บทที่ 5

สรุปผลการจำลองระบบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการจำลองระบบ

จากการจำลองระบบเพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลในด้าน ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียก, การแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์โดยเฉลี่ย และ ความน่าจะเป็นของการได้คลื่นพาห์โดยวิธีแอ็กเกรสซีฟ ของการจัดสรรช่องสัญญาณทุกวิธีที่ใช้ในแบบจำลองระบบ พบว่าทั้งแบบจำลองที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ และ แบบจำลองที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ มีผลดังกล่าวในลักษณะเดียวกัน ทั้งในสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายสม่ำเสมอ และ ไม่สม่ำเสมอ ค่าต่างๆที่ได้จากการจำลองระบบภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายไม่สม่ำเสมอมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการจำลองระบบภายใต้ทราฟฟิกที่มีการกระจายสม่ำเสมอ ยกเว้นความน่าจะเป็นของการได้คลื่นพาห์โดยวิธีแอ็กเกรสซีฟของวิธี CFDCA+PPA เท่านั้นที่มีค่าภายใต้ภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายสม่ำเสมอที่สูงกว่าตอนสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายไม่สม่ำเสมอ

เมื่อพิจารณาแบบจำลองที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ พบว่ามีค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำกว่าในแบบจำลองที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ เนื่องมาจากระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ มีคลื่นพาห์ให้ใช้มากกว่าระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ ดังนั้นระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์จึงมีคลื่นพาห์ในส่วนของคลื่นพาห์ตัวเลือกรองใช้มากกว่า ซึ่งนอกจากจะเป็นผลทำให้ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำกว่าแล้วยังมีผลทำให้มีการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์, ความน่าจะเป็นของการได้คลื่นพาห์โดยวิธีแอ็กเกรสซีฟ และปริมาณทราฟฟิกที่รองรับได้สูงกว่าระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์

ทั้งภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายสม่ำเสมอ และไม่สม่ำเสมอ การจัดสรรช่องสัญญาณโดยวิธี G-CFDCA+PPA (วิธีที่เสนอ) สามารถทำให้การใช้ช่องสัญญาณทราฟฟิกในการรองรับการเรียกที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี G-CFDCA เนื่องจากวิธี G-CFDCA+PPA มีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบต่ำกว่าวิธี G-CFDCA, FCA รวมไปถึงวิธีอื่นๆที่ทำการจำลองระบบ จึงทำให้ความจุของระบบหรือความสามารถในการรองรับจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มีค่าสูงขึ้น อาทิเช่น ในสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอของระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ เมื่อพิจารณาระบบที่มีทราฟฟิกของทุก ๆ เซลล์เท่ากับ 62 เออร์แลง (เป็นค่าที่ทราฟฟิกเพิ่มขึ้น 100 % จากทราฟฟิกเริ่มต้นของระบบ [31 เออร์แลง]) วิธี G-CFDCA+PPA จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำที่สุด เท่ากับ 0.347492 ใน

ขณะที่ G-CFDCA จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ เท่ากับ 0.3571643 ส่วนวิธีอื่นๆก็จะมีค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกด้อยลงลดหลั่นกันไป

อัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ (intracell handover) ของวิธี G-CFDCA+PPA นั้น ให้ผลที่ดีกว่า G-CFDCA มาก เนื่องจากมีการลดการแฮนด์โอเวอร์ที่ไม่จำเป็นทิ้งไป และถ้าพิจารณาในแต่ละวิธีจะเห็นว่าทุกวิธีจะมีลักษณะการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ที่คล้ายกันทั้งในแบบจำลองที่มีการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ และแบบจำลองที่มีการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์

ความน่าจะเป็นของการได้มาซึ่งคลื่นพาห์ของวิธี G-CFDCA+PPA มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ GDCA+PPA และ CFDCA+PPA ทั้งภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายสม่ำเสมอ และ ไม่สม่ำเสมอ เนื่องมาจาก G-CFDCA+PPA มีการใช้คลื่นพาห์ส่วนใหญ่จากกระบวนการ GDCA และ CFDCA จึงทำให้มีคลื่นพาห์เหลือใช้ในส่วนแอ็กเกรสซีฟที่น้อยกว่า วิธี GDCA+PPA และ วิธี CFDCA+PPA และเมื่อพิจารณากระบวนการ PPA แล้วพบว่าเมื่อนำมาใส่เพิ่มให้กับวิธีจัดสรรช่องสัญญาณที่ไม่ใช่ "แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำที่เหมาะที่สุด" (optimal reuse pattern) จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าใส่ให้กับการจัดช่องสัญญาณแบบที่มีการจัดสรรเป็นแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำที่เหมาะที่สุด โดยพิจารณาจากความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของวิธี CFDCA+PPA นั้นจะดีกว่า CFDCA และ CFDCA+ เป็นอย่างมาก ในขณะที่วิธี GDCA+PPA และ G-CFDCA+PPA ให้ผลความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกดีกว่า GDCA, GDCA+ และ G-CFDCA, G-CFDCA+ ไม่มากนัก เนื่องมาจากการจัดสรรที่ไม่ใช่แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำที่เหมาะที่สุด จะมีโอกาสเจอคลื่นพาห์ในส่วนแอ็กเกรสซีฟที่มากกว่าการจัดสรรที่เป็นแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำที่เหมาะที่สุด จึงเป็นผลให้วิธี CFDCA+PPA มีโอกาสใช้คลื่นพาห์ในส่วนแอ็กเกรสซีฟมากจึงเป็นผลทำให้ CFDCA+PPA มีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำลงมากเมื่อเทียบกับ CFDCA และ CFDCA+

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาในสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ วิธี G-CFDCA+PPA และ GDCA+PPA มีค่าความน่าจะเป็นของการได้คลื่นพาห์โดยวิธีแอ็กเกรสซีฟเพิ่มมากขึ้นกว่าตอนสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายสม่ำเสมอ เนื่องมาจาก GDCA+PPA และ G-CFDCA+PPA มีการจัดสรรเป็นแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำที่เหมาะที่สุด และใกล้เคียงกับแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำที่เหมาะที่สุด ตามลำดับ โดยมีการจัดคลื่นพาห์ให้แต่ละเซลล์เท่าๆกัน ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับสภาวะทราฟฟิกไม่สม่ำเสมอ ซึ่ง PPA จะนำคลื่นพาห์จากเซลล์ที่มีทราฟฟิกน้อยๆมาจัดสรรให้กับเซลล์ที่มีทราฟฟิกมากๆ ทำให้ในสภาวะทราฟฟิกไม่สม่ำเสมอ วิธี G-CFDCA+PPA และ GDCA+PPA จึงมีความน่าจะเป็นของการได้คลื่นพาห์โดยวิธีแอ็กเกรสซีฟสูงขึ้น

ข้อดีของวิธี G-CFDCA+PPA คือ มีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำกว่าวิธี G-CFDCA ทุกๆค่าทราฟฟิกของเซลล์ และยังมีการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ที่ต่ำกว่า G-CFDCA

มาก G-CFDCA+PPA ยังมีข้อดีในด้านออกแบบระบบคือไม่ต้องคำนึงถึงสภาวะทราฟฟิกว่าเป็นแบบสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ G-CFDCA+PPA สามารถรองรับปริมาณทราฟฟิกได้มากกว่า FCA ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันอย่างมาก

ข้อเสียของวิธี G-CFDCA+PPA คือทำให้เซลล์แต่ละเซลล์ในระบบต้องมีหน่วยความจำว่ามีการใช้คลื่นพาห์ใดบ้างในขณะที่มีทราฟฟิกเกิดขึ้น โดยหน่วยความจำนี้ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรองรับความถี่ทั้งหมดที่จะมีได้ในแต่ละระบบเซลล์ กล่าวคือกรณี 49 เซลล์ จะต้องมีหน่วยความจำพอที่จะรองรับคลื่นพาห์จำนวน 35 คลื่นพาห์ในแต่ละเซลล์ และกรณี 30 เซลล์ต้องมีหน่วยความจำพอที่จะรองรับคลื่นพาห์ 12 คลื่นพาห์ในแต่ละเซลล์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยในอนาคตอาจปรับปรุง non-first choice carrriers ของวิธี G-CFDCA+PPA โดยหาวิธีจัดลำดับความสำคัญใหม่ เพื่อให้มีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกลดลง
2. ในอนาคต การจำลองระบบด้วยวิธี G-CFDCA อาจจะใช้สายอากาศแบบมีทิศทาง (Directional Antenna) เพื่อศึกษาดูผลกระทบต่อความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบเมื่อมีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำเพิ่มขึ้น (K เพิ่มขึ้น)
3. เพิ่มข้อกำหนดการใช้โทรศัพท์ขึ้น เช่น จากเดิมมีการกำหนดให้โทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่กับที่ก็เปลี่ยนเป็นสามารถเคลื่อนที่ได้ เพื่อศึกษาผลของการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์และการดร็อปของการเรียกเนื่องจากค่า C/I ของช่องสัญญาณที่จัดสรรให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่ำกว่าค่า C/I เทรชโฮลด์ของระบบที่ตั้งไว้
4. อาจเปลี่ยนหลักการเลือกคลื่นพาห์ส่วนแอ็กเกรสซีฟซึ่งจากเดิมมีการเลือกคลื่นพาห์ในกระบวนการแอ็กเกรสซีฟโดยมีข้อกำหนดคือเลือกคลื่นพาห์ที่ใช้เพียงเซลล์เดียวในแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำท้องถิ่นและมีคลื่นพาห์ว่างเหลืออยู่มากที่สุด ซึ่งงานวิจัยในอนาคตอาจเปลี่ยนหลักการเลือกคลื่นพาห์ในกระบวนการแอ็กเกรสซีฟใหม่เช่น ไม่จำเป็นที่ต้องเลือกคลื่นพาห์จากเซลล์ที่เหลือคลื่นพาห์ว่างมากที่สุดและใช้ค่า C/I เพื่อตัดสินใจในการเลือกคลื่นพาห์แทน