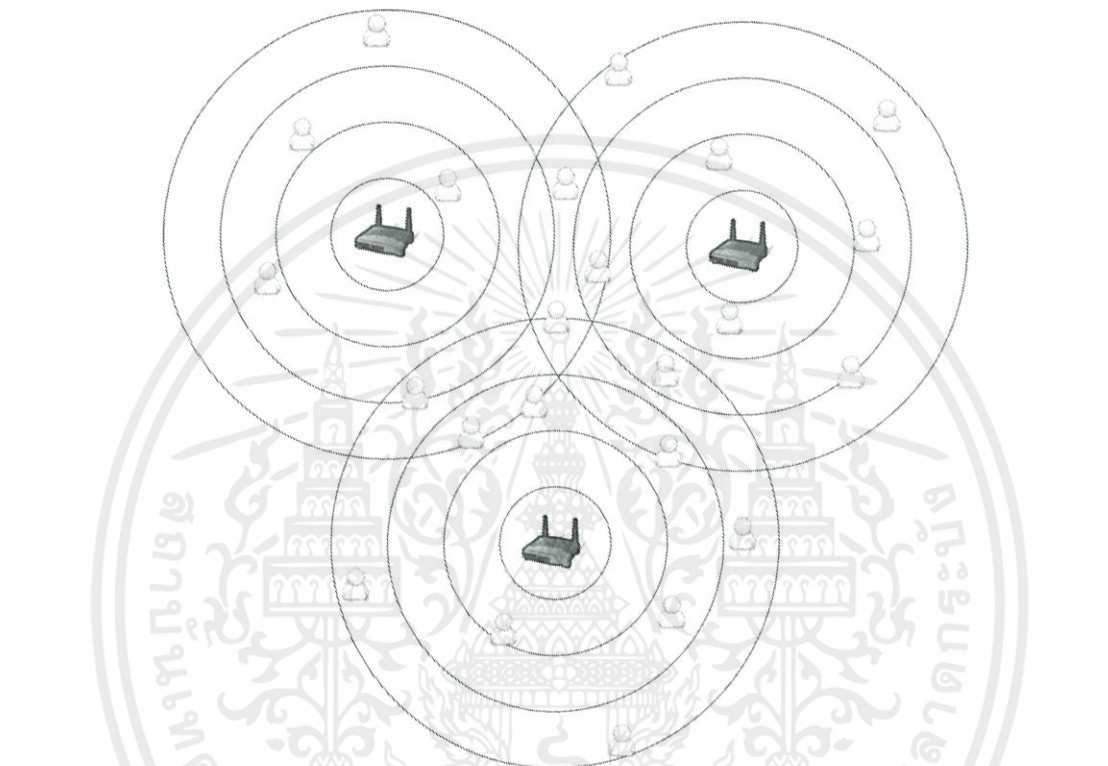
3.3 ออกแบบ Genetic Algorithm ให้กับ Load Balance

เราจะใช้ Genetic Algorithm มาช่วยประยุกต์ในการทำ Load Balance โดยการค้นหา Generation ที่ดีที่สุดที่จะทำให้เกิดการใช้แบนด์วิธจาก Access Point ได้มีประสิทธิภาพ และทำให้ Access Point สามารถให้บริการกับ User ได้ตามที่ User เรียกร้องเข้ามาโดยการหา Generation ที่ดีที่สุด โดย Genetic Algorithm ที่เราเลือกมาใช้นั้นเป็นแบบ Micro Genetic Algorithm เนื่องจากจำนวนของประชากรนั้นมีขนาดเล็ก จึงเหมาะต่อการนำมาแก้ไขปัญหาเหล่านี้โดยการทำงานของ Genetic Algorithm จะมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การถอดรหัสโครโมโซม (Chromosome Encoding)

คือการถอดรหัสโครโมโซมจาก การเชื่อมต่อของ User กับ Access Point ให้อยู่ในรูปเลขจำนวนเต็ม



รูปที่ 3.1 ภาพจำลองของ Phenotype

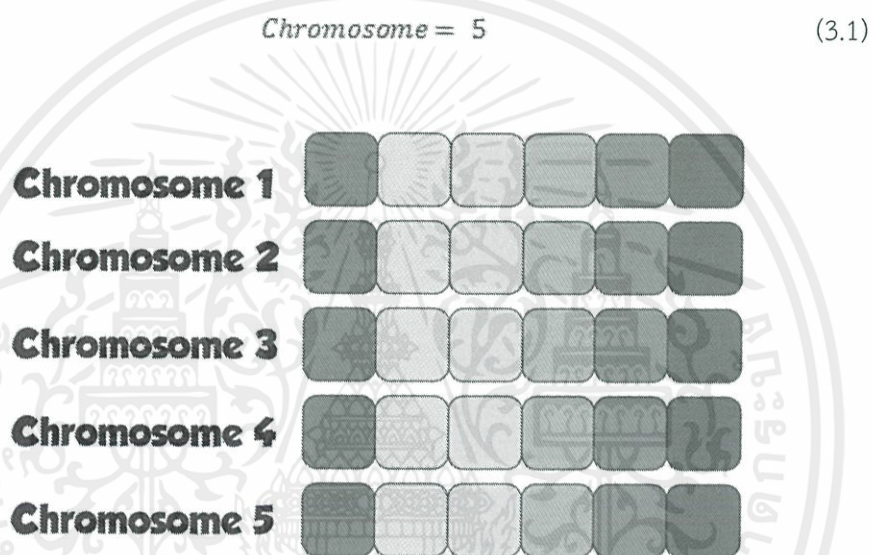
จากรูปที่ 3.1 เป็นการเชื่อมต่อกันระหว่าง User และ Access Point ซึ่งเราจะเรียกว่า Phenotype Genotype แสดงในรูปจำนวนเต็มโดยแทน a ตามจำนวนของ User ที่มีการเชื่อมต่อกับ Access Point จากนั้นนำมาทำการแปลงเป็น Genotype โดยจะนำ a มาลำดับในรูปของจำนวนเต็ม และทำการแมป User เข้ากับ Access Point

a เป็นจำนวน n ตัว ($a_{g1}, a_{g2}, a_{g3}, \dots, a_{gn}$) และเมื่อทำการแมป User แต่ละตัวเข้ากับ Access Point เครื่องที่ i จะได้ว่า $\forall_i \in 1, \dots, n \in A$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การสุ่มเลือกสร้างประชากร (Initial Population)

เมื่อเราทำการแปลง Phenotype เป็น Genotype แล้วก็จะนำลำดับของจำนวนเต็มที่ได้มาทำการสุ่มประชากรใหม่ โดยจะมีจำนวนโครโมโซมทั้งหมด 5 โครโมโซม โดยการสุ่ม User เชื่อมต่อกับ Access Point โดยเงื่อนไขในการสุ่ม User จะต้องอยู่ในรัศมีที่สามารถเชื่อมต่อกับ Access Point โดยแต่ละยีนส์ในโครโมโซมจะแทนจำนวนของ User ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้สำหรับการเชื่อมต่อกับ Access Point เครื่องใด มีความเร็วที่ต้องการเท่าไร มีความเร็วที่ได้รับเมื่อทำการสุ่มเท่าไร



รูปที่ 3.2 แสดงโครโมโซมที่ประกอบด้วย gene

Generation นี้จะเรียก P_x เป็น Generation แรกของ Population ที่จะใช้ในการทำ Genetic algorithm เพื่อทำการหา Generation สืบทอดต่อไป เพื่อจะนำมาทำ Load Balance ให้กับเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function)

Fitness Function คือการหาค่า Fitness โดยจะคำนวณจากผลรวมของแบนด์วิธที่ถูกใช้ของแต่ละ Access Point จากในโครโมโซม โดยจะคิดการหาค่า Fitness ในแต่ละ Access Point ในโครโมโซมดังนี้

$$Fitness_{C_n} = \sum_{i=0}^m b_{uiRq} - b_{uiRc} \quad (3.2)$$

โดย $Fitness_{C_n}$ คือ ค่า Fitness ที่ โครโมโซม ตัวที่ n
 $\sum_{i=0}^m b_{uiRq} - b_{uiRc}$ คือ ค่าผลรวมของแบนด์วิธจาก User จำนวน m คนที่เชื่อมต่อ Access Point นั้นโดยนำผลต่างของแบนด์วิธที่ User นั้นต้องการและได้รับ

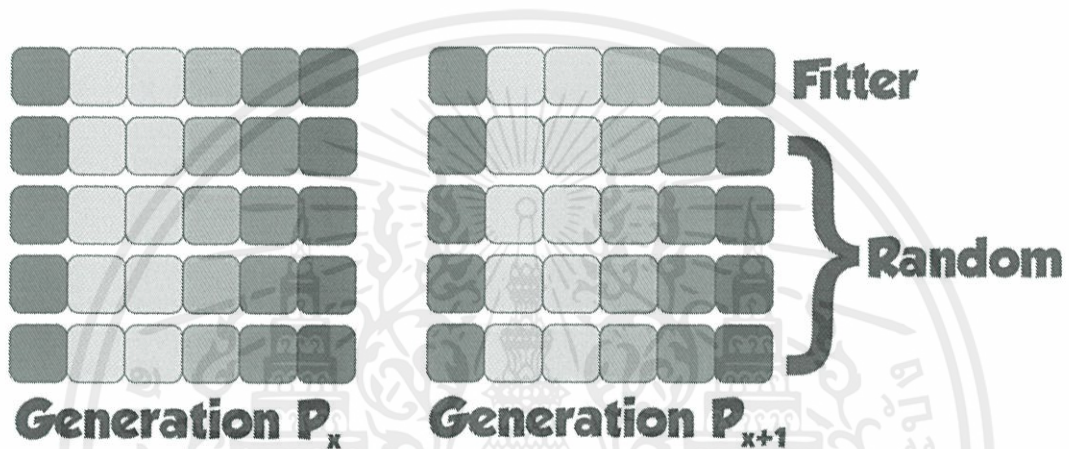
จากนั้นนำค่า Fitness ที่ได้ในแต่ละตัว ในโครโมโซมมาทำการเปรียบเทียบหาค่าสูงสุด และต่ำสุด โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุด(Fitter) จากนั้นจะนำโครโมโซมที่มีค่า Fitter ทำการคัดลอกไปไว้ยัง P_{x+1} แล้วทำการตัดออกจาก P_x ดังนั้นเมื่อจบการทำ Fitness Function แล้ว P_x จะเหลือทั้งหมด 4 โครโมโซม

การใช้ Fitter ที่มีค่ามากที่สุดเพื่อจะแสดงว่า Chromosome แต่ละตัวในโครโมโซมนั้นมีการเชื่อมต่อจาก User นั้นได้รับความเร็วที่มากที่สุดในแต่ละ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การเช็คโครโมโซมหมดอายุ(Check Expire Chromosome)

การทำขั้นตอนนี้เนื่องจากว่าการทำ Genetic Algorithm ต้องการที่จะให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยการทำ Fitness Function เพื่อหา Generation ที่ดีที่สุดหาว่าการทำการข้ามสายพันธุ์กันไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าเหมาะสมที่ดีขึ้นก็จะทำการเก็บ โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดไว้ยัง Generation P_{x+1} ต่อไปแล้วจึงทำการสุ่มประชากรขึ้นมาใหม่อีกทั้งหมด 4 โครโมโซมเพื่อที่จะทำให้เกิดการข้ามสายพันธุ์แล้วให้ผลลัพธ์ของค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดนั่นเอง



รูปที่ 3.3 แสดงการเช็คโครโมโซมหมดอายุ และการส่งต่อไปยังรุ่นต่อไป

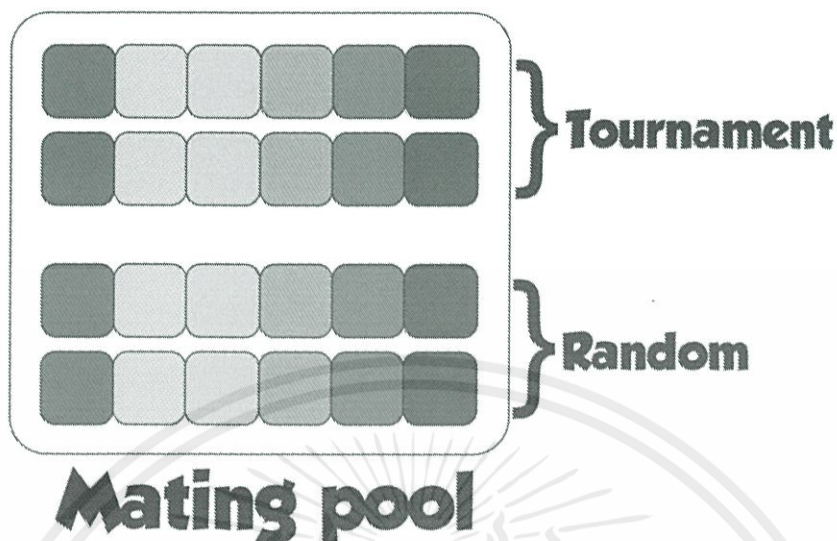
3.3.5 วิธีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบ (Operator)

เป็นการเปลี่ยนทำวิธีการเปลี่ยนองค์ประกอบในโครโมโซมโดยจะมีสองวิธีการ

1) การคัดเลือก (Selection)

- คัดเลือกแบบแข่งขัน (Tournament) โดยเลือกมาจาก 4 โครโมโซมจาก P_x จะมี 2 โครโมโซม ที่มีค่า Fitness ดีที่สุดโดยเลือกมาจาก P_x และอีก 2 โครโมโซม มาจากการสุ่มจาก P_x โดยอาจซ้ำกับ 2 โครโมโซมที่ทำการ Tournament ไปแล้วก็ได้ จากนั้นนำเก็บไว้ที่ mating pool

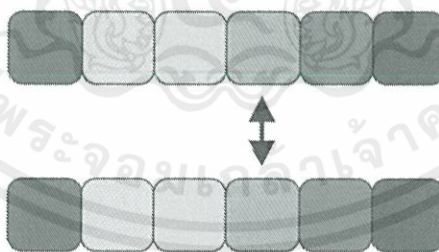
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 Mating Pool จากการทำ Tournament และ Random

2) การข้ามสายพันธุ์ (Cross over)

เลือก 2 โครโมโซมจาก Mating Pool โดยการสุ่มโครโมโซมมาตรวจสอบค่าความเป็นไปได้ในการข้ามสายพันธุ์ (Probability)ว่าสามารถทำการ Cross over ได้หรือไม่ ถ้า TRUE จะทำการ Cross over โดยการแลกเปลี่ยนกันของ 1 ยีนส์ในโครโมโซมโดยการทำให้ Micro Genetic Algorithm นั้นจะทำการ Cross over แบบ Uniform ซึ่งจะใช้ค่า Probability เท่ากับ 0.5 ในการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการทำ Cross over

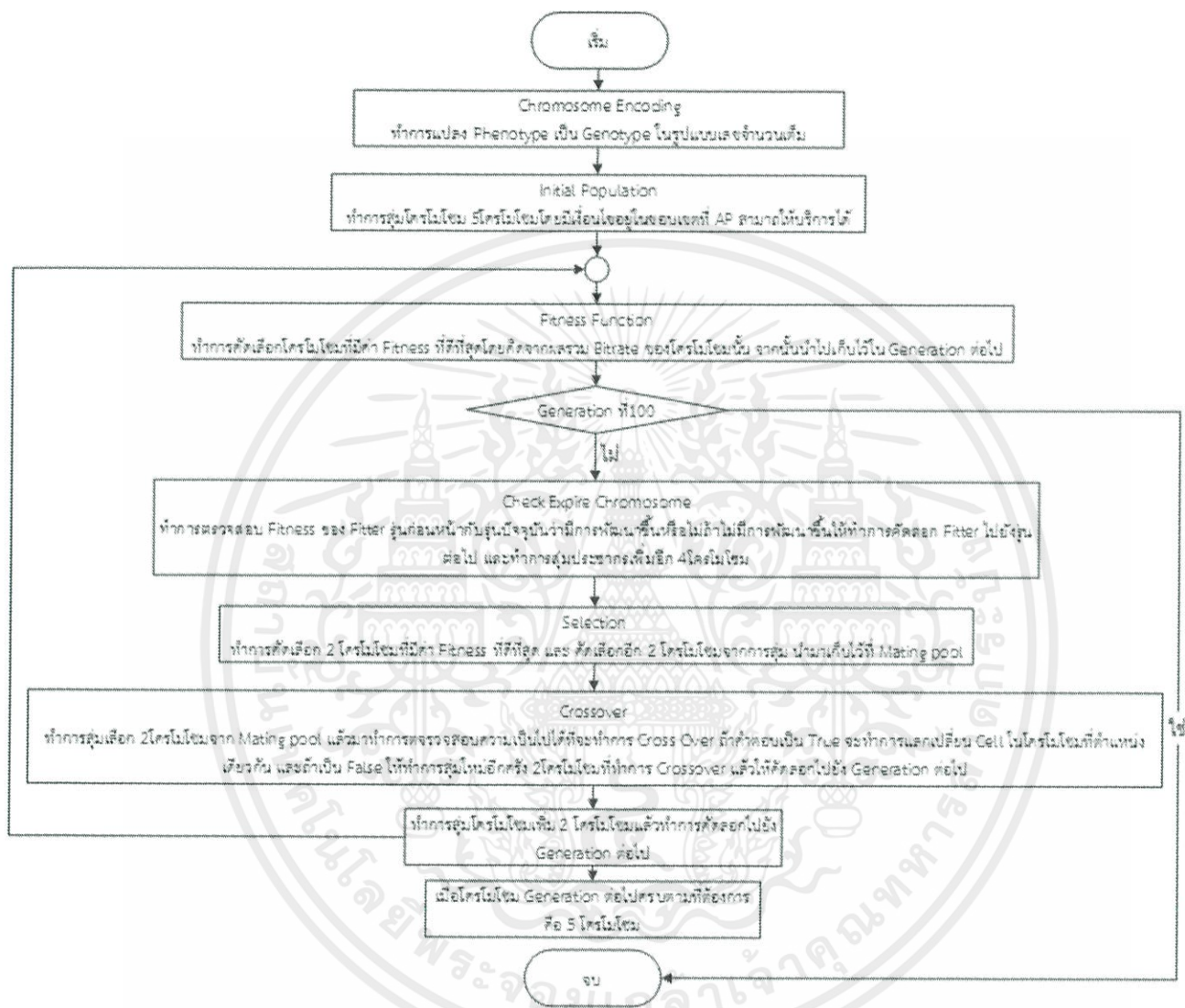


รูปที่ 3.5 การแลกเปลี่ยน ยีนส์ระหว่างโครโมโซม

จากรูปจะเห็นว่าเกิดการแลกเปลี่ยน ยีนส์ในโครโมโซมของ C1 และ C4 จากนั้นจะนำผล Copy ไปยัง P_{x+1} เช่นกัน

หลังจากการทำ Fitness Function และ Crossover แล้วจะเห็นได้ว่าใน P_{x+1} มีโครโมโซมทั้งหมด 3 โครโมโซม จากนั้นเราจะทำการสุ่มเพิ่มมา 2 โครโมโซมเพื่อให้ครบ 5 โครโมโซม เพื่อที่จะทำ Genetic Algorithm ต่อไป

3.3.6 Genetic algorithm Flowchart



รูปที่ 3.6 Flow Chart ของ Genetic Algorithm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบ Access Point และ User ในแบบจำลอง

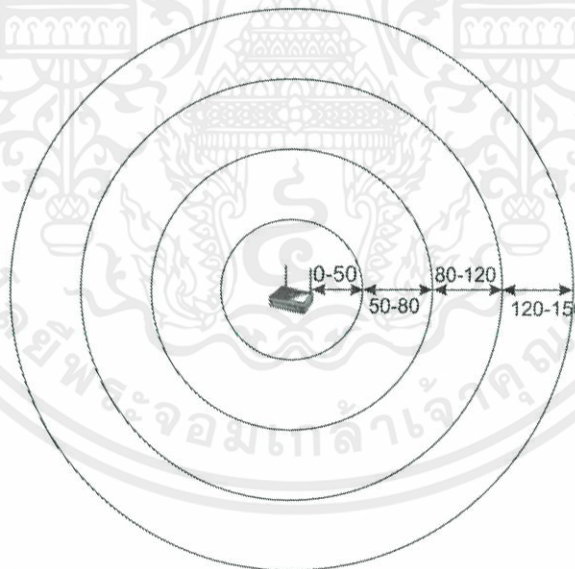
3.4.1 Access Point

ที่จะใช้ในแบบจำลองจะต้องมีรายละเอียดที่ตรงกับมาตรฐาน IEEE 802.11b เพราะในโลกแห่งความเป็นจริง Access Point นั้นถูกผลิตตามมาตรฐาน IEEE 802.11 เพราะฉะนั้นการออกแบบ Access Point ในแบบจำลองจึงต้องใช้มาตรฐาน IEEE 802.11 ตามความเป็นจริงด้วยโดยจะมีการกำหนดขอบเขตของสัญญาณตามมาตรฐานดังนี้

1) IEEE802.11b

- แบนด์วิธที่สามารถให้บริการ 11Mbps
- ระยะภายในอาคาร 38 m.
- ระยะทางโล่ง 140 m.

โดยในการแบบจำลองจะใช้รายละเอียดหลักๆ ของ IEEE 802.11 คือ แบนด์วิธที่ให้บริการ และ ระยะทางโล่ง เพราะขอบเขตของเราอยู่ที่การคำนวณแบนด์วิธจากการเชื่อมต่อของ User จึงไม่จำเป็นที่จะใช้ ความถี่ และระยะภายในอาคาร โดยจะมี Transmission Range ในแต่ละช่วงดังนี้



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงระยะรัศมีแต่ละโซนของ Access Point

โดยระยะ 0-50 เมตร จะให้อยู่ในโซน 1 มีความเร็วเฉลี่ยที่ 11 mbps

โดยระยะ 50 - 80 เมตร จะให้อยู่ในโซน 2 มีความเร็วเฉลี่ยที่ 5.5 mbps

โดยระยะ 80 - 120 เมตร จะให้อยู่ในโซน 3 มีความเร็วเฉลี่ยที่ 2 mbps

โดยระยะ 120 - 150 เมตร จะให้อยู่ในโซน 4 มีความเร็วเฉลี่ยที่ 1 mbps

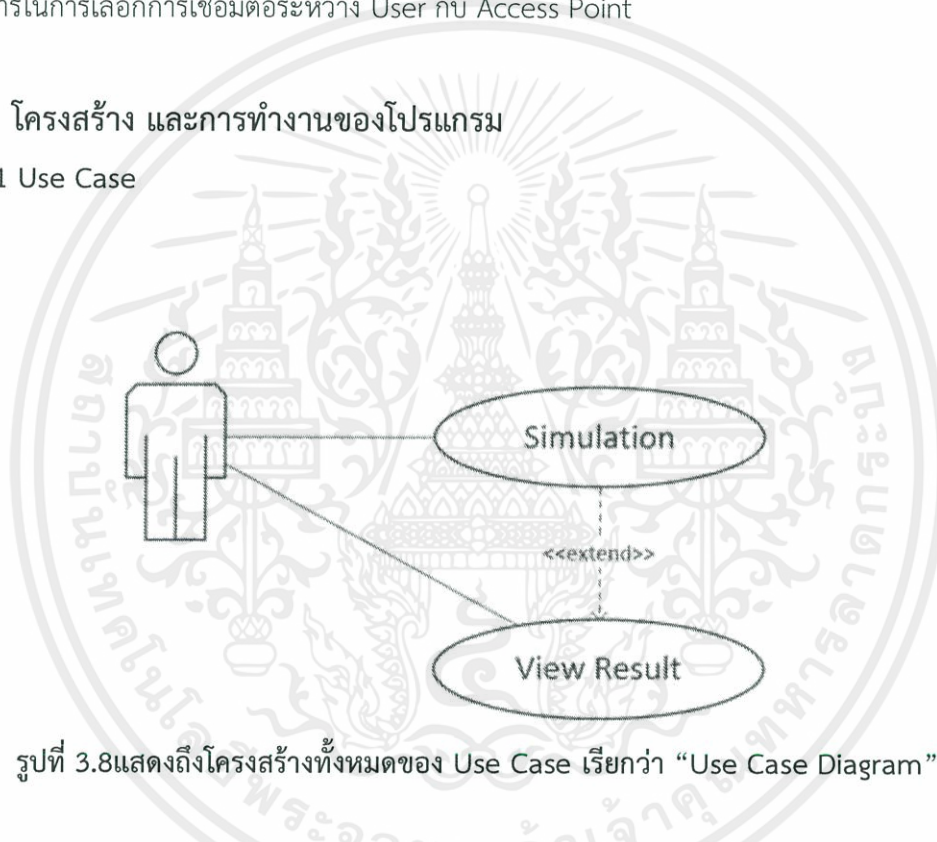
3.4.2 การออกแบบ User

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถระบุตำแหน่งของ User ที่จะวางลงในแบบจำลอง และสามารถระบุแบบวิธีที่ต้องการให้ User ใช้ได้

การทำ Load Balance แบบ RSSI จะให้ User ทำการเชื่อมต่อกับ AccessPoint ที่อยู่ใกล้ที่สุดเพราะ โดยปกติแล้ว User จะทำการ Connect เข้ากับอุปกรณ์ที่มีสัญญาณแรงที่สุดซึ่งก็คือ Access Point ที่เข้าใกล้มากที่สุคนั้นเองส่วนการทำ Genetic Algorithm เราจะให้ระบบเป็นตัวจัดการในการเลือกการเชื่อมต่อระหว่าง User กับ Access Point

3.5 โครงสร้าง และการทำงานของโปรแกรม

3.5.1 Use Case



รูปที่ 3.8 แสดงถึงโครงสร้างทั้งหมดของ Use Case เรียกว่า “Use Case Diagram”

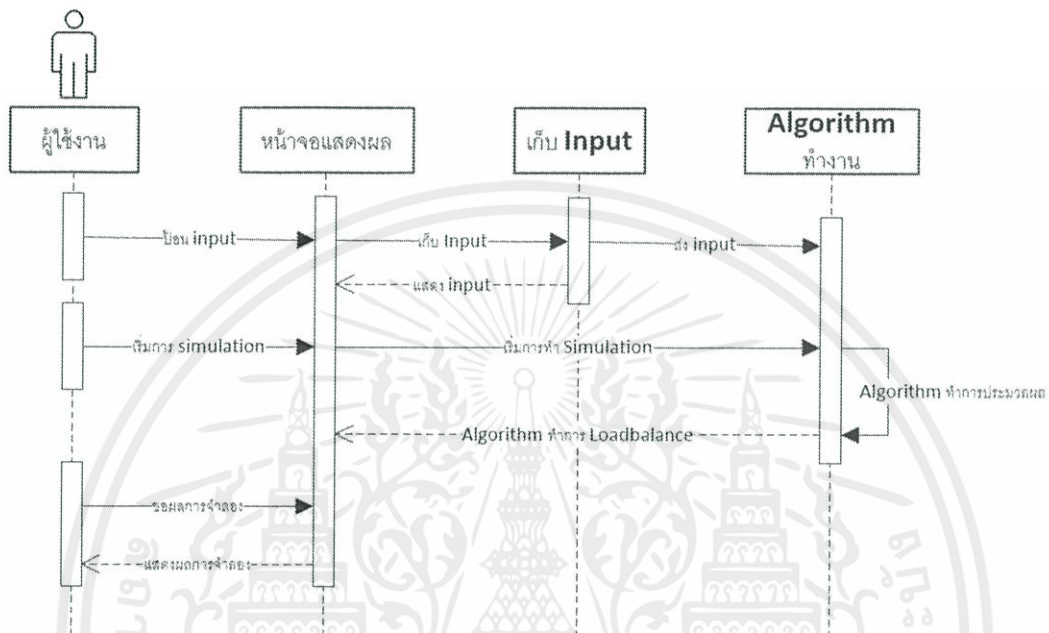
Usecase diagram ในส่วนของผู้ใช้งานแบบจำลอง สามารถที่จะใช้งานในแต่ละส่วนดังนี้

- 1) Function คือ ผู้ใช้จะสามารถใช้ในส่วนของ Open, Save และ Print ใช้ในการทำงาน
- 2) Simulation คือ ผู้ใช้ สามารถจำลองการเชื่อมต่อระหว่าง User และ Access Point โดยมีการทำ Load Balance มาช่วยในการจัดการ
- 3) View Result คือ ผู้ใช้ สามารถดูผลการจำลองในเรื่องของ แบบวิธีที่ใช้ไป การตอบสนองของ Load Balance จะสามารถทำให้ระบบเครือข่ายทำงานได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 Sequence diagram

1) Sequence diagram ของการจำลอง

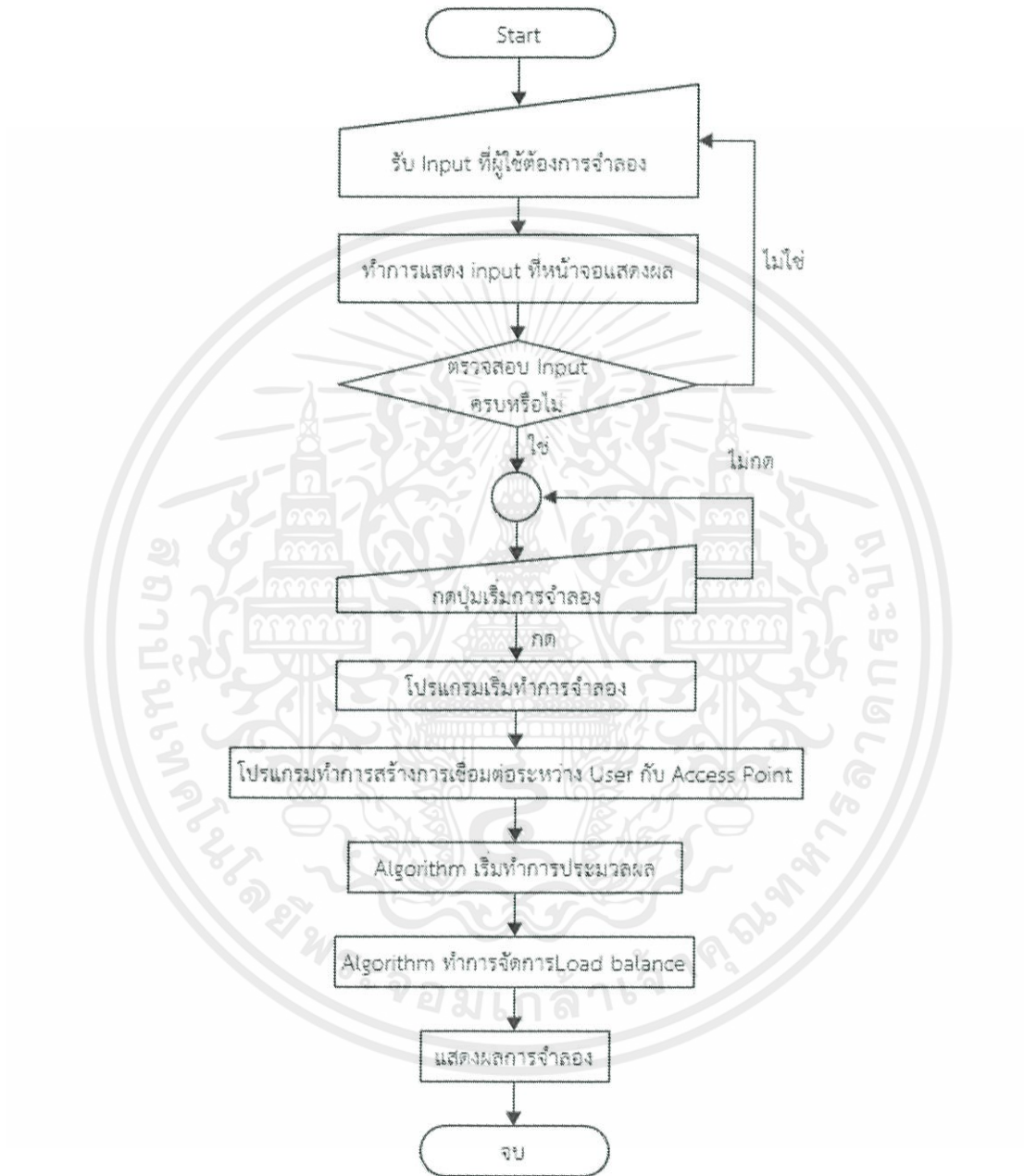


รูปที่ 3.9 Sequence diagram ของการจำลอง

การทำงานในรูปแบบนี้จะเริ่มจาก ผู้ใช้งานป้อนค่าอินพุตจำพวก User และ Access Pointเมื่อทำการป้อนค่าอินพุตเสร็จแล้วจะนำค่าอินพุตนำไปเก็บไว้ก่อนจากนั้นก็กลับมาแสดงผลในหน้าจอแสดงผล และจะส่งข้อมูลไปเก็บที่ Algorithm เพื่อจะทำการประมวลผลจากนั้น ผู้ใช้งานก็จะ กดปุ่มเริ่มการ Simulation ที่หน้าจอแสดงผล จะเป็นการทำให้ Algorithm นั้นเริ่มทำการประมวลผล แล้วจากนั้นก็แสดงผลการทำ Load Balance ไปยังหน้าจอเมื่อผู้ใช้งานต้องการดูผลของการจำลอง (View result) เพียงแค่กดลงไปก็จะแสดงผลออกมาให้ผู้ใช้งานได้เห็นโดยจะแสดงเป็นแบบกราฟแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

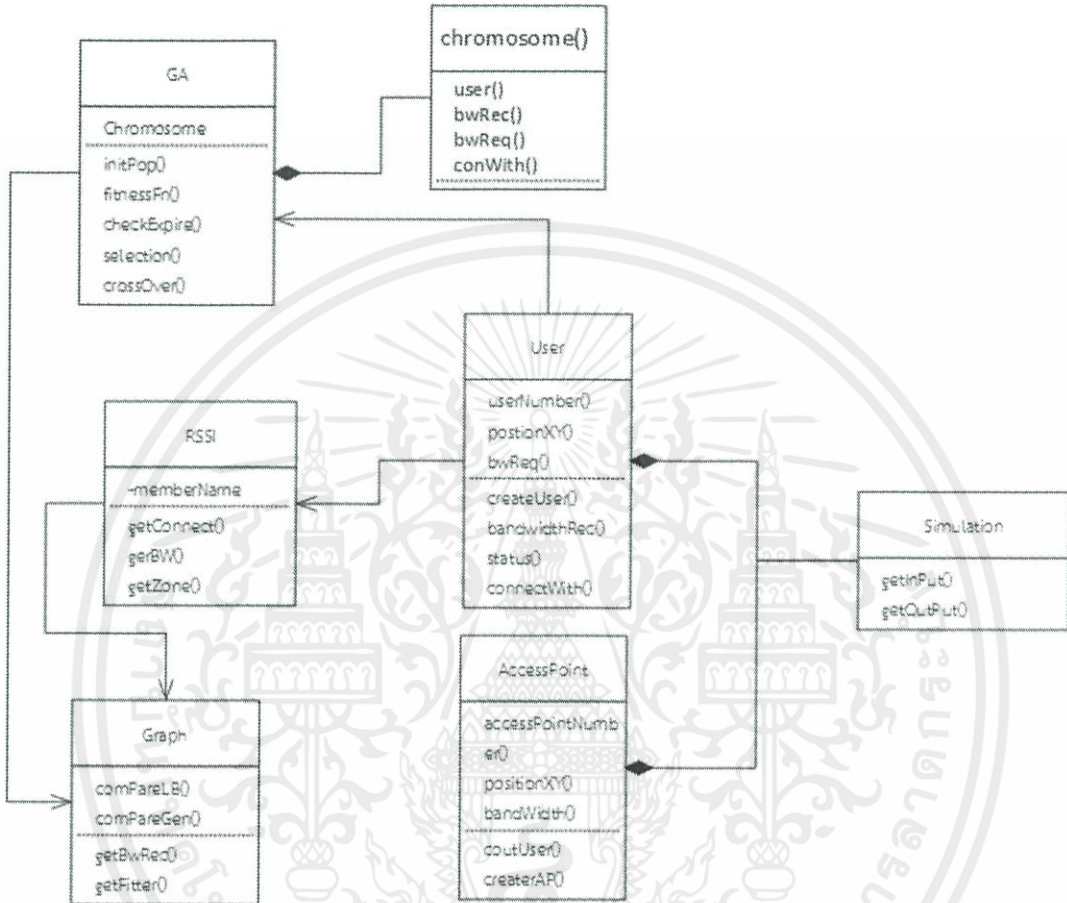
3.5.3 Flowchart ของแบบจำลอง



รูปที่ 3.10 Flowchart ของแบบจำลอง

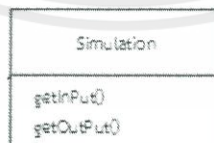
Flow chart ของโปรแกรมจะแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม โดยจะสามารถเริ่มทำการจำลองได้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้งานโปรแกรมป้อนอินพุตตามที่โปรแกรมระบุ ไม่ว่าจะกรณใด ๆ ฟังก์ชันอื่น ๆ ก็จะมีเหตุผลเบื้องหลังคือจำเป็นต้องอ้างอิงถึงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 Class diagram ของแบบจำลอง



รูปที่ 3.11 Class diagram

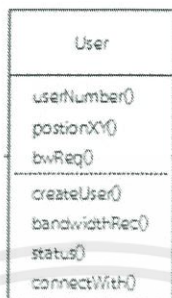
1) Simulation



รูปที่ 3.12 class simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ในด้านการค้า
 ผู้ใช้งานโปรแกรม
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งนี้ ขอสงวนสิทธิ์ให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) User



รูปที่ 3.13class User

คลาส User เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เก็บรายละเอียดของ User แต่ละตัวเพื่อมาใช้ในการทำ Load Balance โดยมีส่วนประกอบคือ ชื่อ User ตำแหน่ง XY แบนด์วิธที่ต้องการมาจากการรับ อินพุท และมีฟังก์ชันในการสร้างแบนด์วิธ รับค่าแบนด์วิธ จากการทำ Load Balance และทำการ เชื่อมต่อกับ Access Point อะไร

3) AccessPoint

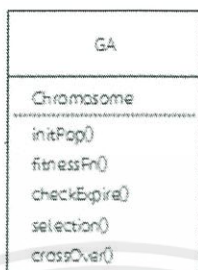


รูปที่ 3.14class AccessPoint

คลาส AccessPoint ทำหน้าที่เก็บ ชื่อ และตำแหน่งของ Access Point โดยมีการรับค่า จำนวน User ที่เชื่อมต่อกลับเข้ามาจากการทำ Load Balance ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

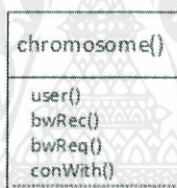
4) GA



รูปที่ 3.15 class GA

คลาส GA ทำหน้าที่โดยการรับค่าจากคลาส user มาแล้วนำมาทำฟังก์ชัน ที่เป็นการทำ Genetic Algorithm

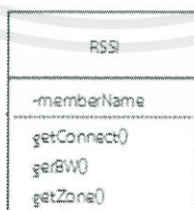
5) Chromosome



รูปที่ 3.16 class chromosome

คลาส Chromosome มาจากการทำฟังก์ชันในคลาส GA โดยจะมีข้อมูลข้างในคล้ายกับ คลาส User เนื่องจากการทำ Genetic Algorithm ใช้ตัวแปรเหล่านี้ในการทำ

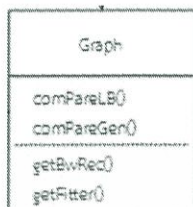
6) RSSI



รูปที่ 3.17 class RSSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 คลาส RSSI เป็นการนำข้อมูลจากคลาส User มาทำการจัดการเชื่อมต่อแบบ RSSI โดยการ
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งนั้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 สร้างการเชื่อมต่อ และการตรวจว่า User อยู่ในขอบเขตใด และการแจกแบนด์วิธ

7) Graph



รูปที่ 3.18 Class Graph

คลาส Graph เป็นการนำข้อมูลแบบตัวชี้ที่ได้รับทั้งหมดจากการทำคลาส RSSI และคลาส GA และนำมาทำการแสดงบนกราฟเปรียบเทียบกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้นมาว่าสามารถทำงานได้ตามปกติตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่โดยจะเริ่มจากการทดลองการทำงานเบื้องต้นของโปรแกรมว่าสามารถทำงานได้อย่างปกติ ไม่มีปัญหาขัดข้องจากนั้นจะทำการทดลองการทำ Load Balance ว่ามีการทำงานที่ถูกต้องตามปกติหรือไม่หรือว่ามีการทำงานที่ผิดปกติไป เมื่อทดลองว่าการทำ Load Balance ทำได้ไม่ดีแล้วจะมาทำการเปรียบเทียบ Load Balance ทั้งสองอย่างระหว่าง แบบ RSSI และ แบบ Genetic Algorithm ว่ามีข้อเสียหรือข้อดีแตกต่างกันอย่างไร

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

4.1.1 เพื่อสามารถรู้ว่าตัวโปรแกรมทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

4.1.2 เพื่อแสดงการนำ Genetic Algorithm มาใช้ในการทำ Load Balance

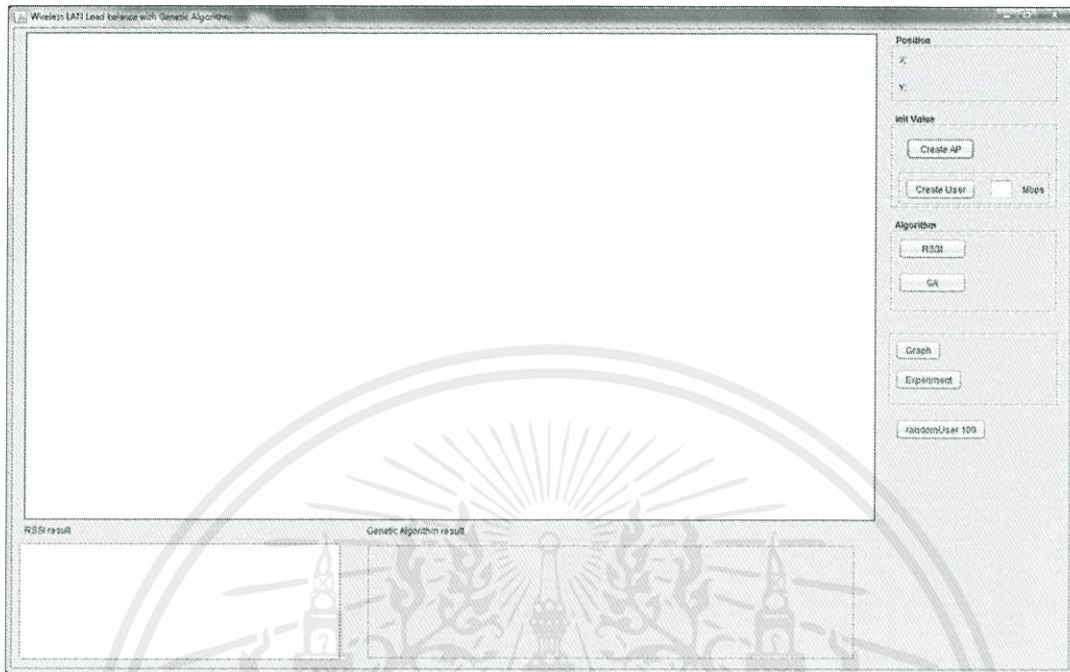
4.1.3 เพื่อเปรียบเทียบการทำงานของ Load Balance สองแบบว่ามีข้อดีแล้วข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร

4.2 ส่วนของการทดสอบโปรแกรม

4.2.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมขึ้นใช้งาน

กราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟซเมื่อทำการเปิดใช้งานโปรแกรมเพื่อรอรับคำสั่งจากผู้ใช้งานแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



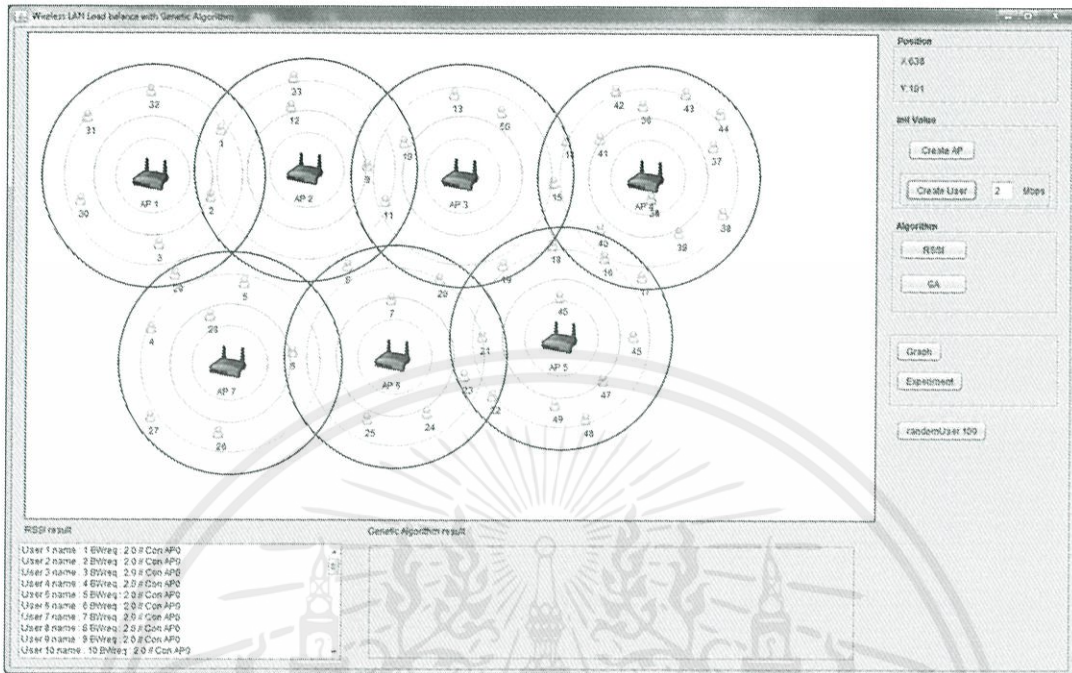
รูปที่ 4.1 แสดงกราฟฟิสิกส์เซอร์อินเตอร์เฟซของโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน

4.2.2 การทดสอบการทำงานของการทำงานการสร้างการจำลองของ Access Point และ User

ทำการทดสอบสร้าง Access Point และ User โดยการกดปุ่ม Create AP ที่หัวข้อ init Value จากนั้นคลิกที่หน้าจอแสดงผลในตำแหน่งที่ต้องการที่จะให้ Access point นั้นถูกสร้างขึ้นมา และสร้าง User โดยการกดปุ่ม Create User แล้วทำการใส่ค่าแบนด์วิธที่ต้องการให้ User ตัวนั้นทำการร้องขอการใช้งานแบนด์วิธกับ Access Point แล้วคลิกลงในหน้าจอแสดงผลเพื่อทำการสร้าง ตามตำแหน่งที่ระบุลงในหน้าจอแสดงผลเมื่อมีการคลิกที่หน้าจอแสดงผลก็จะมีผลค่า X และ Y เพื่อบอกตำแหน่งที่ตกลงไปที่หัวข้อ Position

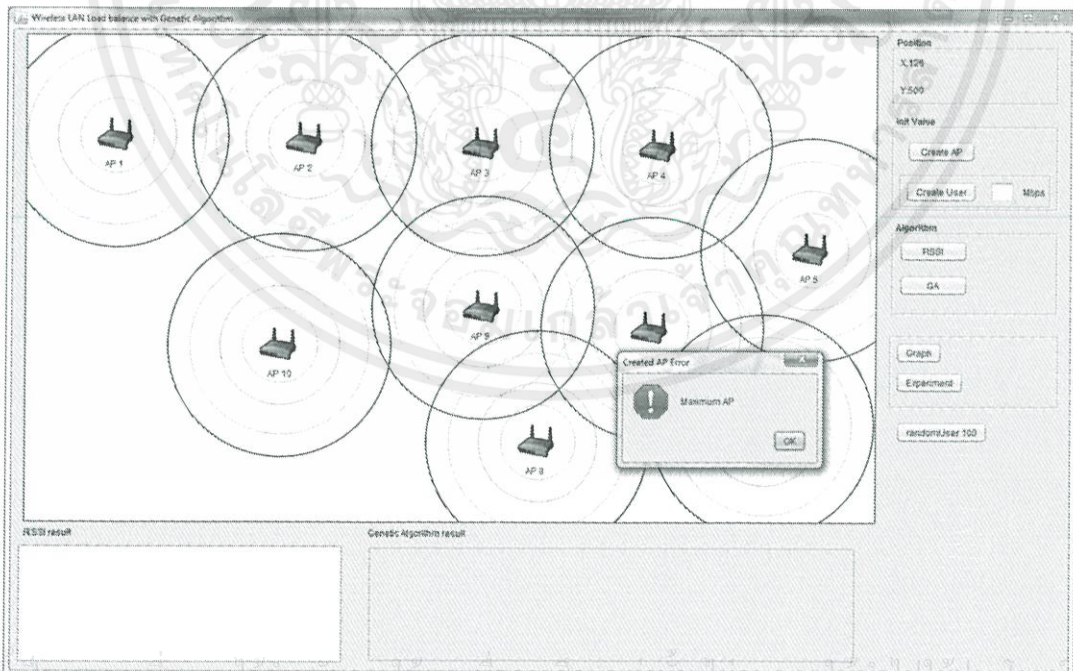
เมื่อทำการกดสร้างเรียบร้อยแล้วจะมีข้อมูลของ User ตัวนั้นแสดงอยู่ที่ RSSI result ในช่องนั้นจะมีการบอกว่า User ตัวต้องการแบนด์วิธเท่าไร แล้วทำการเชื่อมต่อกับ Access Point อะไร ถ้ายังไม่ทำการกด Algorithm ของ Load Balance แล้วก็จะไม่เกิดการแสดงผลว่าทำการเชื่อมต่อกับ Access Point อะไรนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงการสร้าง Access Point และ User

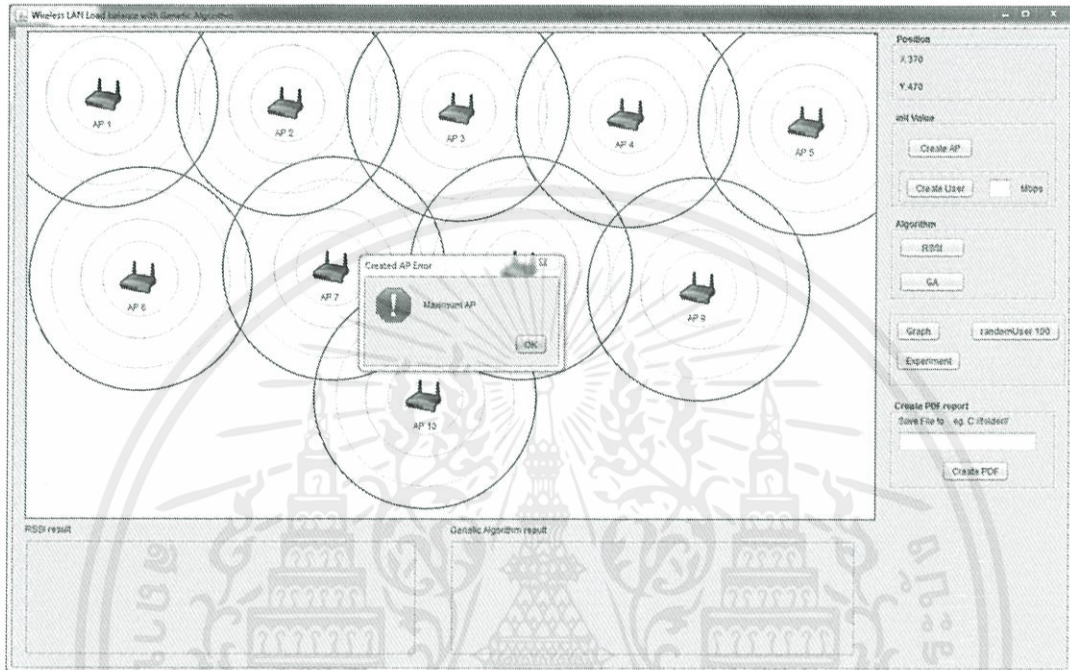
ถ้าทำการสร้าง Access Point เกิน 10 เครื่องระบบจะทำการแจ้งเตือนผู้ใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการแจ้งเตือนสร้าง Access point เกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และเผยแพร่โดยไม่หวังผลตอบแทนใด ๆ มีไว้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าทำการสร้าง User แต่ไม่มีการใส่ค่าแบนด์วิธให้ User ตัวนั้นระบบจะทำการแจ้งเตือนให้ใส่ค่าแบนด์วิธ



รูปที่ 4.4 แสดงการเตือนใส่ค่าแบนด์วิธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถทำการสร้าง User แบบสุ่มได้โดยการ ใส่จำนวน User ที่ต้องการที่ช่องใส่จำนวน และ ใส่ปริมาณแบนด์วิธที่ต้องการให้ User ตามจำนวนที่จะทำการสุ่ม

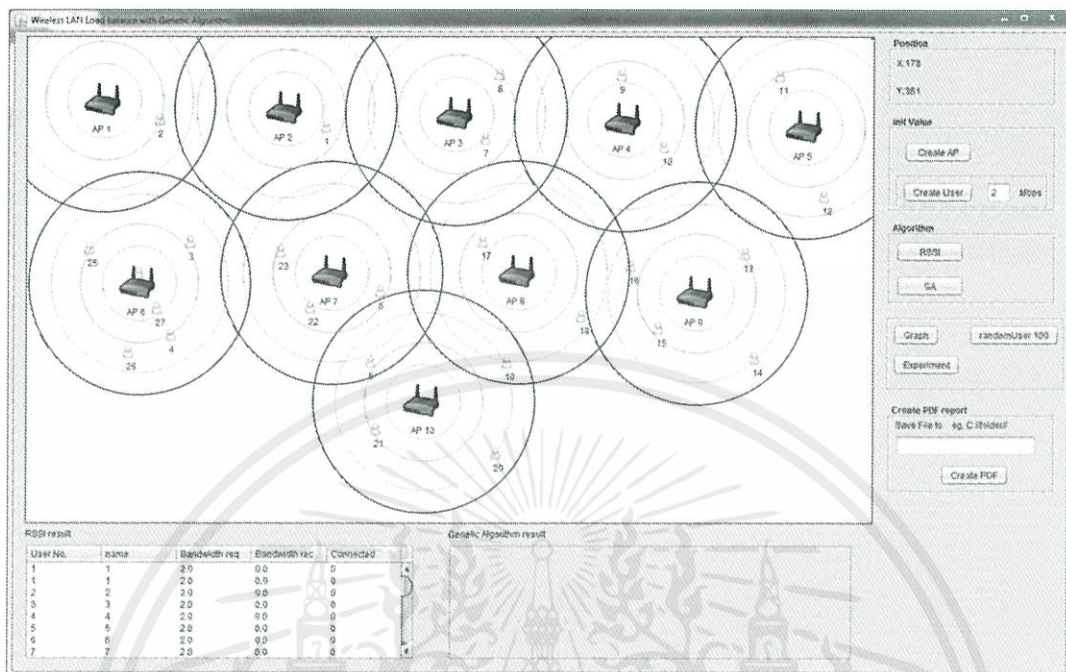


รูปที่ 4.5 แสดงการสร้าง User แบบสุ่มตามจำนวนที่กำหนด

4.2.3 การทดสอบการแสดงผลการทำงานของ RSSI

ทำการทดสอบการทำงานของ Load Balance แบบ RSSI โดยการกำหนด User และ Access Point ลงในหน้าจอแสดงผลเมื่อกำหนดอินพุตทั้งหมดแล้วให้กดปุ่ม RSSI ที่ช่อง Algorithm จากนั้นจะทำการประมวลผลในแบบ RSSI โดยผลลัพธ์ที่ได้ออกมาคือ ช่อง RSSI result จะแสดงผ่านตารางในหัวข้อเป็น User คนที่เท่าไร มีการเรียกขอแบนด์วิธเท่าไร ได้รับแบนด์วิธเท่าไร และทำการเชื่อมต่อกับ Access Point เครื่องที่เท่าไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

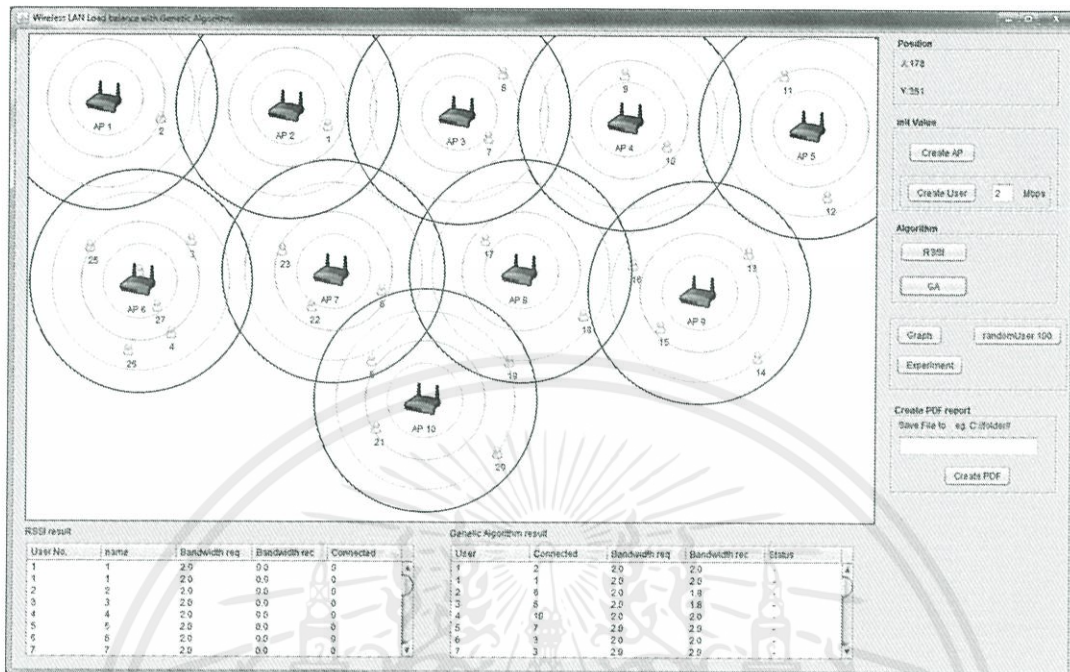


รูปที่ 4.6 แสดงผลการทำงานของ RSSI

4.2.4 การทดสอบการแสดงผลการทำงานของ Genetic Algorithm

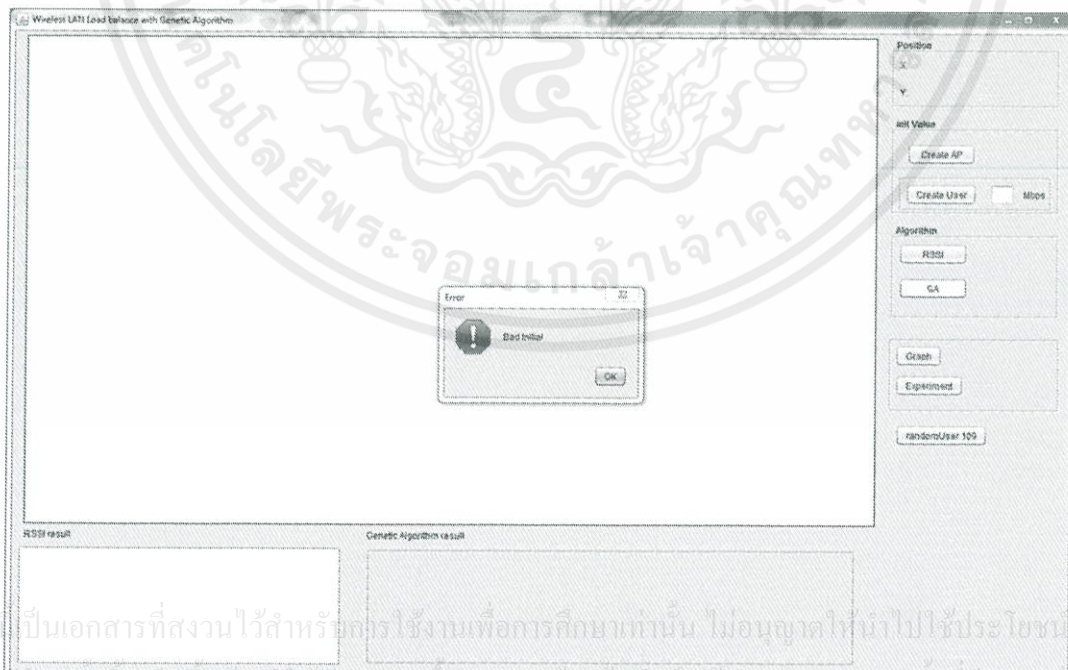
ทำการทดสอบการทำงานของ Load Balance แบบ Genetic Algorithm เมื่อทำการเลือก Load Balance แบบ RSSI เรียบร้อยแล้วจะสามารถทำการใช้ Load Balance แบบ Genetic Algorithm ได้เนื่องจากต้องมีการจำลองการทำงานแบบปกติก่อนเพื่อให้ Genetic Algorithm สามารถนำไปใช้ในกระบวนการได้ และเมื่อมีการกดปุ่ม GA ก็จะทำให้การประมวลผล Genetic Algorithm แล้วจากนั้นจะทำการแสดงผลที่ช่อง Genetic Algorithm result โดยจะแสดงว่าเป็นตารางที่แสดงหัว User คนที่เท่าไร แบนด์วิธที่ต้องการได้เท่าไร มีการเชื่อมต่อครั้งใหม่กับ Access point เครื่องไหน และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรเมื่อเทียบกับ Load Balance แบบ RSSI โดยจะแสดงแทนด้วยลูกศรขึ้น เมื่อมี User ตัวนั้นได้รับแบนด์วิธเพิ่มขึ้น ลูกศรลงเมื่อได้รับแบนด์วิธน้อยกว่าเดิม และเครื่องหมายขีดถ้า User ตัวนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงแบนด์วิธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงผลการทำงานของ Genetic Algorithm

ถ้าใส่อินพุตไม่ครบคือ ไม่ได้ใส่ User หรือ Access Point แล้วทำการกดจำลอง Load Balance ระบบจะทำการเตือนโดยมีการแจ้งขอความเตือนขึ้นมาตามรูปด้านล่าง

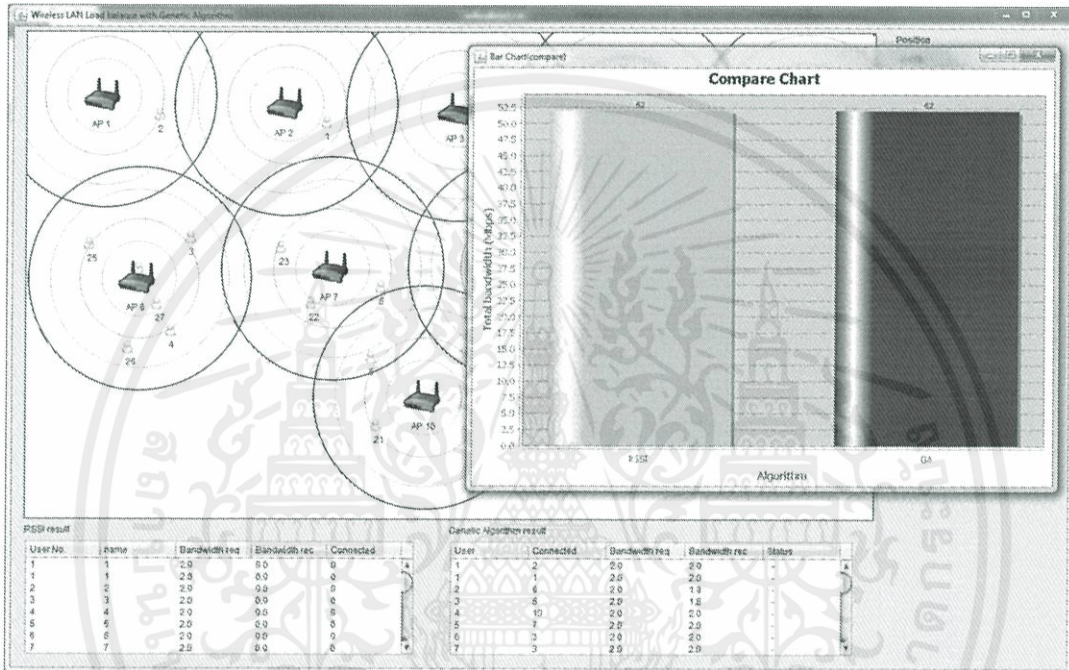


รูปที่ 4.8 แสดงการเตือนอินพุตไม่ครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุที่ขอยกเว้นลิขสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำป้ใช้

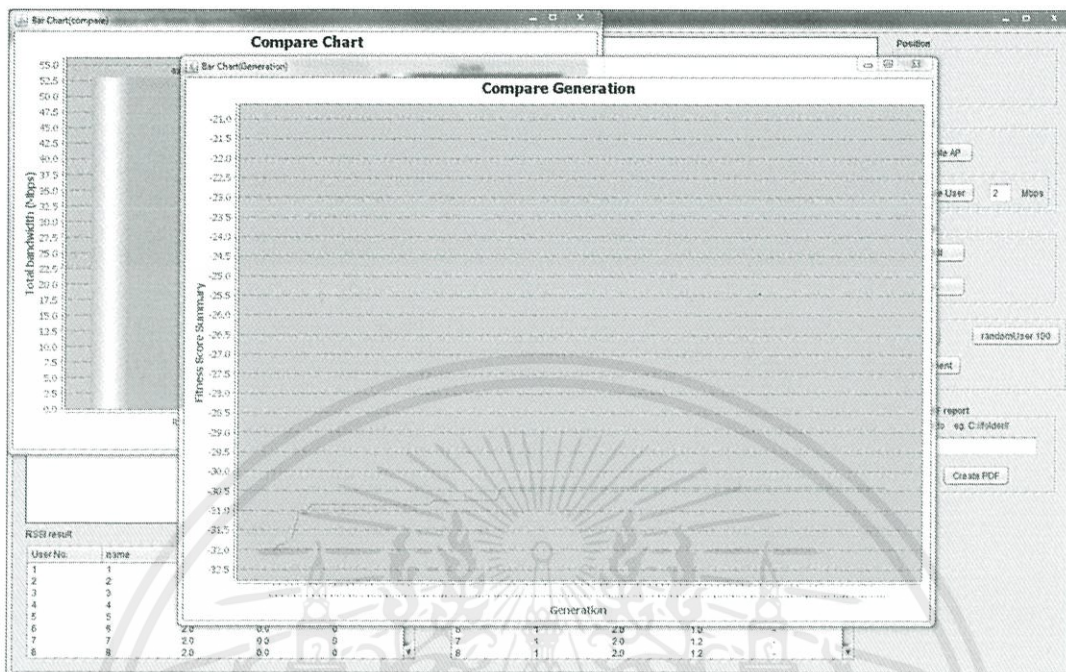
4.2.5 การทดสอบการแสดงกราฟเปรียบเทียบ Load Balance

กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างสอง Load Balance เมื่อทำกระบวนการจำลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะสามารถดูผลลัพธ์ของปริมาณแบนด์วิดท์จากทุก User ได้โดยเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่าง Load Balance ทั้งสองอย่าง



รูปที่ 4.9 แสดงกราฟเปรียบเทียบ Load Balance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

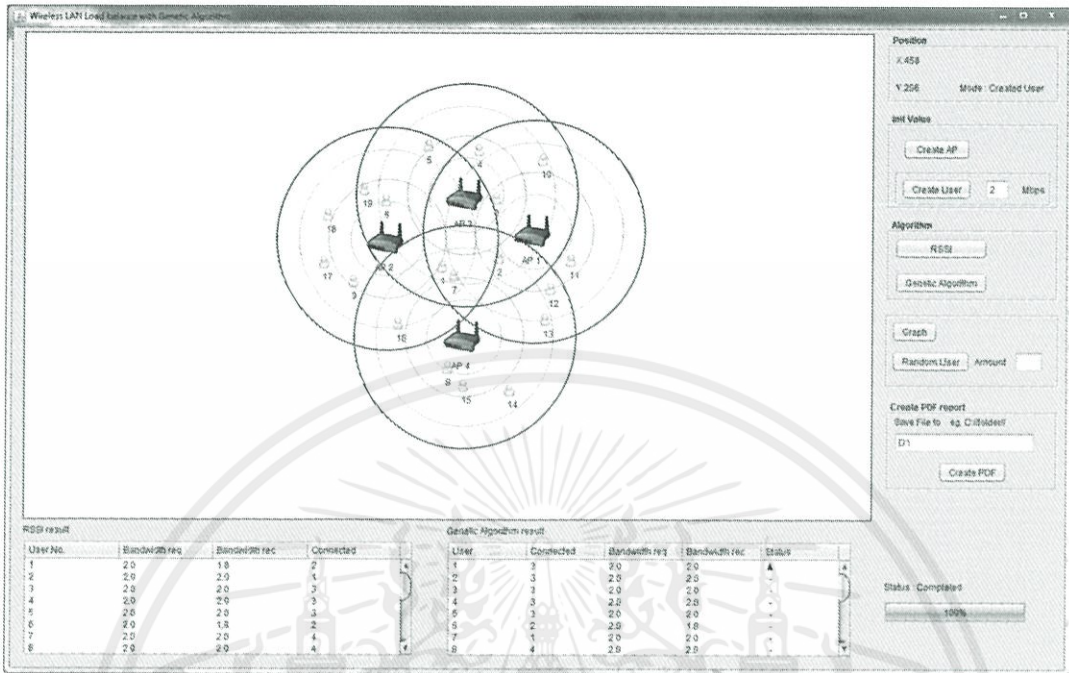


รูปที่ 4.10 แสดงกราฟเปรียบเทียบแต่ละ Generation

4.2.6 การทดสอบการนำกราฟออกเป็นไฟล์ PDF

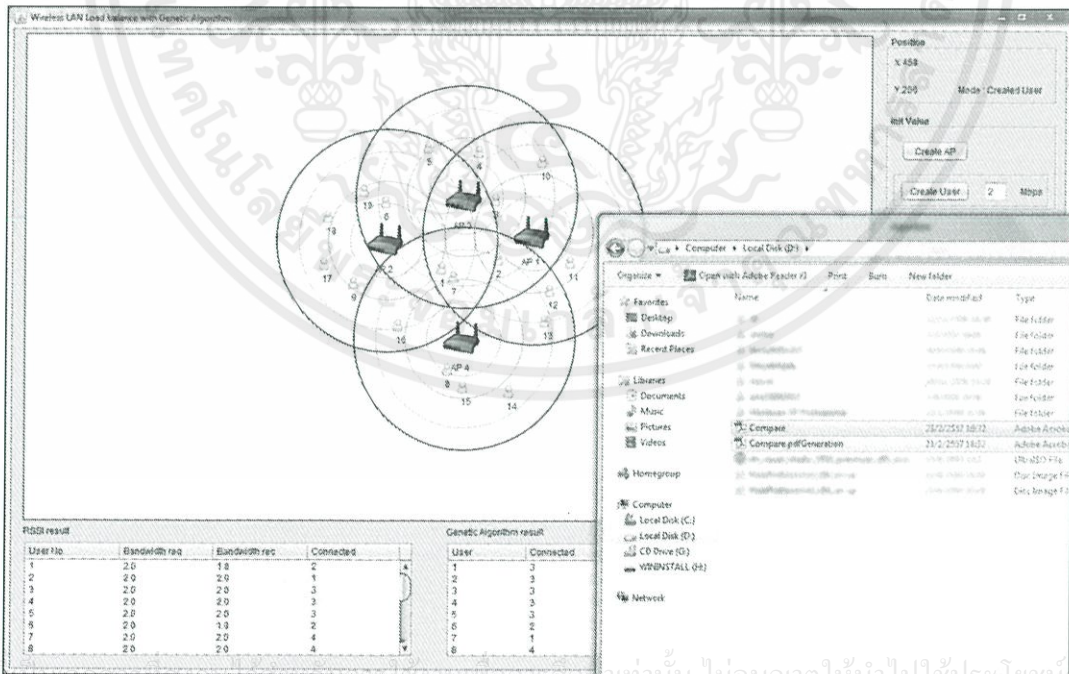
เมื่อทำการแสดงกราฟเสร็จแล้วและต้องการที่จะนำกราฟออกมาเพื่อใช้เป็นเอกสารสามารถทำงานได้โดยการใส่ที่อยู่ของเอกสารที่ต้องการให้เอกสารนั้นจัดเก็บที่ไหนแล้วจึงทำการกดปุ่ม Create PDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงการที่อยู่ที่จะจัดเก็บเอกสาร

จากนั้นเราจะมาตรวจเช็คค่าเอกสารถูกต้องหรือไม่ยังที่จัดเก็บเอกสาร



รูปที่ 4.12 แสดงการตรวจสอบเอกสาร PDF

เอกสารเป็นเอกสารที่แจ้งกรณีการแจ้งเตือนให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนของการเปรียบเทียบ Load Balance สองชนิด

จะทำการจำลองสถานการณ์ที่มีจำนวน User และแบนด์วิธ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เพื่อแสดงการเปรียบเทียบการทำงานของ Genetic Algorithm ว่าสามารถทำงานได้ดีในช่วงใด และ ทำงานได้ไม่ดีในช่วงใดบ้าง

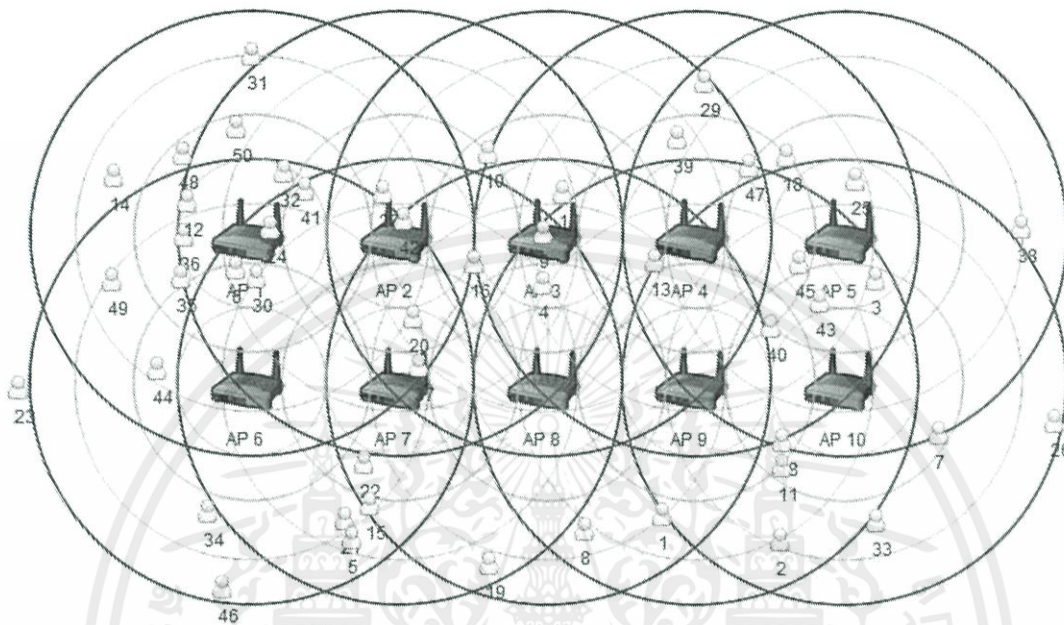
4.3.1 ทำการทดลองโดยให้มีการกระจายตัวกันของ User เท่าๆกันในแต่ละ Access Point

การตั้งค่าของการทดลอง

- 1) การกำหนดให้มีจำนวน User ทั้งหมด 50 ,100 ,150 และ 200 โดยตำแหน่งของ User มาจากการสุ่มในพื้นที่ที่กำหนดไว้ให้อยู่ในรัศมีของ Access Point และมีจำนวนแบนด์วิธ 0.5 ,1.0 ,1.5 และ 2.0 Mbps
- 2) การกำหนดตำแหน่งของ Access Point แบ่งให้เป็น 2 แถว แถวละ 5 เครื่อง และ กำหนดให้ Access Point มีตำแหน่งห่างกัน 100 เมตร
- 3) มีการทดลองการทำ Genetic Algorithm 4 ครั้งเพื่อทดสอบโอกาสที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ทดลองให้จำนวน User 50 ตัว โดยมีการสุ่มที่อยู่ของ User ได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 50 ตัว

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง User 50ตัว ของ Genetic Algorithm

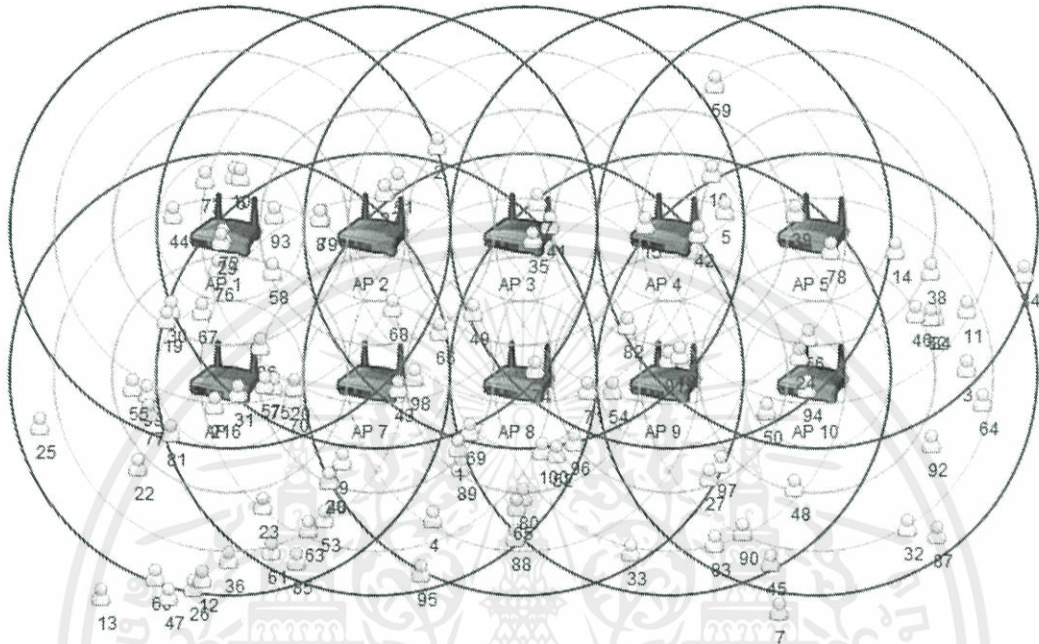
จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
0.5 Mbps	24 Mbps	24 Mbps	24 Mbps	24 Mbps
1.0 Mbps	47.538 Mbps	47.385 Mbps	47.538 Mbps	47.385 Mbps
1.5 Mbps	63.95 Mbps	63.731 Mbps	64.577 Mbps	63.923 Mbps
2.0 Mbps	78.09 Mbps	77.756 Mbps	77.41 Mbps	79.423 Mbps

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของ User 50 ตัวของ RSSI

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1
0.5 Mbps	24 Mbps
1.0 Mbps	46 Mbps
1.5 Mbps	62 Mbps
2.0 Mbps	75.167 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าทางใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้งข้ออ้างจนถึงเจตนาทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ทดลองให้จำนวน User 100 ตัว โดยมีการสุ่มที่อยู่ของ User ได้ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 100 ตัว

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง User 100ตัวของ Genetic Algorithm

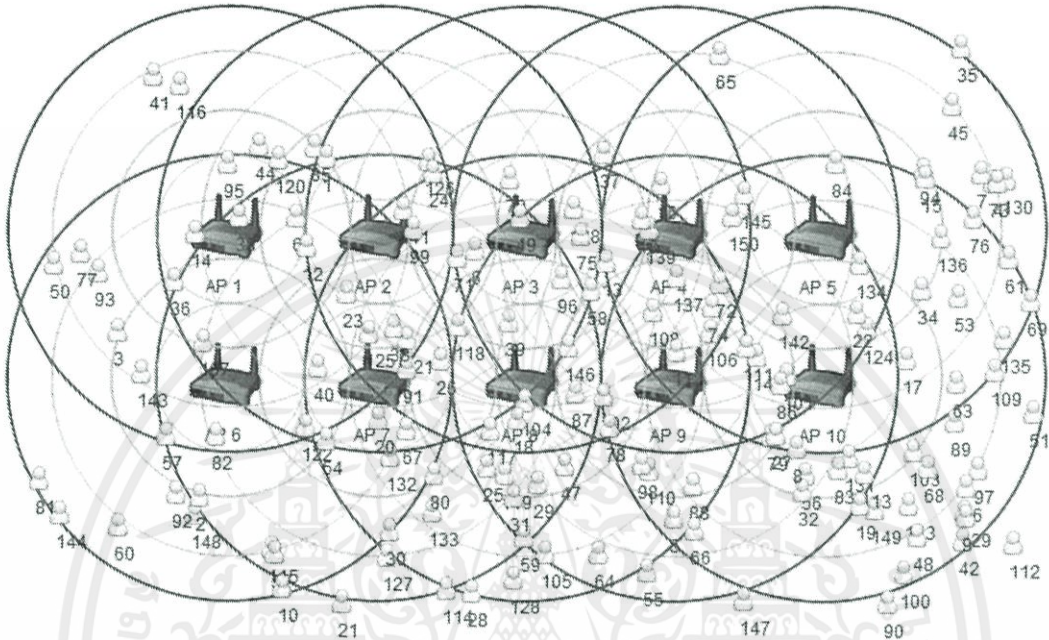
จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
0.5 Mbps	48.5 Mbps	48.5 Mbps	48.5 Mbps	48.5 Mbps
1.0 Mbps	87.521 Mbps	86.438 Mbps	87.875 Mbps	86.625 Mbps
1.5 Mbps	102.35 Mbps	100.88 Mbps	103.21 Mbps	104.00 Mbps
2.0 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองของ User 100 ตัวของ RSSI

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1
0.5 Mbps	48.5
1.0 Mbps	80
1.5 Mbps	93
2.0 Mbps	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังสงวนลิขสิทธิ์และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ทดลองให้จำนวน User 150 ตัว โดยมีการสุ่มที่อยู่ของ User ได้ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 150 ตัว

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลอง User 150 ตัวของ Genetic Algorithm

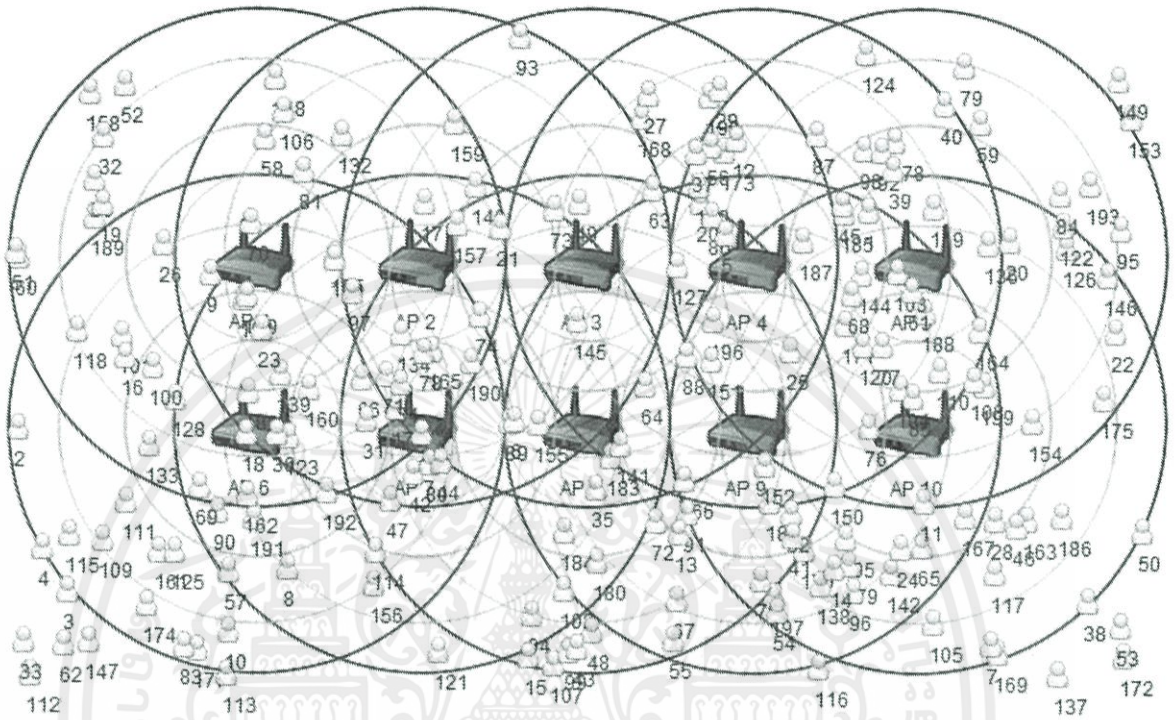
จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
0.5 Mbps	69.34 Mbps	68.876 Mbps	69.031 Mbps	69.118 Mbps
1.0 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps
1.5 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps
2.0 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองของ User 150 ตัวของ RSSI

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1
0.5 Mbps	67 Mbps
1.0 Mbps	104 Mbps
1.5 Mbps	110 Mbps
2.0 Mbps	110 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง 2.0 Mbps แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ 110 การทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

○ ทดลองให้จำนวน User 200 ตัว โดยมีการสุ่มที่อยู่ของ User ได้ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 200 ตัว

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลอง User 200 ตัวของ Genetic Algorithm

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
0.5 Mbps	87.144 Mbps	87.205 Mbps	86.703 Mbps	87.354 Mbps
1.0 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps
1.5 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps
2.0 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps	110 Mbps

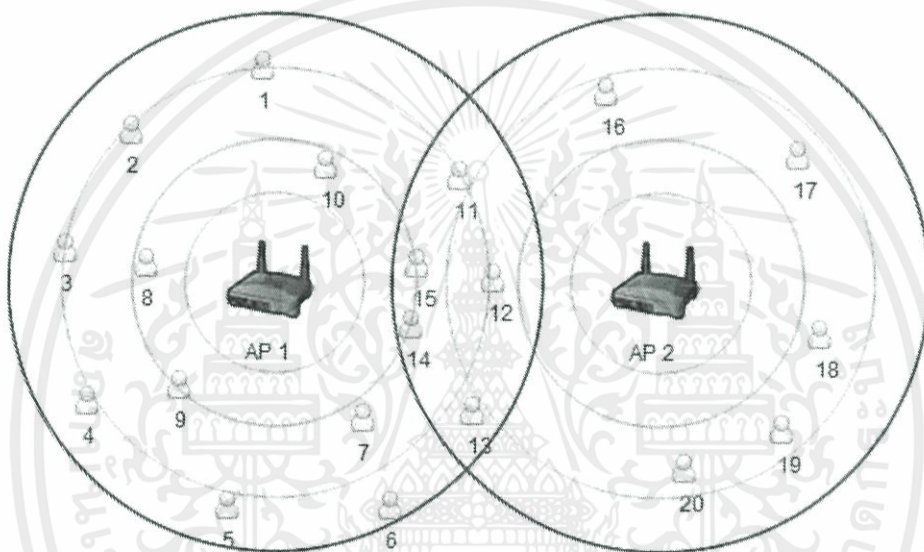
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของ User 200 ตัวของ RSSI

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1
0.5 Mbps	84 Mbps
1.0 Mbps	106 Mbps
1.5 Mbps	109.625 Mbps
2.0 Mbps	110 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง 2.0 Mbps แปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้า 110 Mbps ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ทำการทดลองโดยมีการให้ User หนาแน่นไปใน Access Point เครื่องใดเครื่องหนึ่ง

- 1) การกำหนดให้มีจำนวน User ทั้งหมด 20 โดยตำแหน่งของ User มีความหนาแน่นที่ Access Point เครื่องใดเครื่องหนึ่ง และให้มีแบนด์วิธที่ 0.5 ,1 1.5 และ 2.0 Mbps
- 2) การกำหนดตำแหน่งของ Access Point 2 เครื่องให้มีพื้นที่ทับซ้อนกันโดยประมาณ มีพื้นที่ทับซ้อนกันอยู่
- 3) มีการทดลองการทำ Genetic Algorithm 4 ครั้งเพื่อทดสอบโอกาสที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด



รูปที่ 4.17 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 200 เครื่อง

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลอง User 20 ตัวของ Genetic Algorithm

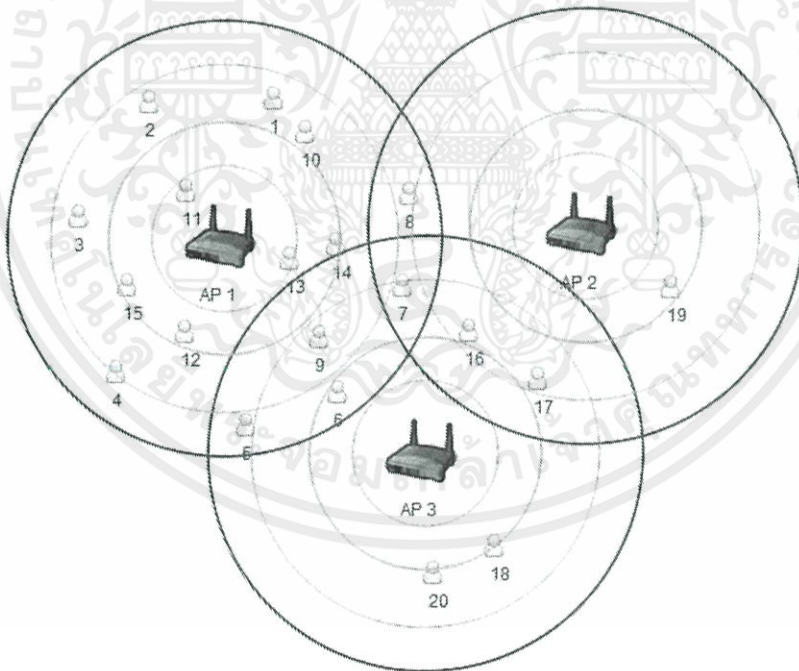
จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
0.5 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps
1.0 Mbps	19.083 Mbps	19 Mbps	19 Mbps	19.167 Mbps
1.5 Mbps	21.625 Mbps	21.792 Mbps	62.625 Mbps	21.625 Mbps
2.0 Mbps	21.556 Mbps	21.778 Mbps	21.556 Mbps	21.556 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองของ User 20 ตัวของ RSSI

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1
0.5 Mbps	10 Mbps
1.0 Mbps	19 Mbps
1.5 Mbps	21.625 Mbps
2.0 Mbps	21.778 Mbps

- 1) การกำหนดให้มีจำนวน User ทั้งหมด 20 โดยตำแหน่งของ User มีความหนาแน่นที่ Access Point เครื่องใดเครื่องหนึ่ง และให้มีแบนด์วิธที่ 0.5 ,1 1.5 และ 2.0 Mbps
- 2) การกำหนดตำแหน่งของ Access Point 2 เครื่อง ให้มีพื้นที่ทับซ้อนกันโดยประมาณ มีพื้นที่ทับซ้อนกันอยู่
- 3) มีการทดลองการทำ Genetic Algorithm 4 ครั้งเพื่อทดสอบโอกาสที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด



รูปที่ 4.18 ภาพแสดงตำแหน่งของ User 200ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลอง User 20 ตัวของ Genetic Algorithm

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4
0.5 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps	10 Mbps
1.0 Mbps	20 Mbps	20 Mbps	20 Mbps	20 Mbps
1.5 Mbps	25.2 Mbps	25.2 Mbps	24.8 Mbps	24.8 Mbps
2.0 Mbps	28.967 Mbps	28.967Mbps	27.133 Mbps	28.233 Mbps

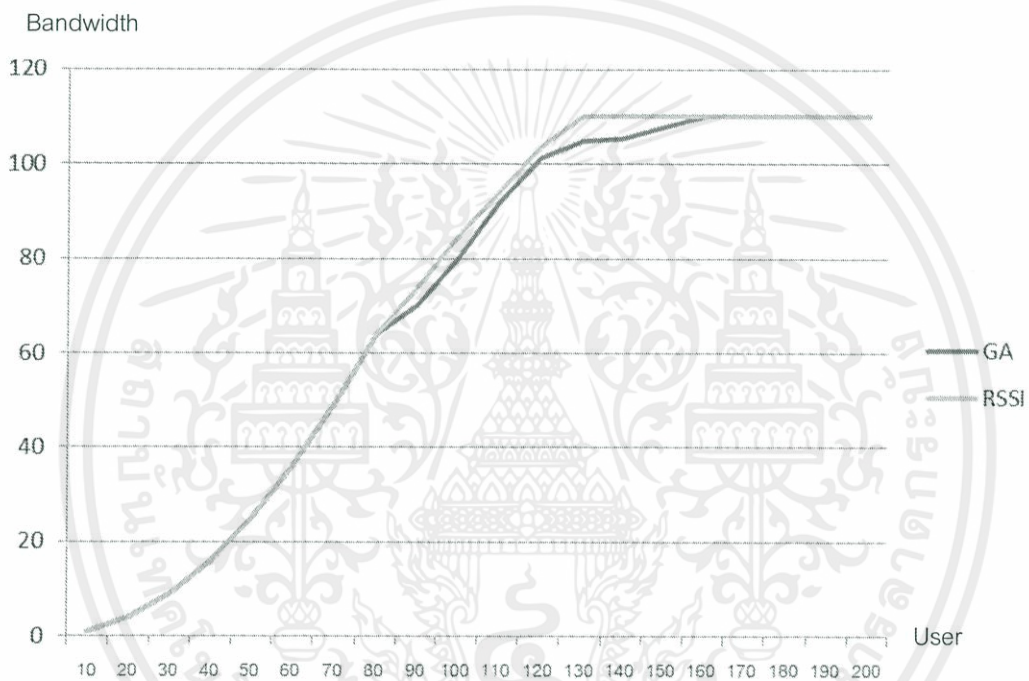
ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองของ User 200 ตัวของ RSSI

จำนวนแบนด์วิธ	ครั้งที่1
0.5 Mbps	10 Mbps
1.0 Mbps	19 Mbps
1.5 Mbps	21.625 Mbps
2.0 Mbps	28.8 Mbps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ทำการทดลองโดยให้ปริมาณ User และ ความต้องการแบนด์วิธเพิ่มขึ้นแบบ สอดคล้องกัน

โดยการทดลองนี้จะให้จำนวน User และแบนด์วิธเพิ่มขึ้นอย่างสอดคล้องกัน และใช้การวาง Access Point แต่ละเครื่องเหมือนในการทดลองแรกคือ 2 แถว แถวละ 5 ตัวจะได้ผลการทดลองดัง กราฟด้านล่างนี้



รูปที่ 4.19 กราฟเส้นแสดงเปรียบเทียบระหว่างสอง Load Balance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปของโครงการ

จากการศึกษาการทำ Load balance แบบ RSSI และการศึกษา Genetic Algorithm และได้นำมาออกแบบเป็น Load Balance อีกชนิดหนึ่ง การสร้างแบบจำลองเพื่อจะนำมาใช้ในการจำลองเปรียบเทียบ Load Balance แบบ RSSI และแบบ Genetic Algorithm เพื่อให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

จากการทดลองใช้ Load Balance ทั้งสองแบบ โดยแบบ RSSI จะเห็นได้ว่าเป็นการเลือกการเชื่อมต่อของ User โดยจะเชื่อมต่อกับ Access Point ที่อยู่ใกล้ที่สุดซึ่งจะทำให้ Access Point ไม่มีกลไกที่จะใช้ในการจัดการ Load Balance ให้ดีขึ้นได้เมื่อมี User ทำการเชื่อมต่อเข้ามาเยอะก็จะไม่สามารถให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยดูจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า RSSI มีจำนวนแบนด์วิธที่น้อยกว่าหรือใกล้เคียงกับแบบ Genetic Algorithm โดยการทำงานของ Genetic Algorithm จะเห็นได้ว่าการจัด Load Balance ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่คาดหวังไว้โดยการทำงานจะเห็นได้ว่ามีปริมาณแบนด์วิธที่มากกว่าของ RSSI และจากการทดลองอาจจะเห็นว่ามีปริมาณแบนด์วิธที่น้อยกว่า RSSI สืบเนื่องมาจากการทำ Genetic Algorithm ในขั้นตอน การสุ่มประชากร(initial Population)อาจจะทำการสุ่มประชากรผิดพลาดทำให้ไม่สามารถที่จะให้ผลลัพธ์ที่ดีได้แม้จะมีอัลกอริธึมที่จะใช้หาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแล้วก็ตาม

การทำงานของ Genetic Algorithm ในการจัด Load Balance สามารถทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ Access Point เครื่องหนึ่งมีการเชื่อมต่อหนาแน่น และ Access point อื่นๆ อยู่ในระยะที่สามารถที่จะช่วยบริการ User ตัวอื่นได้เหมือนกัน Genetic Algorithm ก็จะทำการจัดการย้ายการเชื่อมต่อมายังอีก Access Point เครื่องอื่นที่มีการเชื่อมต่อน้อยและอยู่ในระยะที่สามารถให้บริการได้กับ User นั้น แต่การย้ายการเชื่อมต่ออาจจะไม่เกิดการย้าย User ทุกตัวเนื่องจากการทำงานอาจจะไม่สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ ข้อจำกัดของการทำงาน Genetic Algorithm ก็คือการกระจายตัวที่ดีแล้วของ User ทำให้มีการจัดการเชื่อมต่อใหม่แล้วอาจจะไม่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้นและขีดจำกัดในการให้บริการแบนด์วิธของ Access Point อย่างเช่น User อยู่ในระยะไกลแต่ต้องการแบนด์วิธสูงก็ไม่สามารถที่จะให้บริการได้อย่างเต็มที่เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ Genetic Algorithm สามารถแก้ปัญหาได้ตามที่คาดหวังไว้แต่ก็ยังเกิดข้อผิดพลาดอยู่บ้างโดยการทำงานที่จะเห็นผลลัพธ์ของ Genetic Algorithm คือการแก้ปัญหาความหนาแน่นของ Access Point เครื่องใดเครื่องหนึ่งนั่นเอง

5.2 ปัญหา และอุปสรรค

- 1) การทำงานของ Genetic Algorithm อาจเกิดการผลลัพธ์ที่ผิดพลาดได้จากการสุ่มประชากรผิดพลาดไปจึงได้ผลลัพธ์ที่มีปริมาณแบนด์วิธน้อยกว่าแบบ RSSI
- 2) เมื่อมีพื้นที่ทับซ้อนกันของ Access point เยอะแล้วก็จะทำให้เกิดการสุ่มประชากรที่ผิดพลาดอีกเช่นกัน จึงทำให้ไม่สามารถได้ผลลัพธ์ตามที่คาดการณ์ไว้
- 3) การออกแบบ Genetic Algorithm ที่สร้างนั้นมีความซับซ้อนถ้าต้องการให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต้องทำการออกแบบและทดลองหลายครั้ง จึงทำให้เสียเวลาในการออกแบบ

5.3 แนวทางในการพัฒนาแบบจำลองต่อ

- 1) พัฒนาแบบจำลองให้มีการเลือกใช้ Access Point ได้หลากหลายมาตรฐานมากขึ้นเพื่อที่จะสามารถทดลองการทำ Genetic Algorithm กับ Access Point มาตรฐานอื่น
- 2) พัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานให้มีการใช้งานที่สะดวก และง่ายต่อการทำความเข้าใจและใช้งานมากขึ้น
- 3) พัฒนา Genetic Algorithm ให้ดีขึ้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการที่จะช่วย Load Balnce ของระบบเครือข่าย
- 4) ควรพัฒนาให้มีการเพิ่มสภาพแวดล้อมลงไป ให้มีผลต่อการกระจายสัญญาณเพื่อความสมจริงมากยิ่งขึ้น
- 5) พัฒนาให้ User สามารถเคลื่อนที่ได้ และสามารถปรับเปลี่ยนแบนด์วิธที่ต้องการเป็นช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แนวทางในการนำไปพัฒนาใช้จริง

ในการนำไปใช้จริงนั้นเราจำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางเพื่อใช้ในการจัดทำ Load Balance ให้กับ Access Point และเราจะแบ่งออกเป็นสองส่วนที่ต้องใช้พัฒนาคือส่วนของ User กับ Access Point

ส่วนของ User เราจะต้องให้มีโปรโตคอลที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้ของกันโดยการที่จะให้ User ทำการแจ้งว่าต้องการใช้การทำงาน Load Balance แบบใดก่อน แล้วจึงให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจาก User ว่าตอนนี้อยู่ในรัศมีที่สามารถเชื่อมต่อกับ Access Point ได้อยู่โดยการทำงานนั้นจะช่วยให้ เซิร์ฟเวอร์สามารถรับรู้ได้ว่า User สามารถเชื่อมต่อกับ Access Point ได้บ้างเพื่อจะนำไปใช้ในการทำ Load Balance เมื่อเซิร์ฟเวอร์มีการจัดทำ Load Balance เสร็จแล้วจะมีการนำส่งข้อมูลไปยัง Access Point ให้ทำการแจ้งกับ User ว่าให้มีการตัดการเชื่อมต่อกับ Access Point เครื่องนี้ และทำการเชื่อมต่อไปยัง Access Point อีกเครื่องหนึ่งนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

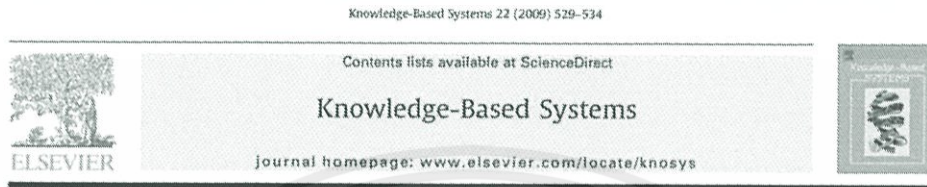
บรรณานุกรม

- [1] Pichaya(นามแฝง). “Introduction: Parallel & Distributed Simulation Systems”
[Online]. Available : <http://fivedots.coe.psu.ac.th/~pichaya/pdss/>
- [2] Psukb(นามแฝง). “ทฤษฎีอัลกอริทึมทางพันธุศาสตร์”[Online]. Available
:http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2065/7/293246_ch3.pdf
- [3] cpe.rmutt : “Wireless Technology”[Online].Available :
cpe.rmutt.ac.th/comnet/_Computer.../Wireless%20Technology.docx
- [4] Giuseppe Anastasi : “IEEE 802.11b Ad Hoc Networks: Performance
Measurements”
Dept. of Information Engineering, University of Pisa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ก.1



Wireless LAN load balancing with genetic algorithms

Ted Scully*, Kenneth N. Brown

Centre for Telecommunications Value-chain Research, Cork Constraint Computation Centre, Department of Computer Science, University College Cork, Ireland

ARTICLE INFO

Article history:
Available online 9 January 2009

Keywords:
Optimization
Genetic algorithms
Micro-genetic algorithms
WLANs

ABSTRACT

In recent years IEEE 802.11 wireless local area networks (WLANs) have become increasingly popular. Consequently, there has also been a surge in the number of end-users. The IEEE 802.11 standards do not provide any mechanism for load distribution and as a result user quality of service (QoS) degrades significantly in congested networks where large numbers of users tend to congregate in the same area. The objective of this paper is to provide load balancing techniques that optimise network throughput in areas of user congestion, thereby improving user QoS. Specifically, we develop micro-genetic and standard genetic algorithm approaches for the WLAN load balancing problem, and we analyse their strengths and weaknesses. We also compare the performance of these algorithms with schemes currently in use in IEEE 802.11 WLANs. The results demonstrate that the proposed genetic algorithms give a significant improvement in performance over current techniques. We also show that this improvement is achieved without penalising any class of user.

© 2009 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

The uptake in popularity of IEEE 802.11 wireless local area networks (WLANs) in recent years has been remarkable, WLANs are now the most popular technology used to provide broadband access to IP networks such as extended home networks and internet access in public locations [17]. The proliferation of WLANs has resulted in an ever-increasing number of end-users with heterogeneous quality of service (QoS) requirements. In addition these users tend to congregate in certain areas of the network for various reasons such as availability of favourable network connectivity, proximity to power outlets and coffee shops [1]. Such behaviour leads to congestion at particular areas within the network. Such congestion creates an unbalanced load in the network and reduces overall network throughput.

A WLAN typically provides a number of Access Points (APs) that provide service to users in a particular geographical area. Users select access points based on the strongest received signal strength indicator (RSSI) [17]. Thus although a congested area may be offered service by several APs, if the users are clustered together, they will tend to be connected to the same AP. The more users that are connected to a single AP, the less bandwidth they will receive. For example, in the simple scenario depicted in Fig. 1, all users are connected to AP B because it has the strongest signal strength for each user. The resulting system imbalance can be easily rectified

if users 1 and 3 migrate to AP A and users 5 and 6 migrate to AP C. For the sake of illustration, we assume that the users depicted in Fig. 1 have homogeneous demands.

The objective of this paper is to provide efficient algorithms for solving the WLAN load balancing problem: distribute users amongst a set of APs to maximise the average bandwidth per user. Therefore, the algorithms will assign each user to an AP as opposed to each user making that choice independently. Since users connect to and disconnect from the network in real time, we are also interested in efficiency with which the algorithms deliver effective solutions.

We propose two genetic-based load balancing algorithms. The first is a standard genetic algorithm (GA), which we refer to as *MacroGA*, while the second is a micro-genetic algorithm, which we refer to as *MicroGA*. In the context of the WLAN load balancing problem, GAs are attractive as candidate solutions because of their ability to discover good solutions rapidly in difficult high dimensional problems. We evaluate, via simulations, the performance of the GAs and demonstrate that they provide significant enhancements over the standard RSSI approach and other popular load balancing mechanisms. Further, we demonstrate that they do not achieve this by penalising any obvious class of user. The rest of this paper is structured as follows. Section 2 discusses background knowledge and motivates the use of genetic algorithms as potential solutions. Section 3 provides a problem description. Section 4 presents the implementation details of *MicroGA* and *MacroGA*. Section 5 empirically analyses the performance of the proposed solutions. Finally, conclusions are drawn and future areas of research are identified in Section 6.

* Corresponding author. Tel.: +353 87 6391184.
E-mail addresses: Ted.Scully@lit.ie (T. Scully), K.Brown@cs.ucc.ie (K.N. Brown).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

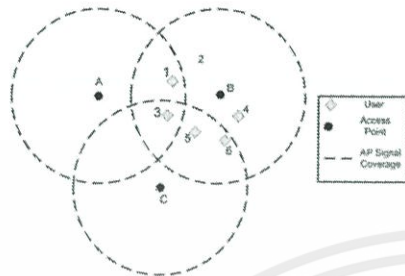


Fig. 1. A basic IEEE WLAN configuration.

2. Motivation and background knowledge

GAs are population-based meta-heuristic optimization algorithms based on an analogy to biological evolution and have been successfully applied to a broad range of real-world NP-Hard problems such as scheduling [13] and data-mining [11]. Standard GAs generate a relatively large population of candidate solutions (there may be several hundred) and iteratively evolve these solutions over time. In contrast, a micro-GA algorithm has a small population size that is periodically reinitialized. The idea of utilising a small population GA was first proposed by Goldberg [9]. He evolved the population using normal genetic operators until it reached a nominal convergence, that is until each individual in the population had the same or similar genotype. When convergence occurred, the fittest individual from the population was copied into a new empty population; the remaining places in the population were filled by randomly generated individuals. The first comparison between standard GAs and micro GAs was performed by Krishnakumar [12]. A micro GA similar to that proposed by Goldberg [9] was proposed and compared with a standard GA. The result demonstrated that the micro GA actually outperformed the standard GA on a number of problem sets. Subsequently, many other researchers have developed applications of micro-GAs ranging from multi-objective optimization [6] to constraint satisfaction problems [7]. However, to the best of our knowledge, the current paper is the first attempt to apply a micro-GA or even a standard GA to the WLAN load balancing problem.

As previously mentioned the ability of GAs to rapidly discover good solutions in difficult high dimensional problems make them attractive as potential solutions to the load balancing problem, which is an NP-hard problem [3]. Unlike many other local search algorithms, GAs are intrinsically parallel, which allows them to simultaneously explore different areas of the solution space. This enables GAs to quickly identify good solutions and exploit synergies between solutions. It is this ability to quickly produce good results that makes GAs an attractive prospect from a network operators perspective, where calculating the optimal user/AP configuration is often a time critical operation. This is particularly evident in dynamic networks that exhibit a high degree of user mobility, which causes the optimal user/AP configuration to rapidly change over time. In an effort to satisfy end-user QoS requirements in such an environment, operators sacrifice solution optimality in favour of the more practical option of obtaining good solutions quickly.

Previous work on the WLAN load balancing problem can be subdivided into three categories: (i) user-controlled, (ii) network-centric and (iii) cell breathing. The user-controlled approach to load

balancing allows the end-user the autonomy to choose the AP to which it wishes to connect. As mentioned in Section 1 the current default method of association is RSSI. Some vendors have addressed the limitations of RSSI by incorporating load balancing features into network drivers and firmware for APs and wireless cards [5]. Each AP broadcasts the number of users which it currently serves to all users within its signal range. A user within range of several APs will subsequently connect to the AP with the least number of users. This technique is commonly referred to as least loaded first (LLF). We use LLF as one of the benchmark algorithms against which we evaluate the proposed algorithms.

A number of other user-controlled techniques have been proposed in literature that aim to improve load balancing in WLANs. Typically, these techniques consist of a (weighted) function that incorporates multiple metrics such as the RSSI, LLF and other measures of link quality [8,15]. The distributed nature of user-controlled techniques make them attractive from a load balancing perspective. There is no single point of failure. However, user-controlled techniques are limited in that each user views the connection problem from its own perspective. Consequently, an optimal network configuration cannot be guaranteed. This assertion is supported by the empirical results in Section 5.

Network-centric load balancing searches for the set of user/AP connections that optimises some measure of network performance (typically network throughput). This category of load balancing allows for complete control of user assignment and so it can realistically pursue an optimal solution. A number of network-centric algorithms have been proposed in the literature [3,4,16]. Each of these techniques demonstrated significant improvements over the standard RSSI approach. However, they are computationally heavy and unlike the anytime genetic algorithms these approaches are not applicable to the time critical network environments addressed in this paper. The algorithms proposed in this paper fall into the network-centric load balancing category. The application of evolutionary techniques to the WLAN load balancing problem has not yet been investigated.

Finally, cell breathing techniques modify the dimensions of an AP cell to control user/AP association. An AP can change the power at which it broadcasts its signal, thus increasing or decreasing the number of users that may select it. It is an interesting and worthwhile approach to load balancing that has received significant research attention over the last few years [2,10]. Unlike many user-controlled and network-centric load balancing techniques, cell breathing does not require clients to possess appropriate wireless cards. Client side software does not need to be modified and users can continue to utilise the standard RSSI approach. The drawback of cell breathing is that it does not provide the level of fine-grained control that is offered by network-centric algorithms. For example, an AP cannot exclude a user at distance d from the AP without also excluding all users that are at a distance of d or greater from the AP.

3. Problem description

We consider a problem environment consisting of an ordered sequence of m access points $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ and n users $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$. Each AP transmits an omni-directional signal with a maximum transmission range of 150 m. The APs are arranged in a grid and are separated by a uniform distance of 100 m. A number of factors affect the bit rate that a user u_i receives from an AP a_j . One of the primary factors is the distance between u_i and a_j . The further u_i 's distance from a_j , the smaller its achievable bit rate. We assume that the maximum bit rate of a user within 50 m of the AP is 11 Mbps and we refer to this area as zone 1. A user between 50 and 80 m is in zone 2 and can obtain a maximum of 5.5 Mbps. Users located between 80 and 120 m of the AP are in

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

zone3 and can offer a maximum bit rate of 2 Mbps. Finally, zone4 is between 120 and 150 m and a user located in this zone can obtain a maximum bit rate of 1 Mbps from the AP. These figures are commonly adopted in literature [3].

The final bit rate received by u_i is also influenced by the type of service it requires. For example, end-users running streaming media, voice or data applications all require different levels of bandwidth. Therefore, we incorporate heterogeneous QoS requirements into our problem description by defining different categories of users. We describe the category of a user $u_i \in U$ by a weight w_{u_i} , that specifies its service requirement. The weight is used to determine the bit rate allocation b_{u_i} that user u_i is allowed to receive compared to the other users within the same zone. For example, a user $u_i \in U$ is entitled to have a bandwidth $b_{u_i} = w_{u_i}/w_{u_j}$ of any other user $u_j \in U$ that occupies the same zone and is connected to the same AP. This technique of categorising users was also used in Bejerano et al. [3].

The following describes the mechanism used to distribute bit rates amongst users connected to an AP. The initial step is to assign an available bit rate to each of the zones. Initially, we identify the number of connected users in each zone. We refer to a zone with one or more connected users as an active zone. The maximum bit rate of the AP, which was set to 10 Mbps, is divided amongst the active zones so that each zone receives an available bit rate that is proportional to the zones maximum bit rate. For example, consider a problem with two active zones: zone1 and zone2, which have a maximum bit rate of 11 and 5.5 Mbps, respectively. Given that the bit rate of the AP is 10 Mbps, zone1 and zone2 would be allotted 6.6 and 3.3 Mbps, respectively.

The available bit rate that is assigned to each zone must now be divided amongst the users that populate the zone. The bit rate received by a user depends on the user's weight and the weight and number of other users within the zone. Consider the scenario where 3 Mbps is the available bit rate in a zone populated by the users, u_i , with $w_{u_i} = 2$ and u_j , with $w_{u_j} = 4$. The user u_i will receive a bit rate of 1 Mbps and u_j will receive a bit rate of 2 Mbps.

To incorporate congestion into our problem model we randomly locate users based on their polar coordinates generated uniformly at random (a user's distance from the centre of the AP grid and the polar angle) are uniformly distributed between $(0, 150)$ and $(0, 2\pi)$, respectively. Hence, user density at the centre of the AP grid is higher than it is near the periphery. Again this is in keeping with previous work [3,4].

The objective of the GAs proposed in this paper is to assign each user u_i to an AP a_i , so that the sum of all user bit rates is maximised.

4. Genetic load balancing algorithms

Section 4.1 presents the implementation details of *MicroGA*, while Section 4.2 describes *MacroGA*.

4.1. The *MicroGA* algorithm

The problem of representation in GAs can be described as determining a mapping from the phenotypes to the corresponding genotypes. In *MicroGA* and *MacroGA* a phenotype is a set of user/AP connections, such that each user is connected to a single AP. We map a given phenotype to an integer based genotype. We represent a genotype as an ordered sequence of n integers $(a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n})$ such that $\forall i \in 1, \dots, n, a_{2i} \in A$ and represents the AP to which user u_i is assigned. An example of the representation used is depicted in Fig. 2, which shows a phenotype and its corresponding genotype.

The *MicroGA* algorithm presented in this paper is based on the micro-GA described by Krishnakumar [12]. The initial stage of the algorithm involves the random generation of a micro-popula-

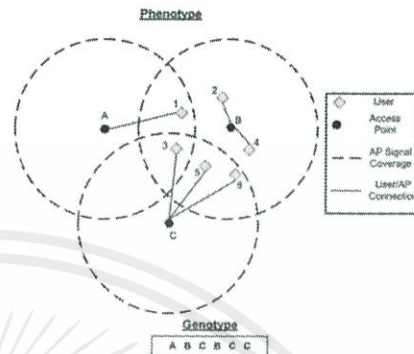


Fig. 2. An example phenotype and its corresponding genotype for a WLAN user/AP configuration.

tion of 5 individuals. We denote the population for generation number x as p_x . An individual is constructed by randomly assigning each user to an AP within the user's range. Given the user/AP connection defined by an individual, fitness assignment involves calculating the sum of all individual user bit rates. The process of determining the bit rate for each user, based on their AP connection, is described in Section 3. Other fair scheduling algorithms have been proposed in Ni et al. and Buddhikot et al. [3,14]. *MicroGA* employs a form of elitist strategy; upon completion of the fitness assignment phase the fittest individual is copied to p_{x+1} , the population for the next generation.

GAs have a tendency to converge toward a single solution. The smaller the population size the quicker the algorithm will converge. Therefore, ensuring population diversity in a micro-genetic algorithm is crucially important. Micro-genetic algorithms achieve diversity by reinitializing the population if it is deemed to have converged. While there are a number of possible methods of checking for convergence, *MicroGA* monitors the gradual improvement in overall fitness over multiple generations. Convergence occurs if α number of generations expire without any improvement in fitness value. That is, if the fittest individual in generation x has the same fitness level as the fittest individual in generation $x + \alpha$. If the population does converge *MicroGA* randomly generates four individuals and inserts them into the population p_{x+1} . The algorithm subsequently commences the next generational loop. However, if the algorithm has not converged, normal execution continues.

The next stage of the *MicroGA* algorithm involves the selection of four parent individuals for the mating pool. This is achieved through binary tournament selection of the population p_x . That is, two parents are picked randomly from p_x and the fitter of the two is copied into the mating pool. The subsequent phase of the algorithm is crossover. Two parent individuals are randomly selected from the mating pool. The crossover operator iterates through each gene in the parents' genotypes. If the probability of crossover is true, the gene at index i of one parent is copied to index i of the second parent and vice versa. This method of crossover was chosen because experimental evaluation showed that it consistently outperformed the standard n -point crossover for various values of n . The resulting individuals are copied into the population p_{x+1} . Mutation was not performed on the population because reinitialization adds enough diversity to the population. Also the inclusion of a mutation operator did not demonstrate any improvement in performance in the experimental evaluation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

4.2. The MacroGA algorithm

Much of the functionality included in *MicroGA* is replicated in the *MacroGA* algorithm. Therefore, to avoid repetition the following description provides a brief overview of the *MacroGA* genetic algorithm. Through each generational loop the population will first undergo fitness assignment. The *MacroGA* utilises the same mechanism of fitness assignment as the *MicroGA* algorithm. The fittest individual in the current population is copied to the population for the next generational loop. Binary tournament selection is used to populate the mating pool with parents. The recombination phase consists of the two stages. The first is crossover as described for *MicroGA*; the second is mutation. While convergence in the *MacroGA* algorithm occurs at a slower rate than in the *MicroGA* it is still necessary to ensure some sort of diversity. The mutation operator in *MacroGA* performs this function. It picks each individual in turn and iterates through their constituent genes. If the probability of mutation is true then the gene at index i is replaced by a random gene. The gene at index i represents the AP to which user i is attached. Mutation picks another random AP within signal range of the user and assigns it to index i .

5. Empirical evaluation

The objective of the empirical evaluation is to investigate the performance of *MicroGA* and *MacroGA* compared to other common load balancing techniques and also to perform a comparative analysis of the proposed algorithms. Section 5.1 presents the experimental methodology. Section 5.2 presents the network throughput achieved by each algorithm over time while Section 5.3 analyses the distribution of bandwidth amongst users by the proposed algorithms.

5.1. Experimental methodology

To evaluate the *MicroGA* and *MacroGA* algorithms, we compare their performance with that of three other popular mechanisms: RSSI, LLF and HLB (hybrid load balancing). HLB combines the RSSI and LLF techniques. It connects each user to the least-loaded AP within the user's signal range, and in the event of a tie, it connects the user to the AP with the highest signal strength.

The experimental evaluation considers a network populated by 20 APs, which are arranged in a 5 by 4 grid where the distance between adjacent APs is set to 100 m. The parameters for the two GAs were selected during an initial evaluation period. The *MicroGA* convergence parameter α has a value of 5 and its crossover probability is 50%. The population size of *MacroGA* is 200. Its crossover and mutation probability are 50% and 0.5%, respectively.

The three results presented in Section 5.2 analyse the load balancing capability of all algorithms for the following scenarios: (i) a relatively lightly loaded network of 50 users, (ii) a moderately loaded network of 100 users and (iii) a heavily loaded network of 250 users. Each experimental result presented in this section is derived from the average of 30 independent experimental runs, where a single run executes each algorithm for a fixed period of time on the same network/customer configuration.

5.2. Network throughput results

The initial result obtained from running the algorithms in a network populated by 50 users is depicted in Fig. 3. Each algorithm was allowed to run for a total of 10 s and every 0.1 s it reported its best result. LLF exhibits the poorest performance, while the two GAs significantly outperform all other approaches.

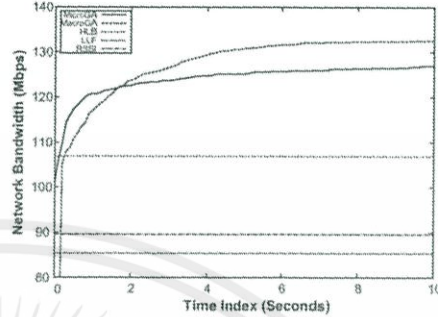


Fig. 3. Performance of all algorithms for a WLAN populated by 50 users.

On average *MacroGA* has achieved a network throughput that constitutes an improvement of: (i) 36% over LLF, (ii) 33% over RSSI, (iii) 20% over HLB and (iv) 4% over *MicroGA*. Therefore, for these settings it represents a very significant upgrade in performance. It is interesting to note that *MicroGA* outperforms *MacroGA* for the first 2 s. After this point *MacroGA* is dominant. The *MicroGA* has a small population size and can evolve very quickly. Therefore, it can produce good results very quickly. In contrast, the *MacroGA* has a very large population, which evolves at a much slower rate.

The second result, depicted in Fig. 4, compares algorithm performance in a moderately loaded network of 100 users. Again the GAs significantly outperform all other techniques with the *MacroGA* dominant after a few seconds, in contrast to the previous experiment LLF performs better than RSSI. This can be attributed to the fact that LLF is better at distributing the load across APs. As the number of users increase the ability to distribute users amongst APs become critically important. On the other hand RSSI suffers because users connect to the AP with the strongest signal and in an area of user congestion this will result in a large concentration of users all connected to the same AP. The *MacroGA* algorithm outperforms: (i) RSSI by 31%, (ii) LLF by 30%, (iii) HLB by 18% and *MicroGA* by 2%. It is interesting to observe that an increase in user numbers

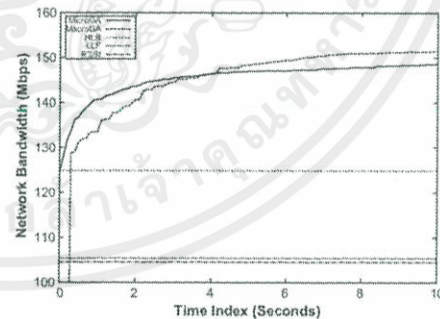


Fig. 4. Performance of all algorithms for a IEEE 802.11 WLAN populated by 100 users.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

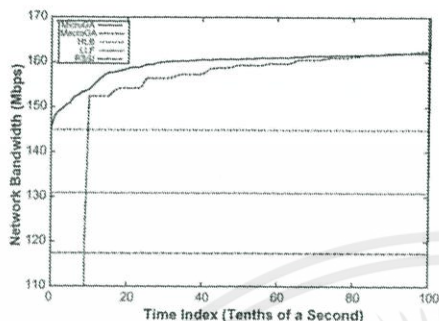


Fig. 5. Performance of all algorithms for a IEEE 802.11 WLAN populated by 250 users.

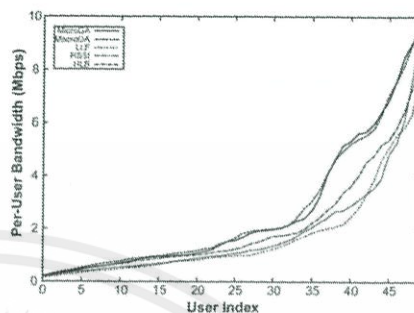


Fig. 6. Bandwidth Distribution of all algorithms for IEEE 802.11 WLAN with 50 users.

improved the performance of *MicroGA* relative to *MacroGA*. This increase leads to a heavier computational load for both of the GAs. However, having such a large population, *MacroGA* is more severely affected. For example, notice that as user numbers increase, *MacroGA* takes progressively longer to produce an initial result. Consequently, *MicroGA* becomes more competitive relative to *MacroGA*.

The genetic algorithms are dominant yet again in Fig. 5, which shows the results obtained for a congested network with 250 users. Also the patterns observed in Fig. 4 are even more pronounced in Fig. 5. The *MicroGA* outperforms *MacroGA* for, on average, the first 8 s. The results also show that the LLF approach significantly outperforms the RSSI approach. Therefore, from the above experiments we can conclude that the proposed genetic load balancing algorithms do represent a very significant improvement over techniques currently used in IEEE 802.11 WLAN networks. Our comparative analysis of the GAs reveal that *MacroGA* has a clear advantage over *MicroGA* as it provides better results for smaller numbers of users and its performance is equal with that of *MicroGA* for large user numbers. However, in a time-critical setting, *MicroGA* has a significant advantage since it outperformed the *MacroGA* in the early stages of each run. In fact as user numbers increased this advantage became even more pronounced, to the point where it outperformed the *MacroGA* algorithm for over 8 s in a congested WLAN network of 250 users.

5.3. Bandwidth distribution results

This section investigates the distribution of user bandwidth by the proposed algorithms. The objective of the analysis is to check that the GAs do not achieve a high network throughput (as demonstrated in Section 5.2) by increasing the bandwidth of certain categories of users while severely restricting the bandwidth of other categories of users. For example it may reduce the bandwidth of users that already have low bandwidth in order to increase higher end-users. In this section we compare the distribution of bandwidth amongst users by the proposed algorithms with that of the RSSI, LLF and HLB techniques. As in the previous section this evaluation was carried out for population settings of 50, 100 and 250 to simulate varying degrees of network congestion. Due to space limitations we only present the results for a WLAN with 50 users. However, in the context of bandwidth distribution the results obtained for a WLAN with 100 or even 250 users is consistent with that of 50 users.

The distribution of user bandwidth by all algorithms is depicted in Fig. 6. The Y-axis represents the per-user bandwidth and the X-axis represents the bandwidth sorted in increasing order. The user locations are different at each run, and therefore the bandwidth of the user with the same x-index actually indicates the average bandwidth of the x-lowest bandwidth user in each experimental run. Notice that the distribution of bandwidth by the proposed genetic algorithms represents an improvement over RSSI, LLF and HLB and thus the *i*th ranked user in terms of bandwidth under either GA receives more bandwidth than the *i*th ranked user under the other approaches, for all ranks. For the users with a lower bandwidth index the HLB technique is competitive with the genetic algorithms. However, the HLB's performance degrades and is significantly outperformed by the genetic algorithms for users with a medium to high bandwidth index. Although this is a favourable result for the GAs, it should not be interpreted as meaning that the GAs guarantee an improvement in performance for all users in each experimental run. There may still be a significant percentage of users who experience a loss in bandwidth when using the GA. This of course may not be revealed in Fig. 6 if the percentage increase in performance experienced is much greater than the percentage decrease.

Therefore, we also analysed the percentage of users that experienced an increase and decrease in performance for each experimental run. These figures were then averaged over all 30 experimental runs. Again for reasons of space we confine our analysis to a comparison between *MicroGA* and RSSI, LLF and HLB. The *MicroGA* results are comparable with those of *MacroGA*. The RSSI comparison showed that 57% of users experienced an average increase in bandwidth of 270% when using *MicroGA* over RSSI. Also, 40% of users experienced an average bandwidth decrease of 45%. The remaining 3% retained exactly the same bandwidth. A total of 54% of users experienced an average increase in bandwidth of 473% when using *MicroGA* instead of LLF; 36% of users experienced an average decrease of 54%. The bandwidth of the remaining 10% was unchanged. When HLB is contrasted with *MicroGA* it reveals that 46% of users experienced an average increase in bandwidth of 372%, while 43% of users experience an average decrease in bandwidth of 56%. The remaining 11% had the same bandwidth. The results reinforce the view that HLB is the best of the standard strategies. However, *MicroGA* still outperforms HLB and the average bandwidth increase experienced by a user opting for *MicroGA* is vastly superior to the average decrease.

We were also interested in identifying patterns of behaviour by the *MicroGA*. For example, were there patterns in the way the *Mic-*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

roGA treated particular weighted users? Did it reward users of a certain weight more than others? Was there a pattern evident in the way that *MicroGA* distributed users of a certain weight amongst APs? We performed a comprehensive analysis of the experimental data. We looked for patterns and correlations based on user bandwidth, user weight and user locations. In terms of user locations we looked at user distance to connected AP, as well as ratios such as distance to nearest AP relative to distance to second nearest AP.

We were able to deduce two main patterns from the experimental data. The first, which was expected, is that *MicroGA* consistently pushes users from the populated APs at the centre of the AP grid to the less utilised peripheral APs. For example, we found that in environments consisting of 50 users the RSSI technique utilised an average of 9 APs, while the *MicroGA* utilised an average of 19 APs. We found that there was no bias in this distribution of users by *MicroGA*; that is, it did not tend to push users of a certain weight out to the periphery more than others.

The other pattern identified was in relation to the percentage of weighted users that could expect to receive an increase in bandwidth if the WLAN operator used *MicroGA* instead of RSSI. While an operator who switches to using the *MicroGA* would see the majority of users receive an increase in bandwidth, we also found that the percentage of users that experience an increase varied depending on the user's weight. A larger percentage of low weighted users receive an increase in bandwidth compared to high weighted users. For example, we found that a larger percentage of users with weight 2 would receive an increase in bandwidth compared with users of weight 3. This was consistent across all weights. However, this pattern did not occur when *MicroGA* was contrasted with LLF or HLB.

6. Conclusions

The objective of this paper is to provide load balancing techniques that improve network throughput and consequently provide customers with a better QoS. Towards that end we proposed two genetic load balancing algorithms called *MicroGA* and *MacroGA*. Empirical evaluation demonstrated that both algorithms outperform the current WLAN techniques in terms of total network throughput and distribution of user bandwidth. We show that on average a user can expect to receive an increase in bandwidth if it uses one of the proposed GAs. The GA performance improvement is achieved without penalising any particular category of user. A comparative analysis of the GAs reveals that *MicroGA* is more applicable to a time-critical load balancing scenario. In future, we aim to investigate the performance of the proposed algorithms when supplemented with greedy initialisation strategies.

Acknowledgement

This work is funded by Science Foundation Ireland under Grant No. 03/CE3/1405 as part of the Centre for Telecommunications Value-chain Research (CTVR).

References

- [1] A. Balachandran, G.M. Voelker, P. Bahl, P.V. Rangan, Characterizing user behavior and network performance in a public wireless lan, *SGMETRICS Performance Evaluation Review* 30 (1) (2002) 195–205.
- [2] Y. Bejerano, S.J. Han, Cell breathing techniques for load balancing in wireless lans, in: *INFOCOM 2006, 25th IEEE International Conference on Computer Communications*, 2006, pp. 1–13.
- [3] Y. Bejerano, S.J. Han, L.E. U. Fairness and load balancing in wireless lans using association control, in: *MobiCom'04: Proceedings of the 10th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*, ACM, New York, USA, 2004, pp. 315–329.
- [4] M. Buddhikot, G. Chandramenon, S. Han, Y.W. Lee, S. Miller, L. Salgarelli, Integration of 802.11 and third-generation wireless data networks, in: *IEEE INFOCOM 2005*.
- [5] J.K. Chen, T.S. Rappaport, G. de Veciana, Iterative water-filling for load-balancing in wireless lan or microcellular networks, in: *Vehicular Technology Conference*, 2006, pp. 117–121.
- [6] Cisco Systems Inc. Data Sheet for Cisco Aironet 1200 Series, 2004.
- [7] C.A.C. Coelho, G.T. Pulido, A micro-genetic algorithm for multiobjective optimization, in: *EMO'04: Proceedings of the First International Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization*, Springer-Verlag, London, UK, 2001, pp. 126–140.
- [8] G. Dozier, J. Bowen, D. Babler, Solving small and large scale constraint satisfaction problems using a heuristic-based microgenetic algorithm, in: *Proceedings of the First IEEE Conference on Evolutionary Computing*, 1994, pp. 306–311.
- [9] Y. Fukuda, T. Abe, Y. Oie, Decentralized access point selection architecture for wireless lans, in: *Wireless Telecommunications Symposium*, 2004, pp. 137–145.
- [10] D.E. Goldberg, Sizing populations for serial and parallel genetic algorithms, in: *Proceedings of the Third International Conference on Genetic Algorithms*, 1989, pp. 70–79.
- [11] M.T. Hajiaghayi, S.V. Mirrokhi, A. Saberi, Cell breathing in wireless lans: algorithms and evaluation, *IEEE Transactions on Mobile Computing* 6 (2) (2007) 164–178.
- [12] Janaki Gopalan, Reda Alhaji, Ken Barker, Discovering accurate and interesting classification rules using genetic algorithm, in: *International Conference on Data Mining*, 2006, pp. 389–395.
- [13] K. Krishnakumar, Micro-genetic algorithms for stationary and non-stationary function optimization, *Intelligent Control and Adaptive Systems* 1196 (1990) 289–296.
- [14] D. Levine, Application of a hybrid genetic algorithm to airline crew scheduling, *Computer Operations Research* 23 (6) (1996) 547–558.
- [15] Q. Ni, I. Roudhanu, T. Turletti, J. Aud, QoS issues and enhancements for IEEE 802.11 wireless lan, Technical Report INRIA, 2002.
- [16] I. Papanikos, M. Lojthetis, A study on dynamic load balance for IEEE 802.11b wireless lan, in: *8th International Conference on Advances in Communication Control*, 2004.
- [17] H. Velayut, V. Aleo, G. Karlsson, Load balancing in overlapping wireless lan cells, in: *IEEE International Conference on Communications*, vol. 7, 2004, pp. 3833–3836.
- [18] E. Villegas, R.V. Ferr, J.F. Aspas, load balancing in wireless lans using 802.11 mechanisms, in: *IEEE Symposium on Computers and Communications*, 2006, pp. 844–850.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้