บทที่ 3
แนวคิด วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณที่มีการเสนอมา และวิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก

3.1 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณที่มีการเสนอมา

กลยุทธการจัดสรรช่องสัญญาณสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. การจัดสรรช่องสัญญาณแบบตายตัว (Fixed Channel Allocation หรือ FCA)

การจัดสรรช่องสัญญาณประเภทนี้ จะกำหนดจำนวนช่องสัญญาณให้กับแต่ละเซลล์ไว้จำนวนแน่นอน หากช่องสัญญาณเต็มแล้วก็จะไม่สามารถที่จะจัดสรรให้การเรียกใหม่มาใช้เซลล์นี้ได้ การจัดสรรช่องสัญญาณแบบนี้เป็นแบบพื้นฐานทั่วไปของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ และมีโครงสร้างฮาร์ดแวร์ และซอฟแวร์ไม่ซับซ้อน

2. การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตร (Dynamic Channel Allocation หรือ DCA)

การจัดสรรช่องสัญญาณประเภทนี้ได้ดัดแปลงแนวคิดมาจาก FCA โดยจะไม่กำหนดจำนวนช่องสัญญาณให้กับแต่ละเซลล์ไว้ล่วงหน้า จำนวนช่องสัญญาณทั้งหมดจะเป็นของส่วนกลาง หากเซลล์ใดมีการเรียกเกิดขึ้นจึงจะจัดสรรให้ วิธีนี้มีข้อดีคือ หากเซลล์ใดต้องรองรับทราฟฟิกมาก ก็จะได้รับช่องสัญญาณมาก ทำให้อัตราการบล็อกต่ำกว่า FCA แต่หากทราฟฟิกสูงๆ อัตราการบล็อกจะสูงกว่า FCA (Okada and Kubota , 1991)

ในยุคแรกของการวิจัยทางด้านการการจัดสรรช่องสัญญาณ จะเป็นประเภท FCA ซึ่งในปี 1989 John Karlsson และ Berth Eklundh ได้เสนอการวิเคราะห์ประสิทธิภาพวิธีไดเร็กรีไทร์ (Direct Retry หรือ DTR) ซึ่งมีการทำงานดังนี้ หากการเรียกเกิดที่เซลล์ใด ก็จะจัดสรรให้ใช้ช่องสัญญาณของเซลล์นั้นก่อน หากเซลล์นั้นไม่มีช่องสัญญาณว่าง ก็จะจัดสรรให้ใช้ช่องสัญญาณของเซลล์ประชิดที่ว่างอยู่แทน ถ้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่สามารถรับสัญญาณของเซลล์ประชิดนั้นได้การเรียกจะบล็อก วิธีไดเร็กไทร์นี้ได้ถูกนำมาใช้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จีเอสเอ็ม

งานวิจัยต่อมาจะเน้นไปทาง DCA โดยได้มีการปรับปรุง DCA เป็นหลายๆแบบ เช่น Adaptive Dynamic Channel Allocation(S.V. Maric,E. Alonso and G. Metivier (1994)) และยังมีการปรับปรุง DCA จนแตกแขนงออกเป็นวิธีการยืมช่องสัญญาณ (Borrowed Channel Allocation หรือ

BCA) เช่น borrowing with channel ordering (BCO) และ borrowing with directional channal locking (BDCL) เป็นต้น (S.V. Maric et al. (1994))

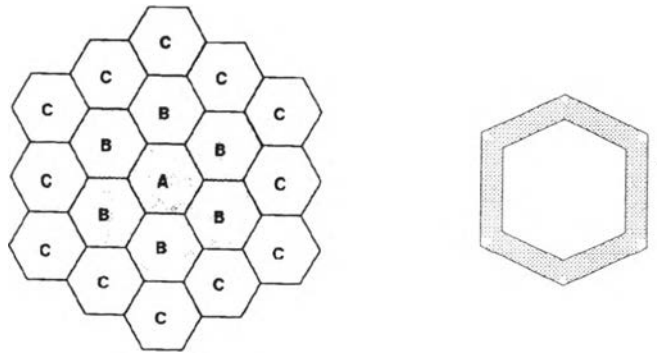
อย่างไรก็ตามทั้ง DCA และ BCA แม้จะมีอัตราการบล็อกต่ำ แต่มีความต้องการฮาร์ดแวร์ที่ซับซ้อน เนื่องจากจำนวนช่องสัญญาณและความถี่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่ที่สำคัญก็คือระบบสัญญาณควบคุมที่ใช้ควบคุมสถานีฐานจะมีความซับซ้อนมาก เนื่องจาก TRX ต้องการสัญญาณมาควบคุม หากช่องสัญญาณเพิ่มขึ้นเกินกว่าความจุปกติของ TRX ระบบสัญญาณนี้ต้องมีความยืดหยุ่นพอที่จะรับกับความเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ช่องสัญญาณที่เพิ่มขึ้น อาจทำให้เวลาประวิง(delay time) ระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ โดยเฉพาะในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบทีดีเอ็มเอเพิ่มขึ้น ดังนั้นโพรโทคอลของสัญญาณควบคุมจะต้องมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งปัญหาการพัฒนาโพรโทคอลนี้ทำให้ DCA และ BCA ยังไม่สามารถนำมาใช้ได้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบัน

M.D. Yacoub และ M.W. Cattermole (1995) ได้มาปรับปรุงการจัดสรรช่องสัญญาณประเภท FCA โดยได้เสนอวิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือก (Alternative routing) ซึ่งมีการบล็อกต่ำกว่าวิธีไดเร็กรีไทร์ (งานของ Yacoub และ Cattermole ใช้เพียง 2 สถานีฐานและสมมุติว่าผู้ใช้ในระบบไม่มีการเคลื่อนที่) แต่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ ทำให้ไม่สามารถใช้ได้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้มีการลงทุนไปแล้วได้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอวิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก ซึ่งมีแนวคิดหลักมาจากวิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือก แต่สามารถใช้ได้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้มีการลงทุนไปแล้วได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ และไม่ต้องเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์เพียงแต่เปลี่ยนซอฟแวร์ของตัวควบคุมสถานีฐาน

3.2 แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยที่ผ่านมา

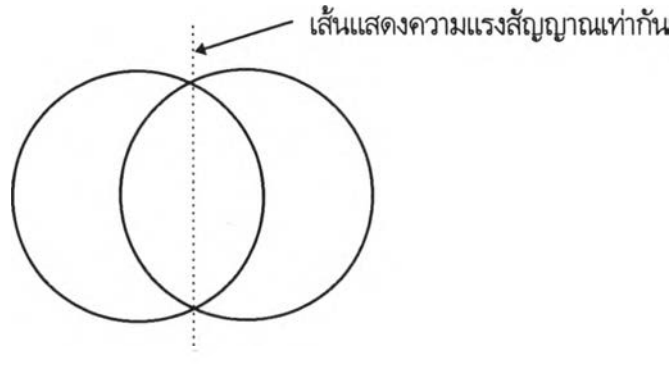
แบบจำลองเกี่ยวกับการจัดสรรช่องสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในงานวิจัยที่ผ่านมา จะไม่คำนึงถึงการเคลื่อนที่เพราะถือว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีการเคลื่อนที่ในระบบมีจำนวนน้อยกว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มีการเคลื่อนที่มาก ดังนั้นแบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยที่ผ่านมาจึงไม่คำนึงถึงแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์และแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน



รูปที่ 3.2.1 ตัวอย่างแบบจำลองในงานของ John Karlsson และ Berth Eklundh (ที่มา John Karlsson and Berth Eklundh, 1989)

จากแบบจำลองที่ใช้ในงานของ John Karlsson และ Berth Eklundh รูปแบบของเซลล์จะเป็น 6 เหลี่ยม และในความเป็นจริงแล้วพื้นที่ส่วนที่เกยกันนี้คือส่วนที่เป็นพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน ซึ่งเป็นส่วนที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อได้มากกว่า 1 สถานีฐาน และงานของ John Karlsson และ Berth Eklundh สมมุติว่าผู้ใช้ในระบบไม่มีการเคลื่อนที่

งานของ Sirin Tekinay และ Bijan Jabbari(1992) ซึ่งเป็นเรื่องเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการแฮนด์โอเวอร์ ซึ่งคำนึงถึงการเคลื่อนที่ด้วยโดยใช้แบบจำลองดังรูป



รูปที่ 3.2.2 แบบจำลองในงานของ Sirin Tekinay และ Bijan Jabbari (1992)

Sirin Tekinay และ Bijan Jabbari(1992) แม้จะมีการเคลื่อนที่แต่ไม่คิดแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน และแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ ซึ่งทำให้การแฮนด์โอเวอร์ที่เกิดขึ้นสูงเกินไป

3.3 วิธีไดเร็กรีไทร์

เมื่อมีการเรียกเกิดที่เซลล์ใด ก็จะจัดสรรให้ใช้ช่องสัญญาณของเซลล์นั้นก่อน หากเซลล์นั้นไม่มีช่องสัญญาณว่าง ก็จะจัดสรรให้ใช้ช่องสัญญาณของเซลล์ประชิดที่ว่างที่สุด โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถเลือกเซลล์ใหม่ได้นี้ ต้องอยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินและรับสัญญานของเซลล์ใหม่ได้แรงกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ของเซลล์ใหม่ที่เลือก

3.4 วิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือก

วิธีนี้อาศัยแนวความคิดที่ว่า โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน สามารถติดต่อได้มากกว่า 1 เซลล์ เมื่อมีการเรียกเกิดขึ้น ตัวควบคุมสถานีฐานจะเปรียบเทียบทราฟฟิกของเซลล์นี้ กับเซลล์ประชิดที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถรับสัญญาณได้ แล้วสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ไปใช้ช่องสัญญาณของเซลล์ที่มีทราฟฟิกน้อยที่สุด โดยการเปรียบเทียบนี้ Yacoub และ Cattermole ได้เสนอไว้ 4 วิธีคือ

1. Mean adaptation(MAP) เปรียบเทียบโดยใช้ทราฟฟิกเฉลี่ย
2. Adaptation to mean and blocking(AMB) เปรียบเทียบโดยใช้ทราฟฟิกเฉลี่ย หากทราฟฟิกเฉลี่ยเท่ากัน ให้ไปใช้ช่องสัญญาณของสถานีฐานที่มีอัตราการบล็อกน้อยที่สุด
3. Instantaneous adaptation(IAP) เปรียบเทียบโดยใช้ทราฟฟิกในขณะนั้น โดยใช้จำนวนช่องสัญญาณที่ไม่ว่างในขณะนั้น
4. Instantaneous and mean adaptation(IMA) เปรียบเทียบโดยใช้จำนวนช่องสัญญาณที่ไม่ว่างในขณะนั้น หากมีจำนวนช่องสัญญาณที่ไม่ว่างเท่ากัน ให้ไปใช้ช่องสัญญาณของสถานีฐานที่มีทราฟฟิกเฉลี่ย น้อยที่สุด

จากงานของ Yacoub และ Cattermole แสดงให้เห็นว่า วิธี IAP และ IMA มีอัตราการบล็อกต่ำกว่าวิธี MAP และ AMB โดยวิธี IMA มีอัตราการบล็อกต่ำกว่า IAP เพียงเล็กน้อย แต่เนื่องจากวิธี IMA ต้องใช้ค่าทราฟฟิกเฉลี่ยมาร่วมตัดสิน ซึ่ง Yacoub และ Cattermole ไม่ได้ระบุว่าใช้ค่าเฉลี่ยในระยะเวลานานเท่าใด และทราฟฟิกที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของวันไม่เท่ากัน ดังนั้นการใช้ค่าทราฟฟิกเฉลี่ยมาร่วมตัด

สินจึงอาจไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ ในการจำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดสรรเส้นทางเผื่อเลือกในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะหมายถึงวิธี IAP

จะเห็นได้ว่าก่อนที่ตัวควบคุมสถานีฐานจะตัดสินใจให้การเรียกนั้นไปใช้ช่องสัญญาณของเซลล์ใดจะต้องรู้ก่อนว่า โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกับเซลล์ใดได้บ้าง ซึ่งในขณะเซตอัปการเรียกจะต้องมีการส่งข่าวสารนี้ไปด้วย แต่ระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันไม่มีการส่งข่าวสารนี้ ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่สามารถนำมาใช้กับระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้มีการลงทุนติดตั้งไปแล้วได้ เนื่องจากหากมีการเปลี่ยนระบบสัญญาณติดต่อทางอากาศ จำเป็นต้องเปลี่ยนซอฟแวร์ในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้จำหน่ายออกไปแล้วด้วย

การที่วิธีไดเร็กรีไทร์ สามารถเลือกเซลล์ใหม่ได้โดยไม่ต้องใช้ข่าวสารนี้ เพราะวิธีไดเร็กรีไทร์จะเลือกเซลล์ใหม่ก็ต่อเมื่อช่องสัญญาณเต็มแล้วเท่านั้น หากโทรศัพท์เคลื่อนที่รับความแรงสัญญาณของเซลล์ใหม่ได้ก็สามารถใช้งานได้ หากรับไม่ได้ก็จะบล็อก หากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ได้อยู่ในเขตแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน เมื่อเซลล์มีช่องสัญญาณว่างก็จะถูกแฮนด์โอเวอร์กลับมาทันที ทำให้การเรียกที่จะเกิดขึ้นใหม่ไม่มีช่องสัญญาณใช้ ซึ่งจะทำให้อัตราการบล็อกสูงขึ้น ดังนั้นจะใช้วิธีไดเร็กรีไทร์ได้ก็ต่อเมื่อโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินเท่านั้น (Yacoub and Cattermole, 1995) แต่วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณเผื่อเลือกทำการเลือกเซลล์ใหม่ได้โดยที่สถานีฐานเดิมไม่จำเป็นต้องเต็ม ดังนั้นหากใช้วิธีเลือกเซลล์เช่นเดียวกับวิธีไดเร็กรีไทร์ โอกาสที่โทรศัพท์เคลื่อนที่จะรับสัญญาณของเซลล์ใหม่ไม่ได้ และการแฮนด์โอเวอร์กลับจะสูงกว่าวิธีไดเร็กรีไทร์ทำให้อัตราการบล็อกสูง

3.5 วิธีการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก

วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบนี้จัดอยู่ในประเภท FCA โดยอาศัยแนวคิดหลักเช่นเดียวกับวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณเผื่อเลือกที่ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อยู่ตรงพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน สามารถติดต่อได้มากกว่า 1 สถานีฐาน โดยการทำงานหลักมี 2 กระบวนการดังนี้

3.5.1 กระบวนการแบ่งโหลดตามปริมาณทราฟฟิก

เมื่อมีการเรียกเกิดที่เซลล์ใดก็จะจัดสรรให้การเรียกนี้ใช้ช่องสัญญาณของเซลล์นั้นก่อน ตัวควบคุมสถานีฐานจะจำไว้ว่า การเรียกที่จัดสรรในช่องสัญญาณนี้เป็นการเรียกที่เกิดขึ้นใหม่

เมื่อถึงคาบเวลาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่จะต้องส่งรายงานผลการวัดความแรงสัญญาณของเซลล์ที่ใช้บริการอยู่และเซลล์อื่นที่สามารถรับสัญญาณได้ ตัวควบคุมสถานีฐานก็จะทราบได้ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกับเซลล์ใดได้บ้าง และจะทำการเลือกให้การเรียกที่เกิดขึ้นใหม่(ที่ตัวควบคุมสถานีฐานจำเอาไว้) แฮนด์โอเวอร์ไปใช้เซลล์ที่มีช่องสัญญาณว่างมากที่สุด โดยเซลล์ใหม่ต้องมีจำนวนช่องสัญญาณว่างมากกว่าเซลล์ที่ใช้บริการอยู่ 2 ช่องขึ้นไป และต้องรับสัญญาณได้แรงกว่าค่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ และความแรงสัญญาณที่รับได้จะต่ำกว่าความแรงสัญญาณที่รับได้จากสถานีฐานเดิมไม่เกินค่าแฮนด์โอเวอร์มาร์จิน(อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จินของเซลล์ที่เลือก) แต่ถ้าไม่มีเซลล์อื่นที่เป็นไปตามกฎดังกล่าวก็ไม่ต้องทำกระบวนการแบ่งโหลด การเรียกใหม่ที่ผ่านการตัดสินใจแบ่งโหลดแล้ว ไม่ว่าจะการเรียกนั้นจะถูกแบ่งไปอยู่เซลล์อื่นหรือไม่ ก็จะถูกเซตให้เป็นการเรียกเก่าเพื่อไม่ให้ผ่านการตัดสินใจแบ่งโหลดอีก เพื่อไม่ให้มีการแฮนด์โอเวอร์มากเกินไป

หากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่แฮนด์โอเวอร์มาร์จิน ก็ไม่ต้องทำกระบวนการแบ่งโหลด และจะเข้าสู่กระบวนการแฮนด์โอเวอร์ตามปริมาณทราฟฟิกต่อไป

3.5.2 กระบวนการแฮนด์โอเวอร์ตามปริมาณทราฟฟิก

โทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่เคลื่อนออกจากเขตแฮนด์โอเวอร์มาร์จินจะสามารถแฮนด์โอเวอร์ได้ โดยจะทำการเปรียบเทียบจำนวนช่องสัญญาณที่ว่างของเซลล์ที่ใช้บริการอยู่กับเซลล์ที่จะแฮนด์โอเวอร์ไป หากจำนวนช่องสัญญาณว่างของเซลล์ที่จะแฮนด์โอเวอร์ไปมากกว่าของเซลล์ที่ใช้บริการอยู่ 2 ช่องขึ้นไปจึงจะทำการแฮนด์โอเวอร์ได้ แต่หากความแรงสัญญาณที่รับได้ของเซลล์ที่ใช้บริการต่ำกว่าแฮนด์โอเวอร์เทรชโฮลด์ จะสามารถแฮนด์โอเวอร์ได้โดยไม่สนใจเงื่อนไขเกี่ยวกับจำนวนช่องสัญญาณว่างนี้