หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด วิธีการกำหนดช่องสัญญาณที่มีการเสนอมา และวิธีที่ได้ปรับปรุง

2.1 วิธีการกำหนดช่องสัญญาณที่มีการเสนอมา

วิธีการกำหนดช่องสัญญาณสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ (Gibson, 1995) คือ

1. การกำหนดช่องสัญญาณแบบตายตัว (Fixed Channel Allocation หรือ FCA)
2. การกำหนดช่องสัญญาณแบบพลวัต (Dynamic Channel Allocation หรือ DCA)

2.1.1 การกำหนดช่องสัญญาณแบบตายตัว

ในการติดต่อสื่อสารด้วยสัญญาณวิทยุ ต้องมีการจัดการเรื่องความถี่ (frequency management) เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการรบกวนกันระหว่าง 2 คลื่นความถี่ที่มีความถี่เดียวกัน ในยุคเริ่มแรกของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งระบบการติดต่อทางอากาศมีการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งความถี่หรือเอฟดีเอ็มเอ จึงเป็นการง่ายที่สุดที่จะกำหนดความถี่เฉพาะเจาะจงให้กับแต่ละสถานีฐาน ซึ่งเป็นที่มาของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบตายตัว

ข้อดีของการกำหนดช่องสัญญาณแบบตายตัวก็คือ ง่ายต่อการออกแบบโปรแกรมการกำหนดช่องสัญญาณและฮาร์ดแวร์ เนื่องจากได้กำหนดความถี่ให้กับแต่ละสถานีฐานอยู่แล้ว เมื่อมีการเรียกเกิดขึ้นในสถานีฐานใด ตัวควบคุมสถานีฐานก็จะดูในตารางความถี่ว่าสถานีฐานนั้นใช้ความถี่ไหน และตรวจสอบดูว่าความถี่ดังกล่าวสามารถรองรับการเรียกที่เกิดขึ้นได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้การเรียกดังกล่าวก็ถูกบล็อกไป

ข้อเสียของการกำหนดแบบนี้ก็คือ ในกรณีที่มีผู้ใช้จำนวนมากในสถานีฐานหนึ่งจนอาจเต็มจำนวนช่องสัญญาณที่สถานีฐานนั้นมีอยู่ แต่ในทางกลับกันสถานีฐานอื่นอาจมีผู้ใช้น้อยและมีช่องสัญญาณว่างเหลืออยู่ แต่ไม่สามารถนำช่องสัญญาณที่ว่างอยู่ในขณะนั้นมาใช้กับสถานีฐานที่ต้องการช่องสัญญาณ ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้ความถี่ของระบบไม่เต็มที่ ข้อเสีย

อีกประการหนึ่งก็คือการเพิ่มหรือลดสถานีฐานเข้าหรือออกจากระบบมีความยุ่งยาก เนื่องจากต้องมีการจัดตารางความถี่ของแต่ละสถานีฐานใหม่ทุกครั้งไป

และในปัจจุบันปริมาณผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่มีจำนวนสูงขึ้น วิธีการที่จะเพิ่มความจุให้กับระบบ ทำได้โดยการลดขนาดของพื้นที่ครอบคลุมของสถานีฐานให้เล็กลง ซึ่งเรียกว่า ไมโครเซลล์ แต่รูปแบบปริมาณการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละสถานีฐานหรือปริมาณทราฟฟิก (traffic) สำหรับไมโครเซลล์ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา ในบางขณะจะมีผู้ใช้สูงมากในสถานีฐานหนึ่ง แต่ในอีกสถานีฐานหนึ่งอาจมีผู้ใช้น้อย

ดังนั้นการกำหนดช่องสัญญาณแบบเก่า ซึ่งเป็นการกำหนดช่องสัญญาณแบบตายตัว จึงไม่เหมาะสมกับไมโครเซลล์

2.1.2 การกำหนดช่องสัญญาณแบบพลวัต

จากปัญหาที่กล่าวมา จึงได้เกิดวิธีการกำหนดช่องสัญญาณที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ความถี่และลดปัญหาเรื่องการกำหนดตารางความถี่

การกำหนดช่องสัญญาณแบบพลวัตสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท (Li และ Qiu, 1995) คือ

1. Macrodiversity ซึ่งเป็นการปรับปรุงเพิ่มจากวิธี FCA โดยที่ยังมีการกำหนดตารางความถี่อยู่ เมื่อมีการเรียกเกิดขึ้น โทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะร้องขอช่องสัญญาณกับสถานีฐานที่อยู่ใกล้ที่สุด (มีสัญญาณแรงสุด) ก่อน เมื่อสถานีฐานดังกล่าวไม่มีช่องสัญญาณว่าง โทรศัพท์เคลื่อนที่ดังกล่าวก็จะร้องขอช่องสัญญาณกับสถานีฐานที่รับสัญญาณได้แรงรองลงไป ข้อดีของวิธีนี้คือ จะเห็นว่าโอกาสที่โทรศัพท์เคลื่อนที่จะถูกบล็อกจะน้อยกว่าวิธี FCA เนื่องจากยังมีโอกาสหาช่องสัญญาณจากสถานีฐานใกล้เคียงที่มีช่องสัญญาณว่างอยู่ แต่ก็ยังไม่ดีที่สุดเนื่องจากไม่สามารถนำความถี่ที่ว่าง แต่อยู่ไกลออกไปมาใช้ได้

2. Channel borrowing มีหลักการหรือวิธีก็คือ การยืมช่องสัญญาณที่ว่างจากสถานีฐานใกล้เคียงมาใช้ โดยมีวิธีที่เสนอมาอยู่ 4 แบบ คือ

2.1 Simple borrowing ช่องสัญญาณยังถูกกำหนดอย่างแน่นอนให้กับแต่ละสถานีฐานเหมือน FCA ต่อเมื่อในสถานีฐานนั้นมีการใช้ช่องสัญญาณเต็มและต้องการเพิ่ม ก็จะขอยืมช่องสัญญาณจากสถานีฐานรอบข้างที่มีช่องสัญญาณว่างอยู่มาใช้ วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า FCA ในช่วงที่ทราฟฟิกต่ำๆ แต่ช่วงปริมาณทราฟฟิกสูงๆ จะให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า FCA เนื่องจากว่าเมื่อมีการยืมช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณที่ถูกยืมจะถูกล็อกไม่ให้สถานีฐานในบริเวณที่สามารถใช้ช่องสัญญาณซ้ำได้ (co-channel reuse distance) ใช้ เมื่อปริมาณทราฟฟิกสูงขึ้น การยืมก็มากขึ้น ทำให้ช่องสัญญาณที่ถูกล็อกก็มากขึ้นด้วย

2.2 Hybrid assignment เป็นการรวมข้อดีจากวิธี Simple borrowing กับ FCA โดยการจำกัดจำนวนช่องสัญญาณที่สามารถถูกยืมได้ โดยการแบ่งช่องสัญญาณในแต่ละสถานีฐานออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียกว่า nominal channel เป็นช่องสัญญาณที่ใช้ได้เฉพาะสถานีฐานนั้นๆ ไม่อนุญาตให้ยืม และอีกกลุ่มเรียกว่า borrowed channel เป็นช่องสัญญาณที่ใช้ได้ทั้งสถานีฐานนั้นๆ และให้ยืมได้ อัตราส่วนของช่องสัญญาณทั้ง 2 กลุ่มในแต่ละสถานีฐาน จะหาได้จากรูปแบบการกระจายของทราฟฟิกในตอนออกแบบโครงข่ายในตอนแรก วิธีการนี้จะให้ประสิทธิภาพที่ดีทั้งช่วงทราฟฟิกต่ำและสูง

2.3 Borrowing with channel ordering (BCO) เนื่องจากรูปแบบการกระจายของทราฟฟิกมีการแปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ การกำหนดอัตราส่วนที่แน่นอนสำหรับช่องสัญญาณทั้ง 2 กลุ่ม จะให้ประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร หลักการของ BCO ก็คือทุกช่องสัญญาณสามารถถูกยืมได้หมด โดยจะมีการกำหนดลำดับ (order) ในการยืมช่องสัญญาณ ซึ่งคิดจากโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะถูกยืมของช่องสัญญาณนั้นๆ การเรียกที่เกิดขึ้นในสถานีฐาน จะใช้ช่องสัญญาณที่มีความน่าจะเป็นที่จะถูกยืมของช่องสัญญาณน้อยที่สุดก่อน และช่องสัญาณที่ถูกยืมไปก็จะเป็นช่องสัญญาณที่มีความน่าจะเป็นที่จะถูกยืมของช่องสัญญาณมากที่สุด ด้วยวิธีนี้อัตราส่วนของช่องสัญญาณทั้ง 2 กลุ่มก็จะมี การเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสภาพทราฟฟิก

2.4 Borrowing with directional channel locking จาก simple borrowing เมื่อมีการยืมช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณที่ถูกยืมจะถูกล็อกไม่ให้สถานีฐานในบริเวณที่สามารถใช้ช่องสัญญาณซ้ำใช้ได้ ทำให้ประสิทธิภาพลดลง จึงมีการปรับปรุงโดยใช้เงื่อนไขที่ว่าเมื่อมีการยืมช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณที่ถูกยืมจะถูกล็อกเฉพาะสถานีฐานในทิศทางที่มีผลกระทบเท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดกรณีเราใช้สถานีฐานเป็นแบบเซกเตอร์ (sectorized cell)

ข้อดีของวิธี borrowing ก็คือสามารถปรับปรุงจาก FCA ได้ง่าย เนื่องจากยังใช้หลักการพื้นฐานของ FCA อยู่ และให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า แต่มีข้อเสียก็คือระบบต้องมีการตรวจสอบสถานะของแต่ละช่องสัญญาณ ว่าช่องสัญญาณว่างหรือไม่ หรือถูกยืมโดยสถานีฐานอื่น หรือถูกล็อก เป็นต้น ซึ่งทำให้ระบบการจัดการมีความซับซ้อน และปริมาณสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูลเหล่านี้ก็จะสูงและไปโหลดการทำงานของระบบ

3. Flexible channel allocation วิธีนี้ ในตอนเริ่มทำการวางแผนความถี่หรือช่องสัญญาณ ช่องสัญญาณจะถูกกำหนดเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกจะถูกกำหนดช่องสัญญาณอย่างแน่นอนให้กับแต่ละสถานีฐานเหมือน FCA แต่จะมีช่องสัญญาณอีกกลุ่มหนึ่งเก็บไว้เป็นช่องสัญญาณสำหรับใช้ร่วมกันของระบบ ซึ่งเรียกว่า pool channel ซึ่ง MSC จะเป็นตัวที่ดูแลและกำหนดช่องสัญญาณกลุ่มนี้ให้กับสถานีฐานที่ต้องการ ข้อดีของวิธีนี้ก็คือลดปริมาณสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพื่อตรวจสอบสถานะ

4. Self-adaptive channel จากวิธีที่กล่าวมา ยังต้องมีการวางแผนความถี่หรือช่องสัญญาณอยู่ หรืออาจต้องใช้ MSC ในการจัดการ ซึ่งจัดวิธีการเหล่านี้อยู่ในประเภทการควบคุมแบบรวมศูนย์ (centralized control) เพื่อหลีกเลี่ยงการวางแผนความถี่และการจัดการของ MSC จึงมีการคิดวิธีการกำหนดช่องสัญญาณแบบ Self-adaptive โดยที่สถานีฐานหรือตัวควบคุมสถานีฐานสามารถเลือกช่องสัญญาณได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องส่งสัญญาณไปขอจาก MSC ซึ่งวิธีการนี้จัดอยู่ในประเภทการควบคุมแบบกระจาย (distributed control) การกำหนดช่องสัญญาณจะถูกกำหนดเมื่อมีการเรียกเท่านั้น (call-by-call basis)

ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ ไม่จำเป็นต้องมีการวางแผนความถี่ การแปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์ (reconfiguration) มีความยืดหยุ่นสูง ลดโหลดการทำงานของ MSC และให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า FCA แต่การออกแบบของระบบจะซับซ้อนกว่า และความต้องการด้านฮาร์ดแวร์จะมากกว่า วิธีที่เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็จัดอยู่ในประเภทนี้ ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

2.2 วิธีการกำหนดช่องสัญญาณแบบกระจายที่มีการเสนอมา

Zhang และ Yum (1989) ได้เสนอวิธี Locally optimized dynamic assignment (LODA) ซึ่งมีการคำนวณค่า cost function ของแต่ละช่องสัญญาณ cost function เป็นเสมือนค่าความน่าจะเป็นของอัตราการบล็อกที่จะเกิดขึ้นในอนาคตของช่องสัญญาณนั้นๆ เมื่อมีการเรียกเกิดขึ้น สถานีฐานจะเลือกช่องสัญญาณที่มีค่า cost ต่ำสุดก่อน มาเป็นเงื่อนไขในการเลือกช่องสัญญาณ ซึ่งหลักการของ LODA ก็คือ การลดระยะ reuse distance ให้น้อยที่สุด แบบจำลองที่ใช้เป็นแบบแอนะลอก คือแต่ละคลื่นพาห์แทน 1 ช่องสัญญาณ จึงไม่สามารถนำมาใช้กับระบบจีเอสเอ็มได้

I และ Chao (1993) ได้เสนอวิธี Local Packing (LP) โดยในแต่ละสถานีฐานจะมีการสร้างตาราง Augmented Channel Occupancy (ACO) เอาไว้ ซึ่งเป็นตารางที่เก็บข้อมูลการใช้ช่องสัญญาณของสถานีฐานรอบข้างที่เป็น interference neighborhood เมื่อสถานีฐานไม่มีช่องสัญญาณว่าง ก็จะหาช่องสัญญาณในตาราง ACO ที่มีสถานีฐานใช้อยู่เพียงสถานีฐานเดียว และพยายามอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ เพื่อให้ช่องสัญญาณดังกล่าวว่างลงและนำมาใช้ แบบจำลองที่ใช้เป็นแบบแอนะลอก คือแต่ละคลื่นพาห์แทน 1 ช่องสัญญาณ ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้กับระบบจีเอสเอ็มได้ เช่นกัน

Cimini และ Foschini (1992) ได้แบ่งวิธีการกำหนดช่องสัญญาณแบบพลวัตที่มีการควบคุมแบบกระจายในกรณีของไมโครเซลล์เป็น 2 แบบด้วยกัน คือ แบบที่หนึ่งเรียกว่า *timid* โดยมีเงื่อนไขว่า ช่องสัญญาณที่จะถูกกำหนดให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะต้องไม่มีสัญญาณแทรกสอดชนิดช่องสัญญาณร่วมเลย ส่วนในแบบที่ 2 เรียกว่า *aggressive* โดยมีเงื่อนไขว่าช่องสัญญาณที่จะถูกกำหนดให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ อาจมีสัญญาณแทรกสอดชนิดช่องสัญญาณร่วมได้ แต่ต้องมีการทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์เสียก่อน การกำหนดแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพดีกว่า

แบบแรก แต่เสถียรภาพจะด้อยกว่า เพราะเมื่อปริมาณทราฟฟิกสูงถึงจุดๆหนึ่ง การทำอินทราแฮนด์โอเวอร์ จะส่งผลกระทบถึงการกำหนดช่องสัญญาณให้กับการเรียกที่เข้ามาใหม่ได้ เนื่องจากจะเสียเวลาในการอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ เพื่อให้ได้ช่องสัญญาณที่ว่างออกมา

Cimini et al. (1994) ได้ศึกษาถึงเรื่องอัตราการบล็อกของวิธีกำหนดช่องสัญญาณแบบพลวัตที่มีการควบคุมแบบกระจายในกรณีของไมโครเซลล์ ได้ผลว่าอัตราการบล็อกของแบบ timid สามารถแทนเป็นขอบเขตบน (upper bound) ของอัตราการบล็อกได้ ในขณะที่อัตราการบล็อกของแบบ aggressive สามารถแทนเป็นขอบเขตล่าง (lower bound) ได้ และได้เสนอสมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการบล็อกของทั้ง 2 แบบ โดยการปรับปรุงจากสมการเออร์แลงบี (Erlang B formular) เป็นสมการ ad hoc Erlang-B formular ดังแสดงในสมการที่ (2.1)

$$Pb = \frac{\alpha^k / k!}{\sum_{i=0}^{k} \alpha^i / i!} \qquad (2.1)$$

โดยที่ Pb = อัตราการบล็อก

α = ปริมาณทราฟฟิก (เออร์แลง)

k = จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละสถานีฐาน

โดยที่ α = ปริมาณทราฟฟิก

<u>กรณี FCA</u> เท่ากับ N

<u>กรณี TIMID</u> เท่ากับ $N\rho$

<u>กรณี AGGRESSIVE</u> เท่ากับ $N\rho$

ρ คือ ปริมาณทราฟฟิกในหนึ่งเซลล์ (เออร์แลง)

และ k = จำนวนช่องสัญญาณในแต่ละสถานีฐาน

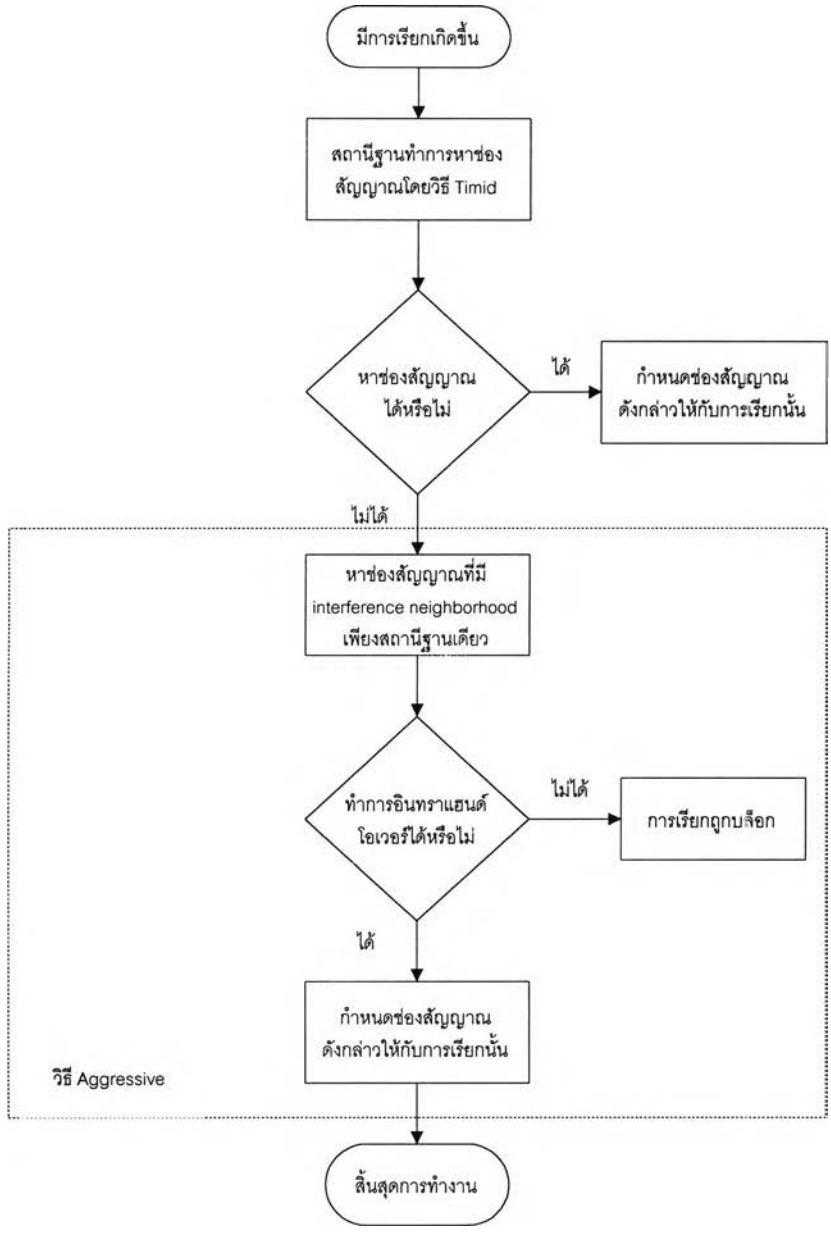
<u>กรณี TIMID</u> $k = \delta M$

<u>กรณี AGGRESSIVE</u> $k = M$

M คือ จำนวนช่องสัญญาณทั้งหมดในระบบ

N คือ reuse factor

δ เท่ากับ 0.658 กรณี N=7

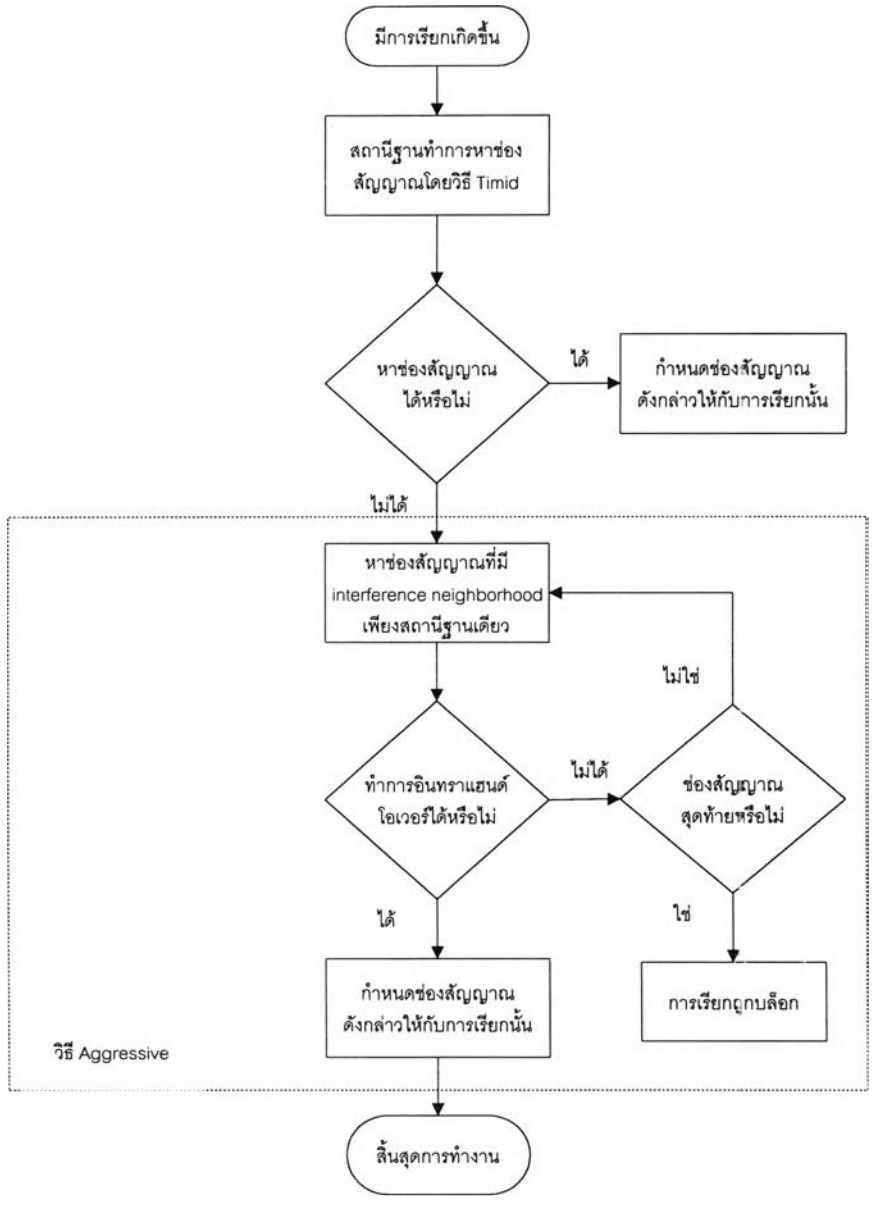


รูปที่ 2.1 แบบจำลองวิธี polite aggressive (PA) (Cimini et al., 1994)

นอกจากนี้ยังได้เสนอวิธีการกำหนด ช่องสัญญาณแบบพลวัตที่มีการควบคุมแบบกระจายแบบที่ 3 เรียกว่า *polite aggressive* (PA) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งมีเงื่อนไขว่าในตอนแรกสถานีฐานจะหาช่องสัญญาณด้วยแบบ timid ก่อน ต่อเมื่อไม่สามารถหาช่องสัญญาณได้ก็จะหาช่องสัญญาณในระบบเพียงช่องเดียวที่มีสถานีฐานที่เป็น interference neighborhood ใช้ช่องสัญญาณนี้อยู่เพียงสถานีเดียวเท่านั้นและใช้วิธีแบบ timid ในการอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์

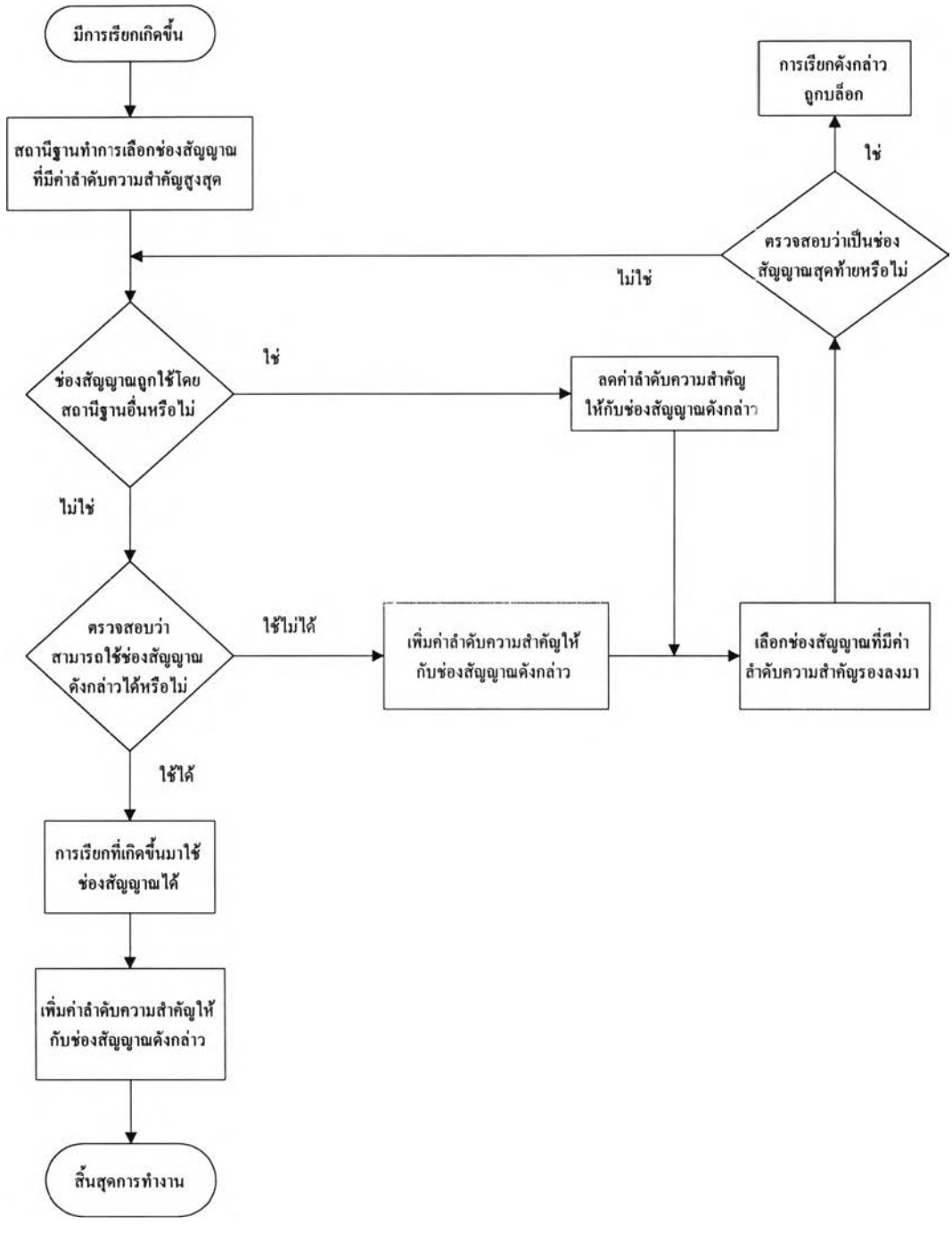
เพื่อให้ช่องสัญญาณดังกล่าวว่างลง ซึ่งเป็นการผสมวิธีการของทั้ง 2 แบบ โดยที่อัตราการบล็อกของการกำหนดแบบนี้จะต่ำกว่าแบบ timid แต่ในขณะเดียวกันก็ยังคงเสถียรภาพที่ดีเอาไว้

และยังได้เสนอการปรับปรุงเพิ่มขึ้นมาจาก PA เรียกว่า *persistent polite aggressive* (PPA) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 แทนที่จะพิจารณาเพียงช่องสัญญาณเดียว แต่จะถือว่าทุกช่องสัญญาณสามารถนำมาพิจารณาว่า สามารถทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์เพื่อให้ได้ช่องสัญญาณว่างได้หรือไม่ ซึ่งอัตราการบล็อกจะต่ำกว่าแบบ PA



รูปที่ 2.2 แบบจำลองวิธี persistent polite aggressive (PPA) (Cimini et al., 1994)

Wei และ Soong (1994) ได้เสนอวิธีที่คล้ายกับแบบ persistent pclite aggressive แต่แบบจำลองที่ใช้เป็นแบบแอนะลอก คือแต่ละคลื่นพาห์แทน 1 ช่องสัญญาณ ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้กับระบบจีเอสเอ็มได้ เช่นกัน



รูปที่ 2.3 แบบจำลองวิธี Channel Segregation (SEG) (Akaiwa และ Andoh, 1993)

Akaiwa และ Andoh (1993) ได้เสนอวิธี Channel Segregation (SEG) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งใช้แบบจำลองแบบ TDMA/FDMA คือในแต่ละคลื่นพาห์จะมีช่องสัญญาณได้มากกว่า 1 ช่องสัญญาณ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่คล้ายคลึงกับระบบจีเอสเอ็ม เมื่อมีการเรียกเกิดขึ้นสถานีฐานพิจารณาเลือกช่องสัญญาณที่มีค่าลำดับความสำคัญสูงก่อน โดยตรวจสอบว่าช่องสัญญาณถูกใช้โดยสถานีฐานที่เป็น interference neighborhood หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะตรวจสอบว่าช่องสัญญาณดังกล่าวอยู่ในคลื่นพาห์ที่สถานีฐานดังกล่าวใช้อยู่หรือถ้าไม่อยู่ในคลื่นพาห์ที่สถานีฐานใช้อยู่ ก็จะตรวจดูว่ามีอุปกรณ์รับส่งที่จะรองรับคลื่นพาห์ใหม่หรือไม่ ถ้าอยู่ในคลื่นพาห์ที่สถานีฐานใช้อยู่หรือมีอุปกรณ์รับส่งเพียงพอ การเรียกดังกล่าวก็จะได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณให้

2.3 วิธีการกำหนดช่องสัญญาณแบบกระจายที่เสนอ

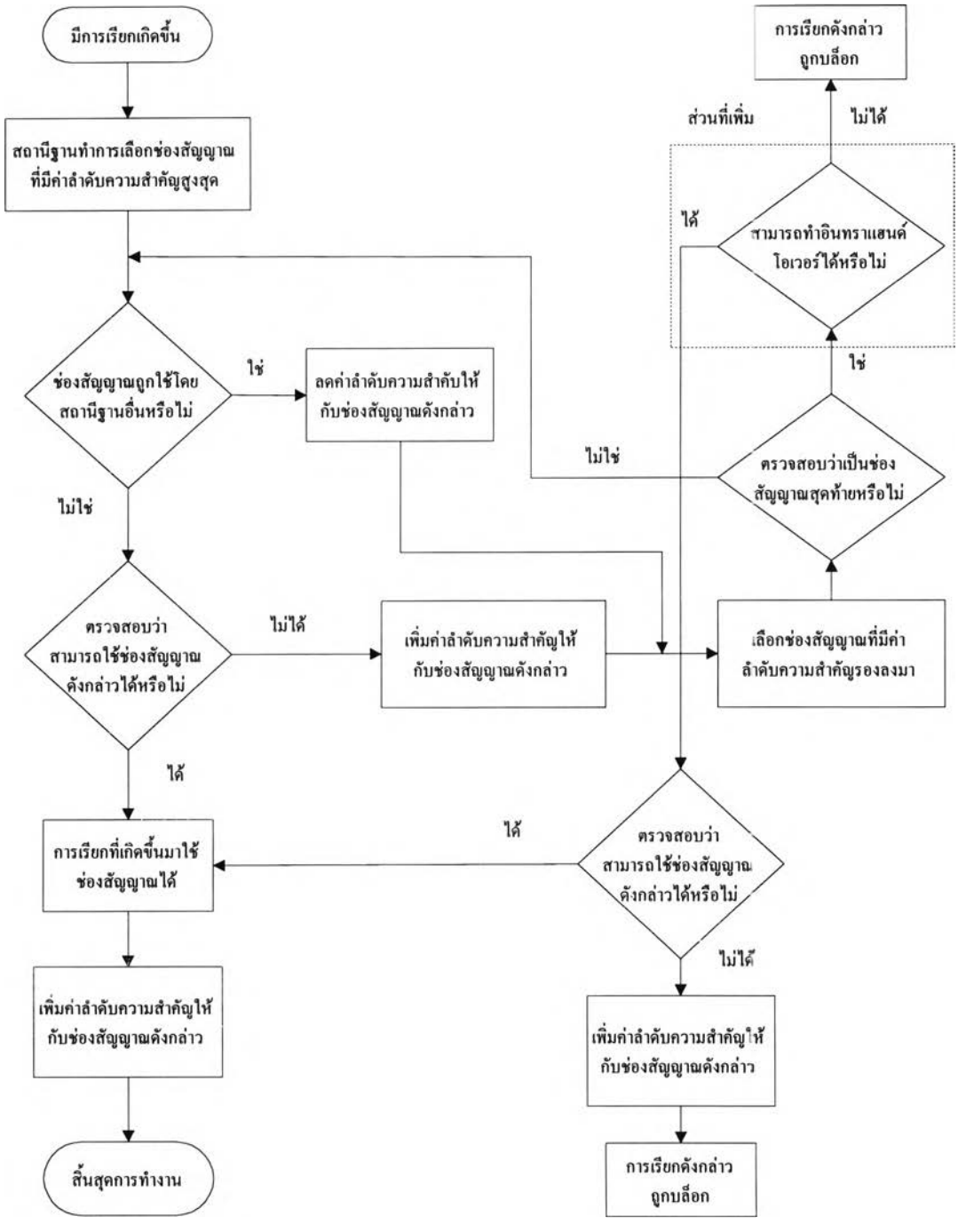
วิธีที่เสนอจะปรับปรุงมาจากวิธีของ Channel Segregation จากแบบ timid ให้เป็นแบบ polite aggressive และแบบ persistent polite aggressive โดยการเพิ่มโอกาสในการกำหนดช่องสัญญาณให้กับการเรียกที่เกิดขึ้น ในกรณีที่พบว่าช่องสัญญาณที่ไม่มีสัญญาณแทรกสอดชนิดช่องสัญญาณร่วมเต็มจะไม่ถูกบล็อกในทันที แต่จะให้โอกาสในการหาช่องสัญญาณที่ถูกสถานีฐานที่เป็น interference neighborhood ใช้อยู่ ทำการอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ ถ้าสามารถทำได้การเรียกที่เกิดขึ้นก็สามารถมาใช้ช่องสัญญาณดังกล่าวได้

โดยวิธีที่เสนอ จะมี 2 แบบ ซึ่งเรียกว่า

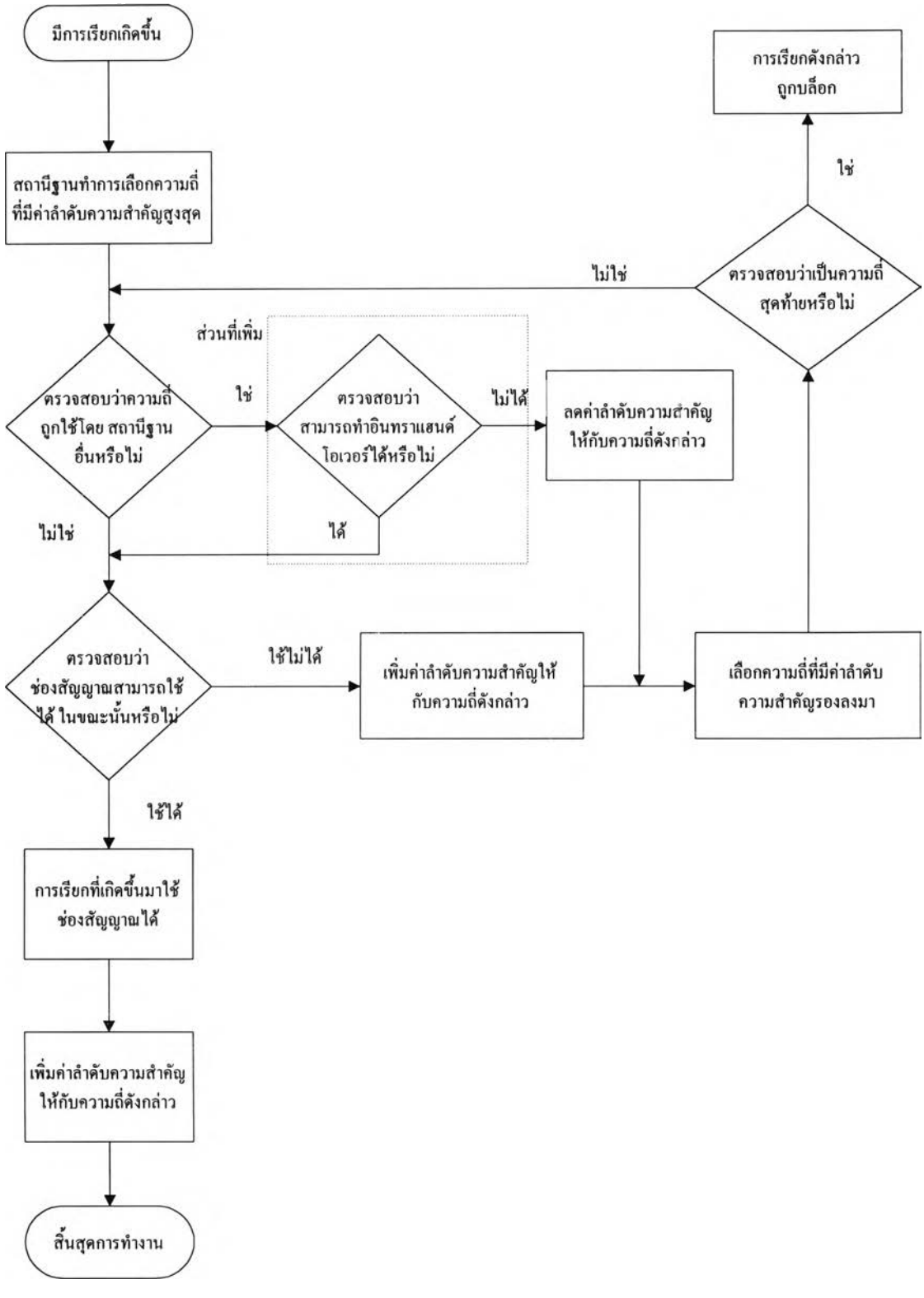
1. วิธี Channel Segregation with Polite Aggressive (SEG-PA)
2. วิธี Channel Segregation with Persistent Polite Aggressive (SEG-PPA)

2.3.1 วิธี Channel Segregation with Polite Aggressive

วิธี SEG-PA จะใช้หลักการเหมือน polite aggressive ของ Cimini et al. (1994) คือในตอนแรกสถานีฐานจะหาช่องสัญญาณว่างแบบ Timid ก่อน โดยการใช้วิธีของ SEG เมื่อไม่สามารถหาช่องสัญญาณว่างได้ สถานีฐานก็จะใช้วิธี aggressive โดยจะมองหาช่องสัญญาณที่ถูกใช้โดย interference neighborhood อยู่เพียงสถานีฐานเดียว และพยายามทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ เพื่อให้ช่องสัญญาณดังกล่าวว่างลง โดยที่ช่องสัญญาณที่จะถูกทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ จะพิจารณาเพียง 1 ช่องสัญญาณเท่านั้น ดังแสดงใน รูปที่ 2.4



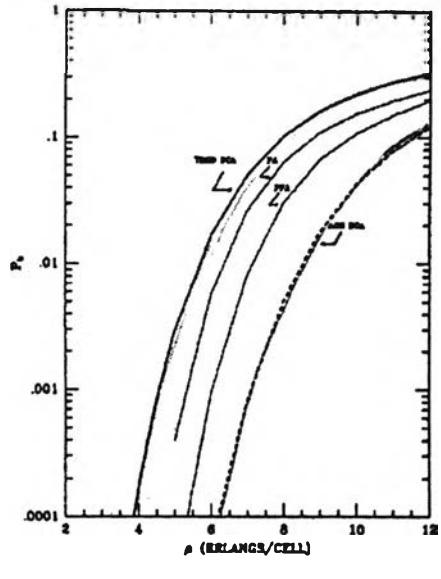
รูปที่ 2.4 แบบจำลองวิธี Channel Segregation with Polite Aggressive (SEG-PA)



รูปที่ 2.5 แบบจำลองวิธี Channel Segregation with Persistent Polite Aggressive (SEG-PPA)

2.3.2 วิธี Channel Segregation with Persistent Polite Aggressive

วิธีนี้จะใช้หลักการคล้าย persistent polite aggressive ของ Cimini et al. (1994) แต่ต่างกันตรงที่แทนที่จะใช้วิธีแบบ Timid หาช่องสัญญาณวางในตอนแรกก่อน ถ้าหาช่องสัญญาณว่างไม่ได้จึงจะใช้วิธี aggressive หาช่องสัญญาณว่างต่อไป แต่วิธี SEG-PPA จะต่างกันตรงที่ใช้การ aggressive แทรกเข้าไปในลูปของวิธี Timid ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งยังคงใช้วิธีของ SEG เหมือนเดิม แต่จะต่างกันเล็กน้อยตรงที่จะเปลี่ยนจากการคำนวณหาค่าลำดับความสำคัญของแต่ละช่องสัญญาณ มาเป็นการคำนวณหาค่าลำดับความสำคัญของแต่ละความถี่แทน และจำนวนช่องสัญญาณที่จะพิจารณาทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ ก็สามารถทำได้ทุกช่องสัญญาณเหมือนกับวิธี persistent polite aggressive ของ Cimini et al. (1994) แต่จะมีเงื่อนไขแตกต่างกันเล็กน้อย ตรงที่ไม่จำเป็นต้องเป็นช่องสัญญาณที่ถูก interference neighborhood ใช้อยู่เพียงสถานีฐานเดียว แต่สามารถเป็นช่องสัญญาณใดๆก็ได้ ซึ่ง Cimini et al. (1994) ได้ทำการศึกษาและสรุปว่าวิธี PPA จะให้อัตราการบล็อกที่ต่ำกว่าวิธี PA ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ดังนั้นวิธี SEG-PPA ก็น่าจะให้อัตราการบล็อกที่ต่ำกว่าวิธี SEG-PA และ SEG ซึ่งเปรียบเสมือนวิธีแบบ timid



รูปที่ 2.6 อัตราการบล็อก กรณีสถานีฐานเป็นแบบ planar (Cimini et al., 1994)

ถึงแม้วิธี SEG-PA และ SEG-PPA จะให้อัตราการบล็อกที่ต่ำกว่าวิธี SEG แต่ทั้ง 2 วิธีดังกล่าวจะต้องมีการทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ ซึ่งเป็นการแฮนด์โอเวอร์ช่องสัญญาณที่กำลังใช้งานอยู่ไปช่องสัญญาณในคลื่นพาห์อื่นที่อยู่ในสถานีฐานเดียวกัน เพื่อพยายามทำให้ช่องสัญญาณทั้งหมดในคลื่นพาห์ใดคลื่นพาห์หนึ่งว่างลง เพื่อที่สถานีฐานที่ต้องการช่องสัญญาณสามารถดึงคลื่นพาห์ที่ว่างไป ใช้งานได้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้คลื่นพาห์ให้เต็มที่

จากวิธีการกำหนดช่องสัญญาณที่เสนอทั้ง 2 วิธี ซึ่งทำให้อัตราการบล็อกต่ำลงหรือความจุในการรองรับทราฟฟิกเพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องมีการทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์เป็นการแลกเปลี่ยน ซึ่งผลของการทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ต่อระบบก็คือ การออกแบบโปรแกรมการกำหนดช่องสัญญาณมีความซับซ้อนมากกว่าวิธีการกำหนดช่องสัญญาณแบบตายตัว และการทำอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์มีผลให้เกิดความล่าช้า (delay) ในการหาช่องสัญญาณว่างให้กับการเรียกที่เกิดขึ้น และเป็นการเพิ่มสัญญาณควบคุมในระบบ แต่เนื่องจากวิธีที่เสนอมีการกำหนดเงื่อนไขในการอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ เพื่อจำกัดปริมาณการอินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์ไม่ให้สูงจนเกินไป ประกอบกับในปัจจุบันความสามารถของอุปกรณ์ โดยเฉพาะตัวประมวลสัญญาณมีความเร็วที่สูงขึ้น ดังนั้นความซับซ้อนของโปรแกรมควบคุม ความล่าช้าในการหาช่องสัญญาณว่างหรือปริมาณของสัญญาณควบคุมที่เพิ่มขึ้น จึงไม่น่าก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงต่อระบบมากเกินไป