

บทที่ 5

พัฒนาโปรแกรม และทดสอบผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงพัฒนาโปรแกรม ทำการสร้างโปรแกรมจำลองขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยใช้โปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำลองขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ตามโมเดลที่ได้ออกแบบในบทที่ 3 จากนั้นก็จะสร้างโปรแกรมจัดสรรความถี่ของช่องสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิซวลเบสิก แล้วนำโปรแกรมที่ได้ไปทดสอบการจัดสรรความถี่ภายในตัวเมืองพิษณุโลก

5.1 การจำลองขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดสรรความถี่ของช่องสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม

ทำการจำลองขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดสรรช่องสัญญาณตามที่ได้ออกแบบตามสมการ 3.2 - 3.5 โดยใช้โปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ กับตัวอย่างที่ 1 จำนวนของเซลล์ในเครือข่าย $N = 4$ จำนวนช่องสัญญาณที่สามารถใช้งานได้ $M = 15$ และจำนวนช่องสัญญาณที่ต้องการในแต่ละเซลล์กำหนดให้เป็น $D = (2,2,2,3)$ มี Compatibility matrix C เป็น

$$C = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

โดยมีพารามิเตอร์ในการจำลองดังนี้

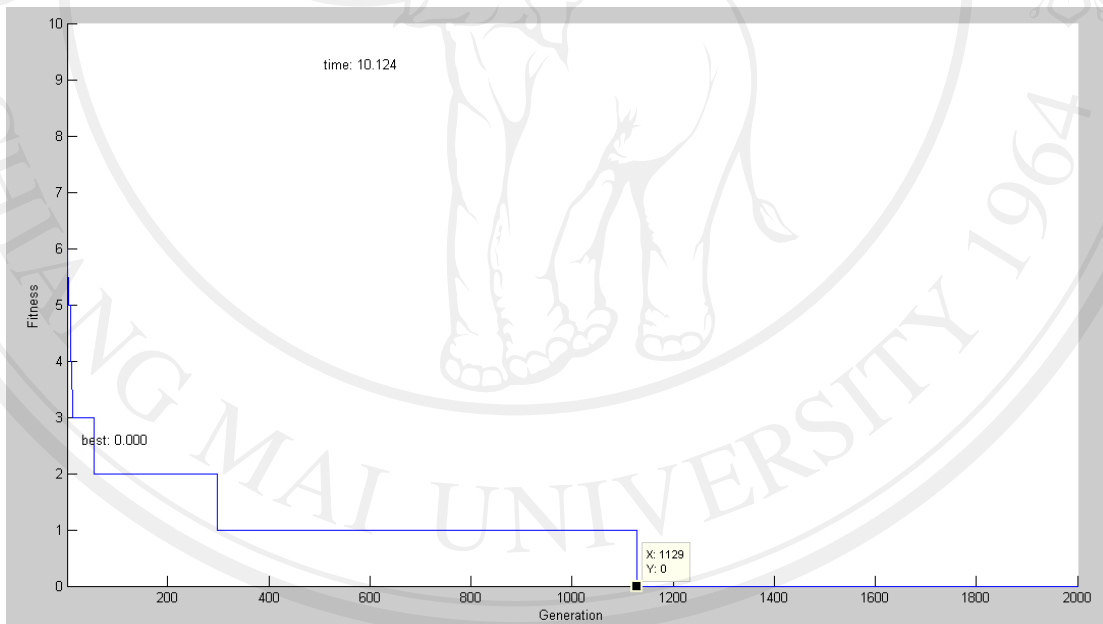
ตาราง 5.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 1	ค่าพารามิเตอร์
จำนวนของเซลล์ไซต์	4 เซลล์ไซต์
จำนวนของช่องสัญญาณความถี่	15 ช่องสัญญาณ
จำนวนของช่องสัญญาณทั้งหมดที่ต้องจัดสรร	9 ช่องสัญญาณ
ขนาดจำนวนประชากร	10

ตาราง 5.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 1	ค่าพารามิเตอร์
การไขว้เปลี่ยน	การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน
การคัดเลือก	การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์
การกลายพันธุ์	สุ่มเปลี่ยนช่องสัญญาณภายในยีน
ความน่าจะเป็นของการดำเนินการไขว้เปลี่ยน	0.8
ความน่าจะเป็นของการดำเนินการกลายพันธุ์	0.02

จากพารามิเตอร์ดังตารางที่ 5.1 เมื่อทำการจำลองโดยการจำลองโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ จะได้ค่าของฟังก์ชันเหมาะสมตามรูป 5.1



รูป 5.1 ค่าความเหมาะสมจากการจำลอง ตัวอย่างที่ 1

ผลของการจำลองจะได้โครโมโซมที่ให้ค่าความเหมาะสมเท่ากับศูนย์ เวลาที่ใช้ในการ

จัดสรรความถี่ประมาณ 10.124 วินาที

จากรูป 5.2 ช่องสัญญาณความถี่ที่จัดสรรโดยโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ เซลล์ที่ 1 เท่ากับ 5 14 เซลล์ที่ 2 เท่ากับ 8 12 เซลล์ที่ 3 เท่ากับ 1 7 เซลล์ที่ 4 เท่ากับ 4 14 9 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำเอาช่องสัญญาณความถี่ที่จัดสรรโดยโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ ไปเปรียบเทียบกับ

จัดสรรด้วยมือนั้นจะให้ผลเหมือนกันคือจะสามารถจัดสรรได้ตามเงื่อนไขของการจัดสรรช่องสัญญาณความถี่ โดยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของการใช้โปรแกรมจัดสรรจะใช้นเวลาน้อยกว่าการจัดสรรด้วยมือ

5	14	8	12	1	7	4	14	9
---	----	---	----	---	---	---	----	---

รูป 5.2 โครโมโซมที่ให้ค่าความเหมาะสมเท่ากับศูนย์ของตัวอย่างที่ 1

5.2 การทดสอบ และหาค่าพารามิเตอร์

ทำการทดสอบค่าพารามิเตอร์ได้แก่ ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ ขนาดของประชากร โดยจะทำการทดสอบกับกลุ่มเซลล์ไซต์ ในตัวเมืองพิษณุโลกมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ตามตาราง 5.2

ตาราง 5.2 ค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก

กลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก	ค่าพารามิเตอร์
จำนวนของเซลล์ไซต์	138 เซลล์ไซต์
จำนวนของช่องสัญญาณความถี่	87 ช่องสัญญาณ
จำนวนของช่องสัญญาณทั้งหมดที่ต้องจัดสรร	548 ช่องสัญญาณ
ขนาดจำนวนประชากร	10, 50, 100
การไขว้เปลี่ยน	การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน แบบสองส่วน และแบบยูนิฟอร์ม
การคัดเลือก	การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต
การกลายพันธุ์	สุ่มเปลี่ยนช่องสัญญาณภายในยีน
ความน่าจะเป็นของการดำเนินการไขว้เปลี่ยน	0.6, 0.7, 0.8, 0.9
ความน่าจะเป็นของการดำเนินการกลายพันธุ์	0.02, 0.04, 0.08, 0.1

การทดสอบจะทำการปรับค่าพารามิเตอร์

- 1) รูปแบบการไขว้เปลี่ยน แบบหนึ่งส่วน แบบสองส่วน และยูนิฟอร์ม
- 2) ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน 0.6 0.7 0.8 0.9
- 3) ค่าความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ 0.02 0.04 0.08 0.1
- 4) ขนาดจำนวนประชากร 10 50 100

ตาราง 5.3 ถึง 5.14 เป็นผลลัพธ์ที่ใช้การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน โดยจะแสดงผลเวลาที่ใช้และค่าความเหมาะสมของการจัดสรรความถี่กลุ่มเซลล์ไซตในตัวของพืชโลก

ตาราง 5.3 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7519	20.0
0.04	7601	21.0
0.08	7625	20.0
0.1	7621	20.0

ตาราง 5.4 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของ
การไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7517	20.0
0.04	7612	22.0
0.08	7664	20.0
0.1	7631	20.0

ตาราง 5.5 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของ
การไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7513	20.0
0.04	7608	21.0
0.08	7605	20.0
0.1	7613	20.0

ตาราง 5.6 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของ
การไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7521	20.0
0.04	7652	21.0
0.08	7649	20.0
0.1	7615	20.0

ตาราง 5.7 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของ
การไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9237	25.0
0.04	9349	25.0
0.08	9342	25.0
0.1	9241	25.0

ตาราง 5.8 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9245	24.0
0.04	9342	25.0
0.08	9336	25.0
0.1	9284	25.0

ตาราง 5.9 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9217	25.0
0.04	9225	25.0
0.08	9211	25.0
0.1	9226	25.0

ตาราง 5.10 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9228	24.0
0.04	9254	24.0
0.08	9365	26.0
0.1	9290	26.0

ตาราง 5.11 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11205	26.0
0.04	11226	26.0
0.08	11242	26.0
0.1	11293	26.0

ตาราง 5.12 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11216	26.0
0.04	11214	25.0
0.08	11292	26.0
0.1	11276	26.0

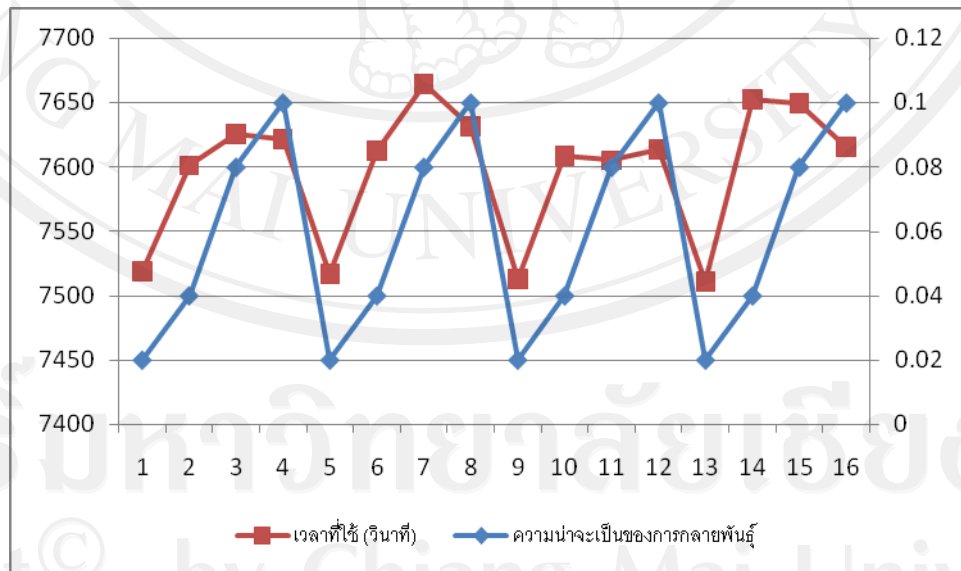
ตาราง 5.13 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11209	26.0
0.04	11214	25.0
0.08	11212	26.0
0.1	11226	26.0

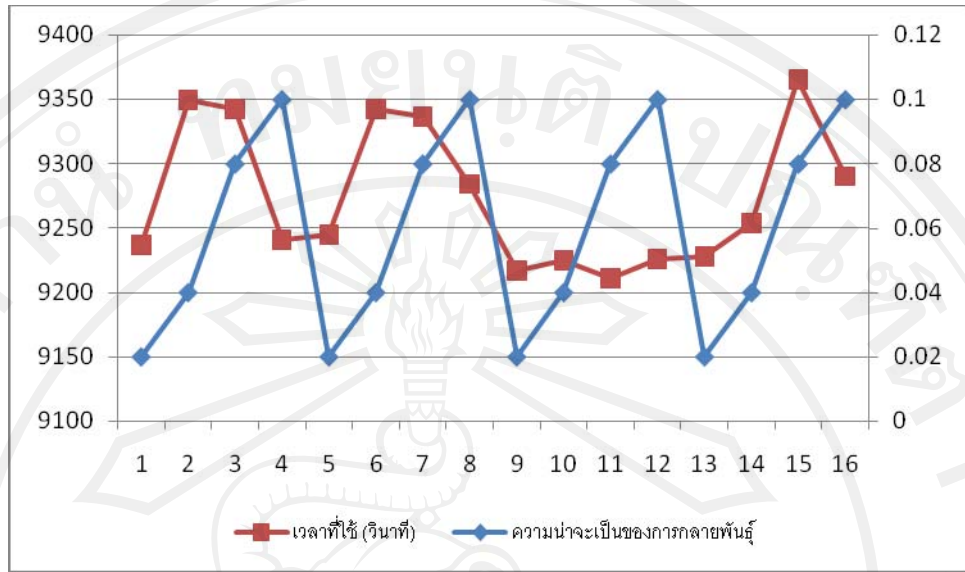
ตาราง 5.14 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11216	26.0
0.04	11214	25.0
0.08	11292	26.0
0.1	11276	26.0

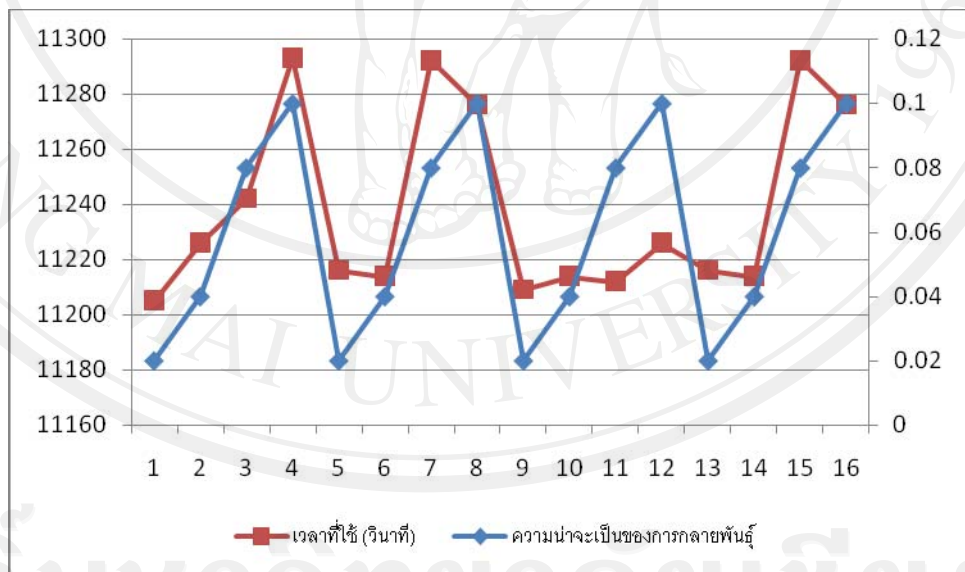
เมื่อนำข้อมูลของความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับ เวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของตาราง 5.3 ถึง 5.14 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการใช้การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน มาแสดงดังกราฟรูป 5.3 ถึง 5.5



รูป 5.3 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10



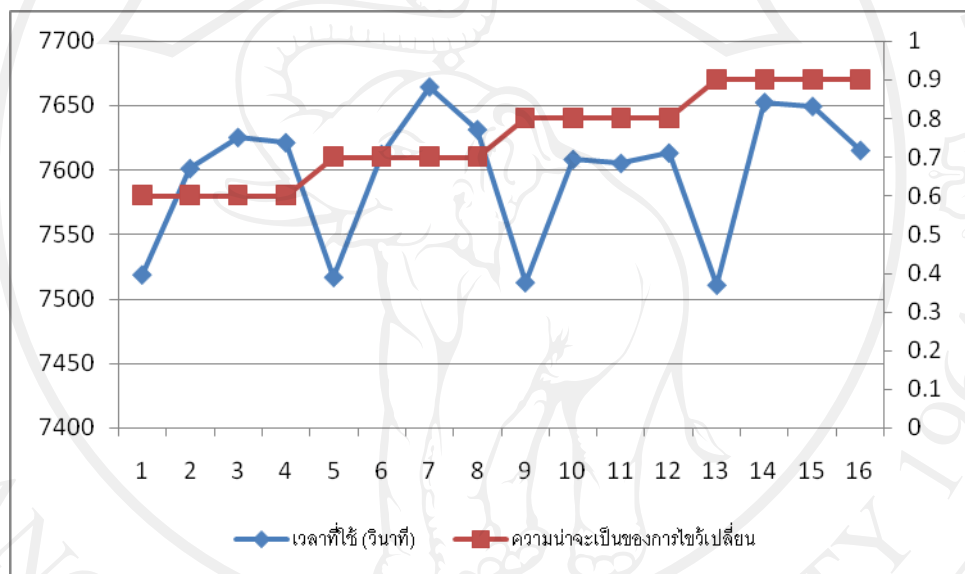
รูป 5.4 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50



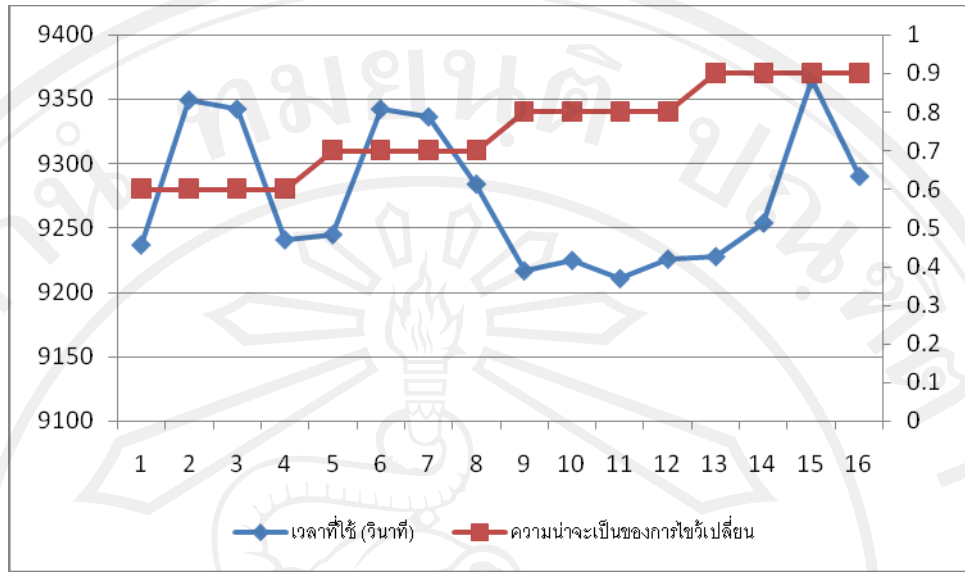
รูป 5.5 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100

จะเห็นว่าความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ที่ 0.02 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.04 0.08 และ 0.1 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรที่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 50 และ 100 อยู่ที่ 7515 วินาที 9231.75 วินาที 11211.5 วินาที ตามลำดับ

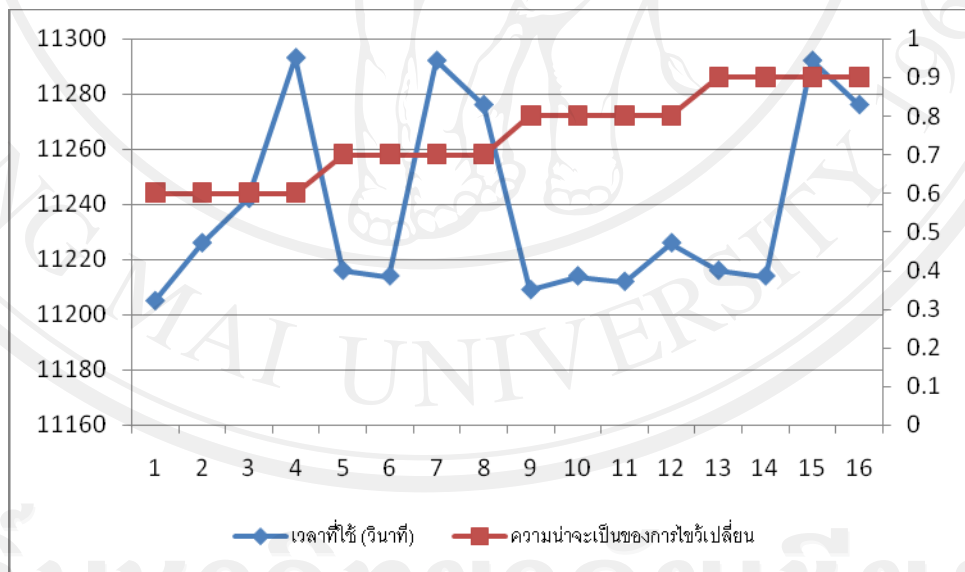
เมื่อนำข้อมูลของความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับ เวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของ ตาราง 5.3 ถึง 5.14 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการใช้การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน มาแสดงดังกราฟรูป 5.6 ถึง 5.8



รูป 5.6 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10



รูป 5.7 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50



รูป 5.8 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100

จะเห็นว่าความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนที่ 0.8 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.6 0.7 และ 0.9 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรที่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 50 และ 100

อยู่ที่ 7584 วินาที 9219.75 วินาที 11215.25 วินาที ตามลำดับ

ตาราง 5.15 ถึง 5.26 เป็นผลลัพธ์ที่ใช้การไขว้เปลี่ยนแบบสองส่วน โดยจะแสดงผลเวลาที่
ใช้ และค่าความเหมาะสมของการจัดสรรความถี่กลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก

ตาราง 5.15 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็น
ของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7764	21.0
0.04	7837	21.0
0.08	7830	20.0
0.1	7789	20.0

ตาราง 5.16 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็น
ของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7760	21.0
0.04	7833	21.0
0.08	7836	20.0
0.1	7781	20.0

ตาราง 5.17 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7786	20.0
0.04	7831	20.0
0.08	7825	20.0
0.1	7793	20.0

ตาราง 5.18 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7783	20.0
0.04	7847	20.0
0.08	7836	20.0
0.1	7802	20.0

ตาราง 5.19 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9413	27.0
0.04	9408	26.0
0.08	9487	27.0
0.1	9390	28.0

ตาราง 5.20 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9407	25.0
0.04	9421	25.0
0.08	9434	27.0
0.1	9411	26.0

ตาราง 5.21 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9403	26.0
0.04	9410	26.0
0.08	9412	27.0
0.1	9405	27.0

ตาราง 5.22 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9414	26.0
0.04	9423	26.0
0.08	9435	26.0
0.1	9440	26.0

ตาราง 5.23 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11194	25.0
0.04	11320	25.0
0.08	11283	27.0
0.1	11258	26.0

ตาราง 5.24 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11436	25.0
0.04	11479	25.0
0.08	11445	25.0
0.1	11442	25.0

ตาราง 5.25 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

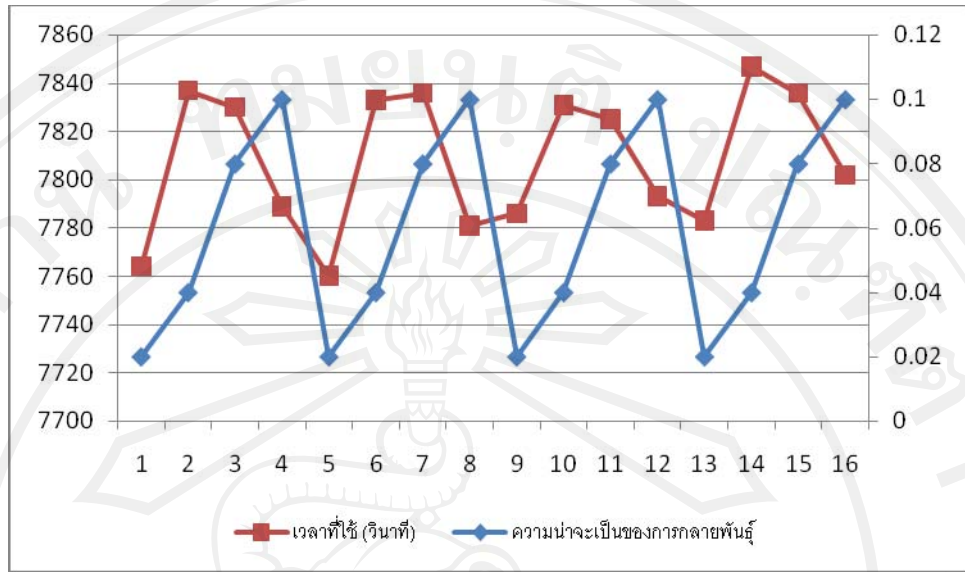
ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11431	25.0
0.04	11452	25.0
0.08	11438	25.0
0.1	11450	25.0

ตาราง 5.26 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

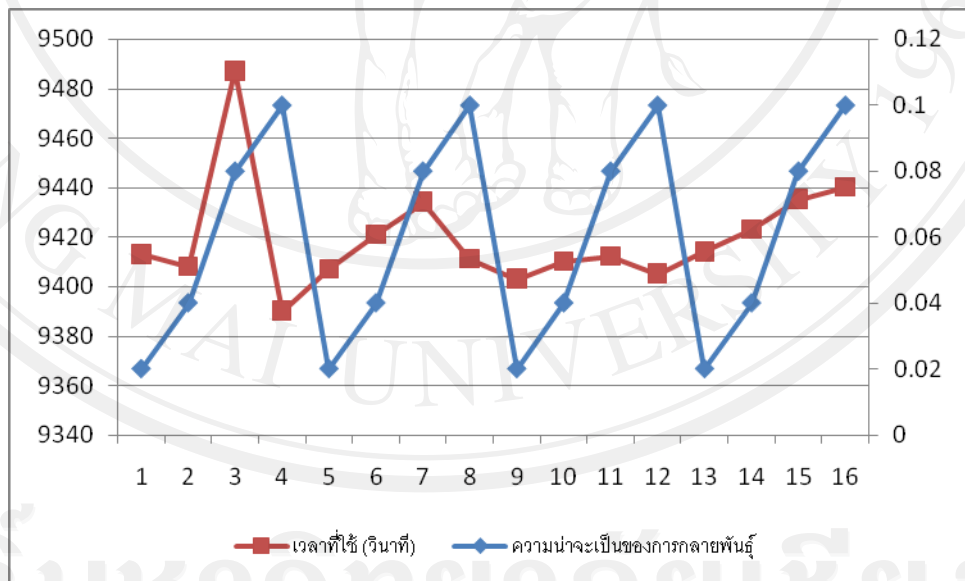
ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11424	25.0
0.04	11462	25.0
0.08	11451	25.0
0.1	11470	25.0

เมื่อนำข้อมูลของความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับ เวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของ ตาราง 5.15 ถึง 5.26 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการใช้การไขว้เปลี่ยนแบบสองส่วน มาแสดงดังกราฟรูป

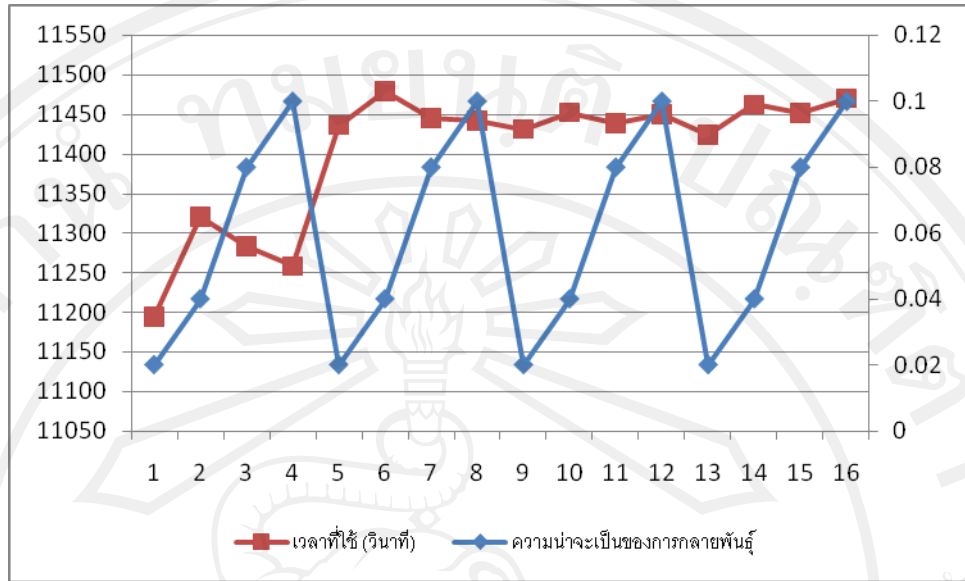
5.9 ถึง 5.11



รูป 5.9 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10



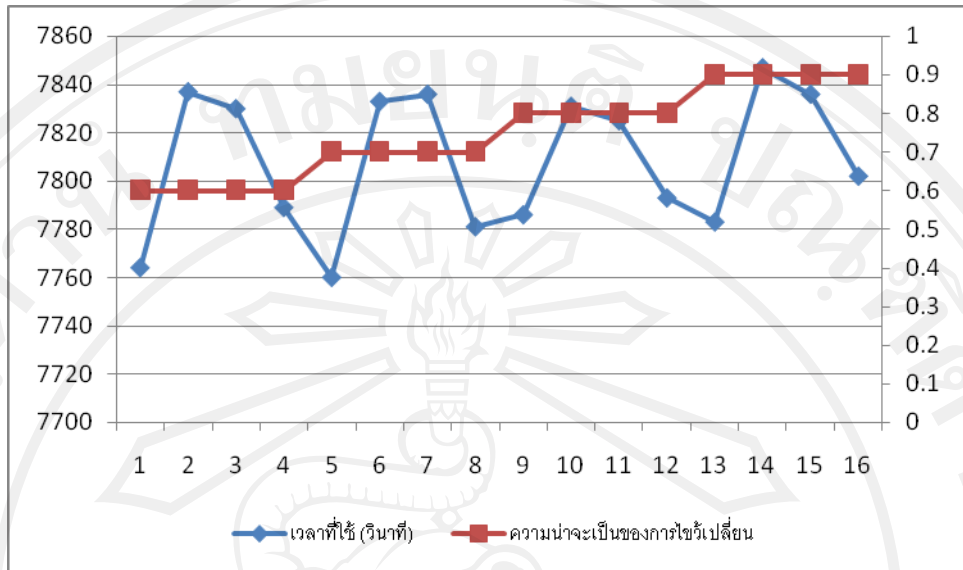
รูป 5.10 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50



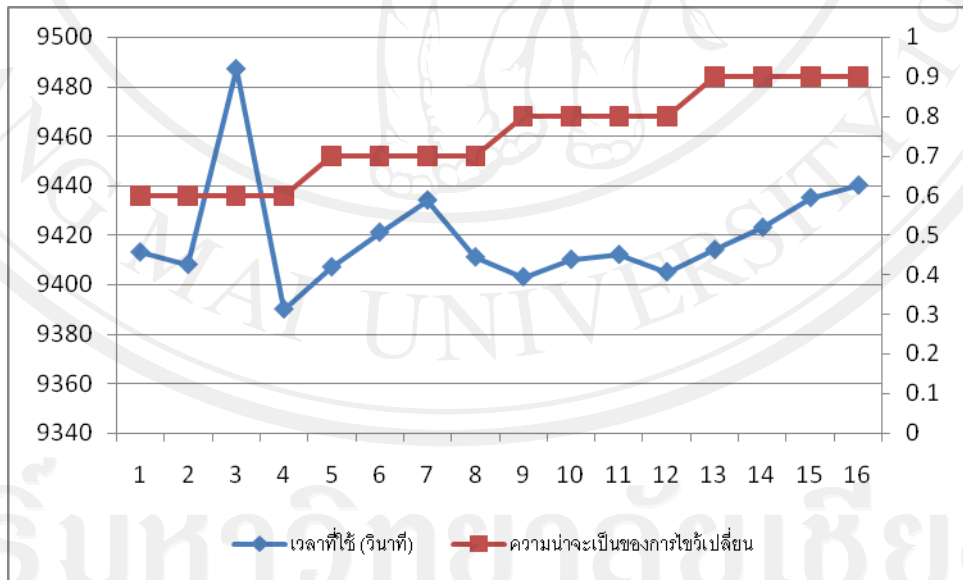
รูป 5.11 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกระจายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100

จะเห็นว่าความน่าจะเป็นของการกระจายพันธุ์ที่ 0.02 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.04 0.08 และ 0.1 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรที่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 50 และ 100 อยู่ที่ 7773.25 วินาที 9409.25 วินาที 11371.25 วินาที ตามลำดับ

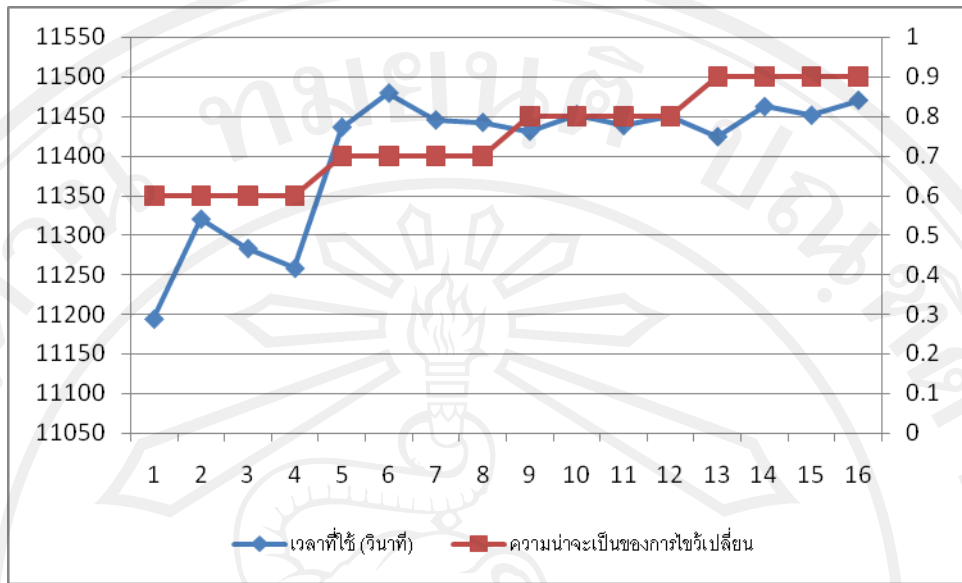
เมื่อนำข้อมูลของความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับ เวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของ ตาราง 5.15 ถึง 5.26 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการใช้การไขว้เปลี่ยนแบบสองส่วน มาแสดงดังกราฟรูป 5.12 ถึง 5.14



รูป 5.12 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10



รูป 5.13 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50



รูป 5.14 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100

จะเห็นว่าที่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนที่ 0.7 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.6 0.8 และ 0.9 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรอยู่ที่ 7802.5 วินาที ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนที่ 0.8 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.6 0.7 และ 0.9 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรอยู่ที่ 9407.5 วินาที และขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนที่ 0.6 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.7 0.8 และ 0.9 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรอยู่ที่ 11263.75 วินาที

ตาราง 5.27 ถึง 5.38 เป็นผลลัพธ์ที่ใช้การไขว้เปลี่ยนแบบยูนิฟอร์ม โดยจะแสดงผลเวลาที่ไขว้และค่าความเหมาะสมของการจัดสรรความถี่กลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก

ตาราง 5.27 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ไขว้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7564	20.0
0.04	7682	20.0
0.08	7635	21.0
0.1	7657	21.0

ตาราง 5.28 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ไขว้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7613	20.0
0.04	7661	20.0
0.08	7670	20.0
0.1	7674	21.0

ตาราง 5.29 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7540	20.0
0.04	7635	20.0
0.08	7651	20.0
0.1	7635	21.0

ตาราง 5.30 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	7572	20.0
0.04	7687	20.0
0.08	7694	21.0
0.1	7692	20.0

ตาราง 5.31 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9210	25.0
0.04	9352	25.0
0.08	9361	25.0
0.1	9279	25.0

ตาราง 5.32 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9269	25.0
0.04	9385	26.0
0.08	9372	25.0
0.1	9204	25.0

ตาราง 5.33 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9205	25.0
0.04	9320	26.0
0.08	9362	26.0
0.1	9217	26.0

ตาราง 5.34 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	9313	25.0
0.04	9339	25.0
0.08	9353	25.0
0.1	9241	25.0

ตาราง 5.35 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.6

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11260	25.0
0.04	11314	25.0
0.08	11275	26.0
0.1	11261	25.0

ตาราง 5.36 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.7

ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11283	25.0
0.04	11315	25.0
0.08	11274	26.0
0.1	11259	25.0

ตาราง 5.37 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8

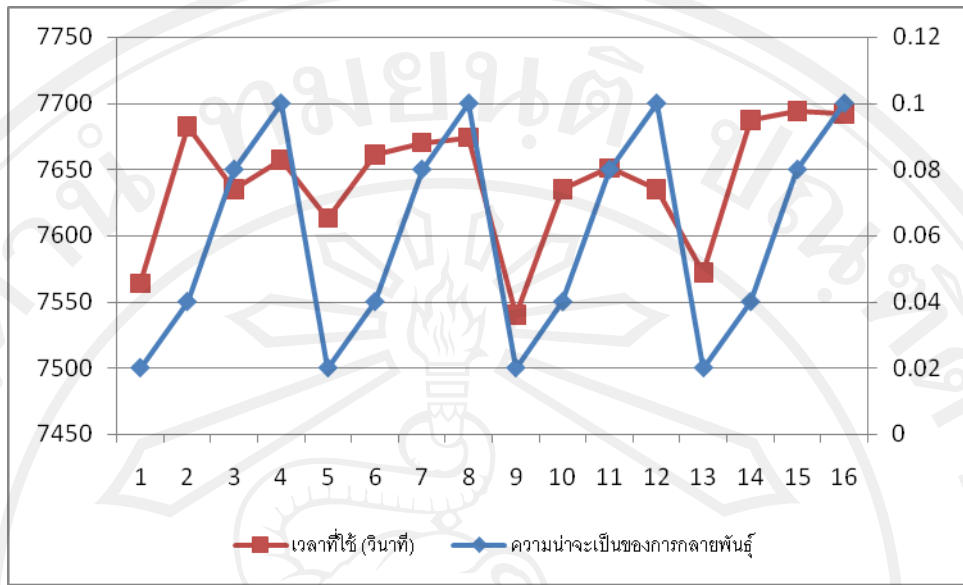
ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11215	25.0
0.04	11322	25.0
0.08	11233	26.0
0.1	11249	25.0

ตาราง 5.38 แสดงผลลัพธ์ของการกำหนดขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100 และความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.9

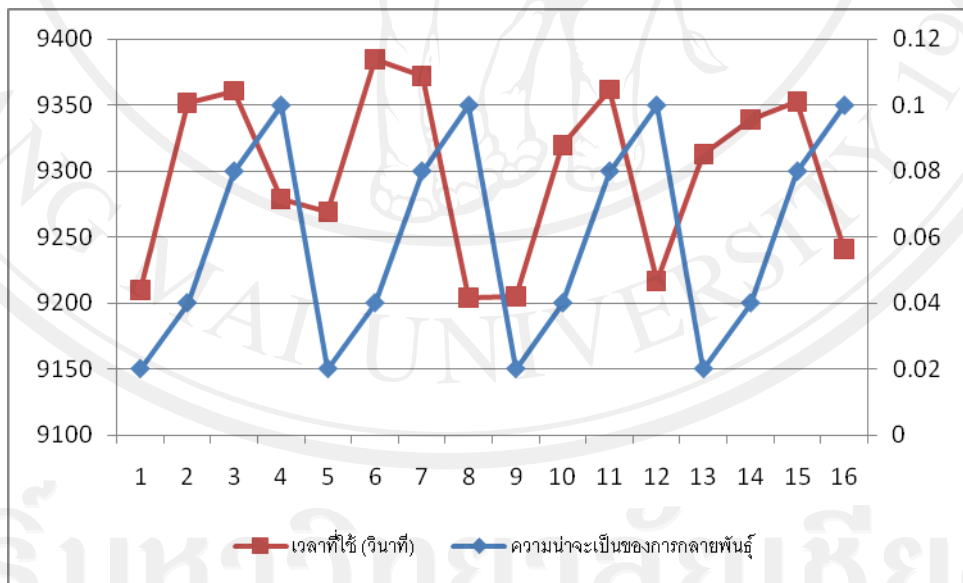
ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ค่าความเหมาะสม
0.02	11290	25.0
0.04	11331	26.0
0.08	11276	26.0
0.1	11257	25.0

เมื่อนำข้อมูลของความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับ เวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของตาราง 5.27 ถึง 5.38 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการใช้การไขว้เปลี่ยนแบบยูนิฟอร์ม มาแสดงดังกราฟรูป 5.15 ถึง

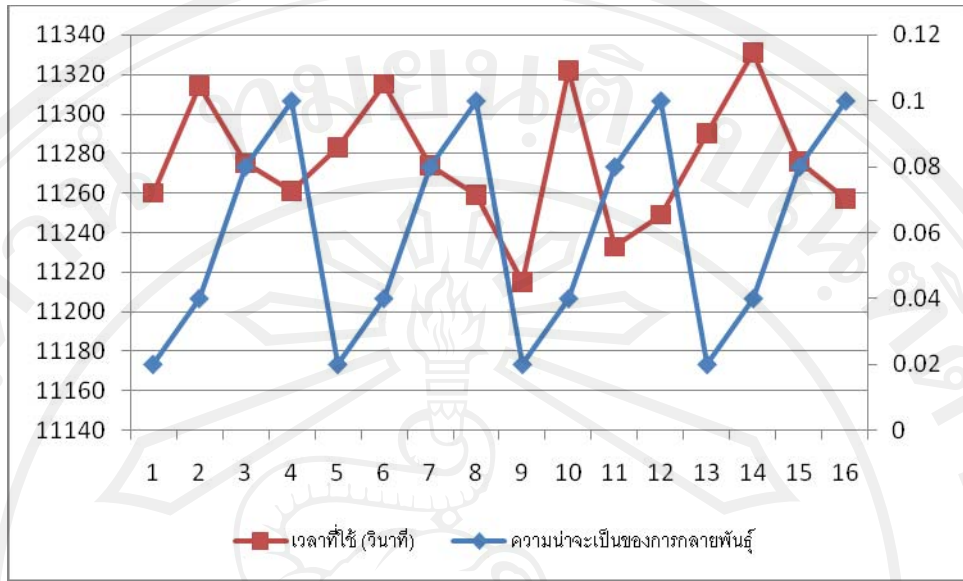
5.17



รูป 5.15 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10



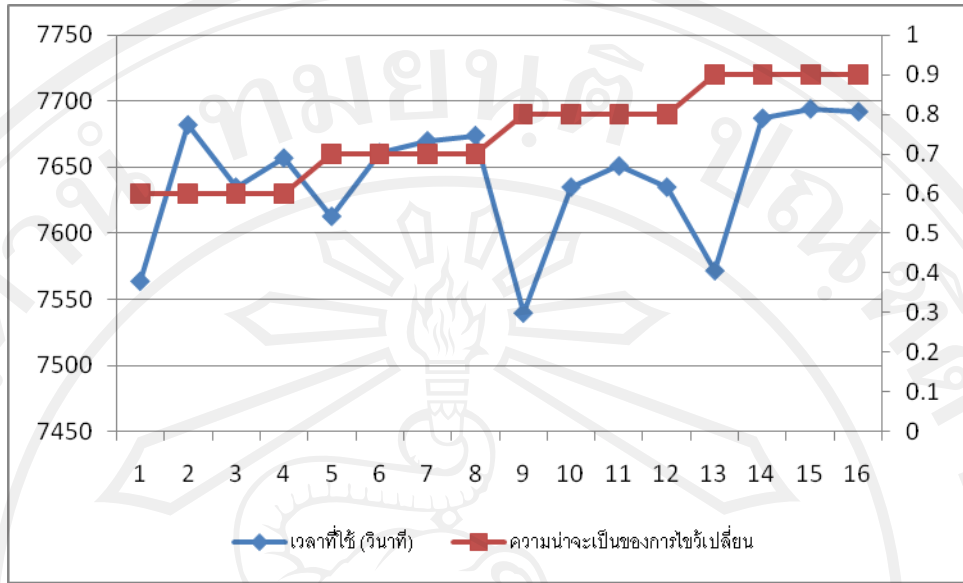
รูป 5.16 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50



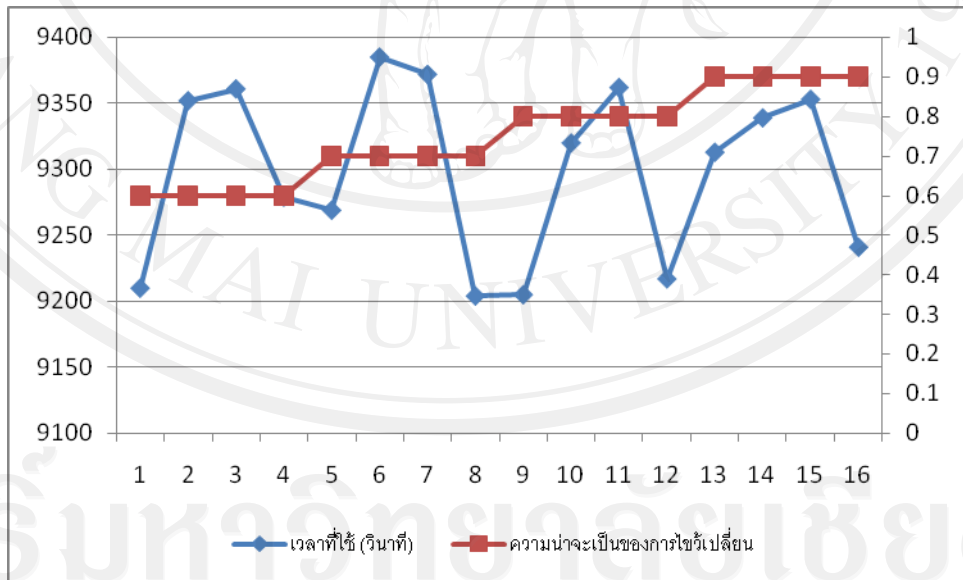
รูป 5.17 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100

จะเห็นว่าที่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ที่ 0.02 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.04 0.08 และ 0.1 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรอยู่ที่ 7572.25 วินาที ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50 และ 100 ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ที่ 0.1 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.02 0.04 และ 0.08 โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการจัดสรรอยู่ที่ 9235.25 วินาที และ 11256.5 ตามลำดับ

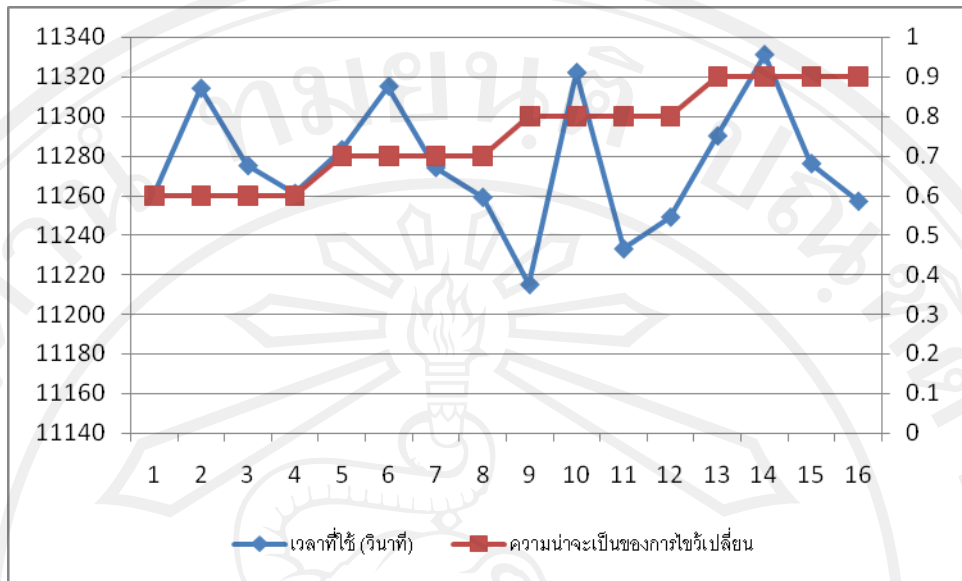
เมื่อนำข้อมูลของความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ของตาราง 5.27 ถึง 5.38 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการใช้การไขว้เปลี่ยนแบบยูนิฟอร์ม มาแสดงดังกราฟรูป 5.18 ถึง 5.20



รูป 5.18 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10



รูป 5.19 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 50

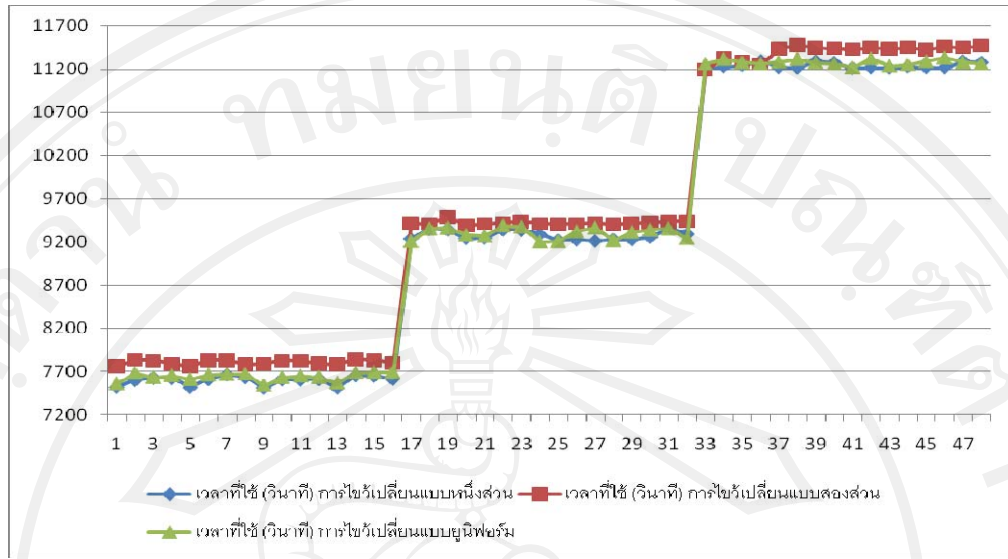


รูป 5.20 ความสัมพันธ์ความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่
ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 100

จะเห็นว่าความน่าจะเป็นของการไขว้เปลี่ยนที่ 0.8 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่า 0.6 0.7 และ 0.9 โดยมีเวลาที่ใช้ในการจัดสรรที่ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 50 และ 100 อยู่ที่ 7615.25 วินาที 9276 วินาที 11254.75 วินาที ตามลำดับ

5.2.1 ความสัมพันธ์รูปแบบการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่

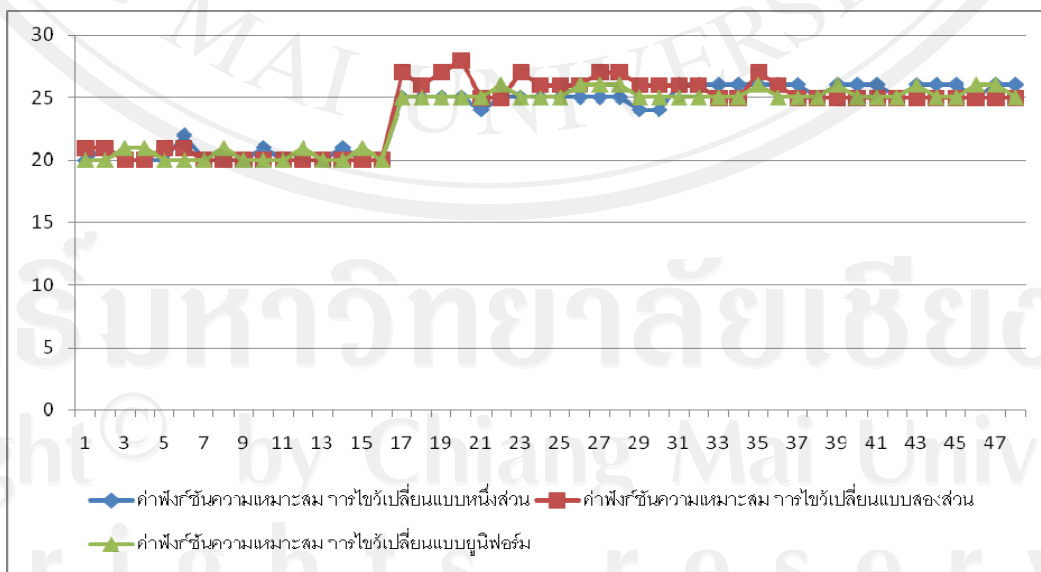
จากผลการทดลอง เมื่อนำเอาข้อมูลเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่ในแต่ละรูปแบบการไขว้เปลี่ยนจากตาราง 5.3 ถึง 5.38 มาแสดงดังกราฟ รูป 5.21 จะเห็นว่า การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วนจะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่น้อยกว่าแบบสองส่วน และแบบยูนิฟอร์ม



รูป 5.21 ความสัมพันธ์รูปแบบการไขว้เปลี่ยน กับเวลาที่ใช้ในการจัดสรรความถี่

5.2.2 ความสัมพันธ์ของการไขว้เปลี่ยน กับค่าความเหมาะสมที่ได้จากการจัดสรรความถี่

จากผลการทดลอง เมื่อนำเอาข้อมูลค่าความเหมาะสมที่ได้จากการจัดสรรความถี่ของตาราง 5.3 ถึง 5.38 มาแสดงดังกราฟรูป 5.22 จะเห็นการไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน สองส่วน และยูนิฟอร์ม มีค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมเป็น 23.68 23.89 และ 23.62 จะเห็นว่าค่าความเหมาะสมมีค่าใกล้เคียงกัน



รูป 5.22 ความสัมพันธ์ของการไขว้เปลี่ยน กับค่าฟังก์ชันความเหมาะสม

5.3 ทดสอบการจัดสรรความถี่ให้กับกลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก

ทำการทดสอบจัดสรรความถี่ให้กับกลุ่มเซลล์ไซต์ภายในตัวเมืองพิษณุโลกโดยใช้โปรแกรมการจัดสรรความถี่ของช่องสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ หาความสัมพันธ์ของค่าความเหมาะสมกับคุณภาพของเครือข่ายก่อน และหลังการจัดสรรความถี่ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ จะอ้างอิงจากที่ได้มีการทดสอบไปแล้วตามหัวข้อ 5.2 โดยมีพารามิเตอร์ ดังตาราง 5.3

คุณภาพของเครือข่ายตรวจสอบได้จากข้อมูลที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้งานเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มส่งข้อมูลการใช้งานเข้ามาเก็บไว้ที่เครือข่ายโดยจะเป็นการวัดคุณภาพ Class BER (Bit Error Rate) ตาม GSM recommendation ภาคผนวก ก โดยค่าของคุณภาพเครือข่ายจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยบริษัทแอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส ได้กำหนดคุณภาพของเครือข่ายจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 95% ขึ้นไป ถ้าต่ำกว่าแสดงว่าต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของเครือข่าย

ตาราง 5.39 ตารางค่าพารามิเตอร์ของกลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก

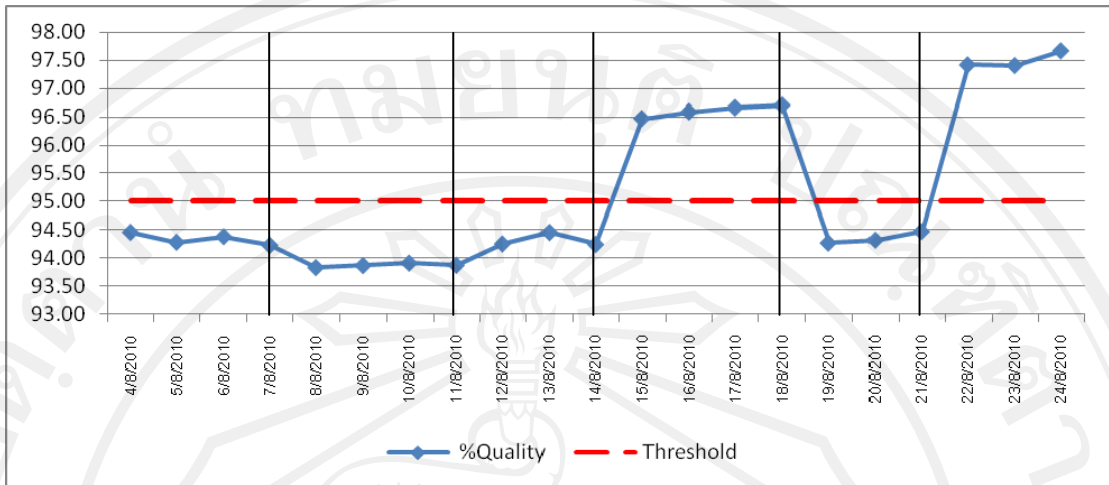
กลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก	ค่าพารามิเตอร์
จำนวนของเซลล์ไซต์	138 เซลล์ไซต์
จำนวนของช่องสัญญาณความถี่	87 ช่องสัญญาณ
จำนวนของช่องสัญญาณทั้งหมดที่ต้องจัดสรร	548 ช่องสัญญาณ
ขนาดจำนวนประชากร	10
การไขว้เปลี่ยน	การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน
การคัดเลือก	การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต
การกลายพันธุ์	สุ่มเปลี่ยนช่องสัญญาณภายในยีน
ความน่าจะเป็นของการดำเนินการไขว้เปลี่ยน	0.8
ความน่าจะเป็นของการดำเนินการกลายพันธุ์	0.02

ในการทดสอบจะหาความสัมพันธ์ของค่าความเหมาะสม กับคุณภาพของเครือข่ายเปรียบเทียบก่อน และหลังการปรับความถี่ที่ได้จากจัดสรรโดยโปรแกรม โดยมีแผนงานทดสอบการปรับความถี่บริเวณตัวเมืองพิษณุโลก ดังตาราง 5.40

ตาราง 5.40 ตารางแผนงานทดสอบการปรับความถี่บริเวณตัวเมืองพิษณุโลก

ลำดับ	ขั้นตอนของการทดสอบ	จำนวนวัน	ช่วงเวลา
1	เก็บข้อมูลคุณภาพของเครือข่ายบริเวณตัวเมืองพิษณุโลก	3	4/08/10 - 6/08/10
2	จัดสรรความถี่โดยใช้โปรแกรม(fitness= 50)	1	7/8/10
3	ปรับความถี่ใหม่ตามการจัดสรรของโปรแกรม	1	7/8/10
4	เก็บข้อมูลคุณภาพของเครือข่ายหลังการปรับ(fitness= 50)	3	8/08/10 - 10/08/10
5	ปรับความถี่กลับ	1	11/8/10
6	เก็บข้อมูลคุณภาพของเครือข่ายบริเวณตัวเมืองพิษณุโลก	3	11/08/10 - 13/08/10
7	จัดสรรความถี่โดยใช้โปรแกรม(fitness= 30)	1	14/8/10
8	ปรับความถี่ใหม่ตามการจัดสรรของโปรแกรม	1	14/8/10
9	เก็บข้อมูลคุณภาพของเครือข่ายหลังการปรับ(fitness= 30)	3	15/08/10 -17/08/10
10	ปรับความถี่กลับ	1	18/8/10
11	เก็บข้อมูลคุณภาพของเครือข่ายบริเวณตัวเมืองพิษณุโลก	3	18/08/10 - 20/08/10
12	จัดสรรความถี่โดยใช้โปรแกรม(fitness= 20)	3	21/8/10
13	ปรับความถี่ใหม่ตามการจัดสรรของโปรแกรม	3	21/8/10
12	เก็บข้อมูลคุณภาพของเครือข่ายหลังการปรับ(fitness= 20)	3	22/08/10 - 24/08/10

หลังจากทำการปรับความถี่ของช่องสัญญาณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม ที่ได้จากโปรแกรมตามแผนงานจะได้ผลลัพธ์ดังรูป 5.11 จะเห็นว่าหลังจากมีการปรับความถี่ใหม่ด้วยค่าความเหมาะสมเท่ากับ 50 ในวันที่ 7/08/10 คุณภาพของเครือข่ายมีค่าลดลงจาก 94% เป็น 93% และในวันที่ 14/08/10 และวันที่ 21/08/10 ปรับค่าความถี่ใหม่ด้วยค่าความเหมาะสมเท่ากับ 30 และ 20 จะเห็นว่าคุณภาพของเครือข่ายมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 96% และ 97% ตามลำดับซึ่งมีค่ามากกว่า 95% ซึ่งเป็นเงื่อนไขในการปรับปรุงคุณภาพสัญญาณ



รูป 5.23 คุณภาพเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของกลุ่มเซลล์ไซต์ภายในตัวเมืองพิษณุโลก

5.4 วิจัยผลการทดลอง

จากการทดสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์จำลองขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยใช้ตัวอย่างกลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก ซึ่งมีจำนวนเซลล์ไซต์เท่ากับ 138 เซลล์ไซต์ จำนวนของช่องสัญญาณความถี่ 87 ช่องสัญญาณ จำนวนของช่องสัญญาณทั้งหมดที่ต้องจัดสรร 548 ช่องสัญญาณ พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อที่ใช้เวลาในการจัดสรรความถี่ของช่องสัญญาณน้อยที่สุดคือ ขนาดจำนวนประชากรเท่ากับ 10 การไขว้เปลี่ยนแบบหนึ่งส่วน ความน่าจะเป็นของการดำเนินการไขว้เปลี่ยนเท่ากับ 0.8 ความน่าจะเป็นของการดำเนินการกลายพันธุ์เท่ากับ 0.02 จะใช้เวลาในการจัดสรรความถี่ของช่องสัญญาณประมาณ 2 ชั่วโมง 8 นาที 69 วินาที ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 23

จากการทดสอบเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของค่าความเหมาะสมของชุดความถี่ที่จัดสรรได้จากโปรแกรมจัดสรรความถี่ของช่องสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็มโดยใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม กับเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงคุณภาพของเครือข่ายโดยทำการจัดสรรความถี่ให้กับกลุ่มเซลล์ไซต์ในตัวเมืองพิษณุโลก พบว่าชุดความถี่ที่จัดสรรของค่าความเหมาะสม 30 และ 20 เมื่อนำไปปรับในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม จะทำให้คุณภาพเครือข่ายมีค่าดีขึ้นจาก 94% เป็น 96% และ 97% ตามลำดับ ส่วนชุดความถี่ที่จัดสรรของค่าความเหมาะสม 50 เมื่อนำไปปรับในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบจีเอสเอ็ม จะทำให้คุณภาพเครือข่ายต้องมีการปรับปรุงคุณภาพใหม่ โดยคุณภาพเครือข่ายมีค่าลดลงจาก 94% เป็น 93%