

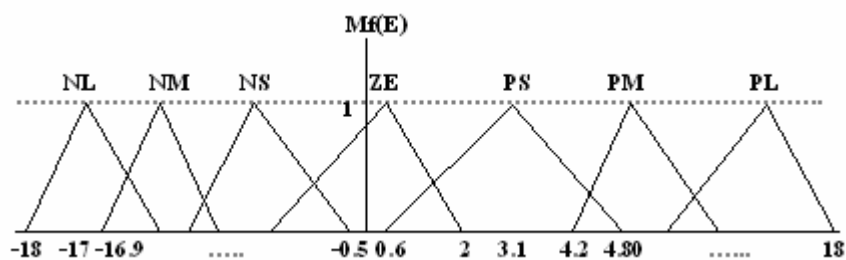
บทที่ 4

ผลการวิจัย

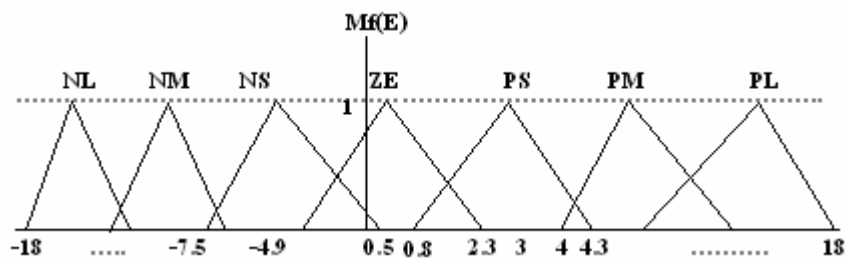
4.1 ผลจากโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึมร่วมกับโปรแกรมฟัซซี่ลอจิก (FGa)

4.1.1 ผลจากโปรแกรมครอสโอเวอร์

คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองระบบทั้งหมดเป็น CPU Athlon XP 1.3 G, DDR Ram 256 Mb. ทำการเขียนโปรแกรมให้ฟัซซี่ลอจิกทูลบ็อกซ์ใน MATLAB รับค่าจากโปรแกรมเจเนติกอัลกอริทึม ยกตัวอย่างผลของโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 4.1



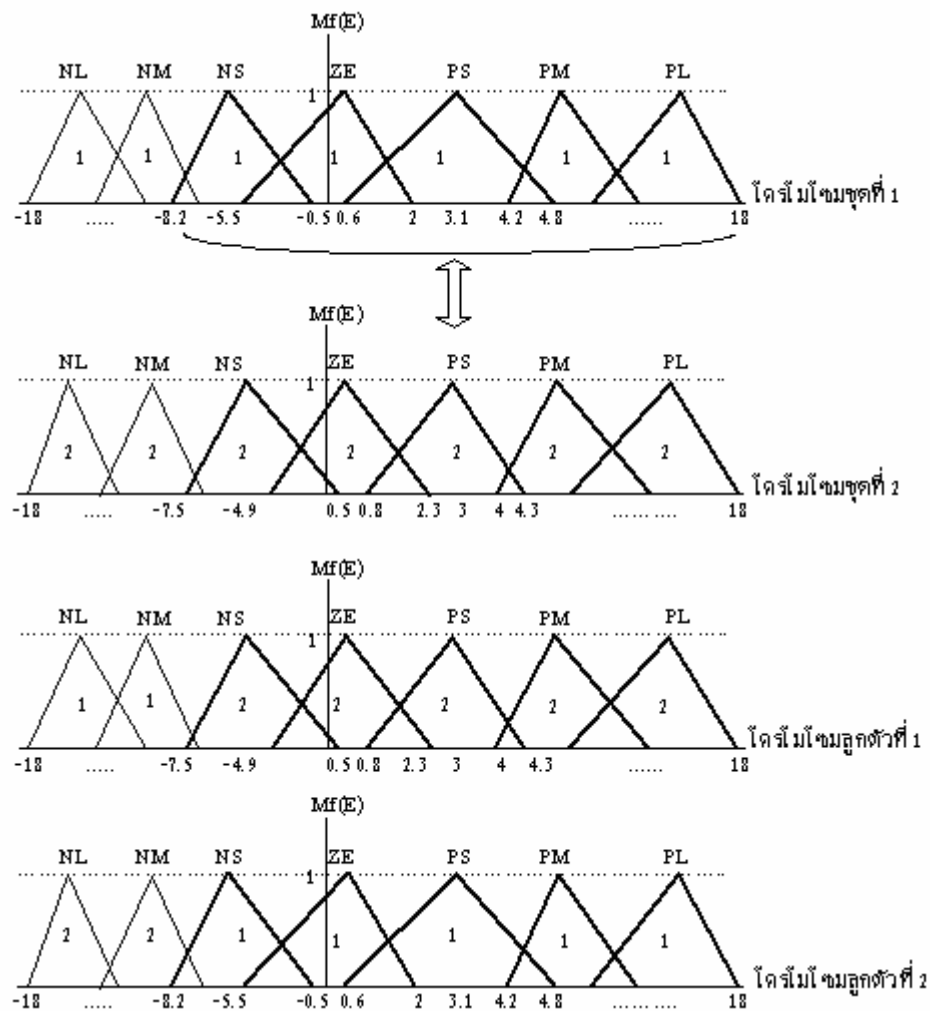
(ก) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากโครโมโซมชุดที่ 1



(ข) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากโครโมโซมชุดที่ 2

รูปที่ 4.1 (ก) และ (ข) ตัวอย่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่สร้างจากโครโมโซมชุดที่ 1 และ 2 ของโปรแกรม FGa

ในรูปที่ 4.1 เป็นตัวอย่างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยมของตัวแปรอินพุต E ซึ่งได้มาจากการสร้างในโปรแกรมเจนติกอัลกอริทึม ในรูป (ก) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ได้จากโครโมโซมชุดที่ 1 และรูป (ข) เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ได้จากโครโมโซมชุดที่ 2 จากโปรแกรมเจนติกอัลกอริทึม เมื่อนำฟังก์ชันการเป็นสมาชิกทั้งหมดที่ได้จากทุกโครโมโซม ไปผ่านโปรแกรมครอสโอเวอร์ ซึ่งจะทำให้การสุ่มเลือกโครโมโซมเพื่อนำไปเป็นโครโมโซมพ่อและแม่ ในที่นี้ได้โครโมโซมชุดที่ 1 และ 2 จากนั้นทำการสุ่มเลือกจุดที่จะถูกทำครอสโอเวอร์ โดยถ้าเป็นฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม จะทำการสุ่มที่ละ 3 ตั้งแต่ 1 - 60 เพื่อให้พอดีกับฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม ในโครโมโซม ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของ 3 ตัวแปร



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการทำครอสโอเวอร์ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของโครโมโซมชุดที่ 1 และ 2

จากการสุ่มได้ตำแหน่งตรงที่เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ 3 (NS) ของตัวแปรอินพุต E จากนั้นทำการสลับตั้งแต่ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่ 3 ของตัวแปรอินพุต E เป็นต้นไป จนถึงตำแหน่งของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกชุดสุดท้ายในโครโมโซม คือที่ตำแหน่งที่ 60 ขั้นตอนการทำครอสโอเวอร์ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แสดงดังรูปที่ 4.2

จากผลการทำครอสโอเวอร์ ทำให้ได้โครโมโซมรุ่นลูก 2 โครโมโซม ซึ่งจะนำไปแทนที่โครโมโซมรุ่นพ่อแม่ในรอบการทำงานต่อไป ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปเกาซ์เซียน จะทำการครอสโอเวอร์ในลักษณะเดียวกัน ต่างกันที่การสุ่มตำแหน่งที่จะทำครอสโอเวอร์ โดยถ้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู จะทำการสุ่มข้ามทีละ 4 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 1 - 80 และถ้าเป็นรูปเกาซ์เซียน จะทำการสุ่มทีละ 1 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 1 - 20

นอกจากทำการครอสโอเวอร์ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแล้ว ต้องทำการครอสโอเวอร์ในส่วนของกฎของฟัซซีลอจิกเพื่อหากฎของฟัซซีลอจิกที่เหมาะสมที่สุด ยกตัวอย่าง จากผลการทำงานของโปรแกรม ได้ยื่นในส่วนที่แทนกฎดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ยื่นที่ใช้แทนกฎของฟัซซีลอจิกของโครโมโซมชุดที่ 1

$\begin{matrix} E \\ \Delta E \end{matrix}$	NL(1)	NM(2)	NS(3)	ZE(4)	PS(5)	PM(6)	PL(7)
NL(1)	1	2	4	3	7	5	6
NM(2)	4	3	1	2	5	7	6
NS(3)	3	1	7	6	5	4	1
ZE(4)	6	4	5	7	3	1	2
PS(5)	7	4	3	2	1	5	4
PM(6)	5	4	3	1	2	7	6
PL(7)	1	1	2	4	5	7	6

ตารางที่ 4.2 ยีนที่ใช้แทนกฎของฟิชเชิลอจิกของโครโมโซมชุดที่ 2

$\begin{matrix} E \\ \Delta E \end{matrix}$	NL(1)	NM(2)	NS(3)	ZE(4)	PS(5)	PM(6)	PL(7)
NL(1)	2	1	5	3	4	7	6
NM(2)	3	4	2	5	1	6	7
NS(3)	4	7	5	3	2	6	1
ZE(4)	7	4	1	5	6	3	2
PS(5)	6	1	5	7	2	3	4
PM(6)	5	3	7	6	2	1	4
PL(7)	3	6	4	2	5	1	7

การทำการสโรวอร์ของกฎฟิชเชิลอจิก เริ่มแรกจะทำการสุ่มจุดหนึ่งจุด แทนตำแหน่งที่จะทำการตัดตั้งแต่จุดที่สุ่มได้เป็นต้นไป ในที่นี้เมื่อทำการสุ่มจุด ได้จุดที่ 22 นั่นคือทำการตัดตั้งแต่ตำแหน่ง 23 ของยีนในส่วนกฎของโครโมโซมชุดที่ 1 เป็นต้นไป แล้วทำการสลับกับยีนตั้งแต่ตำแหน่งที่ตัด กับโครโมโซมชุดที่ 2 ทำให้ได้โครโมโซมรุ่นลูก 2 โครโมโซมดังนี้

ตารางที่ 4.3 โครโมโซมลูกที่เกิดจากการสโรวอร์ตัวที่ 1

$\begin{matrix} E \\ \Delta E \end{matrix}$	NL(1)	NM(2)	NS(3)	ZE(4)	PS(5)	PM(6)	PL(7)
NL(1)	1	2	4	3	7	5	6
NM(2)	4	3	1	2	5	7	6
NS(3)	3	1	7	6	5	4	1
ZE(4)	6	4	1	5	6	3	2
PS(5)	6	1	5	7	2	3	4
PM(6)	5	3	7	6	2	1	4
PL(7)	3	6	4	2	5	1	7

ตารางที่ 4.4 โครโมโซมลูกที่เกิดจากการครอสโอเวอร์ตัวที่ 2

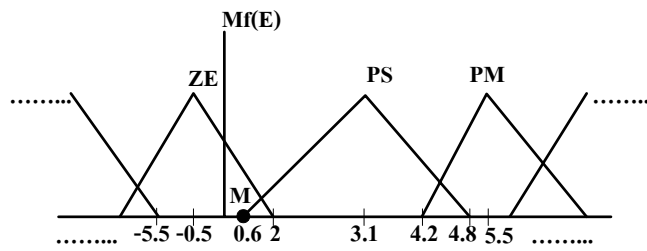
$\begin{matrix} E \\ \Delta E \end{matrix}$	NL(1)	NM(2)	NS(3)	ZE(4)	PS(5)	PM(6)	PL(7)
NL(1)	2	1	5	3	4	7	6
NM(2)	3	4	2	5	1	6	7
NS(3)	4	7	5	3	2	6	1
ZE(4)	7	4	5	7	3	1	2
PS(5)	7	4	3	2	1	5	4
PM(6)	5	4	3	1	2	7	6
PL(7)	1	1	2	4	5	7	6

4.1.2 ผลจากโปรแกรมมิวเตชัน

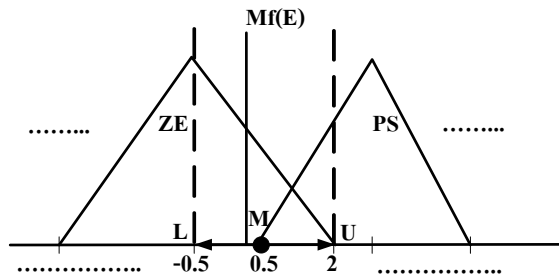
ผลของโครโมโซมที่ใช้แทนฟังก์ชันการเป็นสมาชิก จะนำมาทำมิวเตชัน ขั้นตอนในการทำมิวเตชัน แสดงดังรูปที่ 4.3

จากรูปที่ 4.3(ก) M เป็นตำแหน่งที่ถูกสุ่มเพื่อทำมิวเตชัน มีตำแหน่งของฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่อยู่ติดกับตำแหน่ง M แทนด้วย U และ L ค่าใหม่ของการทำมิวเตชันได้มาจากการคำนวณตามสมการที่ (3.12) ตำแหน่งที่เป็นไปได้ของ M จะอยู่ในช่วง U และ L ดังรูปที่ 4.3 (ข) ในรูปที่ 4.3 (ค) แสดงตำแหน่งของ M ที่ได้จากการมิวเตชัน

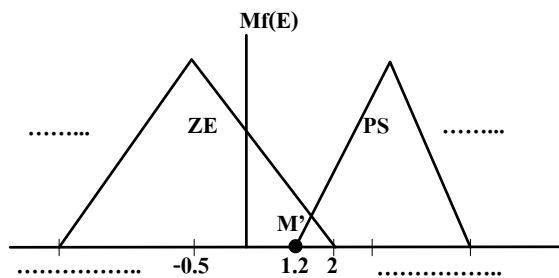
ทำการมิวเตชันกฎของฟuzzy มีขั้นตอนในการทำเหมือนกับการทำมิวเตชันฟังก์ชันความเป็นสมาชิก กฎใหม่ที่ได้ จะมาจากการสุ่มตัวเลขที่อยู่ระหว่าง 1 – 7



(ก) ตำแหน่งของอินที่แทนฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ถูกสุ่มทำมิวเตชัน



(ข) ระยะเวลาของตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อทำมิวเตชันที่จุด M

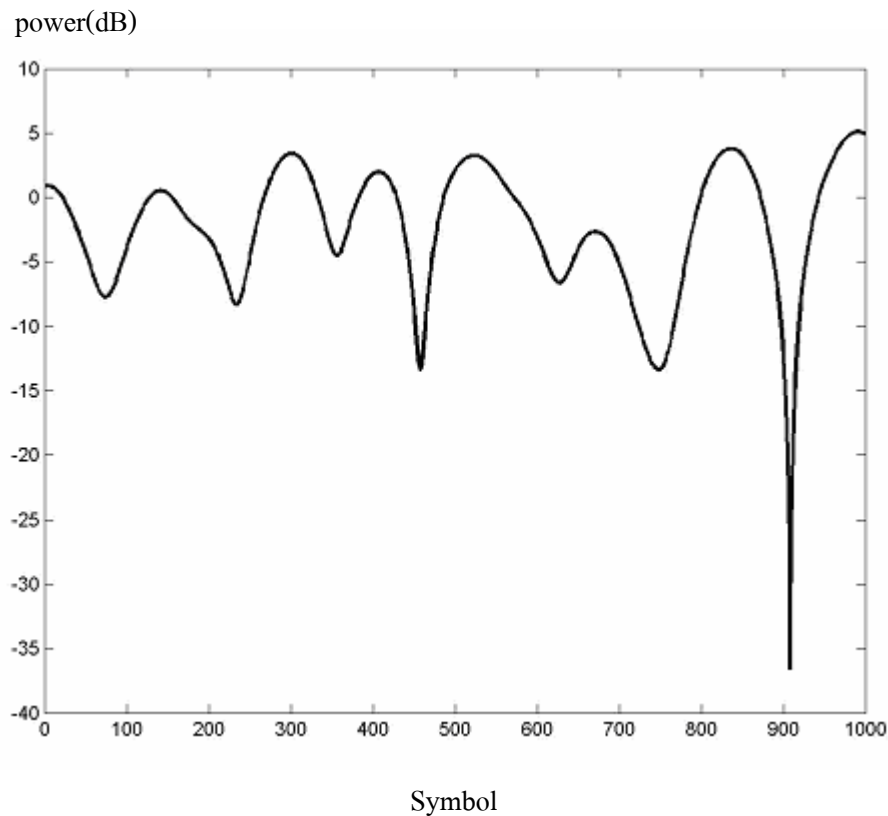


(ค) ตำแหน่งใหม่ที่ได้จากการทำมิวเตชัน

รูปที่ 4.3 ผลของโปรแกรมมิวเตชัน

4.2 ผลจากโปรแกรมสร้างแบบจำลองระบบ DS/CDMA ด้านย้อนกลับ

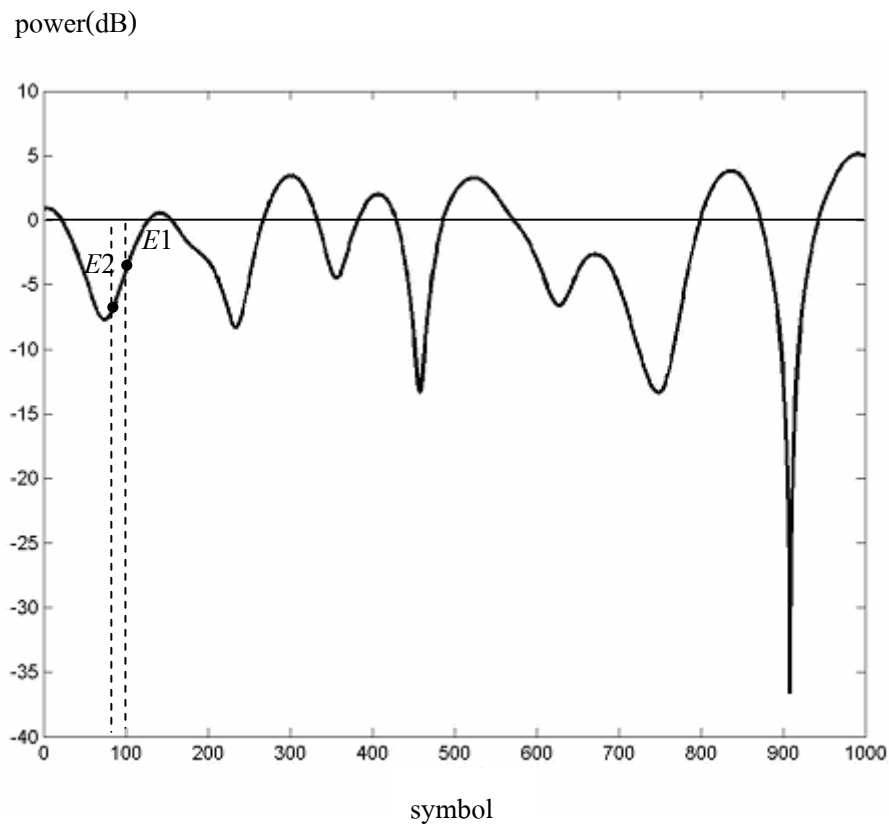
ผลของสัญญาณที่ได้เมื่อผ่านช่องสัญญาณเฟดดิ้ง มีลักษณะดังรูปที่ 4.4 กำลังของสัญญาณที่ส่งจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังสถานีฐาน ผ่านช่องสัญญาณที่มีการเฟดดิ้งหลายทิศทาง ที่มีอัตราการเฟดดิ้งไม่เกิน 0.1 ในที่นี้ใช้อัตราการเฟดดิ้งเป็น 0.01 ลบกำลังของสัญญาณที่ได้ด้วยการลดทอนเนื่องจากระยะทาง ตามแบบจำลองของฮาตะ ทำให้ได้กำลังของข้อมูลที่ส่งออกไปทั้งหมด 1,000 บิต มีการลดทอนไป ดังรูป 4.4



รูปที่ 4.4 กำลังของสัญญาณที่ลดทอนเนื่องจากช่องสัญญาณเฟดดิ้งและสัญญาณรบกวน

กำลังของสัญญาณข้อมูลแต่ละบิต จากรูปที่ 4.4 นำไปทำเป็นอินพุตให้กับตัวควบคุมพีซีซีลอจิก โดยค่าผิดพลาดของกำลังจะคิดได้จากการเปรียบเทียบระหว่าง กำลังที่สถานีฐานต้องการได้รับคือ 0 dB ลบกับกำลังที่ลดลงไปเนื่องจากช่องสัญญาณแต่ละบิตข้อมูล ตัวอย่างเช่น $E1$ เกิดที่บิตข้อมูลที่ 100 และ $E2$ เกิดที่บิตข้อมูลที่ 99 ดังรูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าผิดพลาดของกำลังจะคิดได้จากการนำผลต่างของกำลังที่ต้องการของบิตต่อไปลบกับผลต่างกำลังของบิตถัดมา ($E1 - E2$) ดังรูป 4.5

นำข้อมูลอินพุตดังรูปที่ 4.5 ไปเป็นอินพุตให้กับตัวควบคุมพีซีซีลอจิก ค่าเอาต์พุตที่ได้คือ กำลังที่ต้องการให้อุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งจะถูกส่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้ปรับกำลังตามที่ต้องการ หลังจากทำครบทั้ง 1,000 บิตข้อมูลแล้ว ตัวควบคุมพีซีซีเป็นตัวควบคุมที่เหมาะสมสำหรับปัญหาการควบคุมกำลังนี้ ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะมีค่าลดลง ดังนั้นจึงนำค่าผิดพลาดทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นฟังก์ชันจุดประสงค์สำหรับเจเนติกอัลกอริทึมโดยใช้ค่าผิดพลาดเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเป็นตัวตัดสินโครโมโซม เมื่อได้พารามิเตอร์ต่างๆ ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับตัวควบคุมพีซีซีลอจิก



รูปที่ 4.5 การหาค่าความผิดพลาดของกำลังสัญญาณเทียบกับกำลังที่สถานีฐานต้องการได้รับ (0 dB)

4.3 ผลของโปรแกรม FGa ที่ใช้กับระบบ DS/CDMA ด้านย้อนกลับ

การกำหนดจำนวนประชากร อัตราการมีเดชัน (p_m) และอัตราการครอสโอเวอร์ (p_c) โดยทั่วไป อัตราการมีเดชัน จะมีค่าน้อยๆ ในช่วง 0.01 - 0.1 โดยจะแปรผกผันกับจำนวนประชากร และอัตราการครอสโอเวอร์ สามารถแปรค่าได้ในช่วงกว้างตั้งแต่ 0.1 - 0.9 [12]

ตารางที่ 4.5 ผลของโปรแกรม FGa โดยเปลี่ยนค่า p_c

การทดลอง	ขนาดประชากร	p_m	p_c	Generation	$E_{average}$ %
FGa_1	500	0.01	0.1	561	11.82
FGa_2	500	0.01	0.2	485	23.76
FGa_3	500	0.01	0.3	302	12.21
FGa_4	500	0.01	0.4	376	11.42
FGa_5	500	0.01	0.5	382	10.95
FGa_6	500	0.01	0.6	224	23.11
FGa_7	500	0.01	0.7	218	14.28
FGa_8	500	0.01	0.8	209	11.57
FGa_9	500	0.01	0.9	315	10.89
FGa_10	1000	0.01	0.1	785	21.51
FGa_11	1000	0.01	0.2	558	12.28
FGa_12	1000	0.01	0.3	129	10.15
FGa_13	1000	0.01	0.4	412	15.26
FGa_14	1000	0.01	0.5	398	11.14
FGa_15	1000	0.01	0.6	324	13.25
FGa_16	1000	0.01	0.7	259	11.01
FGa_17	1000	0.01	0.8	301	21.25
FGa_18	1000	0.01	0.9	422	11.24

โดยปกติอัตราการครอสโอเวอร์และมิวเตชัน ควรใช้ค่ามากเพื่อเพิ่มสมรรถนะในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมของ Ga จากตารางที่ 4.5 อัตราการครอสโอเวอร์ที่เหมาะสมคือ 0.3 และจำนวนประชากรที่เหมาะสมคือ 1,000 ชุดเนื่องจากให้จำนวนรอบการทำงาน และค่าฟังก์ชันจุดประสงค์น้อยที่สุดเงื่อนไขการสิ้นสุดของการค้นหาโครโมโซม คือจำนวนรอบการทำงานสูงสุด กำหนดเป็น 1,000 รอบ อีกเงื่อนไขหนึ่งคือ เมื่อค่าฟังก์ชันจุดประสงค์มีค่าคงที่ และเงื่อนไขสุดท้ายคือเมื่อค่าฟังก์ชันจุดประสงค์มีค่าน้อยกว่า 10%

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองหาคำตอบ 10 ครั้ง เพื่อดูผลเฉลี่ยของคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.6 เป็นผลการทดลองโปรแกรมจำนวน 10 ครั้ง เมื่อใช้ประชากรเริ่มต้นจำนวน 1,000 ชุด จำนวนรอบสูงสุดไม่เกิน 1,000 รอบ โดยใช้อัตราการมิวเทชัน 0.01 และอัตราการครอสโอเวอร์ 0.3 แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองโปรแกรม FGa ที่ใช้โครโมโซม 1,000 ชุด จำนวนรอบสูงสุด 1,000 รอบ อัตราการครอสโอเวอร์เป็น 0.3 และอัตราการมิวเทชันเป็น 0.01

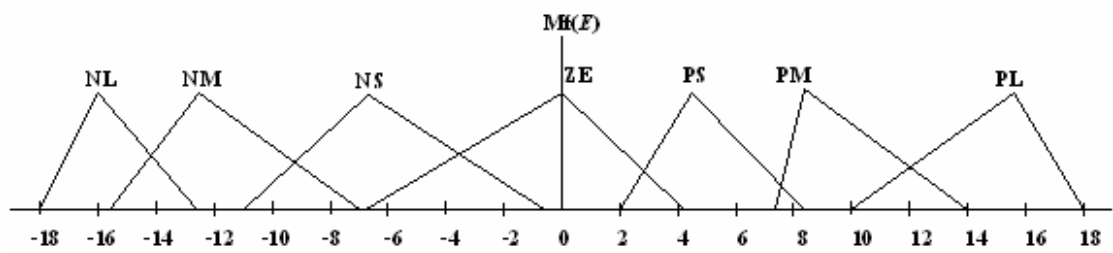
การทดลอง	Chromosome	p_c	p_m	$E_{average} \%$
FGa_01	145	0.3	0.01	11.20
FGa_02	102	0.3	0.01	9.74
FGa_03	135	0.3	0.01	11.52
FGa_04	122	0.3	0.01	10.42
FGa_05	95	0.3	0.01	9.84
FGa_06	114	0.3	0.01	14.21
FGa_07	138	0.3	0.01	13.61
FGa_08	156	0.3	0.01	12.78
FGa_09	120	0.3	0.01	11.31
FGa_10	136	0.3	0.01	9.14
เฉลี่ย	126			11.38

จากตารางที่ 4.6 โครโมโซมที่ให้ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์น้อยที่สุดโดยเฉลี่ยเป็นโครโมโซมที่ 126 และค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ คือ การหาค่าผิดพลาดเฉลี่ยมีค่าเป็น 11.38%

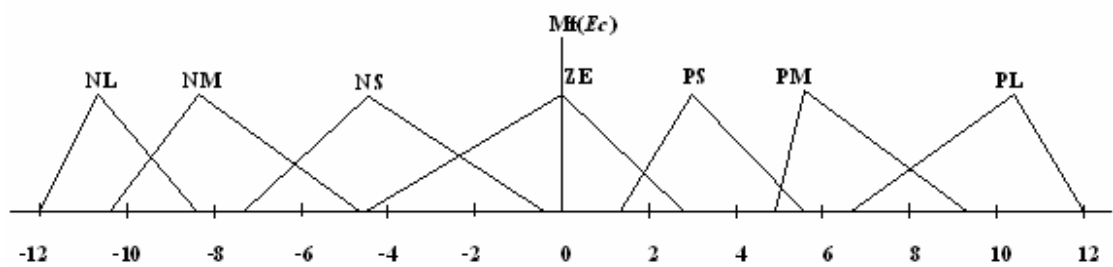
ผลของโปรแกรม FGa ทำให้ได้ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับระบบ มีรูปร่างสามเหลี่ยม และมีค่าพารามิเตอร์ แสดงดังตารางที่ 4.7 และดังรูปที่ 4.6 (ก), (ข) และ (ค)

ตารางที่ 4.7 พารามิเตอร์ของฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

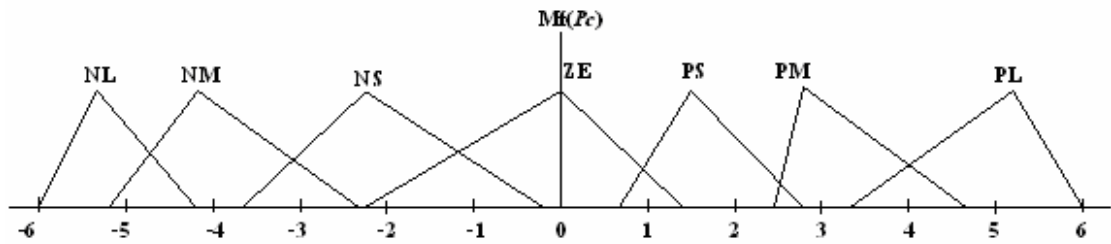
Mf	<i>E</i>	<i>Ec</i>	<i>Pc</i>
NL	[-18 -16.4 -12.8]	[-12 -10.93 -8.533]	[-6 -5.467 -4.267]
NM	[-15.7 -12.3 -7.5]	[-10.47 -8.2 -5]	[-5.233 -4.1 -2.5]
NS	[-10.9 -7.3 -0.8]	[-7.267 -4.867 -0.5333]	[-3.633 -2.433 -0.2667]
ZE	[-6.8 0.2 4.4]	[-4.533 0.1333 2.933]	[-2.267 0.06667 1.467]
PS	[2.2 4.6 8.2]	[1.467 3.419 5.467]	[0.7333 1.533 2.733]
PM	[7.2 8.3 14.2]	[4.8 5.533 9.467]	[2.4 2.767 4.733]
PL	[9.9 15.7 18]	[6.6 11.8 12]	[3.3 5.233 6]



(ก) ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรอินพุต *E*



(ข) ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรอินพุต *Ec*

(ค) ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรเอาต์พุต P_c

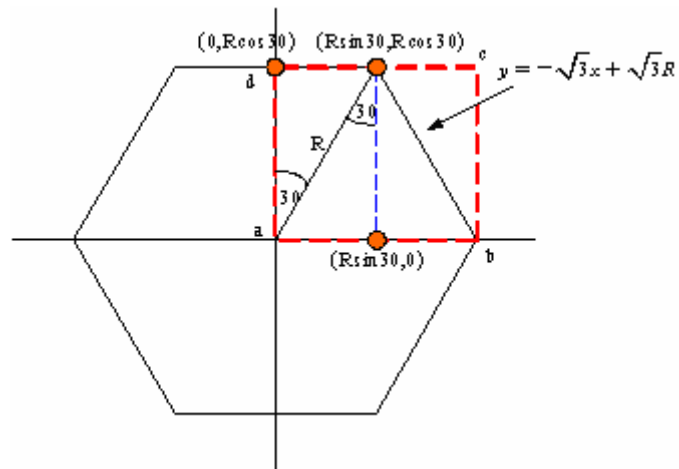
รูปที่ 4.6 ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของตัวแปรฟัซซี

ในงานวิจัยนี้ได้ใส่โครโมโซมเริ่มต้นให้กับโปรแกรมโดยตรงหนึ่งตัว เป็นโครโมโซมที่ได้จากตัวควบคุมแบบ FNN [21] เพื่อให้ระยะเวลาในการหาคำตอบเร็วขึ้น และทดสอบว่าตัวควบคุม FNN ให้ผลที่ดีที่สุดหรือไม่ ซึ่งพบว่าโครโมโซมที่เหมาะสมที่สุดจากรูปที่ 4.6 ไม่ใช่โครโมโซมเดียวกับที่ใช้เป็นตัวควบคุม FNN

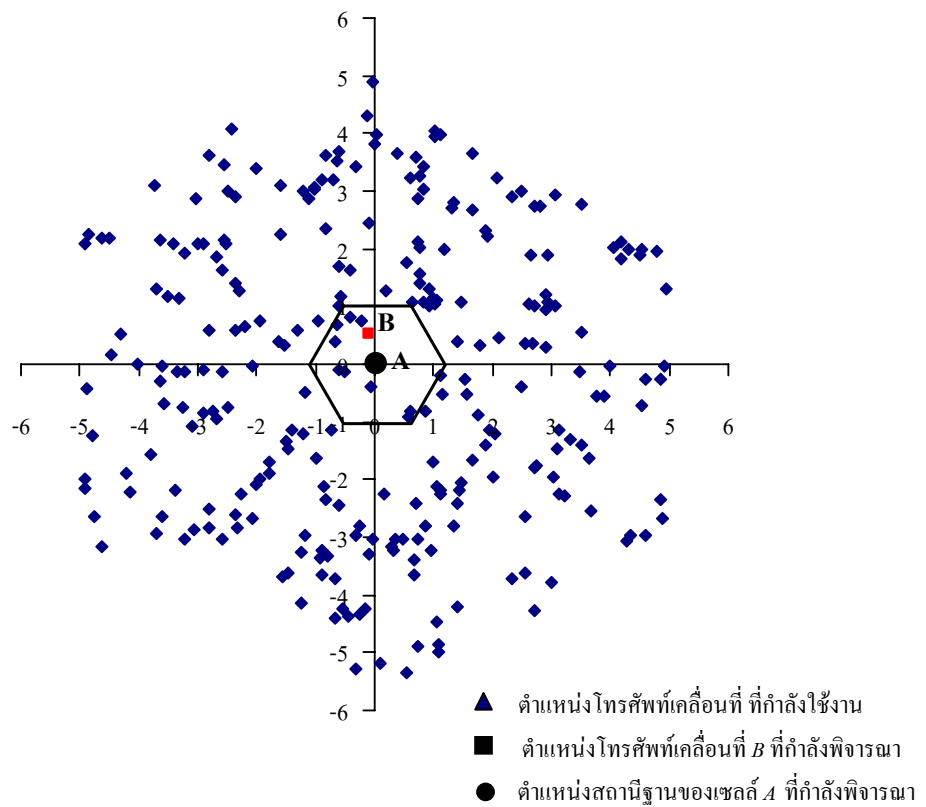
4.4 ผลจากโปรแกรมทดสอบตัวควบคุม

นำตัวควบคุมที่ได้มาทดลองใช้กับแบบจำลองของระบบ DS/CDMA ด้านย้อนกลับ และทดสอบความเหมาะสมของตัวควบคุมโดยการนำค่าผิดพลาดที่ได้มาหาความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ (Outage Probability) เมื่อมีผู้ใช้งานอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ในเซลล์แต่ละเซลล์เป็นจำนวนต่างๆ กัน โดยจำนวนผู้ใช้งานอยู่ระหว่าง 6 - 14 คนต่อเซลล์ แล้วเปรียบเทียบกับค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ที่ได้จากงานวิจัย [21]

รูปที่ 4.7 (ก) เป็นพื้นที่ที่ใช้ในการสุ่มตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยทำการสุ่มตำแหน่งให้อยู่ภายในสี่เหลี่ยม $abcd$ สมมติได้เป็น x_1, y_1 นำจุด x_1 ที่ได้แทนลงในสมการเส้นตรงเพื่อหาค่า y ถ้าค่า y_1 มีค่ามากกว่า y แสดงว่าค่า y_1 ที่สุ่มได้มีค่าเกินเส้นขอบของรูปหกเหลี่ยม จึงต้องทำการสุ่มใหม่ จนกว่าค่าที่ได้จะน้อยกว่าหรือเท่ากับ y รูปที่ 4.7 (ข) แสดงตำแหน่งของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มากที่สุด จำนวน 14 คนต่อเซลล์ มีเซลล์ทั้งหมด 19 เซลล์ จึงมีผู้ใช้งานทั้งหมด 266 คน ผู้ใช้งานที่อยู่ในเซลล์รอบๆ ถูกพิจารณาเป็นสัญญาณแทรกสอดจากภายนอกเซลล์ และผู้ใช้งานที่อยู่ในเซลล์ A ยกเว้นผู้ใช้งาน B ถูกพิจารณาเป็นสัญญาณแทรกสอดภายใน สัญญาณแทรกสอดทั้งหมดได้จากการรวมกันของสัญญาณแทรกสอดภายนอก และภายใน



(ก) การสุ่มตำแหน่งของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่



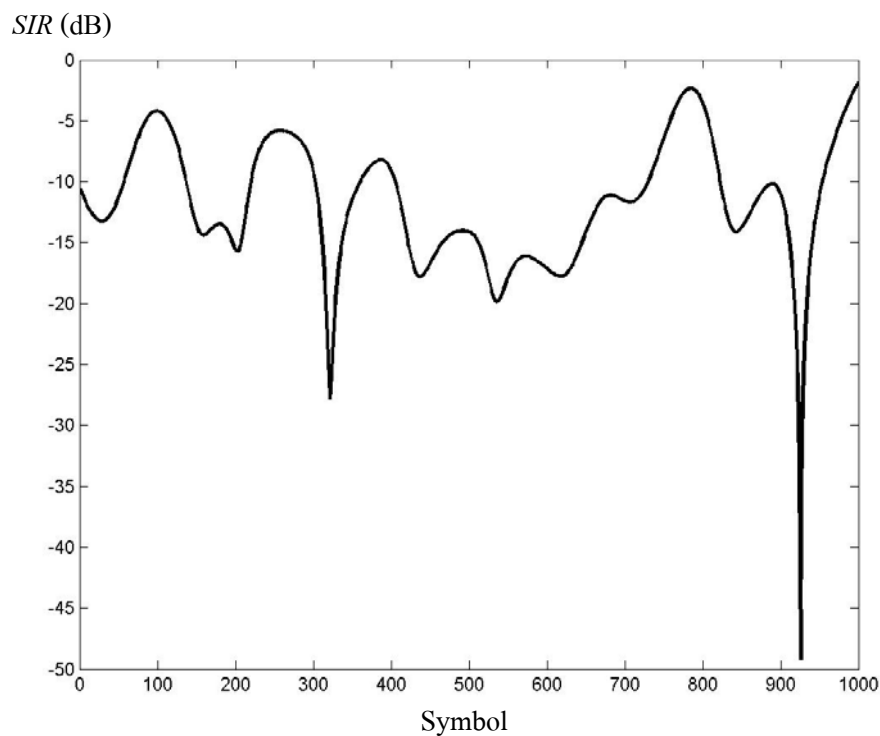
(ข) ตำแหน่งของผู้ใช้งานที่มากที่สุด 14 คนต่อเซลล์

รูปที่ 4.7 ตำแหน่งของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้จากการสุ่มในพื้นที่ 19 เซลล์

สัญญาณแทรกสอดของผู้ใช้งานคนอื่นๆ จะถูกคำนวณจากระยะห่างระหว่างผู้ใช้กับสถานีฐาน A ตามสมการที่ 3.16 ตำแหน่งของผู้ใช้ทั้งหมดได้มาจากการสุ่ม ให้อยู่ภายในพื้นที่ 6 เหลี่ยม

นำโครโมโซมที่ดีที่สุดมาทำการทดสอบโดยการเปลี่ยนจำนวนผู้ใช้งานต่อเซลล์ ตั้งแต่ 6 – 14 คนต่อเซลล์ เพื่อหาค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ตามสมการที่ 3.18 แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ [21]

จากรูปที่ 4.8 เป็นตัวอย่างการนำค่า SIR ที่ได้จากระบบ DS/CDMA ที่มีผู้ใช้ 14 คนต่อหนึ่งเซลล์ หรือ 266 คน ในพื้นที่ 4 km มาคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ จากสมการที่ 3.18 เป็น 0.079 ค่าของความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ที่มีจำนวนผู้ใช้งานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.6 และ รูปที่ 4.9

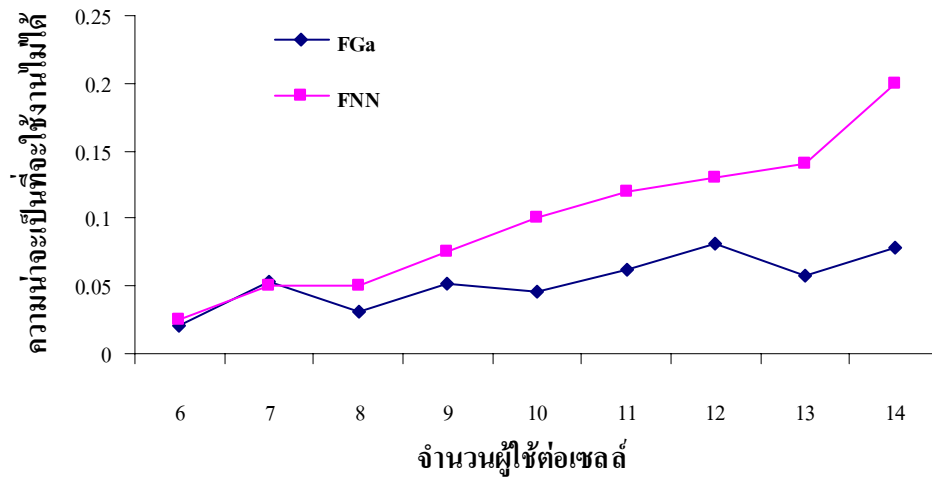


รูปที่ 4.8 ค่า SIR ของระบบที่มีผู้ใช้ 14 คนต่อเซลล์ ที่ใช้ตัวควบคุม FGa ที่เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองหาค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้เมื่อเปลี่ยนจำนวนผู้ใช้งาน

การ ทดลอง	ความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ของผู้ใช้ต่อหนึ่งเซลล์								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Outage_1	0.0201	0.0545	0.0280	0.0548	0.0491	0.0639	0.0639	0.0639	0.0739
Outage_2	0.0177	0.0463	0.0328	0.0507	0.0500	0.0624	0.0624	0.0624	0.0781
Outage_3	0.0213	0.0566	0.0325	0.0501	0.0507	0.0588	0.0588	0.0588	0.0866
Outage_4	0.0216	0.0611	0.0361	0.0505	0.0410	0.0592	0.0592	0.0592	0.0788
Outage_5	0.0187	0.0495	0.0328	0.0446	0.0471	0.0642	0.0642	0.0642	0.0851
Outage_6	0.0234	0.0573	0.0291	0.0508	0.0472	0.0573	0.0573	0.0573	0.0755
Outage_7	0.0234	0.0593	0.0321	0.0526	0.0410	0.0659	0.0659	0.0659	0.0790
Outage_8	0.0209	0.0450	0.0280	0.0536	0.0423	0.0648	0.0648	0.0648	0.0751
Outage_9	0.0217	0.0458	0.0309	0.0592	0.0514	0.0579	0.0579	0.0579	0.0819
Outage_10	0.0213	0.0559	0.0309	0.0502	0.0453	0.0607	0.0607	0.0607	0.0777
เฉลี่ย	0.0210	0.0530	0.0310	0.0520	0.0460	0.0620	0.0810	0.0580	0.0790

ตารางที่ 4.6 เป็นผลการทดลองเมื่อเปลี่ยนจำนวนผู้ใช้ไปเป็นจำนวนต่างๆ ตั้งแต่ 6 – 14 คนต่อเซลล์ เพื่อนำผลความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ มาเปรียบเทียบกับตัวควบคุมที่ใช้วิธี FNN [21] ผลการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ระหว่างตัวควบคุม FGa กับ FNN [21]

แบบจำลองที่ใช้ตัวควบคุม FGa มีเงื่อนไข เช่นเดียวกับแบบจำลองที่ใช้กับตัวควบคุม FNN แต่ในรายละเอียดการสร้างแบบจำลองของช่องสัญญาณแบบเรย์ลีเฟดดิ้ง และการสุ่มตำแหน่งของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละเซลล์ แตกต่างกัน ค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้ ดังรูปที่ 4.9 มีค่าน้อยกว่าวิธีควบคุมแบบที่ใช้ FNN ทำให้การส่งกำลังด้านย้อนกลับของระบบมีประสิทธิภาพดีขึ้น ค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้จากตัวควบคุม FGa มีค่าลดลงโดยเฉลี่ย 37.5% เมื่อคิดเทียบกับค่าความน่าจะเป็นที่จะใช้งานไม่ได้จากตัวควบคุม FNN ระยะเวลาที่เจนติกอัลกอริทึมใช้ในการหาโครโมโซมที่เหมาะสมที่สุด ประมาณ 10 -15 ชั่วโมง การค้นหาโครโมโซมที่ดีที่สุดใช้เวลาามากที่สุด คอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็น CPU Athlon XP 1.3 G, DDR Ram 256 Mb ใช้โปรแกรม MATLAB เวอร์ชัน 6.1.0.450