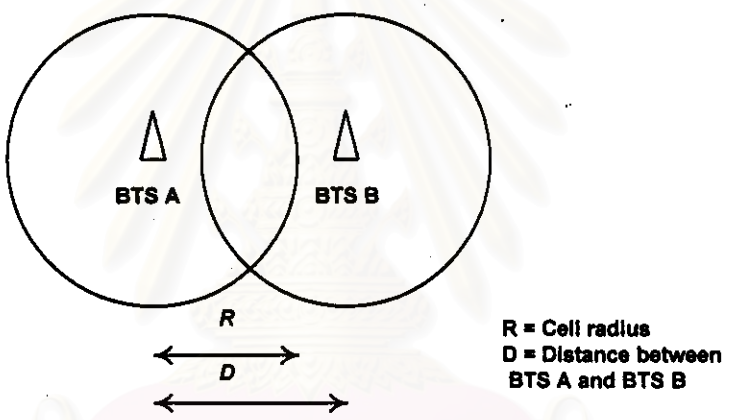
บทที่ 3

แบบจำลองและวิธีการจำลอง

3.1 แบบจำลอง

แบบจำลองที่ใช้อ้างอิงระบบ GSM เป็นระบบ 2 เซลล์ โดยเซลล์เป็นแบบ Omnidirection ที่มี BTS อยู่ตรงกลางเซลล์ BTS ทั้ง 2 ตัวคือ BTS A (Serving BTS) และ BTS B (Target BTS) ถูกควบคุมด้วย BSC 1 ตัว ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองเซลล์

รัศมีเซลล์ถูกกำหนดโดยระดับความแรงสัญญาณต่ำสุดที่สถานีเคลื่อนที่จะรับได้ สถานีเคลื่อนที่ซึ่งต่อไปจะเรียก MS จะถูกกำเนิดในเซลล์ A โดยมี BTS A เป็น Serving BTS MS จะมีการเคลื่อนที่ออกจากเซลล์ A ด้วยความเร็วคงที่ (รายละเอียดของทิศทางและการกำหนดความเร็วแก่ MS จะกล่าวอีกครั้งในแบบจำลองการเคลื่อนที่) ไปยังเซลล์ B ซึ่งเป็นเซลล์ที่จะมีการแฮนด์โอเวอร์ไป MS จะมีการรายงานระดับความแรงสัญญาณที่รับได้จาก BTS ไปยัง BSC ทุกๆ 0.48 วินาที BSC จะมีหน้าที่ในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ ถ้าระดับความแรงสัญญาณที่รับได้มีค่าต่ำกว่าระดับความแรงสัญญาณต่ำสุดที่สถานีเคลื่อนที่จะรับได้ (RSS lower Threshold :RSS_low_TH) การเรียกดังกล่าวก็จะดรอป

3.2 ข้อกำหนดแบบจำลอง

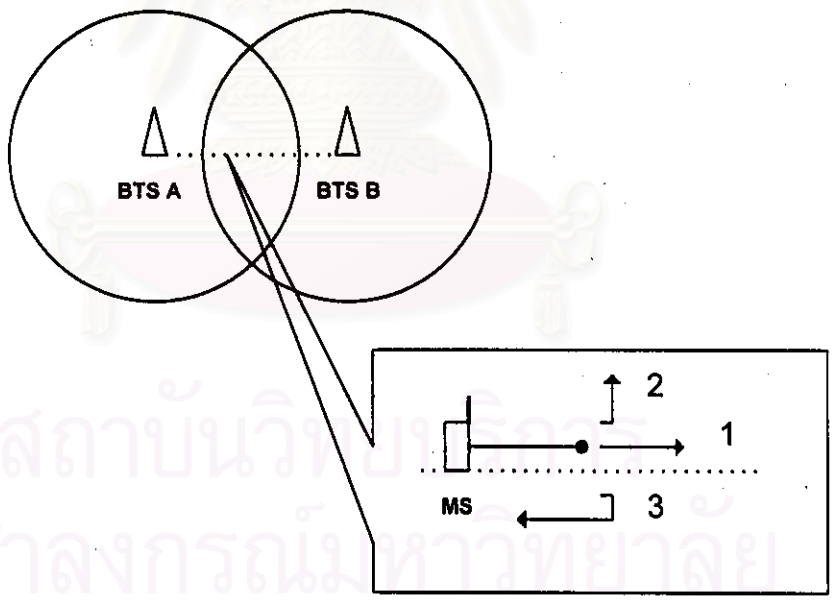
3.2.1 แบบจำลองการเรียก

3.2.1.1 การกำเนิดการเรียก (Call Generation)

การเรียกจะถูกกำเนิดอย่างสุ่ม 1000 ครั้งที่จุดต่างๆระหว่างเส้นต่อจุดระหว่าง 2 BTS (เส้นประที่แสดงในรูปที่ 3.2) โดยมีการกำเนิดขึ้นใหม่ทุกครั้งที่การเรียกก่อนหน้าสิ้นสุดลงอันเนื่องจากเลิกใช้งาน

3.2.1.2 เวลายึดช่องสัญญาณ (Holding time)

การเรียกจะถูกกำหนดเวลาในการยึดช่องสัญญาณด้วยฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่มีการแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 120 วินาที



รูปที่ 3.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่

3.2.2 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของ MS

3.2.2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่ของ MS

ในการจำลองแบบนี้จะกำหนดลักษณะการเคลื่อนที่เป็น 3 รูปแบบดังนี้

1.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

2.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงแล้วเลี้ยว 90 องศาที่จุดเลี้ยว (Turning point)

3.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงแล้วเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเลี้ยว (Turning point)

จุดเลี้ยวถูกกำหนดโดยระยะเวลาหลังจากการเรียกถูกกำเนิดเป็นเวลา 48 วินาที แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 3.2

3.2.2.2 ความเร็วของ MS

ความเร็วของ MS มีการกำหนดโดยฟังก์ชันความน่าจะเป็นกระจายแบบ Normal 2 กลุ่มคือ

1. กลุ่มเคลื่อนที่ช้า : ค่าเฉลี่ย = 0.7 m / s (ค่าเฉลี่ยการเดิน) ความแปรปรวน = 3 (m / s) ^{2}

2. กลุ่มเคลื่อนที่เร็ว : ค่าเฉลี่ย = 10 m / s (36 km / h) ความแปรปรวน = 3 (m / s) ^{2}

เนื่องจากจำนวน MS ที่ถูกกำเนิดขึ้นมีจำนวน 1000 ตัว หรือ การเรียก 1000 ครั้ง กลุ่มการเคลื่อนที่จะกำหนดโดย PL (Percent of Low mobility MS)

$$PL = (\text{อัตราส่วนจำนวนกลุ่มเคลื่อนที่ช้า} / \text{จำนวน MS ทั้งหมด}) * 100 \qquad (3.1)$$

เช่น PL = 30 % หมายถึงมีจำนวนสถานีเคลื่อนที่ที่อยู่ในกลุ่มเคลื่อนที่ช้า 300 ตัว ดังนั้นจำนวนสถานีเคลื่อนที่ที่เหลืออีก 700 ตัวจะอยู่ในกลุ่มเคลื่อนที่เร็ว

3.2.3 แบบจำลองการแพร่กระจายคลื่น

การแพร่กระจายคลื่นใช้แบบจำลองของ Hata [5] , [6] ดังสมการที่ (3.2)

$$RSS(Dist) = K_1 - K_2 \log(Dist) + u(Dist) \qquad (3.2)$$

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

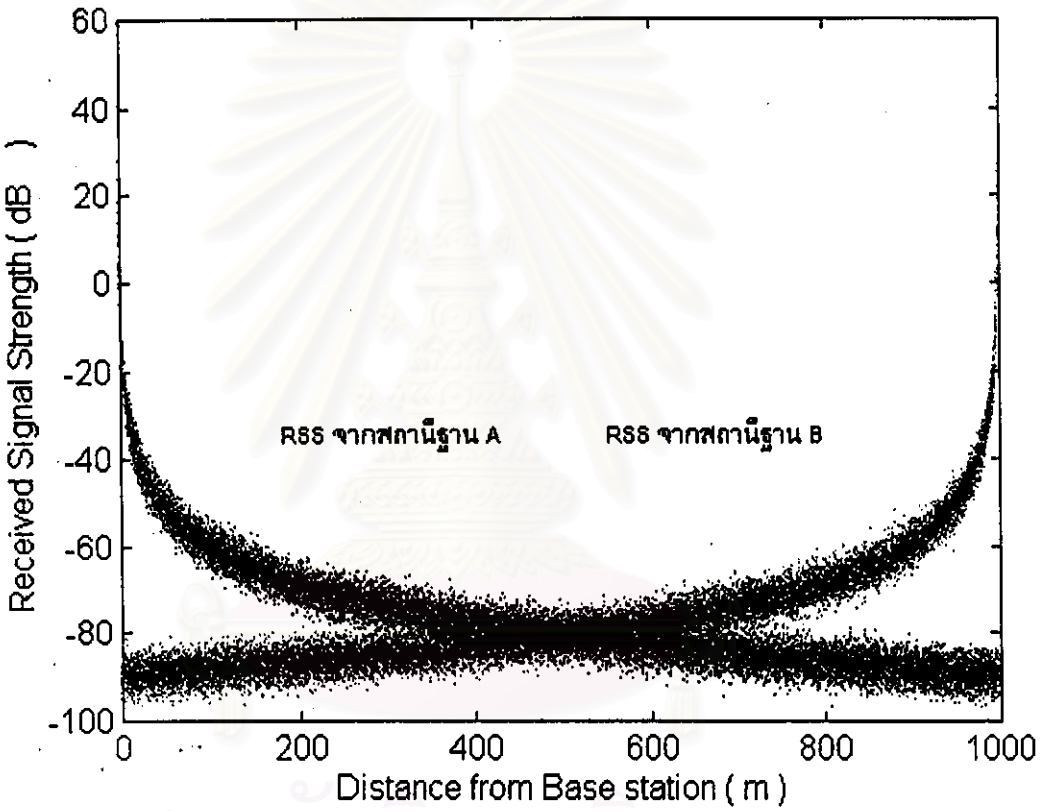
โดยที่ RSS คือระดับความแรงสัญญาณ

$Dist$ คือระยะห่างจากสถานีฐานที่สนใจ

K_1 คือค่าคงที่ที่ขึ้นกับกำลังส่งของสถานีฐาน

K_2 คือค่าคงที่ของการแพร่กระจาย (propagation constant)

$u(Dist)$ คือค่าที่กำเนิดจากฟังก์ฟังก์ชันความน่าจะเป็นที่มีการแจกแจงแบบ Normal ใช้แทนผลของเฟดดิงแบบเงา (Shadow fading) ซึ่งเกิดจากสิ่งกีดขวางคลื่น



รูปที่ 3.3 ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้จากสถานีฐาน A และ B ของสถานีเคลื่อนที่ตามแบบจำลองของ Hata

ในการจำลองแบบจะใช้ $K_1 = 0$ dB $K_2 = 30$ ตามเอกสารอ้างอิง [1 , 10]

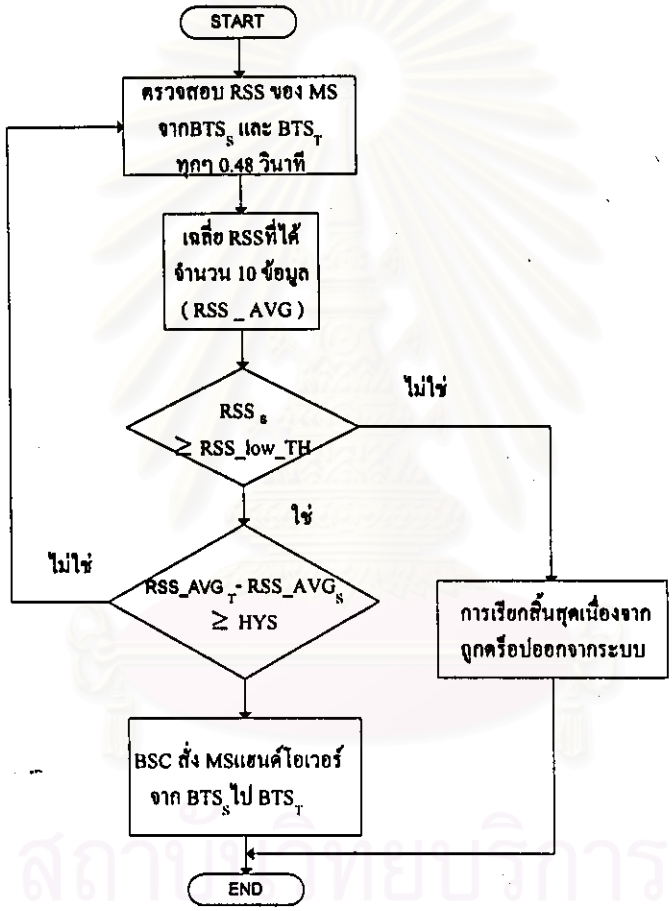
$u(Dist)$ มีค่าเฉลี่ย = 0 ความแปรปรวน (ระดับเฟดดิง) = 6 (dB)^2 RSS_low_TH = - 90 dB

3.2.4 แบบจำลองการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ที่เสนอและที่นำมาเปรียบเทียบ

3.2.4.1 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้ (Conventional algorithm)

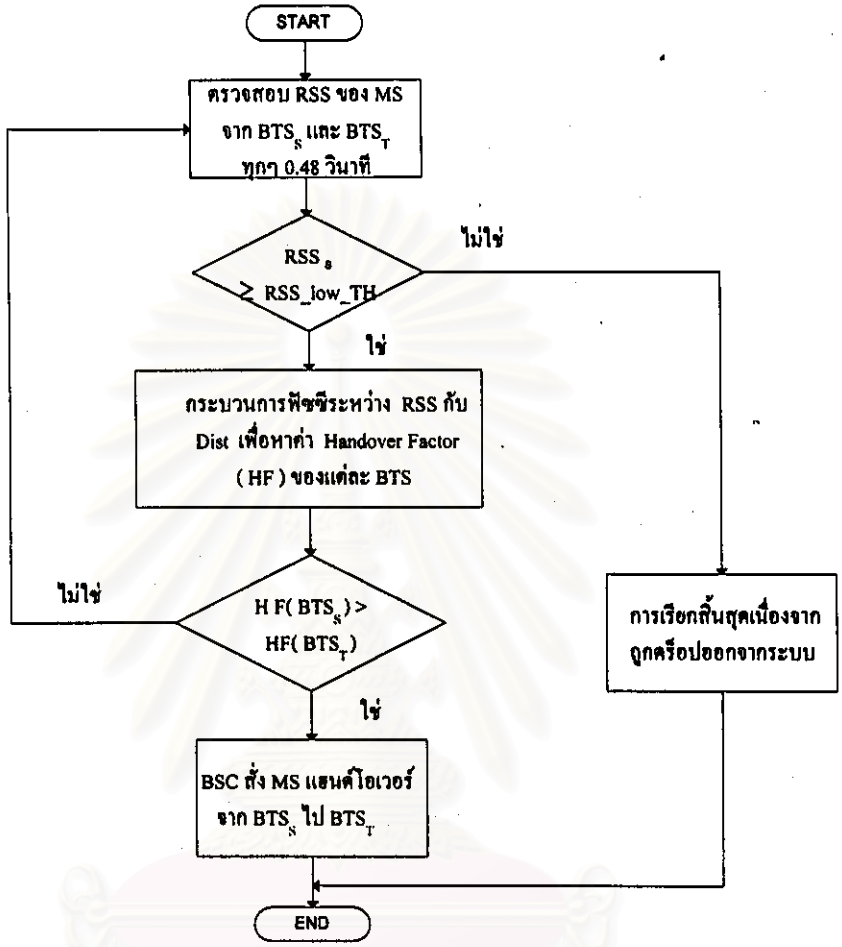
กำหนดให้ BTS_S คือ สถานีฐานที่ให้บริการอยู่

BTS_T คือ สถานีฐานที่จะทำการแฮนด์โอเวอร์ไป



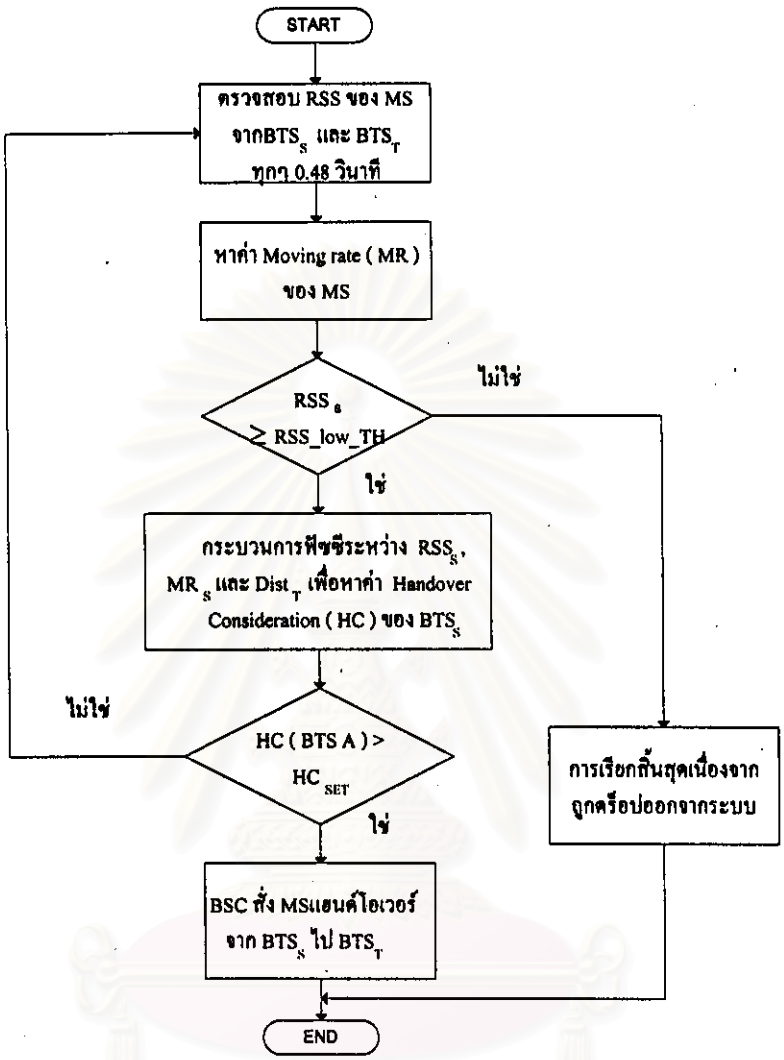
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้

3.2.4.2 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐาน



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐาน

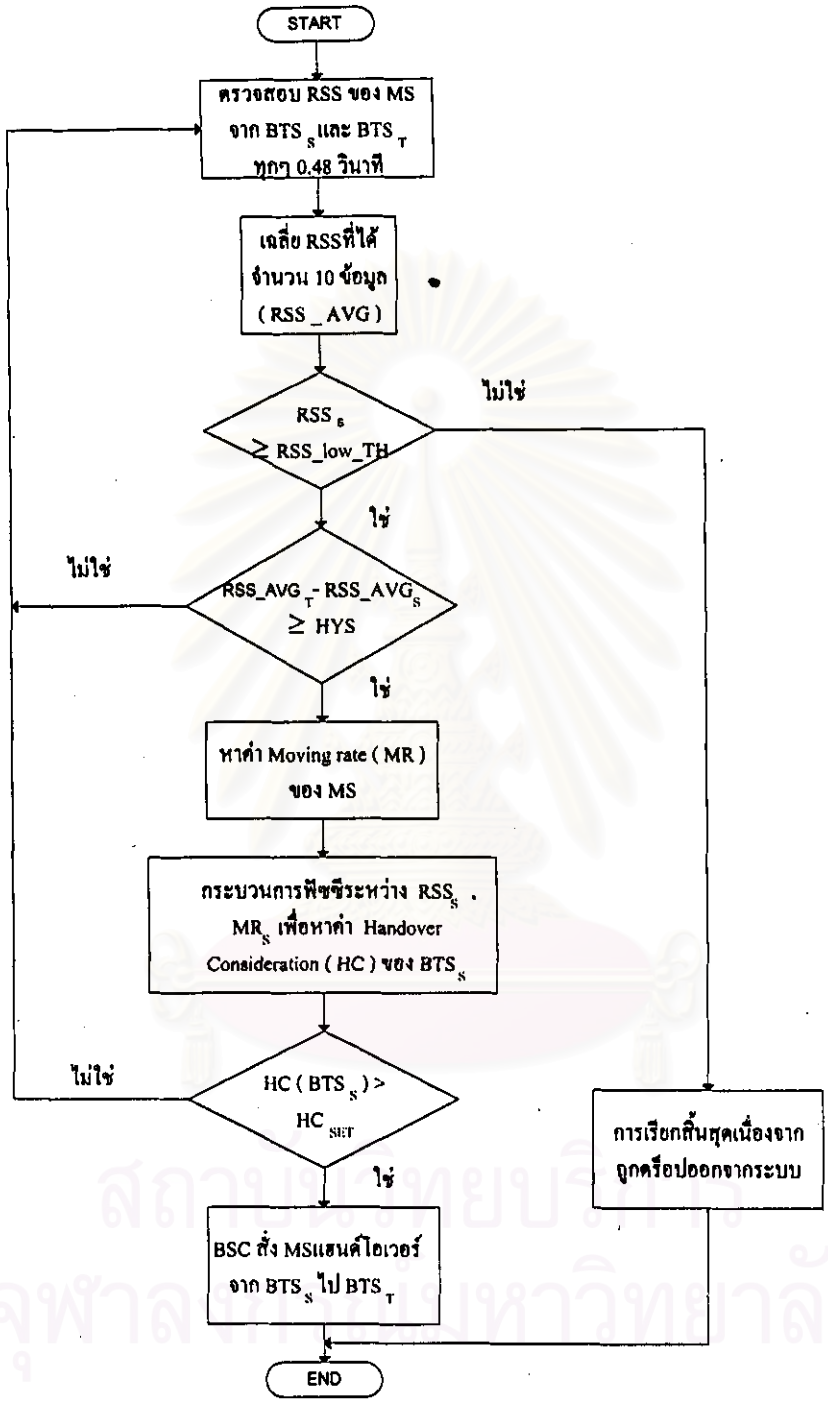
3.2.4.3 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีที่เสนอแบบที่ 1 (ไม่ใช้ระดับฮีสเตอริซีส)



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีที่เสนอแบบที่ 1
(ไม่ใช้ระดับฮีสเตอริซีส)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4.4 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีที่เสนอแบบที่ 2 (ใช้ระดับฮีสเตอริซีส)



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีที่เสนอแบบที่ 2 (ใช้ระดับฮีสเตอริซีส)

3.2.5 พารามิเตอร์ในกระบวนการฟัซซี

จากรูปที่ 2.3 กำหนดให้

X1 = -65 dB X2 = -50 dB X3 = -35 dB

Y1 = 300 m Y2 = 500 m Y3 = 700 m

จากรูปที่ 2.6 กำหนดให้

U1 = -85 dB U2 = -77.5 dB U3 = -70 dB

V1 = 3 m / s V2 = 5 m / s V3 = 10 m / s (กรณี MR เป็น +)

V1 = -3 m / s V2 = - 5 m / s V3 = -10 m / s (กรณี MR เป็น -)

W1 = 300 m W2 = 500 m W3 = 700 m

สำหรับ HC_{SET} กำหนดให้เท่ากับ 2.5 (ภาคผนวก)

3.3 พารามิเตอร์ที่แปรค่าเพื่อทดสอบแบบจำลอง

1. อัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์ (R / D) : 0.5 –1.0 : step size 0.02 (R = 1000 เมตร)
2. จำนวนของสถานีเคลื่อนที่กลุ่มเคลื่อนที่ช้า (PL) : 0 – 100 % : step size 5 %
3. เวลายึดช่องสัญญาณเฉลี่ย (Average holding time) : 60 – 240 วินาที : step size 30 วินาที
4. ระดับเฟดดิง : 3 – 15 dB : step size 3 dB

3.4 การนำเสนอผลการจำลองแบบ

การนำเสนอผลการจำลองแบบเพื่อการเปรียบเทียบอัลกอริทึมการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ แสดงผลการจำลองแบบของอัลกอริทึมแต่ละวิธีด้วยค่าดังต่อไปนี้

- จำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย โดยจะมีการทดสอบผลการจำลองแบบ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย
- จำนวนการเรียกที่ดร็อปเฉลี่ย โดยจะมีการทดสอบผลการจำลองแบบ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยโดยจะแสดงผลในเชิงเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมดั้งเดิมดังนี้

กำหนดให้ % Dropped call compared with Conventional algorithm (% Dropped call) หาได้จาก

$$\% \text{ Dropped call} = (A - B) / B * 100 \qquad (3.3)$$

เมื่อ A คือ จำนวนการเรียกที่ดร็อปโดยอัลกอริทึมที่นำมาเปรียบเทียบ

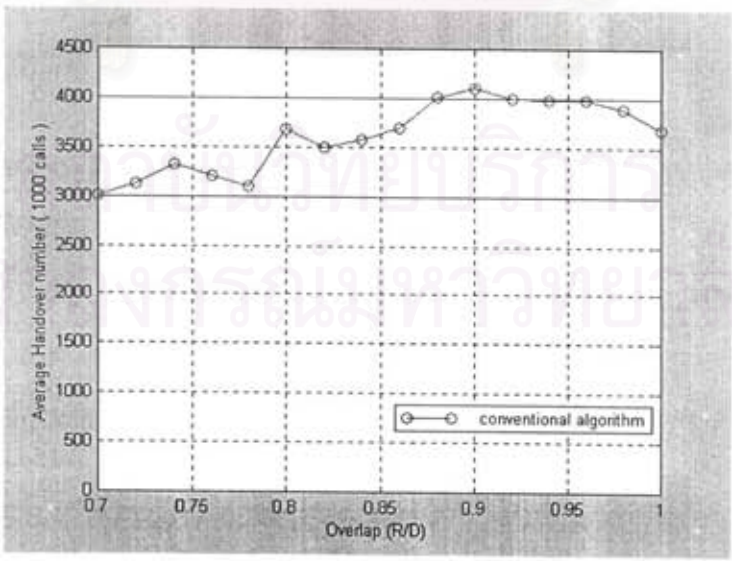
B คือ จำนวนการเรียกที่ดร็อปโดยอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม (Conventional algorithm)

สำหรับจำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยไม่แสดงผลเป็นเปอร์เซนต์โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้กับอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม เนื่องจากมีบางกรณีที่จำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0 จึงไม่สามารถแสดงผลแบบดังกล่าวได้

3.5 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบแต่ละขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์

3.5.1 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้

โดยทำการทดสอบอัลกอริทึม กรณีสถานีจำนวน 1000 ตัวมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจาก BTS_s (สถานีฐานที่ให้บริการ)ไป BTS_T(สถานีฐานข้างเคียง) ระดับฮีสเตอริซีส = 3 dB โดยความแรงสัญญาณไม่มีการเฉลี่ย ที่ค่าอัตราส่วนการซ้อนทับค่าต่างๆ (0.7 - 1.0) รัศมีเซลล์ 1000 เมตร ปรากฏว่ามีจำนวนการแฮนด์โอเวอร์ต่อจำนวนการเรียก 1000 ครั้ง (Handover per 1000 call) อยู่ในช่วงระหว่าง 3000 - 4000 ครั้ง (ขอบเขตถูกกำหนดด้วยเส้นทึบในรูปที่ 3.8) หรือ 3 - 4 ครั้ง / การเรียก ซึ่งสอดคล้องกับ [11] ที่กล่าวว่าระบบที่เซลล์มีขนาดรัศมี 1000 เมตรจะมีจำนวนการแฮนด์โอเวอร์ 3 - 4 ครั้ง / การเรียก การทดสอบแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้

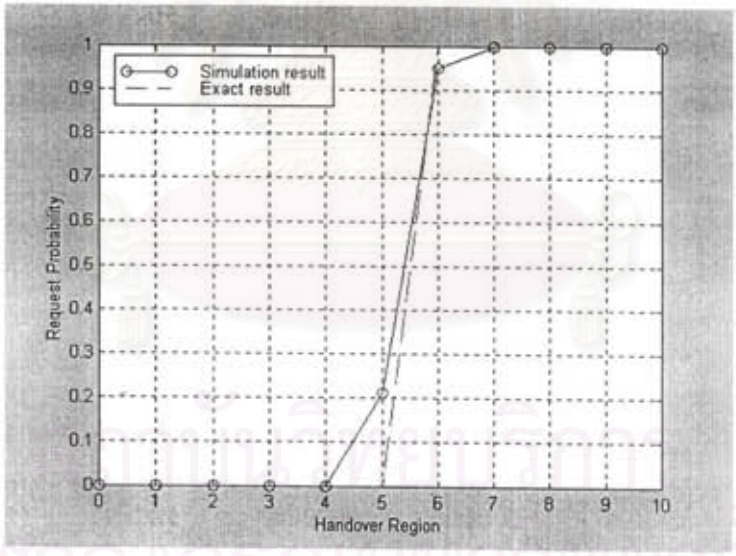
3.5.1 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐาน

โดยทำการทดสอบอัลกอริทึมในเอกสารอ้างอิง [6] กรณีสถานีจำนวน 1000 ตัวมีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงจาก BTS_s ไป BTS_T โดยความแรงสัญญาณไม่มีการเฉลี่ย รัศมีเซลล์ 400 เมตร ระยะห่างระหว่าง BTS A กับ BTS B 500 เมตร โดยใช้แบบจำลองการกระจายคลื่นของ Hata แทนแบบจำลองการกระจายคลื่นแบบ 10 - Ray เนื่องจากไม่ทราบรูปแบบการกระจายคลื่นที่แน่นอนของสายอากาศที่ใช้ใน [6]

โดย Handover region คือ ขอบเขตที่มีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้นซึ่งจะแบ่งเป็น 10 ส่วนจากระยะทางระหว่าง 2 สถานีฐานที่สนใจ

และ Request Proability คือ อัตราส่วนระหว่างจำนวนสถานีเคลื่อนที่ที่แฮนด์โอเวอร์ในขอบเขตใดๆต่อจำนวนสถานีเคลื่อนที่ทั้งหมด (ในที่นี้ใช้สถานีทั้งหมด 1000 ตัว)

นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบความถูกต้องของขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์ที่เสนอทุกขั้นตอนย่อยตามรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.9 การทดสอบความถูกต้องของการจำลองแบบขั้นตอนการแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐาน

จากรูปที่ 3.9 พบว่าแบบจำลองอัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์แบบฟัซซีโดยใช้ระดับความแรงสัญญาณที่รับได้และระยะห่างจากสถานีฐานที่ใช้ในการจำลองแบบ (Simulation result) มีความแตกต่างจากค่าที่ได้จริงที่ได้เสนอไว้ใน [6] (Exact result) ที่ค่า Handover region 2 ค่าคือที่ Handover region ที่ 5 และ 6 ดังนี้

ที่ Handover region ที่ 5 ผลจากการจำลองแบบปรากฏว่ามี Request proability = 0.21 นั่นคือสถานีเคลื่อนที่บางส่วน (21 ใน 100 สถานี) มีโอกาสแฮนด์โอเวอร์ไปก่อนเมื่อสถานีเคลื่อนที่เคลื่อนที่จาก Handover region ที่ 4 ไปยัง Handover region ที่ 5 ในขณะที่ค่าที่แท้จริง (Exact value) Request proability = 0 หรือสถานีเคลื่อนที่ยังไม่มีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้นในขอบเขตดังกล่าว

สำหรับ Handover region ที่ 6 ผลจากการจำลองแบบปรากฏว่ามี Request proability = 0.95 นั่นคือสถานีเคลื่อนบางส่วน (5 ใน 100 สถานี) ยังไม่ได้แฮนด์โอเวอร์ไปยังสถานีฐานข้างเคียงเมื่อสถานีเคลื่อนที่เคลื่อนที่จาก Handover region ที่ 5 ไปยัง Handover region ที่ 6 ในขณะที่ค่าที่แท้จริง (Exact value) Request proability = 1.0 หรือสถานีเคลื่อนที่ทุกสถานีมีการแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้นในขอบเขตดังกล่าวแล้ว

สาเหตุที่ผลการเปรียบเทียบเป็นเช่นนี้เนื่องจากการที่ใช้แบบจำลองของความแรงสัญญาณที่ต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาแนวโน้มของการแฮนด์โอเวอร์จะพบว่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือการแฮนด์โอเวอร์จะเกิดขึ้นในบริเวณกึ่งกลางของระยะห่างระหว่างเซลล์ 2 เซลล์ที่ติดกัน และจากรูปที่ 3.9 ไม่มีการแฮนด์โอเวอร์กลับจนค่า Request probability มีค่าลดลง (Request probability ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเพิ่มขึ้นตลอดการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย