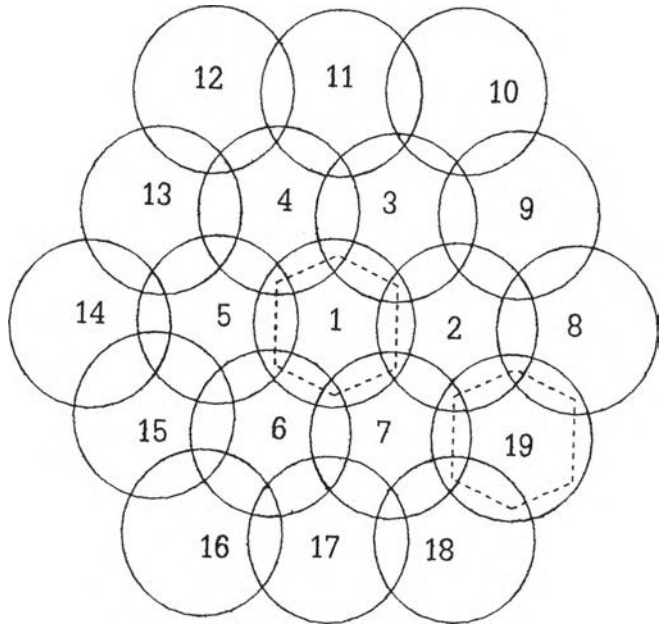
บทที่ 4
แบบจำลองและวิธีการจำลองแบบ

4.1 วิธีการจำลองแบบ

แบบจำลองที่ใช้จะอ้างอิงระบบจีเอสเอ็ม โดยการจำลองแบบจะจำลองกระบวนการเข้าถึงแบบสุ่ม โดยใช้กระบวนการเซตอัปชนิดการเซตอัปทางอากาศ และใช้ระบบสัญญาณแบบนอน-คอมบายน์ โดยจะจำลองแบบการเข้าถึงแบบสุ่มซึ่งมีการใช้ช่องสัญญาณ SDCCH แต่จะไม่จำลองการใช้ SDCCHจากการเปิด/ปิดเครื่อง และการปรับปรุงข้อมูลตำแหน่ง(location update) โดยแบบจำลองที่ใช้จะมี 19 เซลล์ดังรูป



รูปที่ 4.1 การจัดวางเซลล์ที่ใช้ในแบบจำลอง

จากรูปลักษณะของเซลล์ที่ 1-19 จะเป็นวงกลม แต่ตำแหน่งของการเรียกที่เกิดในแต่ละเซลล์จะอยู่ในพื้นที่หกเหลี่ยมซึ่งเกิดจากเส้นแสดงความแรงสัญญาณเท่ากัน และตำแหน่งที่เกิดมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ(uniform distribution) โดยการจำลองแบบจะเก็บข้อมูลเซลล์ที่ 1-7 เท่านั้น และการเรียกที่เคลื่อนที่ออกไปนอกเขตบริการถือว่าให้สิ้นสุดการสนทนา และช่องสัญญาณที่ใช้นั้นจะถูกคืนให้ว่างลง

ในการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์ จะทำการเก็บผลเฉลี่ยที่เกิดขึ้นใน 1 ชั่วโมงเร่งด่วน(Busy hour) โดยเวลาที่ใช้ในการจำลองแบบมีหน่วยเป็นเฟรม (4.615ms) ดังนั้นใน 1 ชั่วโมงมี 780065 เฟรม อัตราการเกิดการเรียกมีการกระจายแบบปัวซองโดยสุ่มทุก ๆเฟรม

ในการจำลองแบบจะจำลองการทำงานใน 1 ชั่วโมงแรกก่อนเพื่อให้เป็นสถานะเริ่มต้น คือจำนวนช่องสัญญาณที่ถูกใช้งานอยู่ในแต่ละเซลล์ และเวลายึดช่องสัญญาณที่เหลือของช่องสัญญาณที่ใช้งาน จากนั้นจึงเริ่มเก็บผลการบล็อก, การแฮนด์โอเวอร์ และการดร็อป โดยทำการจำลองแบบต่อเนื่องกัน 500 ชั่วโมง และเปลี่ยนค่าเริ่มต้นของตัวเลขสุ่ม(seed number)เมื่อขึ้นชั่วโมงใหม่ จากนั้นจึงเฉลี่ยผลการจำลองแบบทั้ง 500 ชั่วโมง ให้เป็นผลเฉลี่ยต่อ 1 ชั่วโมง

การจำลองแบบจะทำในกรณีแต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี และ 3/4 เท่าของรัศมี โดยแต่ละกรณีทำในกรณีที่ทราฟฟิกขอบริการต่างกันดังนี้

1. ทั้ง 19 เซลล์มีทราฟฟิกขอบริการเท่ากัน
2. ให้เซลล์ที่ 1 มีทราฟฟิกขอบริการ 13 เออร์แลง เซลล์ที่ 2-19 มีทราฟฟิกขอบริการลดลงจาก13 เออร์แลงเรื่อยๆ เพื่อดูผลในกรณีที่อัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการเปลี่ยนไป
3. ให้ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 2-19 เป็น 0.7 เท่าของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1

แบบจำลองที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คำนึงถึงการเคลื่อนที่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่,แฮนด์โอเวอร์มาร์จินแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮล,กระบวนการเข้าถึงแบบสุ่ม และกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ด้วย

4.2 การนำเสนอผลการจำลองแบบ

การนำเสนอผลการจำลองแบบจะเปรียบเทียบอัตราการบล็อก , อัตราการแฮนด์โอเวอร์ และอัตราการดร็อปของวิธีไดเร็กรีไทร์ , วิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือก และ วิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก โดย

- อัตราการบล็อก คือ $\frac{\text{จำนวนการเรียกที่บล็อกของเซลล์นั้น}}{\text{จำนวนการเรียกที่เกิดขึ้น}}$

- อัตราการแฮนด์โอเวอร์ คือ $\frac{\text{จำนวนการเรียกที่แฮนด์โอเวอร์}}{\text{จำนวนการเรียกที่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณ}}$

(การเรียกที่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณแล้วเท่านั้นจึงจะมีโอกาสแฮนด์โอเวอร์ได้)

- อัตราการดร็อป คือ $\frac{\text{จำนวนการเรียกที่ดร็อปเนื่องจากแฮนด์โอเวอร์ไม่ได้}}{\text{จำนวนการเรียกที่แฮนด์โอเวอร์}}$

จะทำการเขียนกราฟเปรียบเทียบในกรณีที่แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมี และ 3/4 เท่าของรัศมี โดยดูผลเปรียบเทียบอัตราการบล็อก , อัตราการแฮนด์โอเวอร์ และอัตรา การดร็อป ของเซลล์ที่ 1 และค่าเฉลี่ยของเซลล์ที่ 2-7 และเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบในกรณีที่ทราฟฟิกต่างกันต่อไปนี้

1. อัตราการบล็อก , อัตราการแฮนด์โอเวอร์ และอัตราการดร็อป ในกรณีที่ทราฟฟิกขอบริการเท่ากันทั้ง 19 เซลล์โดยเปลี่ยนทราฟฟิกขอบริการค่าต่างๆ

2. อัตราการบล็อก , อัตราการแฮนด์โอเวอร์ และอัตราการดร็อป ในกรณีที่ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 เป็น 13 เออร์แลง เซลล์ที่ 2-19 มีทราฟฟิกขอบริการลดลงจาก13 เออร์แลงเรื่อยๆ เพื่อดูผลในกรณีที่อัตราส่วนทราฟฟิกขอบริการต่างๆ

3. อัตราการบล็อก , อัตราการแฮนด์โอเวอร์ และอัตราการดร็อป ในกรณีที่ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 2-19 เป็น 0.7 เท่าของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 เมื่อทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 มีค่าต่างๆ

4.3 ข้อกำหนด

4.3.1 ข้อกำหนดเบื้องต้น

1. จะทำการจำลองแบบเฉพาะบริการโทรศัพท์เคลื่อนที่พื้นฐานเท่านั้น
2. การโทรทุกครั้งผู้รับปลายทางตอบรับทุกครั้ง(ไม่คิดกรณีปลายทางสายไม่ว่างหรือปิดเครื่อง)
3. ไม่คิดเฟดดิ้ง
4. ความถี่ที่ใช้ในการคำนวณความแรงสัญญาณ 900 MHz
5. การเรียกมีการกระจายการเกิดแบบปัวซอง
6.ตำแหน่งของการเรียกที่เกิดในแต่ละสถานีฐานจะอยู่ในพื้นที่หกเหลี่ยม ซึ่งเกิดจากเส้นแสดงความแรงสัญญาณเท่ากัน และตำแหน่งที่เกิดมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

7. 70% ของโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่กับที่ 30% มีการเคลื่อนที่ (Michel Mouly and Marie Bernadette, 1992) ด้วยความเร็วเฉลี่ย 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง โดยมีการกระจายแบบปรกติ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 กิโลเมตร/ชั่วโมง

8. โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีการเคลื่อนที่มีการกระจายของทิศทาง 360 องศาแบบสม่ำเสมอ

9. การเรียกที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ในทิศทางและความเร็วคงที่ ที่ถูกสุ่มขึ้นมาครั้งแรกเมื่อเกิดการเรียก

10. 60% เป็นการโทรเข้า 40% เป็นการโทรออก (Michel Mouly and Marie Bernadette, 1992)

4.3.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับเซลล์

1. แต่ละเซลล์ส่งสัญญาณแบบรอบทิศทาง (omni-directional)
2. จำนวนช่องสัญญาณทราฟฟิกต่อเซลล์เท่ากับ 14 ช่องสัญญาณหรือ 2 TRX
3. กำลังส่งของแต่ละเซลล์ 10 W (40 dBm)
4. ค่าความแรงสัญญาณต่ำสุดที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถรับได้ -110 dBm (ระบบจีเอสเอ็ม สามารถ ปรับได้ -47 ถึง -110 dBm โดยระบบของโนเกียตั้งค่าไว้ที่ -110 dBm ซึ่งผู้ให้บริการระบบ สามารถปรับได้ตามความเหมาะสม)
5. ค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮล -105 dBm (เป็นค่าที่ตั้งไว้ของระบบของโนเกีย ซึ่งผู้ให้บริการระบบสามารถปรับได้)
6. เวลายึดช่องสัญญาณเฉลี่ย 120 วินาที มีการกระจายของเอกโปเนนเชียลเชิงลบ
7. ค่าแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน 6 dB
8. ตำแหน่งเสาอากาศของสถานีฐานสูงจากพื้น 30 เมตร
9. ตำแหน่งเสาอากาศของโทรศัพท์เคลื่อนที่สูงจากพื้น 1.5 เมตร

การคำนวณความแรงสัญญาณใช้สมการของ Hata ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในการหาค่าการสูญเสียทางวิถี (path loss) (J C S Cheung,S G Chard and M A Beach, 1992)
เนื่องจากไม่คิดเฟดดิ้งดังนั้น

$$P_R = P_0 - P_L \qquad (4.1)$$

โดย P_R คือความแรงสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่รับได้

P_0 คือกำลังส่งจากเซลล์

P_L คือการสูญเสียทางวิถี (path loss) ซึ่งใช้สมการของ Hata

$$P_L = 69.55 + (26.16)\log_{10}f_c - (13.82)\log_{10}h_b - a(h_m) + (44.9 - (6.55)\log_{10}h_b)\log_{10}d \quad (4.2)$$

$$a(h_m) = 3.2(\log_{10}11.75hb)\log_{10}d \quad (4.3)$$

f_c คือความถี่ที่ใช้

P_0 = 40dBm , h_m = 30 เมตร , h_b = 1.5 เมตร

เนื่องจากในความเป็นจริงความถี่ของแต่ละ TRX จะต่างกัน แต่เนื่องจากความถี่ของ TRX ที่อยู่ใกล้กันจะมีความถี่ต่างกันไม่มาก ดังนั้นจึงใช้ค่าความถี่ 900 MHz ในการคำนวณได้

ค่าความแรงสัญญาณต่ำสุดที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถรับได้ คือ -110 dBm จากสมการ 4.2 และ 4.3 จะได้รัศมีเซลล์เท่ากับ 4.672 กิโลเมตร เนื่องจากค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลเท่ากับ -105 dBm จากสมการ 4.2 และ 4.3 จะได้รัศมีของเส้นแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลเท่ากับ 3.369 กิโลเมตร ในการคำนวณของแฮนด์โอเวอร์มาร์จินก็ใช้สมการของ Hata ด้วยเช่นกัน

4.3.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ

1. จำนวนครั้งในการส่ง RACH ซ้ำเมื่อไม่ได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณเท่ากับ 0

2. เวลาสูงสุดที่รอคอยคำตอบจาก CCCH เท่ากับ 50เฟรม (ระบบจีเอสเอ็มสามารถปรับได้ 3-50 เฟรม)

3. เวลายึดช่องสัญญาณ SDCCH เท่ากับ 4 วินาที (16x51เฟรม-มัลติเฟรม) (MOULY and Bernadette, 1992)

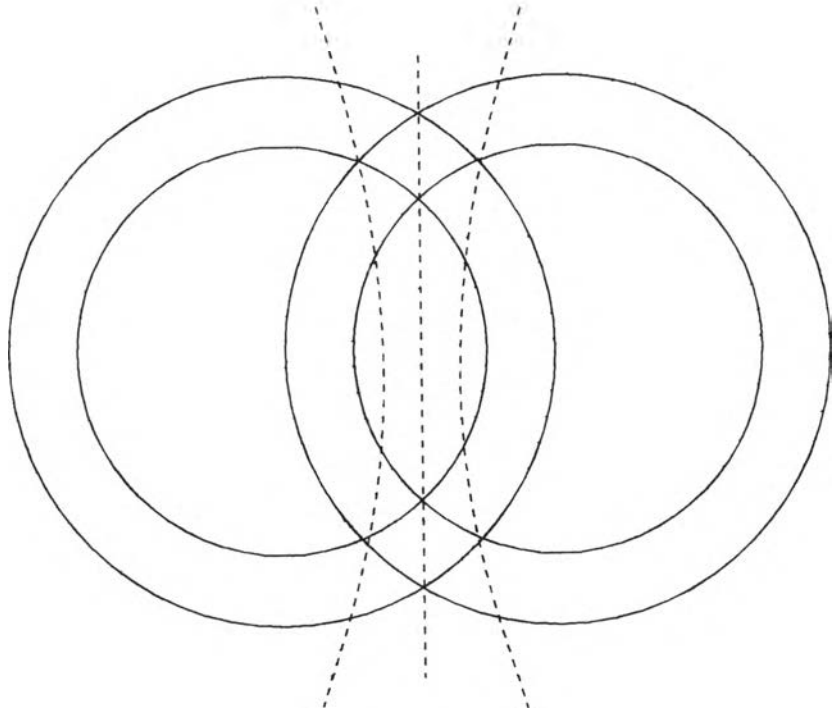
4. จำนวนครั้งที่ใช้เฉลี่ยรายงานความแรงสัญญาณของเซลล์ที่วัดได้ผ่านช่องสัญญาณ SACCH เท่ากับ 4 (ระบบจีเอสเอ็มของโนเกียร์สามารถปรับได้ 1-4) เนื่องจากไม่คิดเฟดดิ้ง ดังนั้นจึงใช้วิธีวัดความแรงสัญญาณทุก4 SACCH (4x480ms) แทน

5. ให้เวลาการเซตอับแฮนด์โอเวอร์ ตั้งแต่โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งรายงานให้สถานีฐาน จนกระทั่งตัวควบคุมสถานีฐานส่งคำสั่งแฮนด์โอเวอร์ให้โทรศัพท์เคลื่อนที่เท่ากับ 480 ms

6. ไม่คิดเวลาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่รับคำสั่งแฮนด์โอเวอร์ผ่านช่องสัญญาณ FACCH จนกระทั่งมีการย้ายช่องสัญญาณ

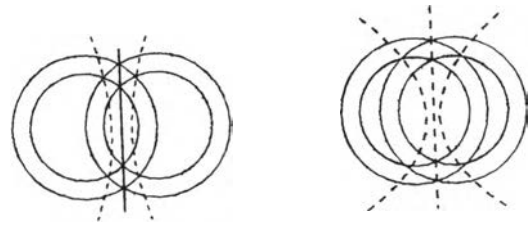
7. ไม่คิดเวลาในการส่งสัญญาณเพื่อบอกการสิ้นสุดการสนทนา

I 17227586



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างแบบจำลองที่ใช้กรณีที่แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับรัศมี
(แสดงรายละเอียดเฉพาะ 2 เซลล์)

เมื่อแต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมีจะมีอัตราส่วนการเรียกที่เกิดขึ้นในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน แต่ไม่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลเท่ากับ 36.57% และเมื่อแต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี จะมีอัตราส่วน 38.36% (ค่าจากการจำลองแบบ) แม้กรณีที่แต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับ 3/4 เท่าของค่ารัศมี จะมีพื้นที่ที่เซลล์เกยกันมาก แต่พื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินส่วนที่ไม่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลเพิ่มขึ้นไม่มาก ดังรูป 4.3



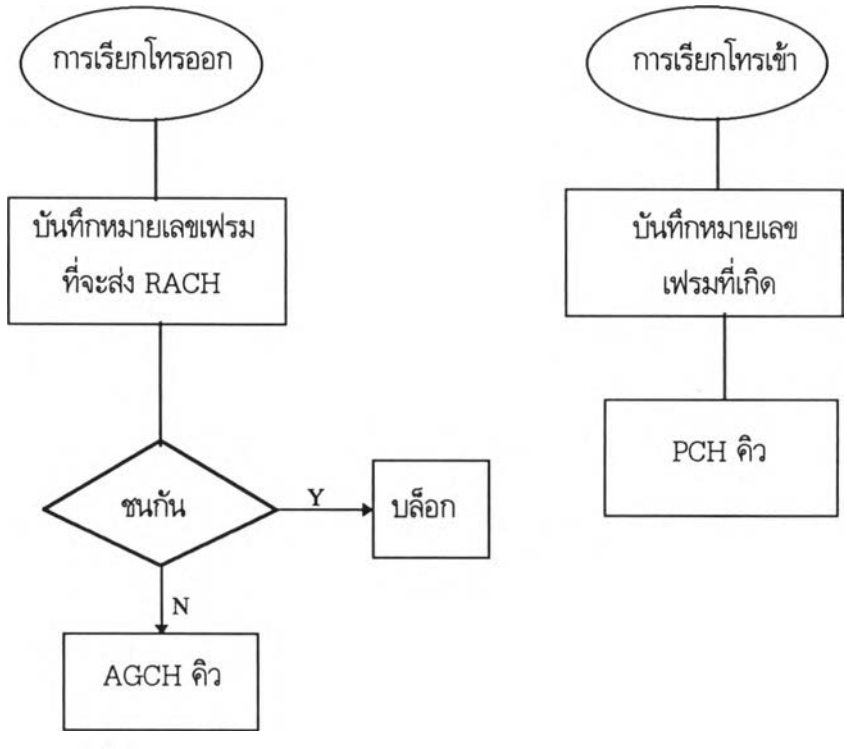
รูปที่ 4.3 พื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินส่วนที่ไม่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์เทรชโฮล เมื่อแต่ละเซลล์ห่างกันเท่ากับค่ารัศมีและ 3/4 เท่าของค่ารัศมีตามลำดับ

4.4 แบบจำลองระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ

4.4.1 แบบจำลองการเข้าถึงแบบสุ่มของการเรียกโทรออก และ โทรเข้า

เมื่อมีการเรียกโทรออกเกิดขึ้น โทรศัพท์เคลื่อนที่จะจำหมายเลขเฟรมที่จะส่ง RACH เพื่อใช้คำนวณภายหลังว่าได้รอคำตอบนานเกินไปหรือไม่ เมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่ง RACH ออกไปแล้ว ตัวควบคุมสถานีฐานจะตรวจสอบการชนกัน หากใน RACH สล็อตนั้นมีคนต้องการส่งมากกว่า 1 คน ก็จะบล็อก ถ้าไม่ก็จะส่งการร้องขอไปเข้าคิว AGCH ในตัวควบคุมสถานีฐาน

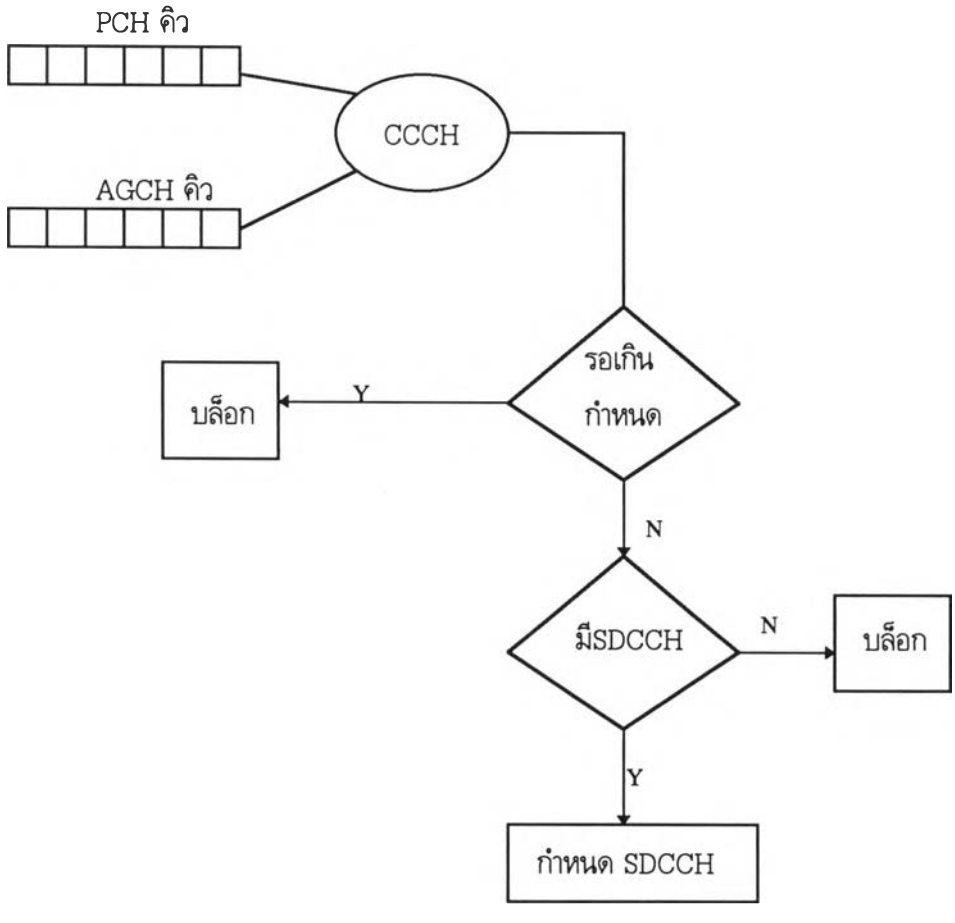
เมื่อมีการเรียกโทรเข้า ตัวควบคุมสถานีฐานจะบันทึกหมายเลขเฟรมที่เกิดแล้วส่งไป PCH(Paging Channel) คิวเลย



รูปที่ 4.3 แบบจำลองการเข้าถึงแบบสุ่มของการโทรออก และ โทรเข้า

4.4.2 แบบจำลองช่องสัญญาณ CCCH

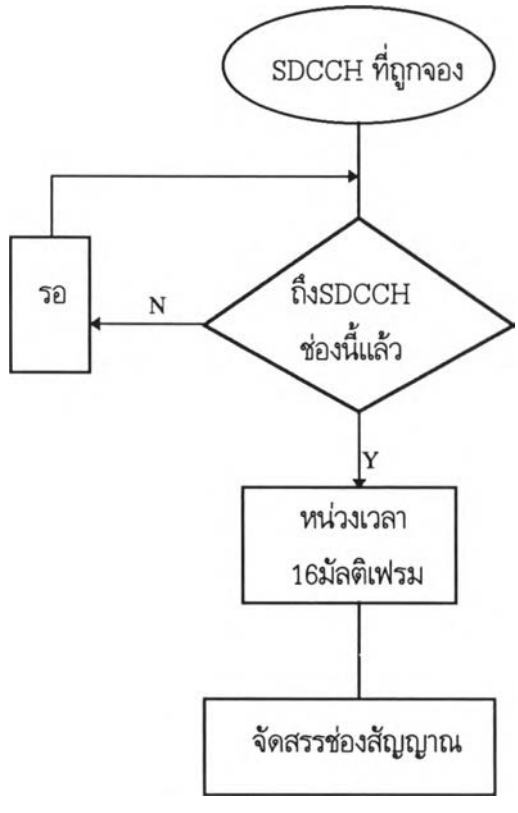
เมื่อถึงช่องสัญญาณ CCCH ซึ่ง คิว PCH มีลำดับความสำคัญสูงกว่าคิว AGCH โดยการจำลองแบบจะเอาข้อมูลในคิวออกมาแล้วคำนวณเวลาที่รอคอย หากพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้องรอเกินกำหนด โทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นจะบล็อกและตัวควบคุมสถานีฐานจะเอาข้อมูลตัวถัดไปมาแทน แต่อย่างไรก็ตาม เวลาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับคำตอบจะต้องห่างจากเวลาที่ส่ง RACH ไม่ต่ำกว่า 4 เฟรม จากนั้นหาช่องสัญญาณ SDCCH ที่ว่าง แล้วกำหนดให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ SDCCH นี้ในการเซตอัป ซึ่งจะเขียนแบบจำลองได้ดังนี้



รูปที่ 4.4 แบบจำลองช่องสัญญาณ CCCH

4.4.3 แบบจำลองช่องสัญญาณ SDCCH

เมื่อ SDCCH ช่องใดถูกจัดสรร เมื่อเวลาผ่านมาถึง SDCCH ช่องนี้ จะใช้เวลาเซตอัป 4 วินาที (16x51 เฟรม-มัลติเฟรม) จึงเริ่มกระบวนการจัดสรรช่องสัญญาณ



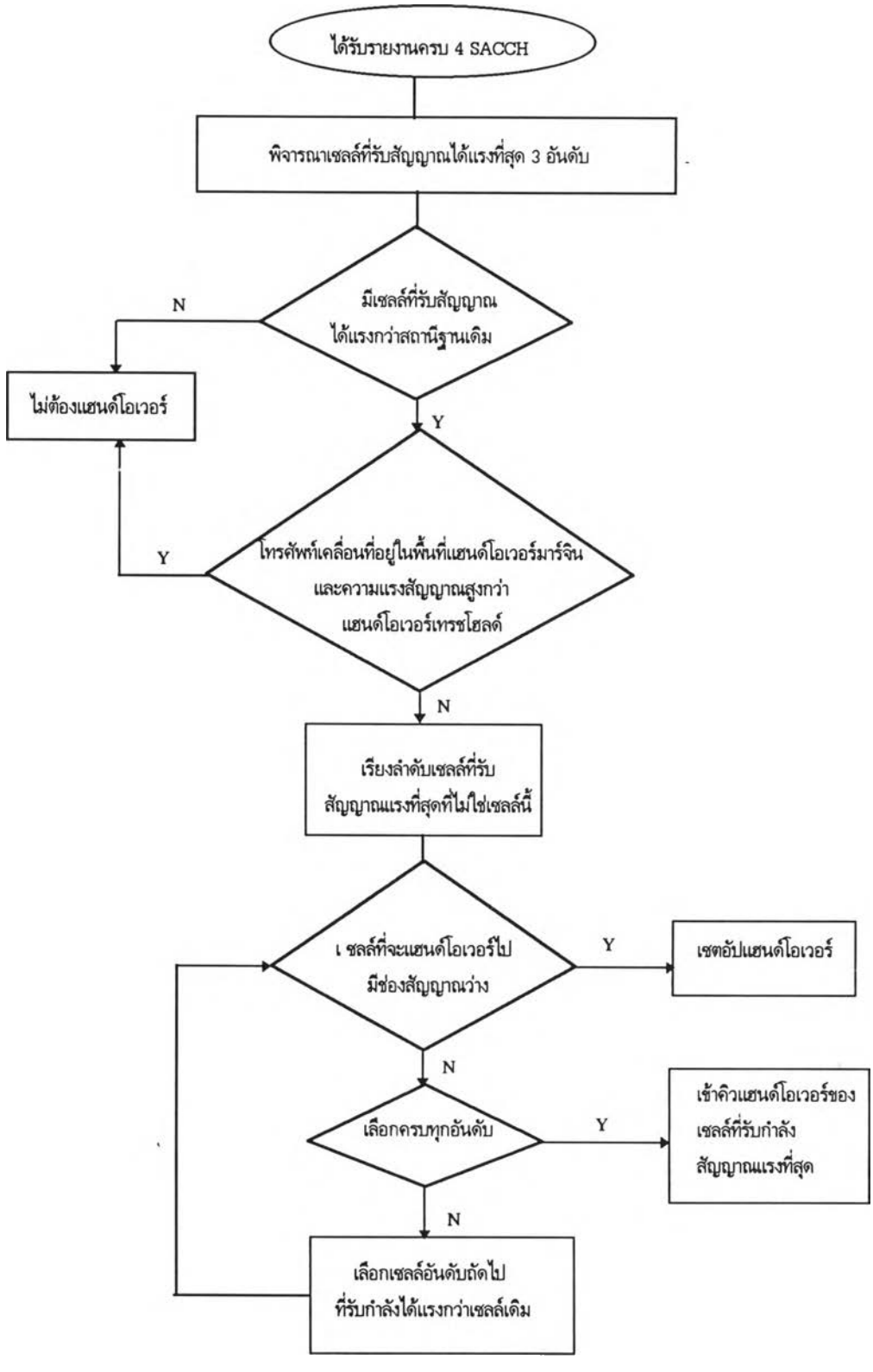
รูปที่ 4.5 แบบจำลองช่องสัญญาณ SDCCH

4.4.4 แบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์

ตัวควบคุมสถานีฐานจะได้รับข่าวสารความแรงสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่รายงานมาครบทุก 480 ms และจะเก็บรายงานหลายๆครั้งมาเฉลี่ย ซึ่งในการจำลองแบบจะเฉลี่ยทุกๆ 4 ข่าวสารจาก SACCH คือ ทุกๆ 4x480 ms แต่เนื่องจากแบบจำลองที่ใช้ไม่คิดเรื่องเฟดดิ้ง ดังนั้นจึงใช้ค่าจากข่าวสารจาก SACCH ครั้งที่ 4 มาคิดเป็นเสมือนเป็นค่าที่ได้ถูกเฉลี่ยมาแล้ว 4 ครั้งแทน

เมื่อข่าวสารมาถึงตัวควบคุมสถานีฐาน ตัวควบคุมสถานีฐานจะเลือกเฉพาะเซลล์ที่รับความแรงสัญญาณได้แรงที่สุด 3 อันดับแรกมาพิจารณา หากเซลล์ที่กำลังใช้บริการอยู่สามารถรับสัญญาณได้แรงที่สุดก็จะไม่แฮนด์โอเวอร์ ตัวควบคุมสถานีฐานจะเปรียบเทียบความแรงสัญญาณ หากความแรงสัญญาณของเซลล์ประชิดสูงกว่าความแรงสัญญาณของเซลล์ที่ใช้บริการอยู่ไม่เกินค่าแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน(6dB)ก็จะไม่แฮนด์โอเวอร์ นอกจากความแรงสัญญาณที่วัดได้ในเซลล์ที่ใช้บริการอยู่ต่ำกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮล (-105 dBm) ก็จะแฮนด์โอเวอร์ได้

จากการคำนวณ ถ้าโทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องแฮนด์โอเวอร์ ตัวควบคุมสถานีฐานจะต้องทำการสร้างเส้นทางไปยังเซลล์ปลายทาง ซึ่งในแบบจำลองให้กระบวนการนี้ใช้เวลา 480 ms หากเซลล์ปลายทางไม่มีช่องสัญญาณว่างจะทำการเข้าคิวไว้ เมื่อมีช่องสัญญาณในเซลล์ปลายทางว่างจึงทำการเซตอับแฮนด์โอเวอร์ให้แก่โทรศัพท์เคลื่อนที่ในคิวอีกครั้ง โดยตัวควบคุมสถานีฐานสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ทำการแฮนด์โอเวอร์ ซึ่งการทำงานแสดงได้ดังรูป

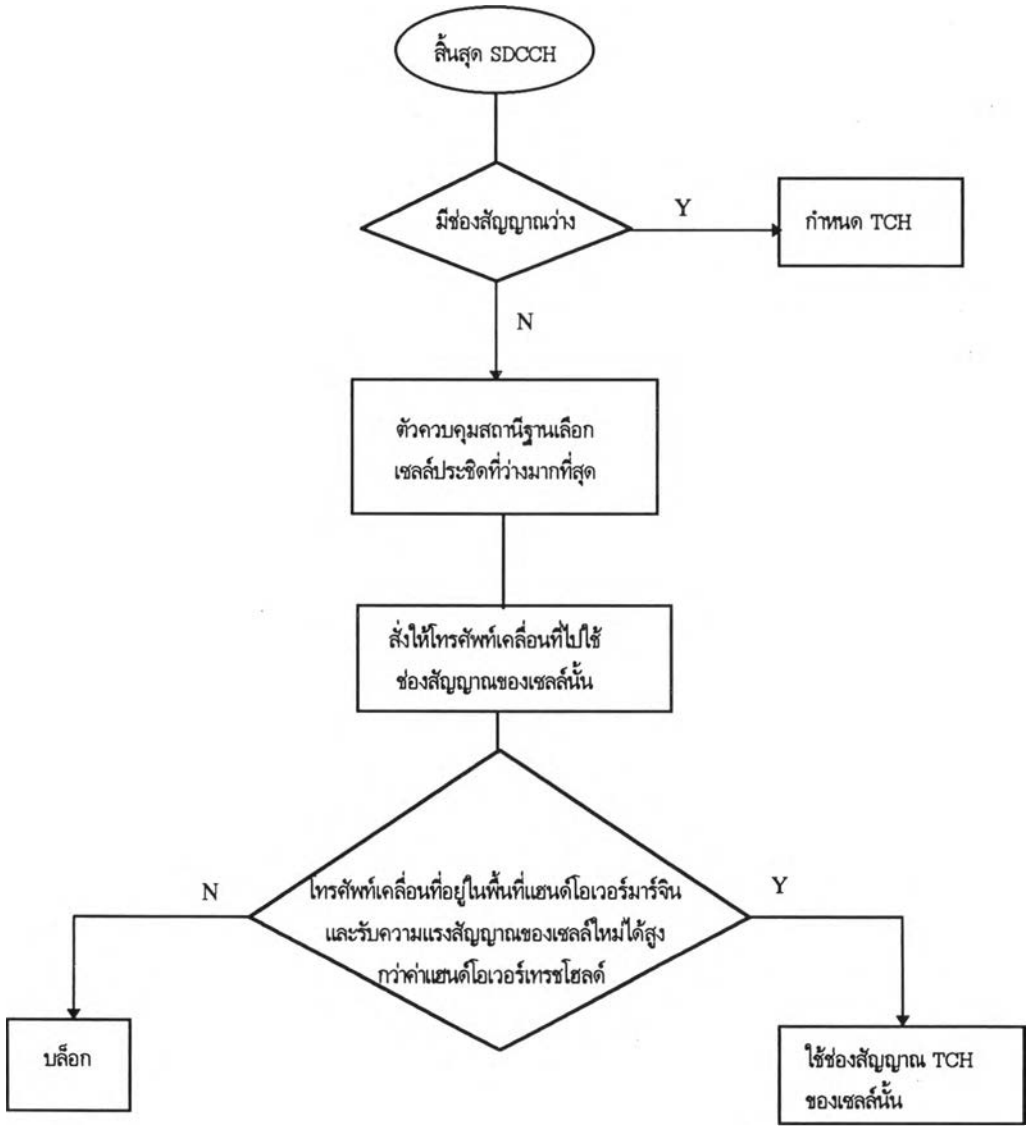


รูปที่ 4.6 แสดงแบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์

4.5 แบบจำลองการจัดสรรช่องสัญญาณ

4.5.1 วิธีไดเร็กรีไทร์

เมื่อส่งสัญญาณเซตอัปในช่องสัญญาณ SDCCH เสร็จแล้ว ตัวควบคุมสถานีฐานจะทำการหาช่องสัญญาณที่ว่าง หากมีก็จะบอกให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ไปใช้ช่องสัญญาณ TCH นั้น หากไม่มีช่องสัญญาณว่าง ตัวควบคุมสถานีฐานจะเลือกเซลล์ประชิดที่มีช่องสัญญาณว่างมากที่สุด แล้วสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ไปใช้ช่องสัญญาณของเซลล์นั้น โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้วิธีนี้ได้ต้องอยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน และรับความแรงสัญญาณของสถานีฐานใหม่ได้สูงกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์



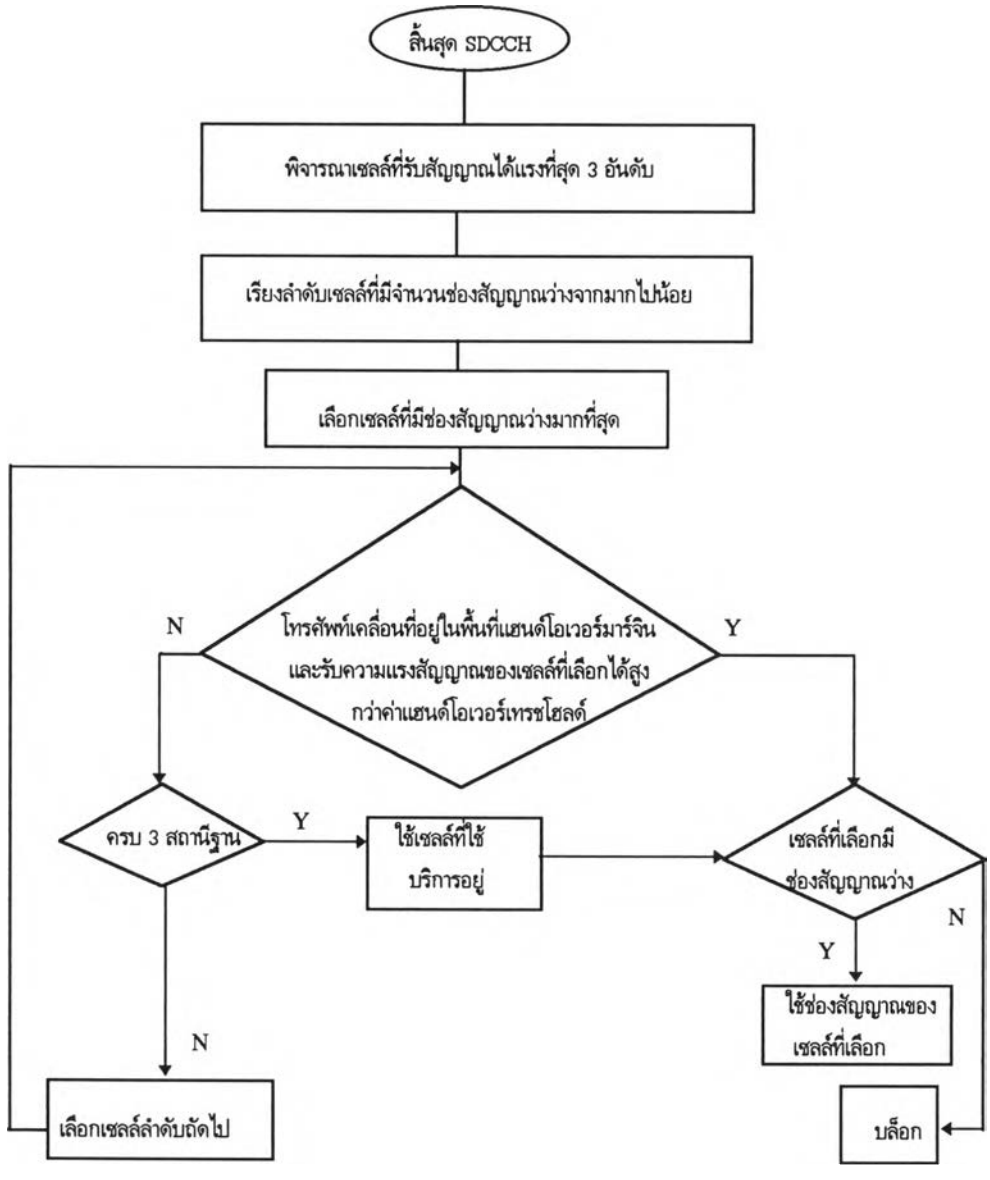
รูปที่ 4.7 แบบจำลองวิธีไดเร็กรีไทร์

4.5.2 วิธีการจัดสรรเส้นทางเพื่อเลือก

วิธีนี้แม้จะไม่สามารถนำมาใช้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้มีการลงทุนไปแล้วได้ เพราะต้องมีการเปลี่ยนระบบสัญญาณตอนเซตอัปการเรียกให้มีการส่งผลการวัดความแรงสัญญาณด้วย แต่ในการจำลองแบบจะสมมติว่าได้มีการเปลี่ยนระบบสัญญาณนี้แล้ว โดยใช้เวลาในการเซตอัปเท่าเดิม

เมื่อส่งสัญญาณเพื่อเซตอัปในช่องสัญญาณ SDCCH เสร็จ ตัวควบคุมสถานีฐานจะดูรายงานการวัดความแรงสัญญาณเพื่อดูว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกับเซลล์ใดได้บ้าง แล้วเลือกเซลล์ที่มีช่องสัญญาณว่างมากที่สุด แต่ถ้าความแรงสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่รับได้ของเซลล์ที่เลือกต่างจากความแรงสัญญาณของเซลล์ที่รับได้แรงที่สุดมากกว่าแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน(ไม่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน)ก็จะไม่เลือกเซลล์นี้ แล้วพิจารณาเลือกเซลล์ที่มีช่องสัญญาณว่างมากอันดับถัดไปแทน

หากความแรงสัญญาณที่รับได้ของเซลล์ที่เลือกต่ำกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮล ก็จะไม่พิจารณาเลือกเช่นกัน โดยเซลล์ที่สามารถเลือกได้จะพิจารณาจากเซลล์ที่รับสัญญาณได้แรงที่สุด 3 อันดับ



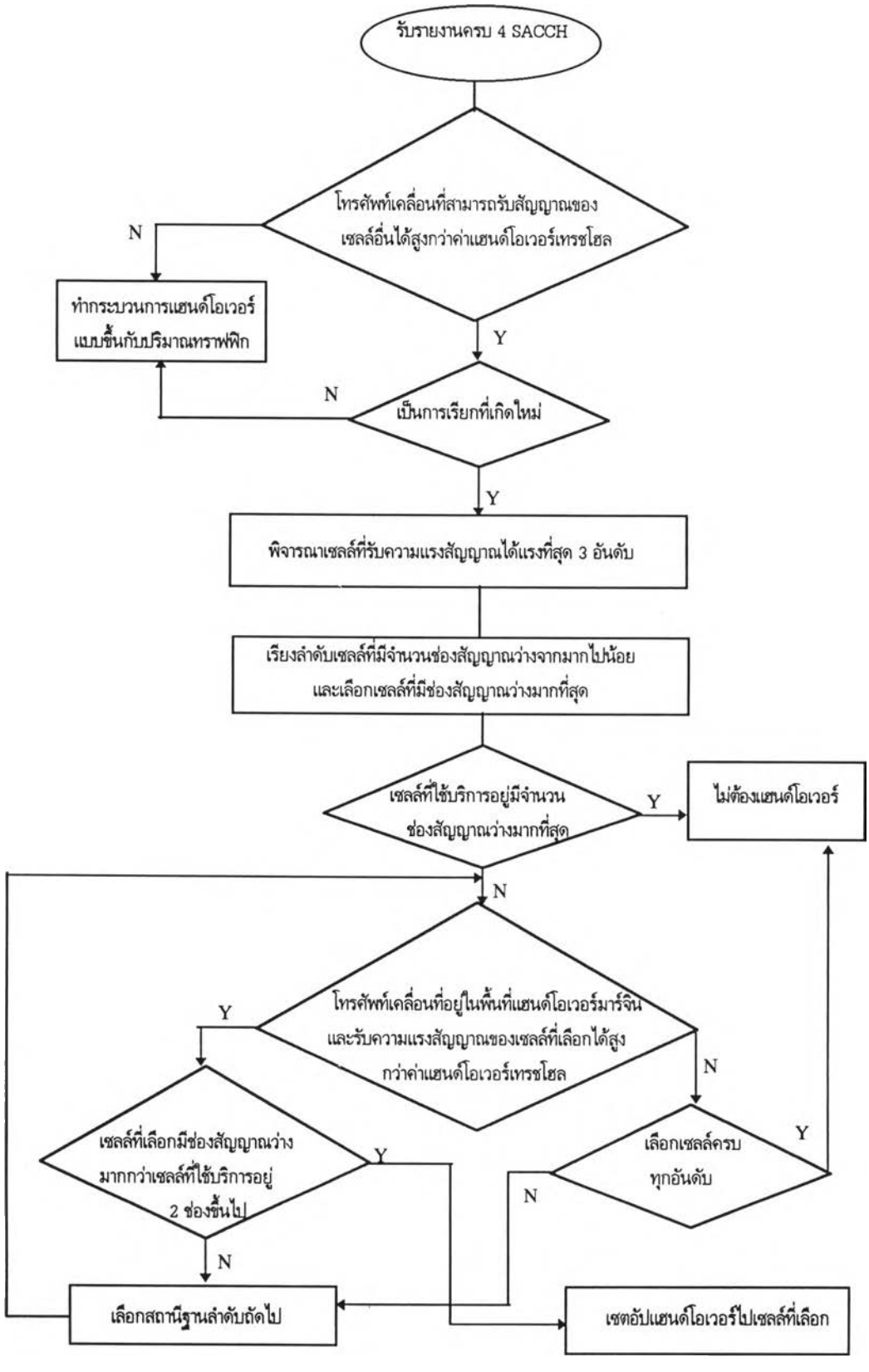
รูปที่ 4.8 แบบจำลองวิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือก

4.5.3 วิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก

วิธีนี้แบ่งเป็น 2 กระบวนการคือ การแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก และการแฮนด์โอเวอร์ตามปริมาณทราฟฟิก

4.5.3.1 แบบจำลองการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก

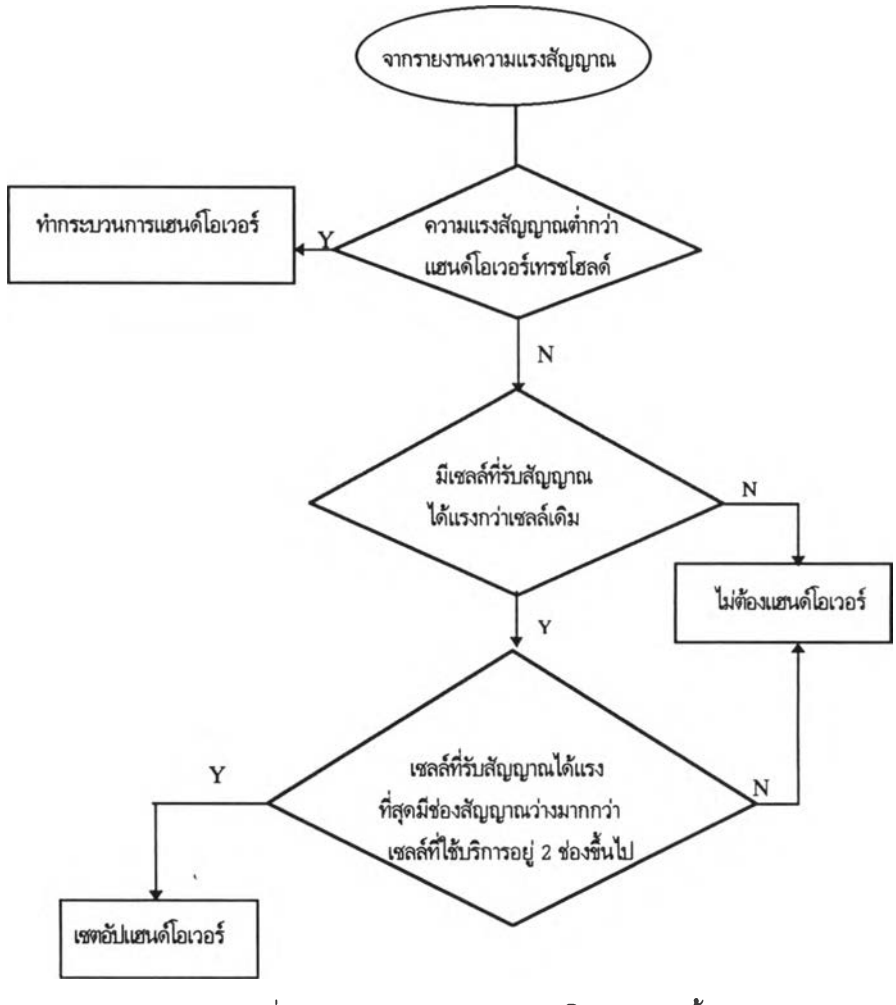
เมื่อมีการเรียกเกิดขึ้นที่เซลล์ใด การเรียกนั้นจะถูกจัดสรรให้อยู่ที่เซลล์นั้นก่อน และตัวควบคุมสถานีฐานจะจำไว้ว่า การเรียกนี้เป็นการเรียกที่เกิดขึ้นมาใหม่ เมื่อถึงช่องสัญญาณ SACCH โทรศัพท์เคลื่อนที่จะส่งผลการวัดความแรงสัญญาณให้สถานีฐาน ตัวควบคุมสถานีฐานจะรู้ได้ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกับเซลล์ใดได้บ้าง และจะทำการเซตอัปแฮนด์โอเวอร์ให้ไปอยู่เซลล์ที่ทราฟฟิกน้อยที่สุด โดยเซลล์นั้นจะต้องมีช่องสัญญาณว่างมากกว่าเซลล์ที่ใช้บริการอยู่ตั้งแต่ 2 ช่องขึ้นไป และการเรียกนั้นต้องอยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินของเซลล์ที่เลือก และรับความแรงของเซลล์ที่เลือกนั้นได้แรงกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ของเซลล์ที่เลือก โดยให้เวลาตั้งแต่โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งรายงานให้สถานีฐาน จนกระทั่งตัวควบคุมสถานีฐานส่งคำสั่งแฮนด์โอเวอร์ให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ เท่ากับ 480ms หากในขณะนั้นเซลล์ปลายทางไม่มีช่องสัญญาณว่างพอดี ให้ยกเลิกคำสั่ง และไม่ส่งคำสั่งแฮนด์โอเวอร์ไปโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น หากการเรียกนั้นเป็นการเรียกเก่าที่กำลังใช้ช่องสัญญาณอยู่แล้วในระบบ จะเข้ากระบวนการแฮนด์โอเวอร์แบบขึ้นกับปริมาณทราฟฟิก



รูปที่ 4.9 แบบจำลองการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก

4.5.3.2 แบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์แบบขึ้นกับปริมาณทราฟฟิก

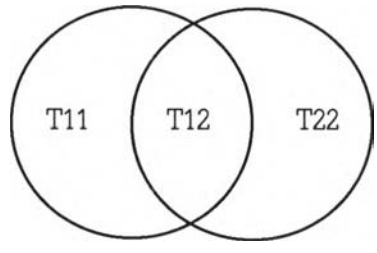
เมื่อตัวควบคุมสถานีฐานได้รับรายงานความแรงสัญญาณของเซลล์ที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อได้แล้ว หากความแรงสัญญาณต่ำกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ก็จะทำกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ปกติ ถ้าความแรงสัญญาณสูงกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์และมีเซลล์อื่นที่สามารถรับสัญญาณได้แรงกว่า ตัวควบคุมสถานีฐานจะเปรียบเทียบทราฟฟิกของเซลล์ที่ใช้บริการอยู่กับเซลล์ที่จะแฮนด์โอเวอร์ไป หากเซลล์ที่จะแฮนด์โอเวอร์ไปมีช่องสัญญาณว่างมากกว่าอย่างน้อย 2 ช่องขึ้นไป จึงทำการเซตอัปแฮนด์โอเวอร์ ถ้าไม่ ก็จะให้อยู่เซลล์ใช้บริการอยู่ไปก่อน



รูปที่ 4.10 แบบจำลองการแฮนด์โอเวอร์แบบขึ้นกับปริมาณทราฟฟิก

4.6 เปรียบเทียบผลการจำลองแบบกับงานของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole

งานของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อัตราการบล็อกของวิธีไดเร็กรีไทร์ เปรียบเทียบกับวิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือก ซึ่งแบบจำลองที่ใช้มี 2 เซลล์ แต่ละเซลล์มี 10 ช่องสัญญาณทราฟฟิก และผู้ใช้ไม่มีการเคลื่อนที่ โดยให้ทราฟฟิกขอบริการที่สามารถเลือกเซลล์อื่นได้เป็น 40% ของทราฟฟิกรวมของทั้ง 2 เซลล์



รูปที่ 4.11 แบบจำลองในงานของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole

ในการจำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบ จะจำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบวิธีไดเร็กรีไทร์ในงานของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole (1995) รูปที่ 5 ซึ่งเป็นกรณีที่ทั้ง2 เซลล์มีทราฟฟิกเท่ากัน โดย

T11 = ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 ที่ไม่สามารถเลือกเซลล์อื่นได้

T22 = ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 2 ที่ไม่สามารถเลือกเซลล์อื่นได้

T12 = ทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 และ 2 ที่สามารถเลือกเซลล์อื่นได้

B1 = อัตราการบล็อกของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 ที่ไม่สามารถเลือกเซลล์อื่นได้

B2 = อัตราการบล็อกของทราฟฟิกขอบริการของสถานีฐานที่ 1 ที่ไม่สามารถเลือกสถานีฐานอื่นได้

B12 = อัตราการบล็อกของทราฟฟิกขอบริการของเซลล์ที่ 1 และ 2 ที่สามารถเลือกเซลล์อื่นได้

ทราฟฟิกขอบริการรวม $A = T11 + T22 + T12$ (4.4)

อัตราการบล็อกรวม $Bm = (T11xB1 + T22xB2 + T12xB12) / A$ (4.5)

โดย $T12 / A = 0.4$ (4.7)

ผลการวิเคราะห์อัตราการบล็อกได้ดังตาราง

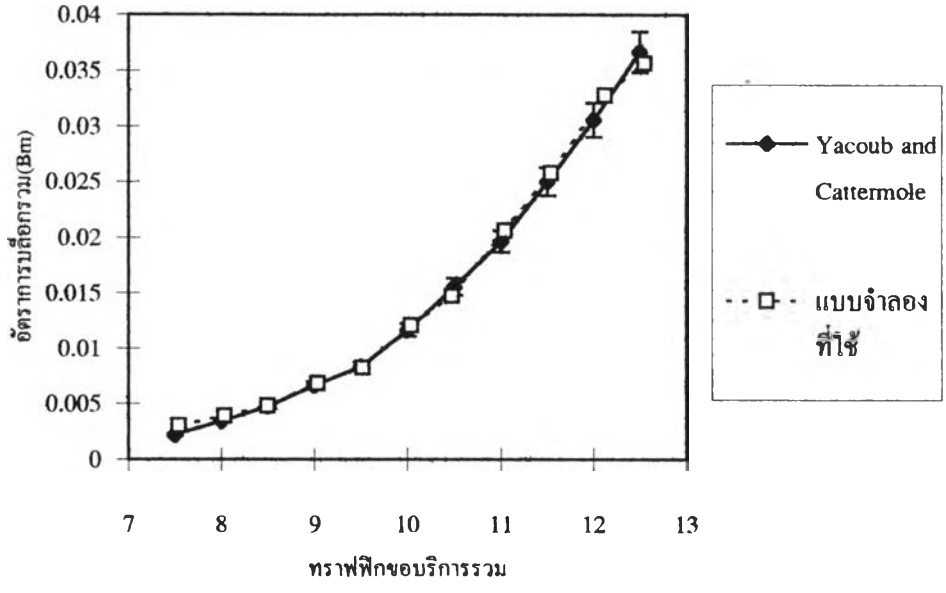
ตารางที่ 4.1 อัตราการบล็อกวิธีไดเร็กรีไทร์ในงานของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole รูปที่ 5

ทราฟฟิกขอบริการรวม	อัตราการบล็อกรวม
7.5	0.00222
8	0.00344
8.5	0.00477
9	0.00667
9.5	0.00835
10	0.01167
10.5	0.01555
11	0.01966
11.5	0.025
12	0.03055
12.5	0.03666

ในการจำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบจะใช้แบบจำลองที่เสนอ แต่มีเพียง 2 สถานีฐาน แต่ละสถานีฐานมี 10 ช่องสัญญาณทราฟฟิก และผู้ใช้ไม่มีการเคลื่อนที่ และให้ทราฟฟิกขอบริการในส่วนพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินแต่ไม่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์เป็น 40% ของทราฟฟิกขอบริการรวมของทั้ง 2 สถานีฐาน โดยให้สถานีฐานห่างกัน 2394 เมตร(จากการไทร์อัล-เออเรอร์) และทำการจำลองแบบ 25 ครั้ง ซึ่งผลการจำลองแบบได้ดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 อัตราการบล็อกวิธีไดเร็กรีไทร์โดยใช้แบบจำลองที่เสนอเพื่อเปรียบเทียบ

T11	T22	T12	B1	B2	B12	A	Bm
2.25311	2.21529	3.07285	0.00482	0.00538	0	7.54126	0.00302
2.32707	2.41273	3.29163	0.00702	0.00622	0	8.03143	0.00390
2.42378	2.55816	3.51175	0.00861	0.00785	0	8.49368	0.00482
2.59486	2.78169	3.65520	0.00101	0.02093	0.00031	9.03175	0.00686
2.84721	2.81175	3.86151	0.01149	0.01552	0.00054	9.52047	0.00824
2.96314	2.94623	4.12707	0.02158	0.01865	0.00046	10.03644	0.01204
3.11408	3.04639	4.31545	0.02535	0.02255	0.00164	10.47593	0.01477
3.27498	3.31444	4.45306	0.03426	0.03194	0.00222	11.04249	0.02065
3.44161	3.42728	4.67228	0.04427	0.03758	0.00348	11.54117	0.02577
3.60211	3.66639	4.85324	0.05249	0.04965	0.00535	12.12174	0.03276
3.77426	3.72109	5.05575	0.05724	0.05255	0.00707	12.55110	0.03564



รูปที่ 4.12 ผลการจำลองแบบเปรียบเทียบกับงานของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole เมื่อใช้ขอบเขตความผิดพลาด 5%

จากรูปค่าอัตราการบล็อกของ M.D Yacoub และ K.W Cattermole และค่าอัตราการบล็อกโดยใช้แบบจำลองที่เสนออยู่ในเส้นแสดงขอบเขตความผิดพลาด 5% แม้ว่าที่ทราฟฟิกขอบริการต่ำๆอัตราการบล็อกต่างกันมากกว่า 5% แต่ในการจำลองแบบจริงๆทำที่ทราฟฟิกขอบริการสูงกว่านี้ ดังนั้นจึงยอมรับแบบจำลองนี้ได้