บทที่ 5

สรุปผลการจำลองระบบและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการจำลองระบบ

ผลจากการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ, ปริมาณทราฟฟิกที่ระบบสามารถรองรับได้ , อัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ (intracell handover) โดยเฉลี่ย , ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบเมื่อปรับเปลี่ยนจำนวนคลื่นพาห์ในแต่ละสถานีฐาน ทั้งสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ ของวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต-ฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (วิธี G-CFDCA) และวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต (วิธี GDCA) ของทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ (K = 7) และระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ (K=3) ผลของการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ของทั้ง 2 วิธีนั้นคล้ายกันมาก แต่ค่าต่าง ๆ ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอจะสูงกว่าสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ

เมื่อพิจารณาทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ (K =7) และระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ (K = 3) จะเห็นได้ว่า ผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นของทั้ง 2 ระบบนี้คล้ายๆ กัน โดยที่ค่าต่างๆ ของระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ จะมีค่าสูงกว่าระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ เนื่องจากระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ มีจำนวน label number เท่ากับ 7 ซึ่งมากกว่าระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ คือมีจำนวน label number เท่ากับ 3 ดังนั้นระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์จึงมีจำนวนคลื่นพาห์ในส่วนที่เป็น non first choice carrier มากกว่าระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์

ทั้งภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ และไม่สม่ำเสมอ การจัดสรรช่องสัญญาณโดยวิธี G-CFDCA จะสามารถทำให้การใช้ช่องสัญญาณทราฟฟิกในการรองรับการเรียกที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี GDCA เนื่องจากวิธี G-CFDCA มีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบต่ำกว่าวิธี GDCA , CFDCA และวิธี FCA จึงทำให้ความจุของระบบหรือความสามารถในการรองรับจำนวนผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มีค่าสูงขึ้น

ในสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอของระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ เมื่อพิจารณาระบบที่มีทราฟฟิกของทุก ๆ เซลล์เท่ากับ 62 เออร์แลง (เป็นค่าที่ทราฟฟิกเพิ่มขึ้น 100 % จากทราฟฟิกเริ่มต้นของระบบ [31 เออร์แลง]) วิธี G-CFDCA จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.3571643 ส่วนวิธี GDCA ,วิธี CFDCA และวิธี FCA จะให้ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบเท่ากับ 0.362214, 0.41093 และ 0.371368 ตามลำดับ

สำหรับปริมาณทราฟฟิกที่ระบบสามารถรองรับได้ของวิธี G-CFDCA ทั้งสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ ทั้งระบบที่แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์และระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ จะมีค่าสูงกว่าวิธี GDCA เนื่องจากความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบของวิธี G-CFDCA ต่ำกว่าวิธี GDCA

อัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ (intracell handover) ของทั้งระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์และระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ ของทุกวิธีจะมีลักษณะที่คล้าย ๆ กัน คืออัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ของวิธี G-CFDCA จะสูงกว่าวิธี GDCA และวิธี FCA ตามลำดับ แต่จะต่ำกว่าวิธี CFDCA

สำหรับความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ เมื่อปรับเปลี่ยนจำนวนคลื่นพาห์ในแต่ละสถานีฐาน สำหรับระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ ในสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอของทุกวิธี สำหรับทุกสถานีฐานที่มีจำนวนคลื่นพาห์ 6, 9, 18 และ 35 ตามลำดับ จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบไม่แตกต่างกัน แต่สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอของทุกวิธี สำหรับทุกสถานีฐานที่มีจำนวนคลื่นพาห์เท่ากับ 6 จะมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ สูงกว่าสถานีฐานที่มีจำนวนคลื่นพาห์ 9, 18 และ 35 อย่างเห็นได้ชัด เพราะฉะนั้นจำนวนคลื่นพาห์ที่เหมาะสมสำหรับทุก ๆ วิธีนั้นคือ 9 เท่ากับ 9/35 หรือประมาณ 1/4 ของจำนวนคลื่นพาห์ที่สามารถใช้สอยได้ทั้งหมดนั่นเอง

แต่สำหรับระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำเท่ากับ 3 เซลล์ ก็จะมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ เมื่อปรับเปลี่ยนจำนวนคลื่นพาห์ในแต่ละสถานีฐานของทุกวิธีภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ สำหรับทุกสถานีฐานที่มีจำนวนคลื่นพาห์ 5, 6 และ 12 ตามลำดับ จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบไม่แตกต่างกัน แต่สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอของทุกวิธีสำหรับทุกสถานีฐานที่มีจำนวน

คลื่นพาห์เท่ากับ 5 จะมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบสูงกว่าสถานีฐานที่มีจำนวนคลื่นพาห์เท่ากับ 6 และ 12 อย่างเห็นได้ชัด เพราะฉะนั้นจำนวนคลื่นพาห์ที่เหมาะสมสำหรับทุก ๆ วิธีนั้นคือ 6 นั่นเอง

ข้อดีของวิธี G-CFDCA คือ วิธี G-CFDCA จะให้ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบต่ำกว่าวิธี GDCA ทุก ๆ ค่าทราฟฟิกของเซลล์ และมีข้อดีต่อการออกแบบระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ คือ ไม่ว่าจะอยู่ภายใต้สภาวะทราฟฟิกแบบไหน (แบบสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอ) วิธี G-CFDCA ก็จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบใกล้เคียงกัน และจะให้ค่าความน่าจะเป็นของการเรียกของทั้งระบบต่ำกว่าวิธี GDCA เพราะฉะนั้นวิธี G-CFDCA ก็จะสามารถรองรับปริมาณทราฟฟิกได้มากกว่าวิธี GDCA ด้วย

เมื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบสำหรับวิธี G-CFDCA และ GDCA จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้แบบจำลองที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ วิธี G-CFDCA จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำกว่าวิธี GDCA โดยเฉลี่ยภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอเป็น 3.63 และ 10.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการจัดสรรช่องสัญญาณของวิธี G-CFDCA ที่ดีกว่าวิธี GDCA

ข้อเสียของวิธี G-CFDCA คือ วิธี G-CFDCA จะใช้จำนวนคลื่นพาห์ในแต่ละสถานีฐานมาก ยิ่งเป็นระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ ด้วยแล้ว ถึงแม้ว่าจะลดจำนวนคลื่นพาห์ในแต่ละสถานีฐานเหลือเพียง 9 คลื่นพาห์แล้วก็ตาม แต่ก็มีจำนวนสูงมากเกินไป และอีกทั้งระบบนี้ใช้จำนวนคลื่นพาห์ถึง 35 คลื่นพาห์จากจำนวนคลื่นพาห์ทั้งหมดที่ GSM ใช้คือ 36 คลื่นพาห์ ซึ่งวิธี G-CFDCA นี้จะต้องใช้จำนวนคลื่นพาห์ถึง 35 คลื่นพาห์ ดังนั้นจึงเกิดการรบกวนเนื่องจากความถี่ที่อยู่ติดกัน ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถมัลติเพล็กซ์ความถี่ที่อยู่ติดกันได้ จึงทำให้ระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ไม่สามารถนำไปใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ

ดังนั้นถ้าเปรียบเทียบระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์กับ 3 เซลล์ ระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ ดูจะเหมาะสมกว่าสำหรับการนำไปใช้จริงในทางปฏิบัติ เพราะว่าระบบนี้ใช้จำนวนคลื่นพาห์ทั้งหมด 12 คลื่นพาห์จาก 36 คลื่นพาห์ ดังนั้นจึงสามารถเลือกความถี่ที่ไม่ติดกันมาใช้ได้ จึงไม่เกิดปัญหาการรบกวนเนื่องจากความถี่ที่อยู่ติดกัน อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนคลื่นพาห์ได้ถึง 6 คลื่นพาห์ ซึ่งสามารถทำการมัลติเพล็กซ์ได้จริงในทางปฏิบัติโดยที่ให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบใกล้เคียงกับเมื่อใช้จำนวนคลื่นพาห์ในแต่

ละสถานีฐานเท่ากับ 12 คลื่นพาห์ อีกทั้งยังให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ ไม่ต่างกับระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์มากนัก เช่น เมื่อพิจารณาภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ ที่ค่าทราฟฟิกเพิ่มขึ้น . 100 เปอร์เซ็นต์จากค่าทราฟฟิกเริ่มต้น [31 เออร์แลงค์] วิธี G-CFDCA ให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ สำหรับระบบที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์และ 7 เซลล์เป็น 0.358912 และ 0.362554 ตามลำดับ

ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งสำหรับวิธี G-CFDCA คือ อัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์โดยเฉลี่ยสำหรับวิธี G-CFDCA เมื่อเทียบกับวิธี GDCA แล้ว จะเห็นว่าอัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์โดยเฉลี่ยสูงกว่าวิธี GDCA โดยเมื่อพิจารณาระบบที่ใช้แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์ วิธี G-CFDCA จะมีอัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์โดยเฉลี่ยสูงกว่าวิธี GDCA โดยเฉลี่ย ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอเท่ากับ 17.84 และ 1.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบและอัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ วิธี G-CFDCA จะให้ค่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบต่ำกว่าวิธี GDCA แต่อัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์สูงกว่า ซึ่งถ้าเปรียบเทียบถึงผลกระทบของความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบและอัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ที่มีต่อระบบแล้ว จะเห็นได้ว่าความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบมีผลมากกว่า เนื่องจากมีผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบเซลลูลาร์ ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จะสามารถรู้สึกได้ถึงการติดขัดของการเรียก แต่การแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ ผู้ใช้ไม่สามารถรู้สึกได้เลยว่ามีการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์มากน้อยเพียงใดในสถานีฐาน ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบและอัตราการแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์แล้ว วิธี G-CFDCA ดูจะเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในทางปฏิบัติมากกว่าวิธี GDCA เนื่องจากเหตุผลดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยในอนาคตควรนำเรื่องการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์ (intercell handover) มาคิดด้วย เพื่อศึกษาผลของความน่าจะเป็นของการดร็อปของการเรียก เนื่องจากค่า C/I ของช่องสัญญาณที่จัดสรรให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น มีค่าต่ำกว่า C/I เทรชโฮลด์ของระบบที่ตั้งไว้

2. ในอนาคต การจำลองระบบด้วยวิธี G-CFDCA อาจจะใช้สายอากาศแบบมีทิศทาง (Directional Antenna) เพื่อศึกษาดูผลกระทบต่อความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบเมื่อมีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำเพิ่มขึ้น (K เพิ่มขึ้น)

3. งานวิจัยในอนาคตอาจจะมีการคิดเฟดดิ้งด้วย เพื่อศึกษาดูผลกระทบต่อการตัดสินใจในการแฮนด์โอเวอร์ระหว่างเซลล์ (intercell handover)

4. งานวิจัยในอนาคตอาจจะมีการปรับเปลี่ยนส่วนที่เป็น non first choice carrier ของวิธี G-CFDCA โดยเปลี่ยนการจัดลำดับความสำคัญใหม่จากเดิมที่ใช้อัลกอริทึมของวิธี CFDCA มาใช้อัลกอริทึมของวิธีใหม่ เพื่อให้ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบต่ำลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย