

บทที่ 4

ผลการจำลองแบบและวิเคราะห์ผลการจำลองแบบ

4.1 ข้อตกลง

กำหนดให้

MS	:	สถานีเคลื่อนที่
BTS	:	สถานีฐาน
RSS	:	ระดับความแรงสัญญาณ
Dist	:	ระยะห่างจากสถานีฐานของสถานีเคลื่อนที่
MR	:	อัตราการเคลื่อนที่ของสถานีเคลื่อนที่
R	:	รัศมีเซลล์
D	:	ระยะห่างระหว่าง 2 สถานีฐาน
PL	:	เปอร์เซ็นต์จำนวนสถานีเคลื่อนที่กลุ่มความเร็วช้า
HYS	:	ระดับฮิสเตอร์ซิส
RSS_low_TH	:	ค่าเทรชโฮลด์ที่การเรียกครีอป
Conv[10]	:	อัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์ที่ใช้กันอยู่ที่มีการเฉลี่ยระดับความแรงสัญญาณ 10 ตัวอย่าง
F-2P	:	อัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์แบบพีซซีที่ใช้ RSS และ Dist
F-HYS1	:	อัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์แบบพีซซี (ที่เสนอ) แบบใช้ระดับฮิสเตอร์ซิส (Inference แบบที่ 1)
F-HYS2	:	อัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์แบบพีซซี (ที่เสนอ) แบบใช้ระดับฮิสเตอร์ซิส (Inference แบบที่ 2)
F-3P1	:	อัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์แบบพีซซี (ที่เสนอ) แบบไม่ใช้ระดับฮิสเตอร์ซิส (Inference แบบที่ 1)
F-3P2	:	อัลกอริทึมการแฮนด์โอเวอร์แบบพีซซี (ที่เสนอ) แบบไม่ใช้ระดับฮิสเตอร์ซิส (Inference แบบที่ 2)

4.2 ผลการจำลองแบบ

4.2.1 ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์

กรณีนี้จะทำการทดสอบที่อัตราส่วนการซ้อนทับค่าต่างๆ ดังแสดงในหัวข้อ 3.3 โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองแบบดังต่อไปนี้

$$HYS = 3 \text{ dB} , RSS_low_TH = -90 \text{ dB}$$

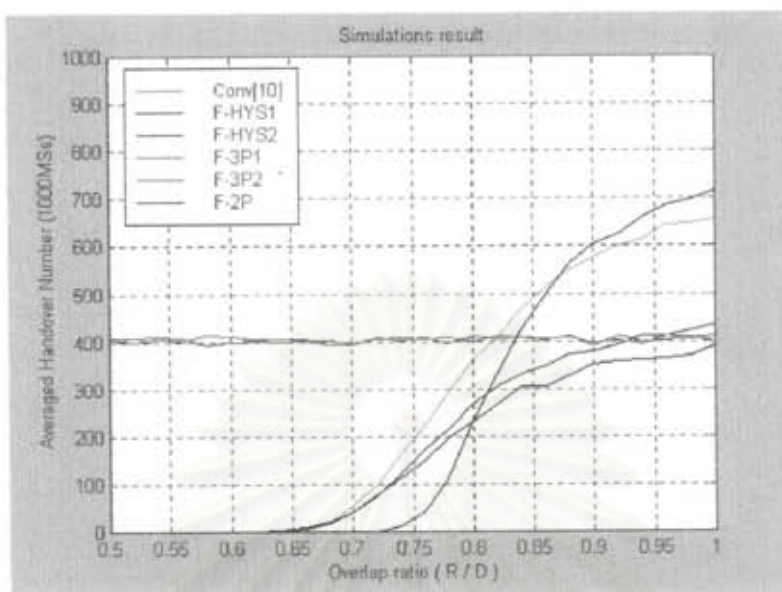
$$PL = 50 \% , \text{ เวลาขีดช่องสัญญาณเฉลี่ย} = 120 \text{ วินาที} , \text{ ระดับเฟดดิ้ง} = 6 \text{ dB} ,$$

$$\text{จำนวน MS} = 1000 \text{ สถานี}$$

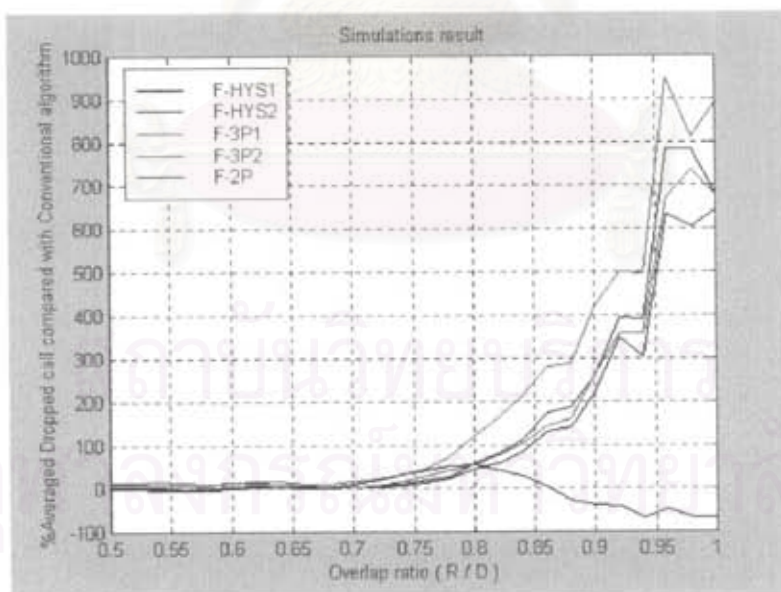
4.2.1.1 ระบบที่การเรียกครีอปเมื่อระดับความแรงสัญญาณต่ำกว่าค่า RSS_low_TH

แสดงผลการจำลองแบบจำนวนการแฮงค์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมของแต่ละวิธีที่กรณีการเคลื่อนที่ของ MS 3 แบบ ดังรูป 4.1 - 4.6

(1) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

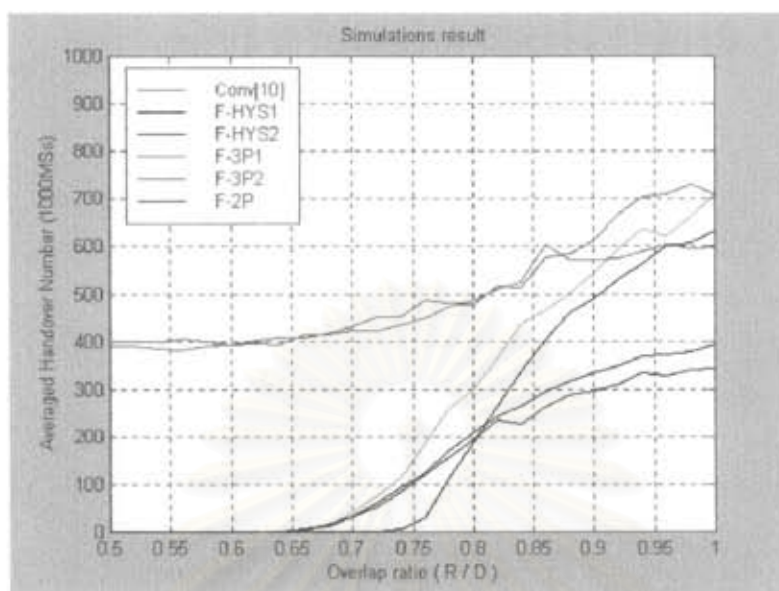


รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

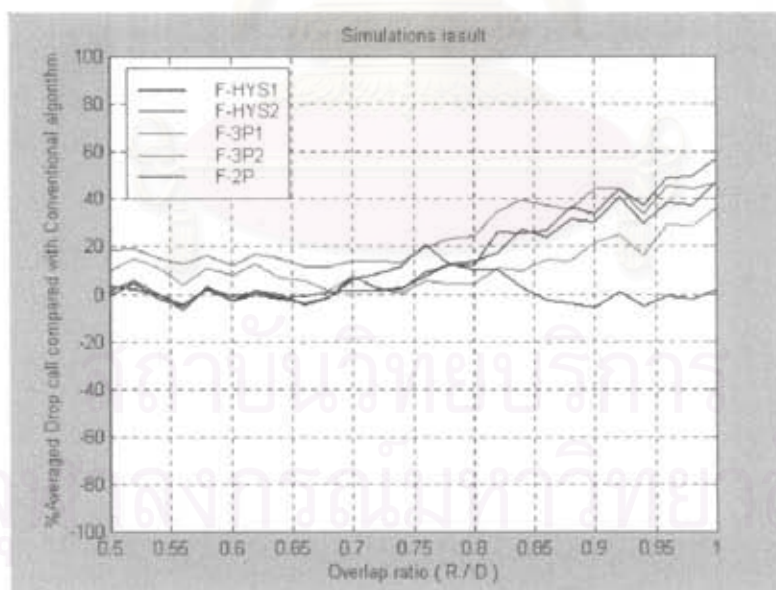


รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครี้อปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิม ทั้ง 5 วิธีเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

(2) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

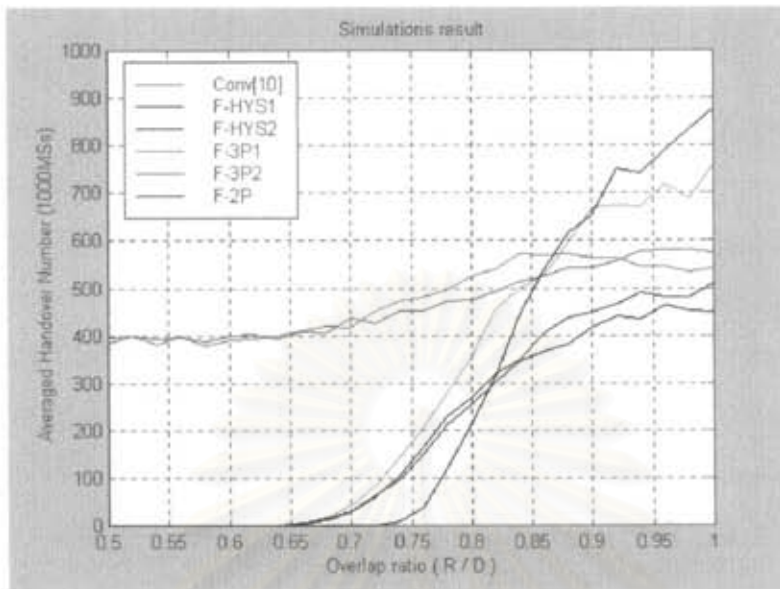


รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์ กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

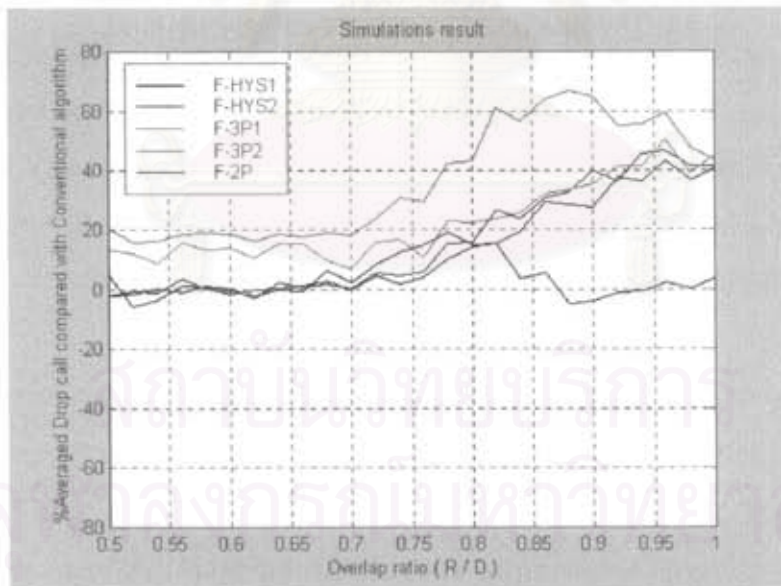


รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีโพลเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5วิธีเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์ กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

(3) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์ กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธี เมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์ กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว

4.2.1.2 วิเคราะห์จำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีโปลเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์

พิจารณากรณีที่มีการเรียกครีโปลทันทีที่ความแรงสัญญาณต่ำกว่า RSS_{low_TH}

กรณีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

1. *Conv[10]* จำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนการซ้อนทับที่มากขึ้นเนื่องจากพิจารณาการแฮนด์โอเวอร์โดยใช้ระดับฮิสเตอร์ซิสในกรณีที่เซลล์มีอัตราส่วนการซ้อนทับที่มากเป็นการพิจารณาในขณะที่ความแรงสัญญาณจาก BTS ที่ให้บริการและจาก BTS ที่จะมีการแฮนด์โอเวอร์ไปมีการเปลี่ยนแปลงที่เร็วกว่า โอกาสที่จะเป็นตามเงื่อนไขตามสมการที่ (2.1) จึงมีมากกว่า สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปลมีจำนวนลดลงเมื่ออัตราส่วนการซ้อนทับมากขึ้น เพราะความแรงสัญญาณที่รับได้เมื่อ MS อยู่ระหว่าง 2 เซลล์จะมีค่ามากกว่า Rss_{low_TH} มากกว่ากรณีที่เซลล์อยู่ห่างกันมากกว่า การครีโปลจึงมีจำนวนที่น้อยกว่า
2. *F-2P* เนื่องจากการเคลื่อนที่ของ MS เป็นเส้นตรง บริเวณที่มีการแฮนด์โอเวอร์ (Handover Factor ของ BTS ที่จะมีการแฮนด์โอเวอร์ไปมากกว่าของ BTS ที่ให้บริการอยู่) คือบริเวณกึ่งกลางระหว่าง 2 BTS นั้น ($D/2$) อัตราส่วนการซ้อนทับที่มาก D ก็จะน้อย (แบบจำลองกำหนด R คงที่) โอกาสที่ MS จะไปถึงบริเวณดังกล่าวจึงมีโอกาสมากกว่าการแฮนด์โอเวอร์จึงมีมากกว่า แต่จะมีข้อสังเกตจากรูปที่ 4.1 ในช่วงอัตราส่วนการซ้อนทับสูง ($0.85 - 1$) จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะมากกว่า *Conv[10]* เพราะช่วงดังกล่าวผลกระทบจากที่กระบวนการพีชชีนำค่า RSS ที่ไม่มีการเฉลี่ยมาพิจารณาเริ่มชัดเจน สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปลเมื่อเปรียบเทียบกับ *Conv[10]* จากรูปที่ 4.2 ปรากฏว่าจะมีผลใกล้เคียงกัน โดยจะมีค่าน้อยกว่า *Conv[10]* ในช่วงอัตราส่วนการซ้อนทับสูง ($0.85 - 1$) เพราะในช่วงดังกล่าวการแฮนด์โอเวอร์มีค่ามากขึ้น
3. *F-HYS* จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะมีแนวโน้มคล้าย *Conv[10]* เนื่องจากเป็นวิธีที่ปรับปรุงมาจาก *Conv[10]* แต่จะมีจำนวนการแฮนด์โอเวอร์ที่น้อยกว่าเพราะหลังจากผ่านเงื่อนไขฮิสเตอร์ซิสแล้ว แทนที่จะมีการแฮนด์โอเวอร์ก็จะมีพิจารณาเงื่อนไขพีชชีทำให้การเรียกบางส่วนไม่มีการแฮนด์โอเวอร์โดยจะเห็นผลของการลดจำนวนการแฮนด์โอเวอร์อย่างชัดเจนในช่วงอัตราส่วนการซ้อนทับตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไปเนื่องจากช่วงดังกล่าวเริ่มมีการพิจารณาการแฮนด์โอเวอร์ที่มากขึ้น สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปลเมื่อเปรียบเทียบกับ *Conv[10]* ในกรณีการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงนี้จะค้อยมากในช่วงอัตราส่วนการซ้อนทับที่สูง Inference (ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในขั้นตอนพีชชี) ที่ต่างกันจะให้ผลที่มีแนวโน้มเดียวกันโดยเมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนการซ้อนทับเดียวกัน *F-HYS1* จะมีการแฮนด์โอเวอร์ที่น้อยกว่า *F-HYS2* แต่โอกาสที่จำนวนการเรียกที่ครีโปลจะสูงกว่า ซึ่งเป็นข้อดีข้อเสียที่ต่างกัน

4. *F-3P* จำนวนการแฮนด์โอเวอร์สำหรับการเคลื่อนที่ของ MS เป็นเส้นตรงจะไม่ขึ้นกับอัตราส่วนการซ้อนทับเนื่องจากในการตัดสินใจทั้งหมดใช้ข้อมูลของ BTS ให้บริการอยู่เท่านั้น อัตราส่วนการซ้อนทับที่เปลี่ยนไปไม่ได้มีผลต่อขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์เลย โดยจากรูปที่ 4.1 จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะต่ำกว่ากรณี Conv[10] และ F-2P ที่อัตราส่วนการซ้อนทับตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป เนื่องจากบริเวณดังกล่าวการนำอัตราการเคลื่อนที่มาพิจารณาจะช่วยลดการแฮนด์โอเวอร์ได้บางส่วน แต่จะมีค่ามากกว่า F-HYS ทุกค่าอัตราส่วนการซ้อนทับ สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปกเมื่อเปรียบเทียบกับ Conv[10] และ F-2P ในกรณีการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงนี้จะน้อยกว่ามากในช่วงอัตราส่วนการซ้อนทับที่สูงเพราะในการนำ RSS มาพิจารณาในการแฮนด์โอเวอร์ ทำในช่วงที่ใกล้ RSS_low_TH โอกาสการเรียกจะครีโปกจึงมีมาก สำหรับ Inference ที่ต่างกันจะให้ผลที่มีแนวโน้มเดียวกันโดยเมื่อพิจารณาที่อัตราส่วนการซ้อนทับเดียวกัน F-2P1 จะมีโอกาสที่จำนวนการเรียกจะครีโปกต่ำกว่า ในขณะที่จำนวนการแฮนด์โอเวอร์มีค่าไม่แตกต่างกัน

กรณีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยว 90 องศาที่จุดเดียว

1. *Conv[10]* จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะลดลงกว่ากรณีการเคลื่อนที่ของ MS ที่ไม่มีการเลี้ยว เมื่อพิจารณาที่ อัตราส่วนการซ้อนทับเดียวกัน เนื่องจากโอกาสที่จะไปถึงขอบเขตการแฮนด์โอเวอร์จะน้อยลง จากตารางที่ ก.4 พบว่าจำนวนการเรียกที่ครีโปกบริเวณอัตราส่วนการซ้อนทับตั้งแต่ 0.72 ขึ้นไปจะมีค่ามากกว่ากรณีการเคลื่อนที่ของ MS เป็นเส้นตรงโดยไม่มีการเลี้ยว เนื่องจากการเคลื่อนที่แบบตั้งฉากกับเส้นต่อจุดระหว่าง 2 BTS บริเวณขอบเซลล์จะมีผลการรบกวนต่อระดับความแรงสัญญาณจากเฟดดิ้งที่มากกว่าสำหรับการเรียกใดๆที่มาถึงบริเวณดังกล่าว
2. *F-2P* จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะลดลงกว่ากรณีการเคลื่อนที่ของ MS ที่ไม่มีการเลี้ยว เมื่อพิจารณาที่ อัตราส่วนการซ้อนทับเดียวกัน เนื่องจากโอกาสที่จะไปถึงขอบเขตการแฮนด์โอเวอร์จะน้อยลง สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปกเมื่อเปรียบเทียบกับ Conv[10] จากรูปที่ 4.4 ปรากฏว่า จะมีผลใกล้เคียงกัน
3. *F-HYS* จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะลดลงกว่ากรณีการเคลื่อนที่ของ MS ที่ไม่มีการเลี้ยว ด้วยเหตุผลเดียวกับ Conv[10] และ F-2P สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปกเมื่อเปรียบเทียบกับ Conv [10] ในกรณีการเคลื่อนที่แบบนี้จากรูปที่ 4.4 จะพบว่ายังคงมากกว่าแต่ความแตกต่างของจำนวนการเรียกที่ครีโปกน้อยกว่าเดิมเนื่องจากจำนวนการเรียกที่ครีโปกของวิธี Conv[10] มีมากขึ้นในขณะที่วิธี F-HYS ยังคงรักษาจำนวนการเรียกที่ครีโปกไว้ได้ในจำนวนเดิม เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจึงดีขึ้นมาก
4. *F-3P* การเคลื่อนที่ของ MS เป็นเส้นตรงและมีการเลี้ยว 90 องศาทำให้จำนวนการแฮนด์โอเวอร์เริ่มมีการแปรตามอัตราส่วนการซ้อนทับโดยเฉพาะที่อัตราส่วนการซ้อนทับ 0.65 ขึ้นไป ดังรูปที่ 4.3 เนื่องจากการเคลื่อนที่ตั้งฉากกับเส้นต่อจุดระหว่าง 2 BTS บริเวณขอบเซลล์ ความแรง

สัญญาณและระยะห่างจากสถานีฐานเริ่มมีผลต่อการตัดสินใจแบบพีซีซี การตัดสินใจผิดพลาด ทำให้มีการแฮนด์โอเวอร์กลับ โดยเฉพาะกรณีที่อัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์มีค่าสูงซึ่งการรบกวนจากเฟดดิ้งจะมีมากกว่าปกติ สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปปเมื่อเปรียบเทียบกับ Conv [10] ในกรณีการเคลื่อนที่แบบนี้จากรูปที่ 4.4 จะพบว่ายังคงมากกว่าแต่ในความแตกต่างที่น้อยกว่าเดิมเนื่องจากจำนวนการเรียกที่ครีโปปของวิธี Conv[10] มีมากขึ้นในขณะที่วิธี F-3P ยังคงรักษาจำนวนการเรียกที่ครีโปปไว้ได้เช่นเดียวกับ F-HYS เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจึงดีขึ้นแต่ยังไม่ดีเท่ากับ F-HYS

กรณีการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว

1. Conv[10] จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะมีมากกว่าการเคลื่อนที่ของ MS เป็นเส้นตรงโดยไม่มีการเลี้ยว ถ้า MS มีการแฮนด์โอเวอร์เกิดก่อนที่จะมีการเลี้ยวกลับเพราะจะมีการแฮนด์โอเวอร์กลับไปยัง BTS เดิม ดังนั้นที่อัตราส่วนการซ้อนทับสูง โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวจึงมีมากกว่า เพราะ MS จะไปถึงขอบเขตที่น่าจะมีการแฮนด์โอเวอร์ได้เร็วกว่า สำหรับจำนวนการแฮนด์โอเวอร์เมื่ออัตราส่วนการซ้อนทับต่ำจะมีผลใกล้เคียงกับกรณีการเคลื่อนที่แบบเป็นเส้นตรงโดยไม่มีการเลี้ยว
2. F-2P สำหรับจำนวนการแฮนด์โอเวอร์ การเคลื่อนที่ลักษณะดังกล่าวมีผลต่อการตัดสินใจมาก โดยเฉพาะที่อัตราส่วนการซ้อนทับมากๆ เนื่องจากขั้นตอนการตัดสินใจไม่ได้ให้ความสำคัญว่า MS จะมีโอกาสเคลื่อนที่กลับหรือไม่ โดยเฉพาะ MS ที่มีความเร็วต่ำ
3. F-HYS จำนวนการแฮนด์โอเวอร์ยังคงดีกว่าวิธีอื่นที่อัตราส่วนการซ้อนทับมีค่าสูง โดยเฉพาะ F-HYS1 เพราะมีการนำอัตราส่วนการเคลื่อนที่ของ MS ซึ่งแปรตามความเร็วของ MS มาใช้ร่วมพิจารณาในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์
4. F-3P อัตราส่วนการซ้อนทับ เริ่มมีผลต่อจำนวนแฮนด์โอเวอร์ เนื่องจากการเคลื่อนที่กลับไปยัง BTS เดิมโดยมีผลมากที่อัตราส่วนการซ้อนทับ ตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป เพราะมีโอกาสที่ MS เคลื่อนที่กลับเข้าใกล้ BTS เดิมแล้วแฮนด์โอเวอร์กลับได้มากกว่า

จากการทดสอบแต่ละวิธีที่ใช้ในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ที่อัตราส่วนการซ้อนทับค่าต่างๆ พบว่า F-2P จะมีจำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยที่น้อยกว่าวิธีอื่นที่อัตราส่วนการซ้อนทับประมาณ 0.65-0.8 แต่วิธีที่เสนอที่ดีที่สุดคือ F-HYS ก็สามารถลดจำนวนการแฮนด์โอเวอร์ได้ดีที่อัตราส่วนการซ้อนทับประมาณ 0.8 ขึ้นไป แม้ว่าจะมีจำนวนการเรียกที่ครีโปปมากกว่า

4.2.2 ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ MS ของกลุ่มเคลื่อนที่ช้า

กรณีนี้จะทำการทดสอบที่ค่า PL ค่าต่างๆ ดังแสดงในหัวข้อ 3.3 โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองแบบดังต่อไปนี้

$HYS = 3 \text{ dB}$, $RSS_low_TH = -90 \text{ dB}$,

อัตราส่วนการซ้อนทับของเซลล์ = 0.8 , เวลาบีดช่องสัญญาณเฉลี่ย = 120 วินาที ,

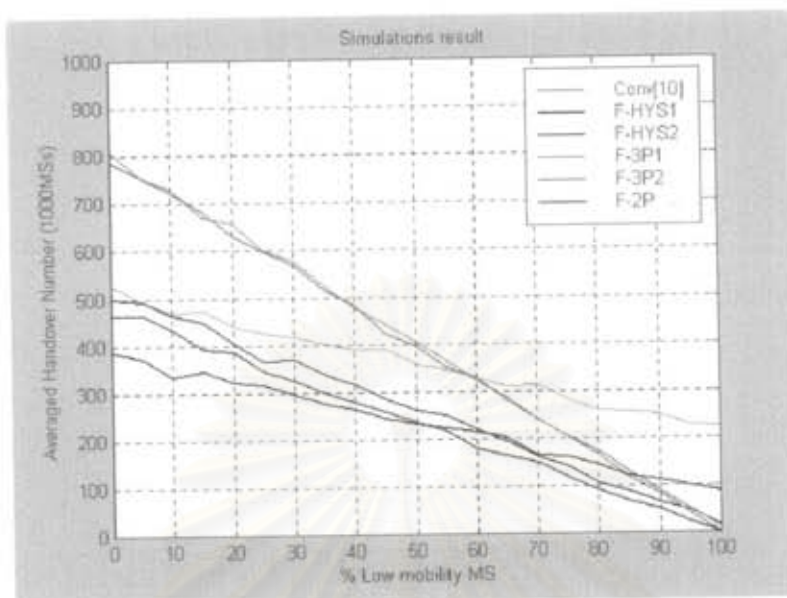
ระดับเฟดดิ้ง = 6 dB , จำนวน MS = 1000 สถานี

4.2.2.1 ระบบที่การเรียกครีอปเมื่อระดับความแรงสัญญาณต่ำกว่าค่า RSS_low_TH

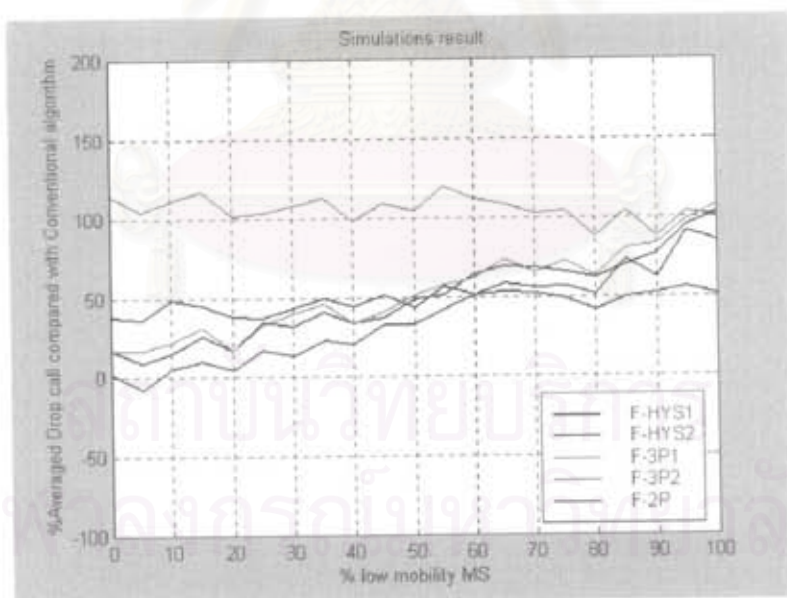
แสดงผลการจำลองแบบจำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมของแต่ละวิธีที่กรณีการเคลื่อนที่ของ MS 3 แบบ ดังรูป 4.7 - 4.12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

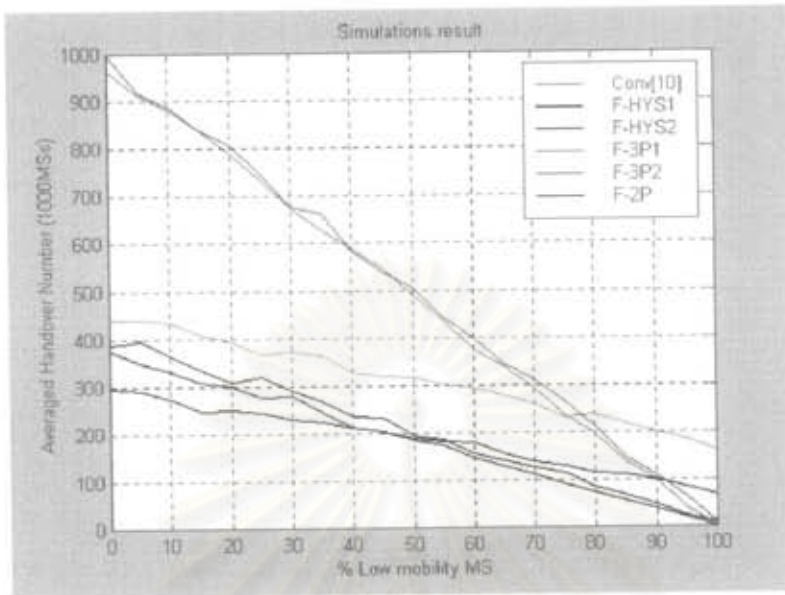


รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลง PL กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

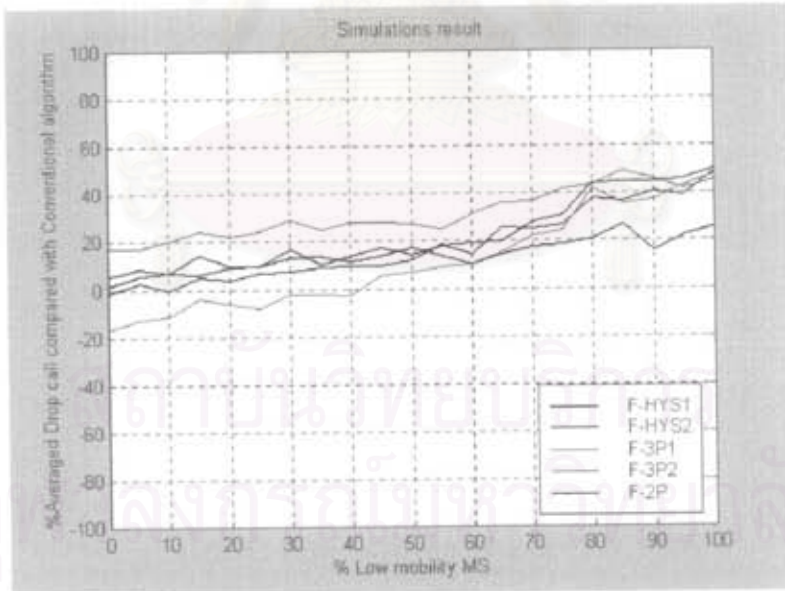


รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีโปกเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิม ทั้ง 5 วิธีเมื่อเปลี่ยนแปลง PL กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

(2) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

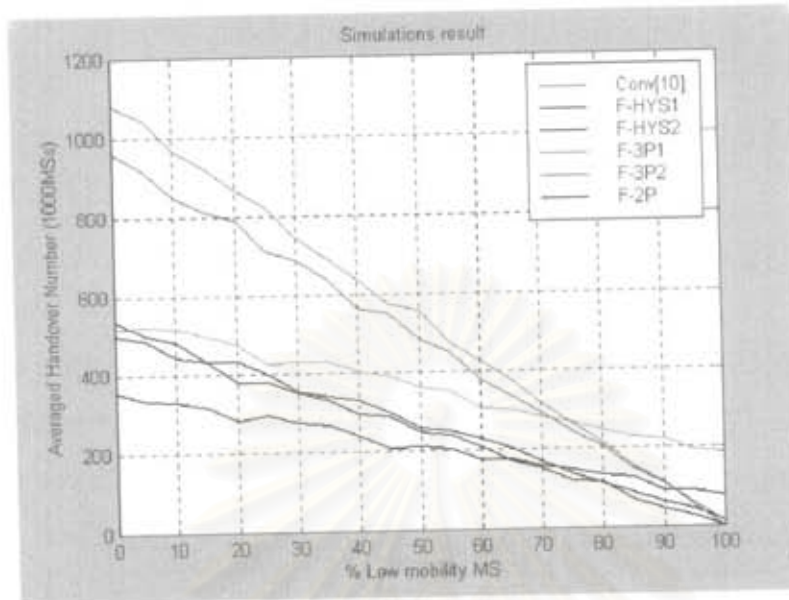


รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลง PL กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

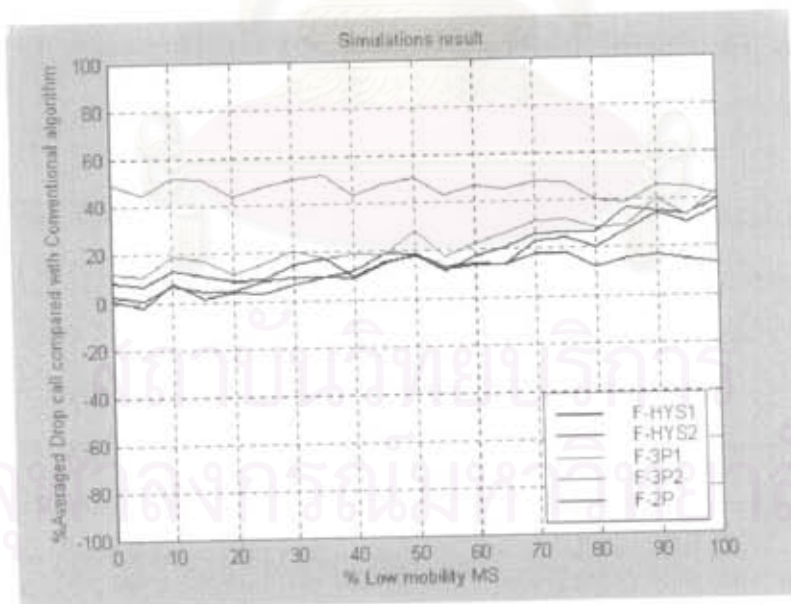


รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิม ทั้ง 5 วิธีเมื่อเปลี่ยนแปลง PL กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

(3) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลง PL กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ดริอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธี เมื่อเปลี่ยนแปลง PL กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว

4.2.2.2 วิเคราะห์จำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีโปลเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ MS ของกลุ่มเคลื่อนที่ช้า

ในการวิเคราะห์จำนวนการแฮนด์โอเวอร์และจำนวนการเรียกที่ครีโปลเมื่อมีการแปรค่าเปอร์เซ็นต์ MS ของกลุ่มเคลื่อนที่ช้า (PL) เราจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

1. วิธีที่ใช้อัตราการเคลื่อนที่ร่วมในการตัดสินใจซึ่งประกอบด้วย *F-HYS1* , *F-HYS2* , *F-3P1* และ *F-3P2*

การแปรค่า PL ให้มากขึ้นทำให้จำนวน MS ที่มีอัตราการเคลื่อนที่ต่ำมีมากขึ้นด้วย (อัตราการเคลื่อนที่กับความเร็วของ MS ไม่ใช่ค่าเดียวกันยกเว้นกรณีการเคลื่อนที่ของ MS เป็นเส้นตรง) ทำให้ในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ด้วยขั้นตอนในกลุ่มนี้อัตราการเคลื่อนที่ของ MS มีผลต่อการตัดสินใจ เนื่องจากในการกำหนดสำหรับการตัดสินใจแบบฟัซซี จะมีการกำหนดให้ MS ที่มีอัตราการเคลื่อนที่ต่ำมีโอกาสการแฮนด์โอเวอร์น้อยกว่า MS ที่มีอัตราการเคลื่อนที่สูงกว่า (เมื่อพิจารณาที่สภาพแวดล้อมด้านความแรงสัญญาณและระยะห่างของ MS กับ BTS ค่าเดียวกัน) จากรูปที่ 4.7 , 4.9 และ 4.11 จะพบว่าเมื่อ PL มากขึ้น จำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะมีค่าลดลงจนกระทั่งในสภาพแวดล้อมที่มีเฉพาะกลุ่มของ MS ที่เคลื่อนที่ช้า (PL = 100 %) ระบบจะไม่มีแฮนด์โอเวอร์เกิดขึ้น ข้อเสียของการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ด้วยขั้นตอนในกลุ่มนี้คือจำนวนการเรียกที่ครีโปลจะมากขึ้นเมื่อ PL เพิ่มขึ้น เนื่องจาก MS ที่เคลื่อนที่ช้ามากเท่าไรโอกาสในการแฮนด์โอเวอร์จะน้อยตามไปด้วย (ค่า HC ที่คำนวณจากกระบวนการฟัซซีให้น้ำหนักแก่พารามิเตอร์นี้มากกว่า RSS) ทำให้การเรียกมีโอกาสในการครีโปลมากขึ้นดังรูปที่ 4.8 , 4.10 และ 4.12

2. วิธีที่ไม่ใช้อัตราการเคลื่อนที่ร่วมในการตัดสินใจซึ่งประกอบด้วย *Conv[10]* และ *F-2P*

การที่ PL มีค่าเพิ่มขึ้นทำให้จำนวนการแฮนด์โอเวอร์มีค่าลดลงเนื่องจากโอกาสที่ MS จะเคลื่อนที่ไปยังขอบเขตที่การแฮนด์โอเวอร์ควรจะเกิดขึ้น (บริเวณขอบเซลล์) มีน้อยลงแสดงดังรูปที่ 4.7 , 4.9 และ 4.11

จากวิธีที่นำมาเปรียบเทียบทั้งหมดจะพบว่าวิธีที่นำอัตราการเคลื่อนที่มาร่วมตัดสินใจจะใช้งานได้ดีในกรณีที่ PL มีค่ามากนั่นคือเหมาะสมที่จะใช้งานในเขตชุมชนเมืองที่ MS ส่วนใหญ่มีอัตราการเคลื่อนที่ที่ค่อนข้างต่ำ (ค่า PL สูง)

4.2.3 ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลายืดช่องสัญญาณเฉลี่ย

4.2.3.1 ระบบที่การเรียกครีโปกเมื่อระดับความแรงสัญญาณต่ำกว่าค่า RSS_low_TH

กรณีนี้จะทำการทดสอบที่ค่าเวลายืดช่องสัญญาณเฉลี่ยค่าต่างๆ ดังแสดงในหัวข้อ 3.3 โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองแบบดังต่อไปนี้

$$HYS = 3 \text{ dB} , RSS_low_TH = -90 \text{ dB}$$

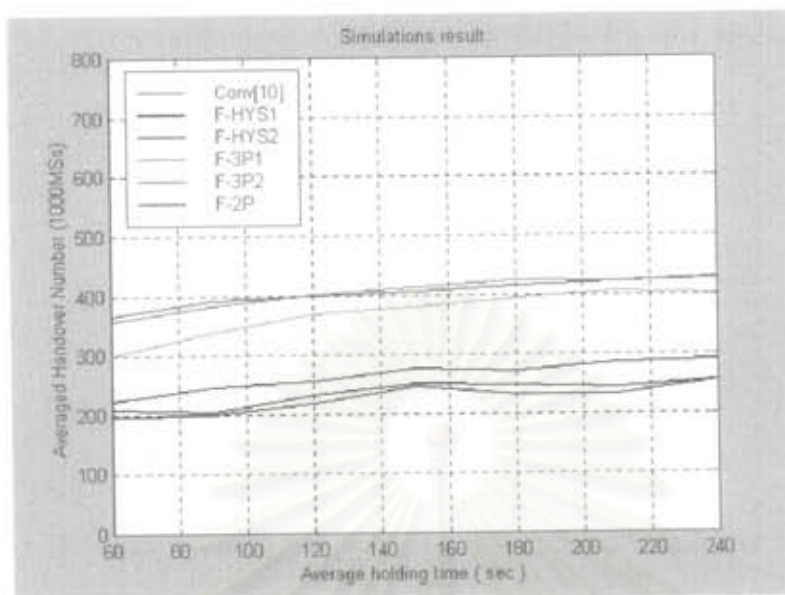
$$\text{อัตราส่วนการซ้อนทับ} = 0.8 , PL = 50 \% , \text{ระดับเฟดดิ้ง} = 6 \text{ dB}$$

$$\text{จำนวน MS} = 1000 \text{ สถานี}$$

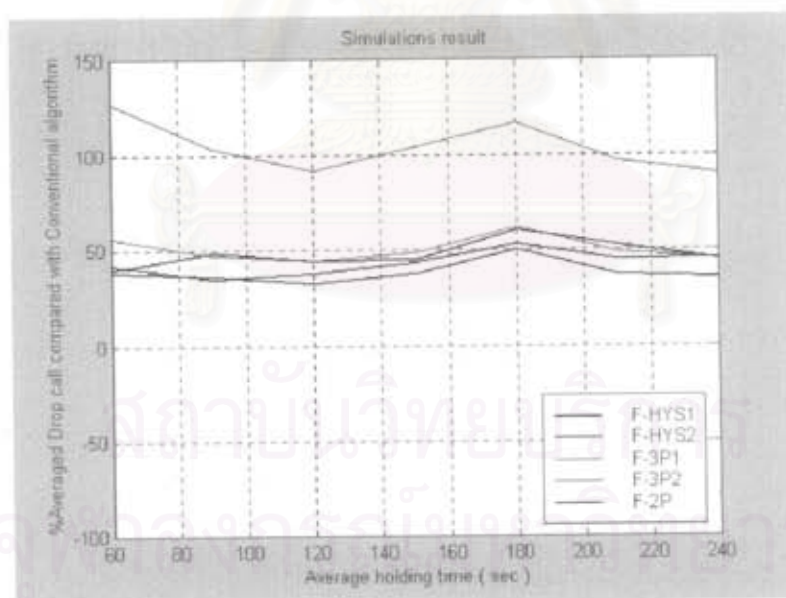
แสดงผลการจำลองแบบจำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีโปกเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมของแต่ละวิธีที่กรณีการเคลื่อนที่ของ MS 3 แบบ ดังรูป 4.13 - 4.18

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

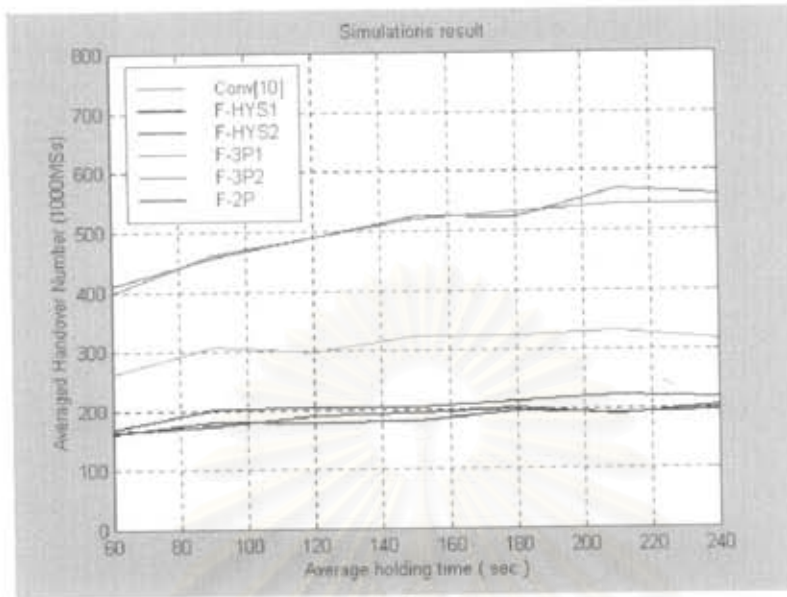


รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาถือครอง
สัญญาณเฉลี่ย กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

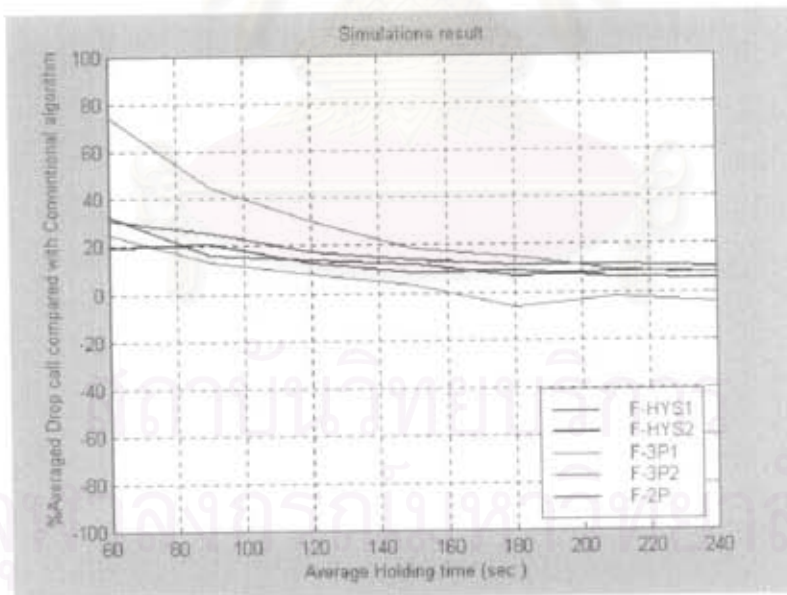


รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่คว่ำเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธีเมื่อเปลี่ยนแปลง
เวลาถือครองสัญญาณเฉลี่ย กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

(2) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยว 90 องศาที่จุดเลี้ยว

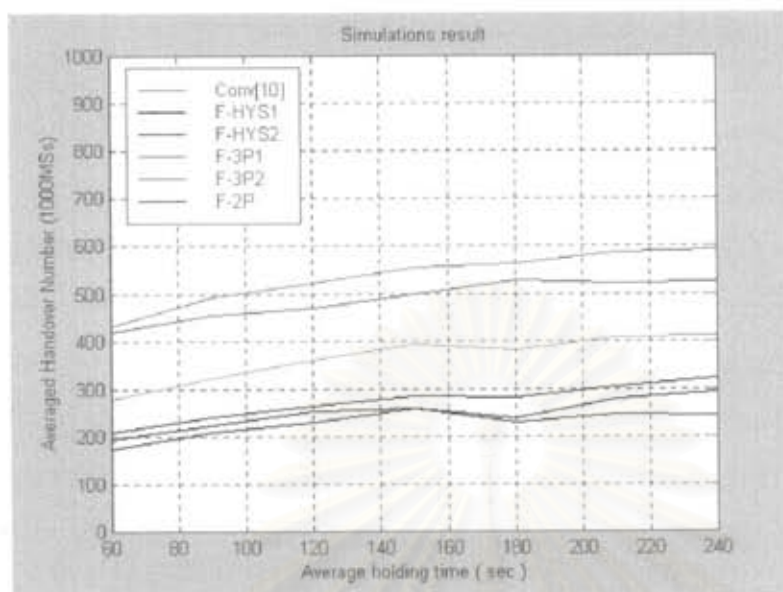


รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาบิตซ์ของสัญญาณเฉลี่ย กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยว 90 องศาที่จุดเลี้ยว

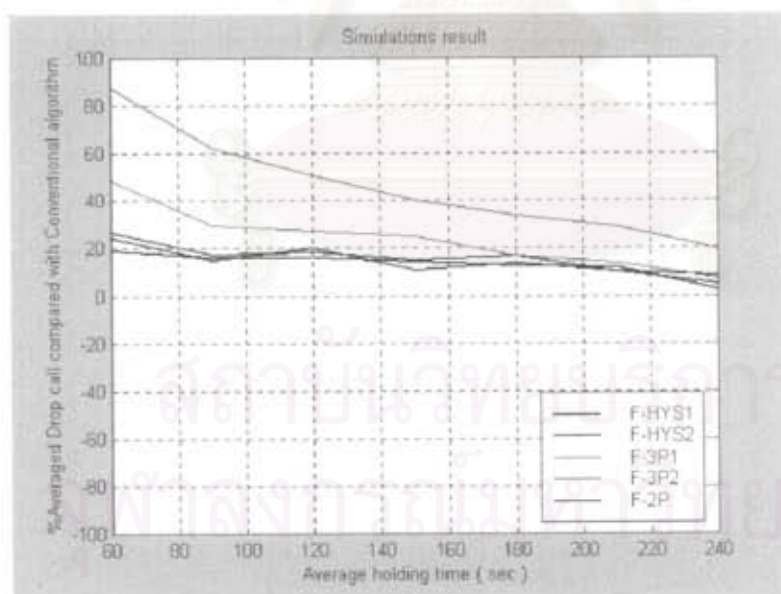


รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีโปกเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธีเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาบิตซ์ของสัญญาณเฉลี่ย กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยว 90 องศาที่จุดเลี้ยว

(3) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาบิคซ์ของสัญญาณเฉลี่ย กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธี เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาบิคซ์ของสัญญาณเฉลี่ย กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว

4.2.3.2 วิเคราะห์จำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีโปลเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาชั่งของสัญญาเฉลี่ย

จากรูปที่ 4.13 , 4.15 และ 4.17 จะพบว่าทุกขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์จะมีจำนวนการแฮนด์โอเวอร์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการชั่งของสัญญาเฉลี่ยมีค่ามากขึ้นเนื่องจากเวลาสำหรับการเรียกที่มากขึ้นทำให้โอกาสที่จะมีการแฮนด์โอเวอร์มีมากขึ้น แต่ค่าดังกล่าวจะเข้าสู่ค่าเสถียรเพราะเมื่อเวลาที่ MS ชั่งของสัญญาผ่านไปนานขึ้น MS จะเคลื่อนที่เข้าไปอยู่ในพื้นที่ที่มีโอกาสในการแฮนด์โอเวอร์ตามเงื่อนไขแต่ละขั้นตอนการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ได้ยากขึ้น การเรียกจึงอยู่ในพื้นที่การให้บริการของ BTS สุดท้ายก่อนจะสิ้นสุดการเรียกโดยไม่มีแฮนด์โอเวอร์

สำหรับจำนวนการเรียกที่ครีโปลนั้น เมื่อพิจารณาจำนวนการเรียกที่ครีโปลของแต่ละวิธีจะพบว่าจำนวนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเวลาในการชั่งของสัญญาเฉลี่ยของ MS ที่มากขึ้นจะเพิ่มโอกาสในการครีโปลที่มากขึ้นด้วยโดยเฉพาะวิธี Conv[10] จะมีผลกระทบมากกว่าวิธีอื่น เพราะมีอัตราการเพิ่มจำนวนของการเรียกที่ครีโปลอย่างรวดเร็วสูงกว่าวิธีอื่นทำให้เมื่อนำวิธีอื่นมาเปรียบเทียบแล้ว ค่าความแตกต่างของจำนวนการเรียกที่ครีโปลมีค่าลดลงเมื่อเวลาการชั่งของสัญญาเฉลี่ยของ MS มากขึ้นดังรูปที่ 4.14 , 4.16 และ 4.18

4.2.4 ผลการจำลองแบบเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง

กรณีนี้จะทำการทดสอบที่ค่าระดับเฟดดิ้งค่าต่างๆ ดังแสดงในหัวข้อ 3.3 โดยมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการจำลองแบบดังต่อไปนี้

$$\text{HYS} = 3 \text{ dB} \quad \text{RSS_low_TH} = -90 \text{ dB}$$

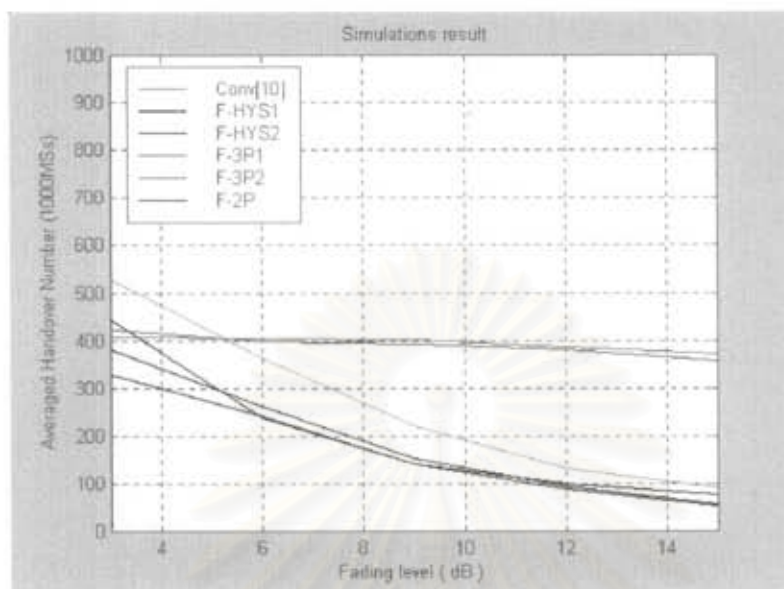
$$\text{อัตราส่วนการซ้อนทับ} = 0.8 \quad \text{PL} = 50 \% \quad \text{เวลาช็อคของสัญญาณเฉลี่ย} = 120 \text{ วินาที}$$

$$\text{จำนวน MS} = 1000 \text{ สถานี}$$

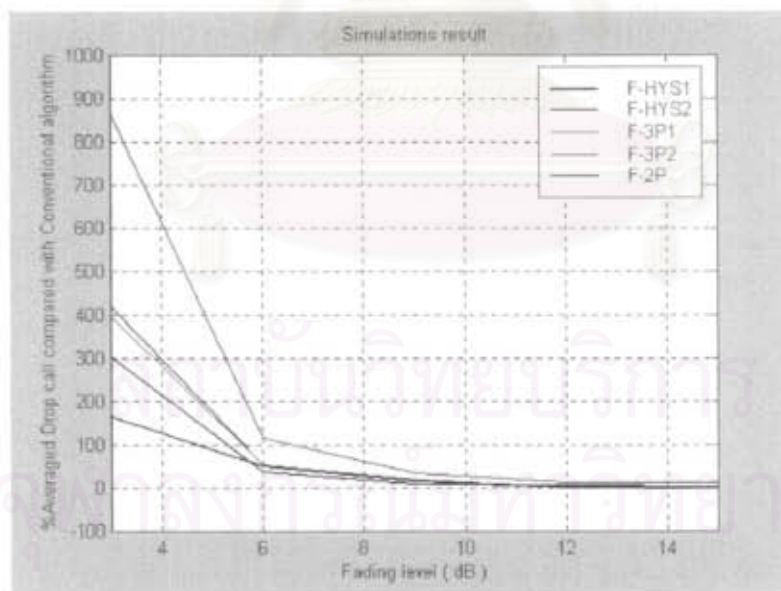
4.2.4.1 ระบบที่การเรียกครีอปเมื่อระดับความแรงสัญญาณต่ำกว่าค่า RSS_low_TH

แสดงผลการจำลองแบบจำนวนการแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมของแต่ละวิธีที่กรณีการเคลื่อนที่ของ MS 3 แบบ ดังรูป 4.19 - 4.24

(1) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

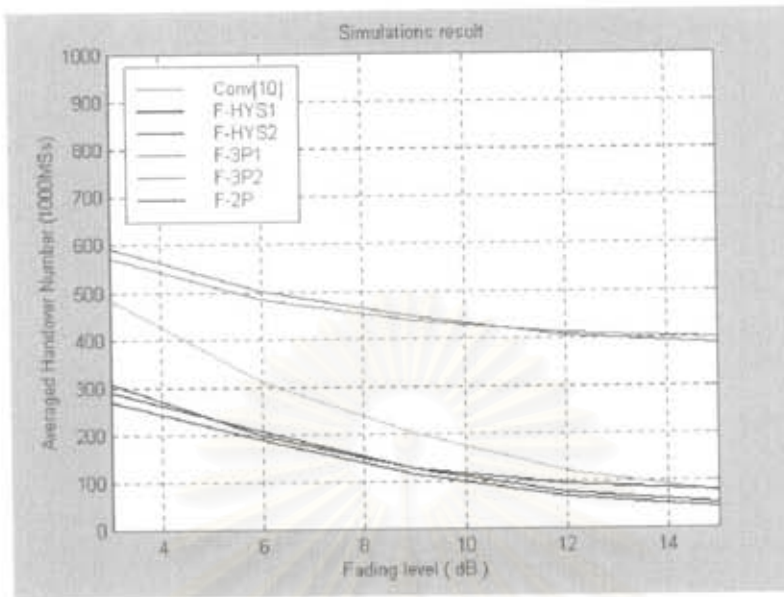


รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

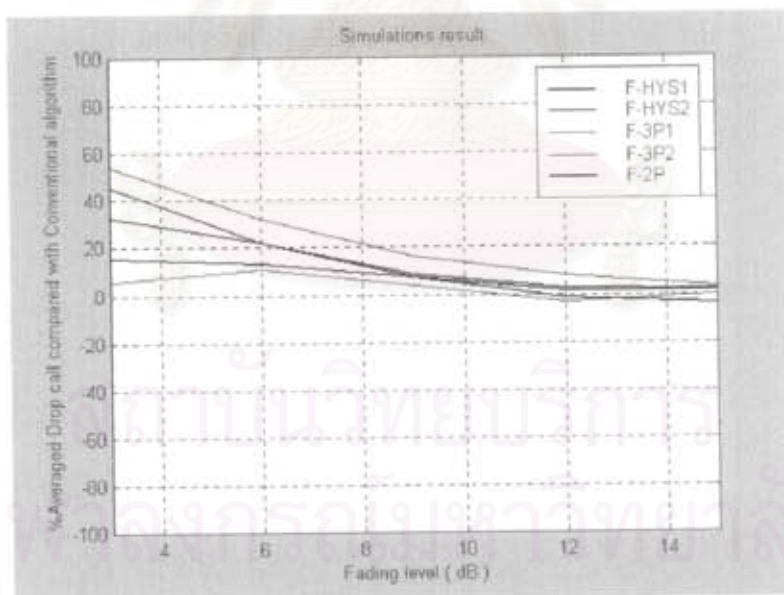


รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีโปลเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิม ทั้ง 5 วิธี เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง

(2) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

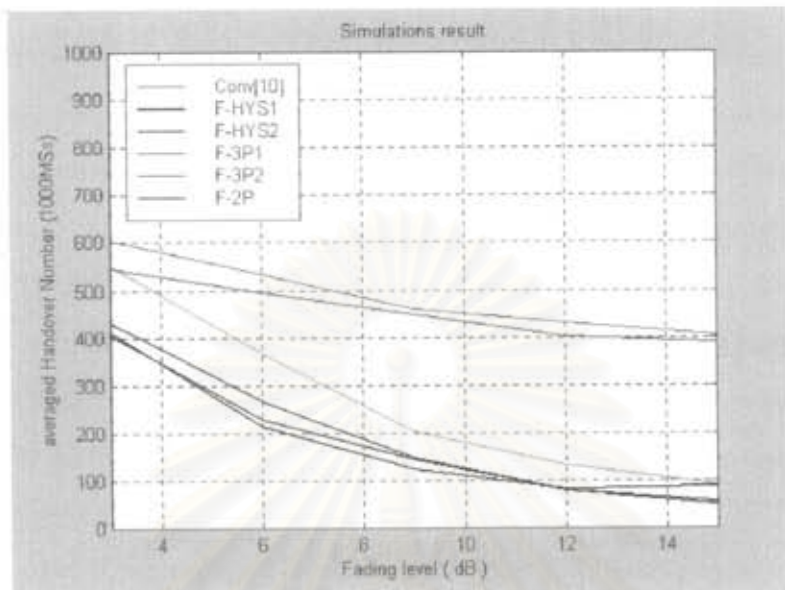


รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

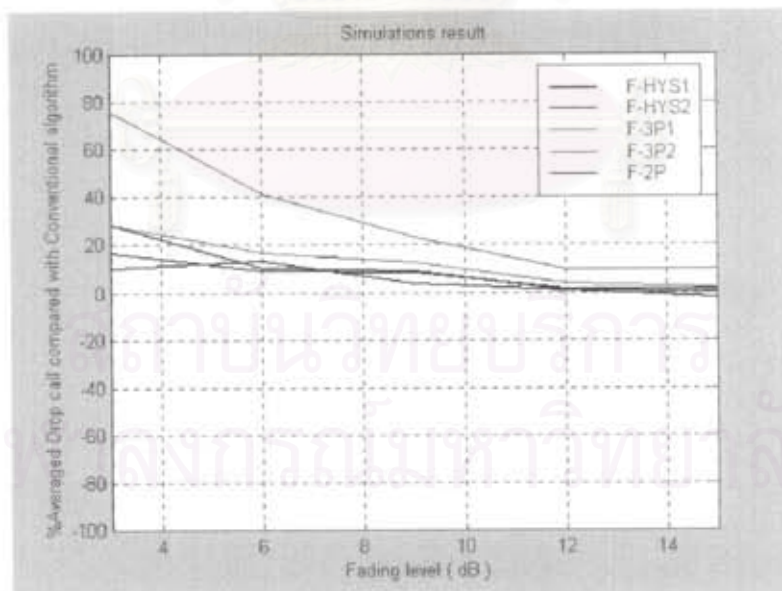


รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ครีโปกเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธี เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเร็ว 90 องศาที่จุดเดียว

(3) กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบจำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ย เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบจำนวนการเรียกที่ดรอปเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมทั้ง 5 วิธี เมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง กรณี MS เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและเลี้ยวกลับ 180 องศาที่จุดเดียว

4.2.4.2 วิเคราะห์จำนวนแฮนด์โอเวอร์เฉลี่ยและจำนวนการเรียกที่ครีโปกเฉลี่ยเทียบกับวิธีดั้งเดิมเมื่อเปลี่ยนแปลงระดับเฟดดิ้ง

จากรูปที่ 4.19 , 4.21 และ 4.23 จะพบว่าทุกวิธีในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ เมื่อระดับเฟดดิ้งเพิ่มขึ้นจำนวนการแฮนด์โอเวอร์จะลดลงเนื่องจากการเรียกมีการครีโปก่อนที่จะมีการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์มากขึ้น ที่การเรียกครีโปก่อนมากขึ้นเนื่องจากระดับเฟดดิ้ง (ค่าความแปรปรวนของความแรงสัญญาณ) ที่เพิ่มมากขึ้นทำให้โอกาสที่ความแรงสัญญาณที่รับได้จาก BTS ลดลงจนถึงค่า RSS_low_TH มากขึ้นตามไปด้วย

จำนวนการแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ F-HYS จะพบว่าการนำอัตราการเคลื่อนที่มาร่วมพิจารณาทำให้มีจำนวนลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ Conv[10] และ F-2P เนื่องจากพารามิเตอร์ดังกล่าวสำหรับ MS ที่เคลื่อนที่ช้าได้รับการประวิงเวลาการแฮนด์โอเวอร์ให้ช้าลง เมื่อความแรงสัญญาณที่ลดลงเนื่องจากผลของเฟดดิ้งกลับคืนสู่ระดับปกติ การแฮนด์โอเวอร์ที่ไม่จำเป็นในส่วนนี้ก็ไม่เกิดขึ้น

สำหรับความแตกต่างของจำนวนการเรียกที่ครีโปกเปรียบเทียบกับ Conv[10] ของแต่ละขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจแฮนด์โอเวอร์ จากรูปที่ 4.20 , 4.22 และ 4.24 พบว่ามีค่าความแตกต่างลดลงจนในที่สุดจำนวนการเรียกที่ครีโปกไม่มีความแตกต่างระหว่างจำนวนการเรียกที่ครีโปกของแต่ละวิธี เมื่อเปรียบเทียบกับ Conv[10] ที่ระดับเฟดดิ้งสูงมากขึ้น