

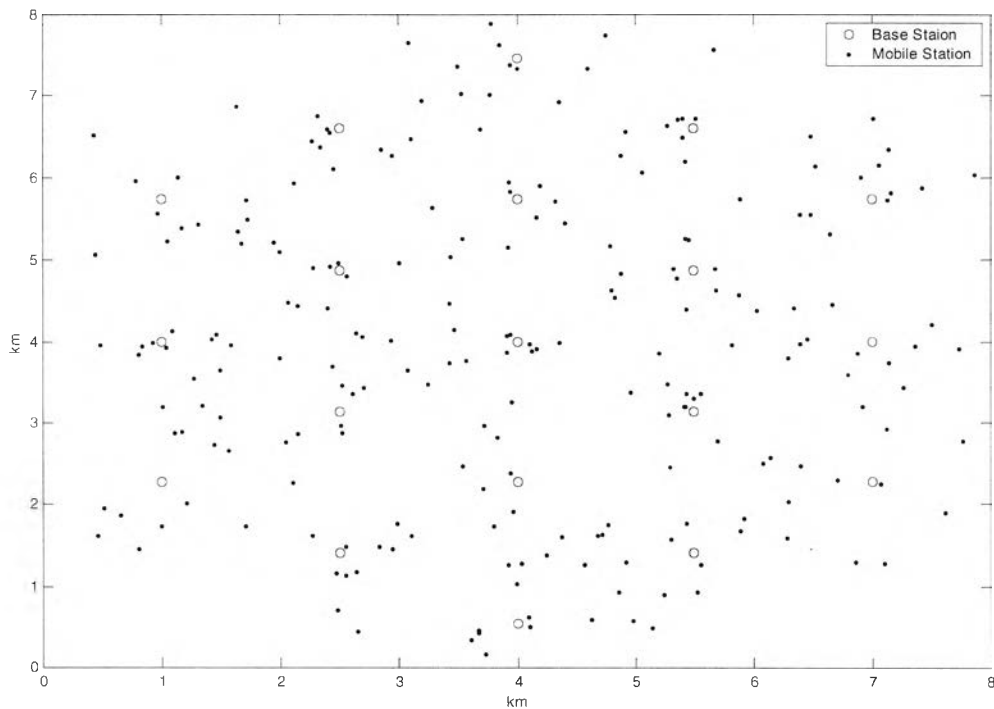
บทที่ 3

แบบจำลอง

3.1 ข้อกำหนดของการจำลองระบบ

ทำการจำลองระบบด้วยแบบจำลองที่ประกอบด้วย 19 เซลล์ ในระบบสื่อสารเคลื่อนที่เซลลูลาร์แบบซีดีเอ็มเอ โดยพิจารณาในเซลล์กลางซึ่งถูกล้อมรอบด้วย 18 เซลล์ ดังรูปที่ 2.4 โดยสถานีเคลื่อนที่ในแต่ละเซลล์มีจำนวนเท่ากัน (N_u) และมีข้อกำหนดในการจำลองดังนี้ [6]

1. พิจารณาเฉพาะการควบคุมกำลังของเซลล์กลางเท่านั้น
2. กำหนดให้ตำแหน่งของสถานีเคลื่อนที่ใน 19 เซลล์ มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution) ดังรูปที่ 3.1, สมมติว่าสถานีเคลื่อนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ภายในบริเวณที่เล็กมากเสมือนอยู่กับที่ จึงถือว่า Long-Term Fading มีค่าคงที่ในช่วงเวลาทำการจำลองแบบ, ให้ความเร็วสถานีเคลื่อนที่ V มีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มระหว่าง 6 ถึง 60 กม./ชม., ความถี่คลื่นพาห์ F_0 เท่ากับ 800 MHz, คาบเวลาของการควบคุม $T_d = 2$ ms ดังนั้นความถี่ Doppler f_d ที่ถูกนอร์มอลไลซ์ด้วยคาบเวลาของการควบคุม $f_d T_d = \frac{F_0 \times V}{C} T_d$ จึงมีค่าอยู่ในช่วง $[0.01, 0.1]$ [6] เมื่อ C คือความเร็วของแสง (3×10^8 m/s)
3. ปรับกำลังของสถานีเคลื่อนที่พร้อมๆ กันในแต่ละคาบของการควบคุม โดยกำลังเริ่มต้นของสถานีเคลื่อนที่เท่ากับ 10 mW
4. รัศมีเซลล์ 1 กิโลเมตร
5. ไม่พิจารณาผลของ Soft Handoff, Voice Activity และ Antenna Sectorization ในการจำลองแบบ
6. ใช้จำนวนรอบในการควบคุม 600 รอบ โดย 200 รอบแรกใช้ในการปรับให้การควบคุมกำลังเข้าสู่สภาวะอยู่ตัว และจะทำการหา Outage Probability ใน 400 รอบของการควบคุมถัดไป ทำการจำลองแบบทั้งหมด 50 ครั้ง แล้วหาค่า Outage Probability เฉลี่ย [6]
7. สถานีฐานและสถานีเคลื่อนที่ทุกเครื่องใช้สายอากาศส่งสัญญาณแบบรอบทิศทาง (Omnidirectional Antenna)



รูปที่ 3.1 การแจกแจงตำแหน่งของสถานีฐานและสถานีเคลื่อนที่ในการจำลองระบบเซลลูลาร์ จำนวน 19 เซลล์, จำนวนสถานีเคลื่อนที่เท่ากันในทุกเซลล์เท่ากับ N_u

3.2 วิธีจำลองแบบของการควบคุมกำลัง

ทำการจำลองแบบโดยคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรม Matlab ในการจำลองและเก็บผลโดยผลที่เก็บในการจำลองแบบนี้มีอยู่ 5 แบบคือ

1. ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหาย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ จำนวนสถานีเคลื่อนที่, Desired Level, ค่าขอบเขตบนของการทำควอนไทล์ Q_{max} , ค่าขอบเขตล่างของการทำควอนไทล์ Q_{min} จำนวนรอบที่เหมาะสมในการใช้วิธี CSOPC ควบคุมค่ากำลังไปสู่ค่า $P_d[(k+1) | \hat{A}(k+1)]$, จำนวนบิตที่ใช้ในการควบคุมกำลัง (Power Control bit)
2. ค่า SIR ที่ทุกๆ รอบของการควบคุม
3. ค่ากำลังของสถานีเคลื่อนที่ที่ทุกๆ รอบของการควบคุม
4. ค่ากำลังของสัญญาณที่สถานีฐานได้รับที่ทุกๆ รอบของการควบคุม
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการจำลองแบบ

ในเก็บผลการจำลองแบบที่ต้องการ จะทำการจำลองแบบ 50 ครั้ง แต่แต่ละครั้งใช้จำนวนรอบในการควบคุม 600 รอบ โดย 200 รอบแรกใช้เพื่อปรับให้การควบคุมกำลังเข้าสู่สภาวะอยู่ตัว และ

ทำการหาค่า Outage Probability ใน 400 รอบถัดไปของการควบคุม, สำหรับขั้นตอนการจำลองแบบของวิธีการควบคุมวิธี CSOPC และวิธีที่เสนอนั้นจะมีขั้นตอนหลักๆ เช่นเดียวกับวิธี PCMPC ต่างกันเพียงวิธีที่ใช้ในการปรับกำลังควบคุมเท่านั้นซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

ในการจำลองแบบ จะทำการเปรียบเทียบผลของวิธีการควบคุมกำลังที่เสนอ กับวิธีการควบคุมกำลังแบบ Constrained Second-Order Power Control (CSOPC) และวิธี SIR-based Pulse-Code-Modulation Power Control (PCMPC)

3.3 การนำเสนอผลการจำลองแบบ

ในการนำเสนอ จะนำผลการจำลองแบบมานำเสนอในรูปของกราฟและวิเคราะห์ผล ซึ่งจะแสดงไว้ในบทที่ 4 โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

1. กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับจำนวนรอบของการควบคุม
2. กราฟแสดงค่ากำลังของสถานีเคลื่อนที่เทียบกับจำนวนรอบของการควบคุม
3. กราฟแสดงค่ากำลังของสัญญาณที่สถานีฐานได้รับเทียบกับจำนวนรอบของการควบคุม
4. กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired Level และจำนวนสถานีเคลื่อนที่
5. กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับค่าขอบเขตบนของการทำการควอนไทซ์ Q_{\max} และค่าขอบเขตล่างของการทำควอนไทซ์ Q_{\min}
6. กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนรอบที่เหมาะสมในการใช้วิธี CSOPC ควบคุมค่ากำลังไปสู่ค่า $P_d[(k+1) | \hat{A}(k+1)]$
7. กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนบิตที่ใช้ในการควบคุมกำลัง (Power Control bit)
8. กราฟแสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่
9. กราฟแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการจำลองแบบเทียบกับจำนวนสถานีเคลื่อนที่เพื่อเปรียบเทียบความซับซ้อนของวิธีการควบคุมแต่ละวิธี

3.4 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบ

ในการจำลองแบบของการควบคุมกำลัง ได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อกำหนดของการจำลองแบบโดยทำการเปรียบเทียบผลการจำลองแบบของวิธีการควบคุมกำลังโดยยึดหลัก

ของ SIR แบบพัลส์โคดมอดูเลชันที่ได้กับผลดั้งเดิมที่เสนอใน [6] ก่อน โดยจะเปรียบเทียบผลความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับค่า SIR ที่ต้องการเมื่อมีจำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กัน

3.5 การทดสอบความถูกต้องของความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายเทียบกับ Desired Level และจำนวนสถานีเคลื่อนที่

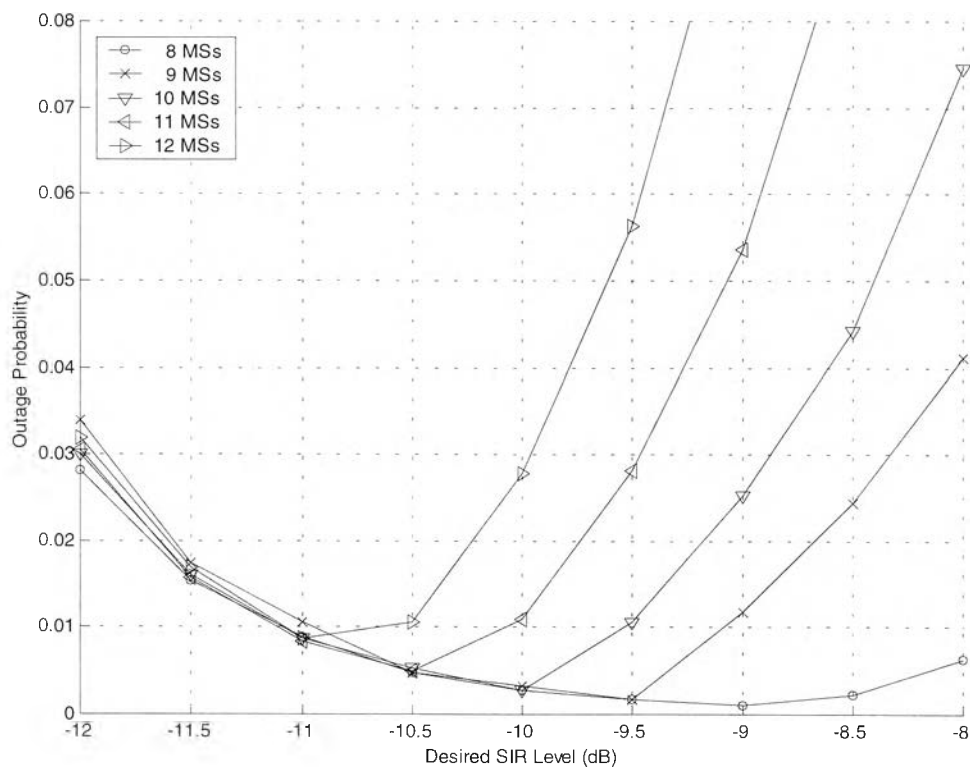
จำลองแบบวิธีการควบคุมกำลังโดยยึดหลักของ SIR แบบพัลส์โคดมอดูเลชัน โดยใช้แบบจำลอง 19 เซลล์ กำหนดให้ Step Size = 1.0 dB และโมดการควบคุม $n = 3$ โดยโมดการควบคุมสำหรับวิธี PCMPCC จะมีจำนวนคำสั่งควบคุมกำลังทั้งหมดเท่ากับ $2n+1$ คำสั่ง ดังนั้น ถ้า $n = 3$ จะมีจำนวนคำสั่งควบคุมกำลังทั้งหมดเท่ากับ 7 คำสั่ง ทำให้ต้องใช้จำนวนบิตควบคุมกำลังเท่ากับ 3 ซึ่งสามารถมีคำสั่งควบคุมกำลังได้มากที่สุดเท่ากับ 2^3 เท่ากับ 8 คำสั่ง

รูปที่ 3.2 แสดงความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ค่า Desired SIR Level ต่างๆ กัน และจำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กัน พบว่าผลที่ได้จากการจำลองแบบมีแนวโน้มคล้ายกับผลที่ได้ใน [6] รูปที่ 3.3 แสดงความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายระยะสั้น (Short-Term Outage Probability) เทียบกับค่า Desired SIR Level โดยค่า Short-Term Outage Probability คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จากการคำนวณค่า SIR เฉลี่ยในช่วงคาบเวลาของการควบคุม T_c ซึ่งตรงกับวิธีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ โดยในรูปที่ 3.3 นั้นความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายมีค่าลดลงจนถึงค่าต่ำที่สุดจากนั้นจึงมีค่าเพิ่มขึ้น สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อค่าของ Desired SIR Level มีค่าน้อยกว่าค่า Maximum Achievable SIR (γ_{max}) ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายจะมีค่าลดลงเมื่อค่า Desired SIR Level เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลต่างระหว่างค่า Desired SIR Level และ Minimum Required SIR (SIR_0) มีค่ากว้างขึ้นทำให้โอกาสที่ค่า SIR ที่รับได้ที่สถานีฐานจะมีค่าต่ำกว่าค่า Minimum Required SIR มีค่าน้อย จึงทำให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายมีค่าลดลง

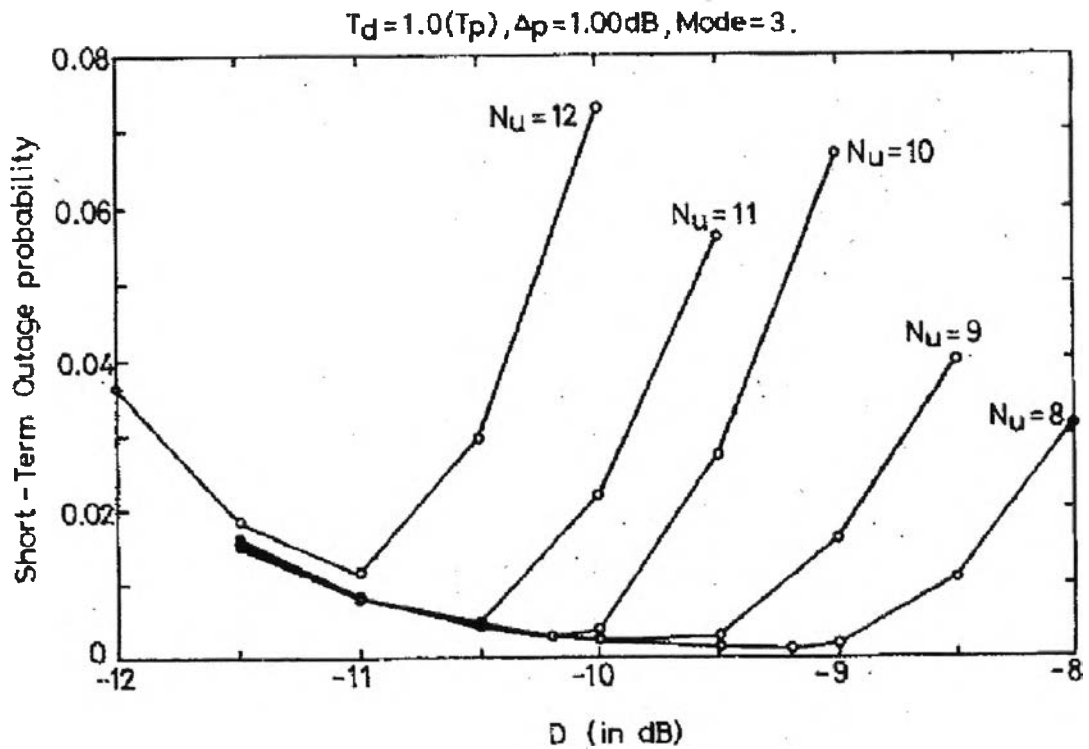
รูปที่ 3.4, 3.5 และ 3.6 แสดงค่า SIR เทียบกับเวลา (วินาที) โดยใช้คาบเวลาของการควบคุมเท่ากับ 2 ms [6] และพิจารณาเฉพาะรอบของการควบคุมรอบที่ 200-600 ที่นำมาคำนวณความน่าจะเป็นที่สัญญาณขาดหาย ซึ่งเทียบเท่ากับช่วงเวลา 0.4-1.2 วินาที ระบบมีจำนวนสถานีเคลื่อนที่เท่ากับ 10 สถานีต่อเซลล์และคำนวณค่า Maximum Achievable SIR (γ_{max}) ได้เท่ากับ -9.7408 dB ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (2.66)

เนื่องจากความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จากการจำลองแบบเทียบกับ Desired Level ที่จำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กันในรูปที่ 3.2 มีแนวโน้มคล้ายกับความน่าจะเป็นที่

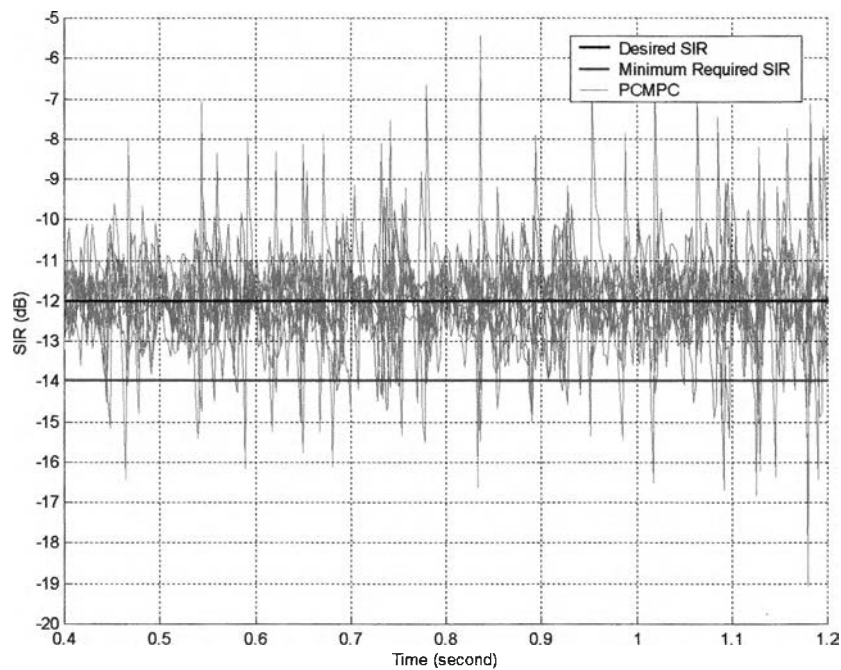
จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จาก [6] เทียบกับ Desired Level ที่จำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กันในรูปที่ 3.3 [6] ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องพอสมควร



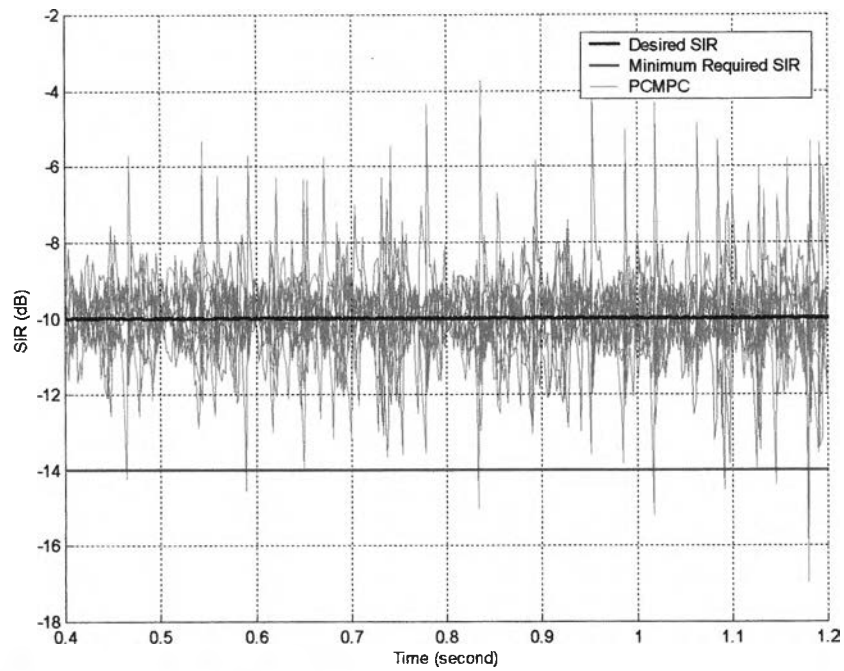
รูปที่ 3.2 กราฟแสดงความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จากการจำลองแบบเทียบกับ Desired Level ที่จำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กัน



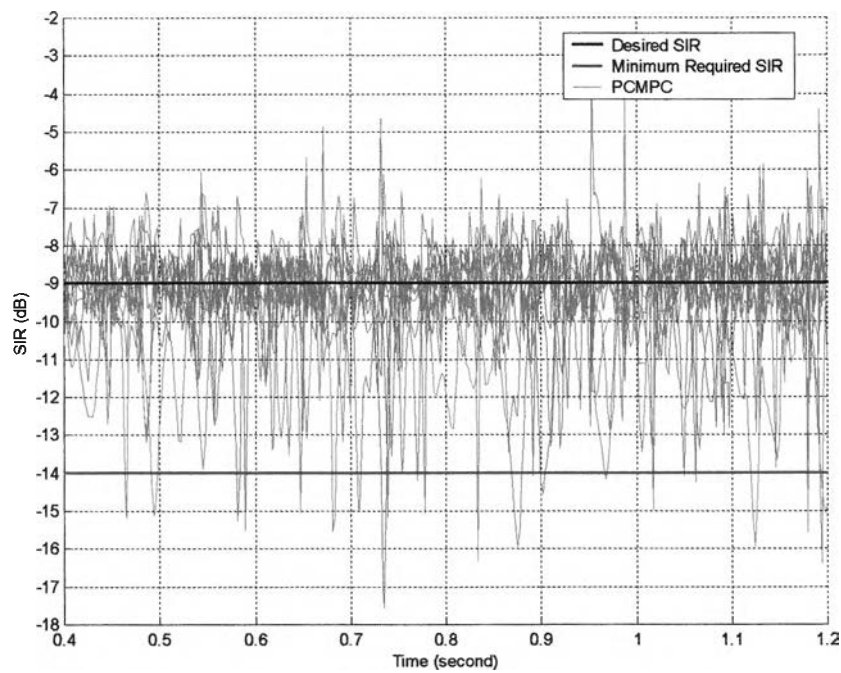
รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความน่าจะเป็นที่จะเกิดสัญญาณขาดหายที่ได้จาก [6] เทียบกับ Desired Level ที่จำนวนสถานีเคลื่อนที่ต่างๆ กัน



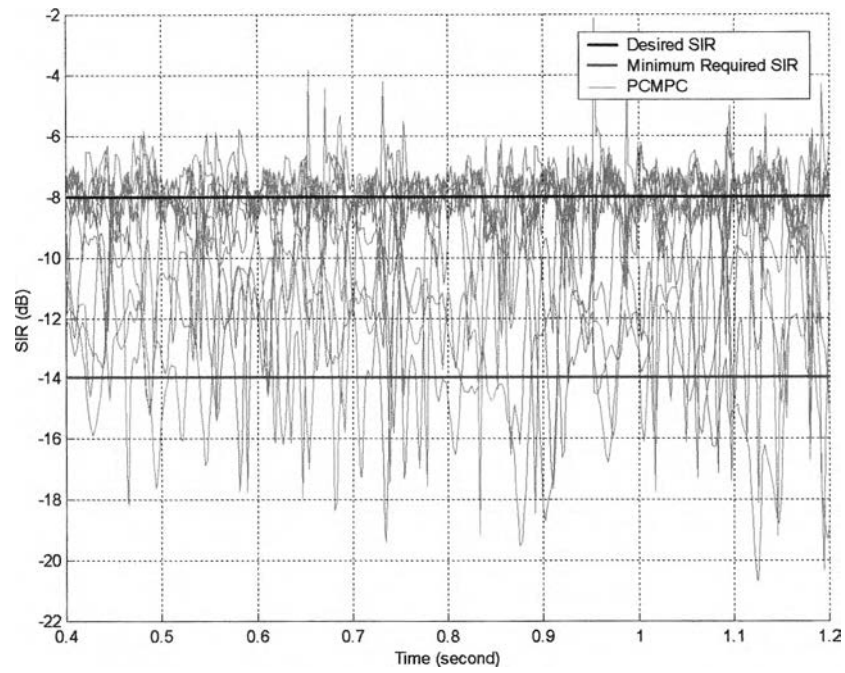
รูปที่ 3.4 กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -12 dB



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -10 dB



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -9 dB



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงค่า SIR เทียบกับ เวลา (วินาที) ของสถานีเคลื่อนที่จำนวน 10 สถานีของวิธี PCMPC เมื่อ Desired SIR Level = -8 dB