หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด ผลงานที่ผ่านมาและวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต เชิงเรขาคณิต-ฟังก์ชันค่าใช้จ่าย

2.1 ผลงานที่ผ่านมา

การจัดสรรช่องสัญญาณ คือ การกำหนดช่องสัญญาณให้กับการเรียกที่มาถึง โดยให้มีความน่าจะเป็นของการติดขัดอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด การจัดสรรช่องสัญญาณของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิด [1] คือ

1) การจัดสรรช่องสัญญาณแบบตายตัว (Fixed Channel Allocation : FCA)
2) การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต (Dynamic Channel Allocation : DCA)
3) การจัดสรรช่องสัญญาณแบบไฮบริด (Hybrid Channel Allocation : HCA)
4) การจัดสรรช่องสัญญาณแบบยืมช่องสัญญาณ (Borrowing Channel Allocation : BCA)

ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การจัดสรรช่องสัญญาณแบบตายตัว หรือ FCA เป็นการจัดสรรช่องสัญญาณแบบที่ง่ายที่สุดที่ถูกนำมาใช้ในระบบเซลลูลาร์หลาย ๆ ระบบ วิธีนี้จะกำหนดจำนวนช่องสัญญาณไว้อย่างตายตัวในแต่ละเซลล์ ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นทราฟฟิกและขนาดของเซลล์ [5] ซึ่งเป็นวางแผนการใช้ความถี่ในระยะยาว

2. การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต หรือ DCA จะมีช่องสัญญาณที่ทุกเซลล์สามารถใช้ร่วมกันได้โดยไม่ขัดต่อเงื่อนไขการใช้ความถี่ซ้ำ (reuse constraint) อยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งจะจัดสรรให้กับแต่ละเซลล์ตามปริมาณทราฟฟิกบนพื้นฐานของเวลาจริง (real time) วิธีนี้จะเหมาะสมสำหรับการปรับปรุงการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ (bandwidth utilization) เมื่อทราฟฟิกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอ

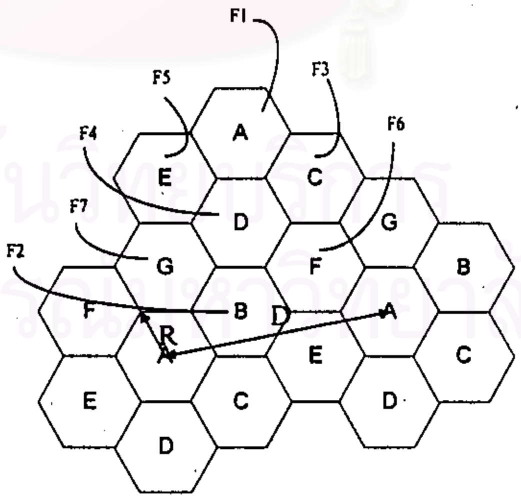
3. การจัดสรรช่องสัญญาณแบบไฮบริด หรือ HCA เป็นการรวมกันของวิธี FCA และ DCA โดยวิธีนี้จะแบ่งกลุ่มของช่องสัญญาณออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งเอาไว้ใช้สำหรับวิธี FCA ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งเอาไว้ใช้สำหรับวิธี DCA

4. การจัดสรรช่องสัญญาณแบบยืมช่องสัญญาณ หรือ BCA นี้เป็นแนวความคิดที่ปรับปรุงมาจากวิธี FCA เช่นกัน ซึ่งจะมีการกำหนดเซตของช่องสัญญาณให้กับแต่ละเซลล์อย่างตายตัว เช่นเดียวกันวิธี FCA เมื่อช่องสัญญาณทั้งหมดของเซลล์หนึ่งถูกใช้หมด และมีการเรียกใหม่เกิดขึ้นมาในเซลล์นั้นอีก เซลล์นั้นสามารถยืมช่องสัญญาณที่ว่างจากเซลล์รอบข้างได้ ปัญหาหลักสำหรับวิธี BCA นั้น คือการรักษาค่า C/I (Carrier to Interference Ratio หรือ ค่าที่รับประกันคุณภาพของสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกันได้) ให้เกินกว่าค่าเทรชโฮลด์ (ระดับต่ำสุดของสัญญาณที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับ โดยระบบยังคงสามารถติดต่อกันได้และการเรียกดังกล่าวไม่ติดขัด)

สำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA นั้น จำนวนช่องสัญญาณที่ใช้สามารถคำนวณได้จาก Erlang-B formula [5] โดยถ้าเราทราบทราฟฟิกในช่วงเวลาชั่วโมงใช้สูงสุด (busy hour) (A) และความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียก (Blocking Probability : P_B) และจำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์ (N) โดย

$$P_B = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^{N} A^i / i!} \tag{2.1}$$

ตัวอย่างของการจัดกลุ่มช่องสัญญาณสำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เมื่อใช้แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ (reuse pattern : K) เท่ากับ 7



รูปที่ 2.1 การจัดกลุ่มช่องสัญญาณสำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA
เมื่อใช้แบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ K = 7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 2.1 แสดงการกำหนดเซตของช่องสัญญาณ F1-F7 ให้กับเซลล์ A ถึง G ตามลำดับ ช่องสัญญาณจะถูกกำหนดให้กับการเรียกที่มาถึงถ้า C/I ของช่องสัญญาณนั้นมีค่าสูงกว่า C/I เทรชโฮลด์ของระบบที่ตั้งไว้ และการเรียกที่มาถึงจะติดขัดเมื่อช่องสัญญาณได้ถูกจัดสรรให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เต็มหมดแล้ว

การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA เป็นวิธีที่ง่าย เซตของช่องสัญญาณจะถูกกำหนดให้กับเซลล์ล่วงหน้าในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ถ้าปริมาณทราฟฟิกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่สม่ำเสมอในแต่ละเซลล์ FCA จะให้ผลที่ไม่ดีในด้านของการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์ เพื่อที่จะปรับปรุงการใช้ประโยชน์แบนด์วิดท์นี้ จึงได้มีการนำเสนอวิธีอื่น เช่น DCA, HCA และ BCA ฯลฯ

วิธี DCA จะไม่กำหนดเซตของช่องสัญญาณไว้ตายตัวเหมือนกับ FCA แต่จะทำการกำหนดแบบพลวัตตามปริมาณทราฟฟิกและ C/I ซึ่งทุกๆ เซลล์ในระบบจะต้องทำการใช้แบนด์วิดท์ร่วมกันภายใต้ข้อจำกัดด้านการแทรกสอด (Interference Constraint)

ในการนำวิธี DCA ไปใช้ในทางปฏิบัตินั้นจะค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากต้องมีปริมาณการส่งข่าวสารเพื่ออ้างถึงช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดให้แต่ละเซลล์มาก ซึ่งไม่เหมาะสำหรับโครงข่ายเซลลูลาร์ที่มีขนาดใหญ่ เพราะว่าตัวควบคุม (Controller) จะทำงานหนักมากหรือเกิดการประวิงที่ยอมรับไม่ได้ ดังนั้นวิธี DCA นี้จึงเหมาะสมสำหรับเซลล์ที่มีขนาดเล็ก เช่น ไมโครเซลล์หรือพิโคเซลล์ ซึ่งตัวควบคุมนี้จะแบ่งตามลักษณะการควบคุมออกเป็น 2 ลักษณะ [6-10] คือ การควบคุมแบบรวมศูนย์ (Centralized Control) และการควบคุมแบบกระจาย (Distributed Control)

ในวิธีการควบคุมแบบรวมศูนย์ การจัดสรรช่องสัญญาณให้กับการเรียกที่เกิดขึ้นในแต่ละเซลล์นั้น จะกระทำที่สถานีควบคุมโครงข่าย (Network Control Station : NCS) ซึ่งจะต้องรับข่าวสารสถานะท้องถิ่น (Local Status Information) จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกๆ เครื่องในระบบ และในแต่ละเซลล์จะต้องทราบถึงจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะจัดสรรช่องสัญญาณให้ และระดับสัญญาณแทรกสอดของช่องสัญญาณแต่ละช่องภายในแต่ละเซลล์ของมันเอง และจะส่งไปทำการตัดสินใจโดย NCS ทุกคาบเวลาหนึ่ง [9] เพราะฉะนั้น NCS จะทำการประมวลผลทางคณิตศาสตร์หนักมาก ถ้ามีจำนวนสถานีฐานในระบบมาก หรือมีการเพิ่มหรือลดจำนวนสถานีฐานในระบบ ซึ่งจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข่าวสารการสัญญาณ (signaling information) ระหว่างสถานีฐานเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการประวิงที่ยอมรับไม่ได้

สำหรับวิธีการควบคุมแบบกระจาย การจัดสรรช่องสัญญาณจะสามารถกระทำการตัดสินใจโดยโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือสถานีฐานได้เลย โดยอาศัยข่าวสารสถานะภายในเซลล์นั้นๆ ดังนั้นดูจะเหมาะสมกว่าการควบคุมแบบรวมศูนย์ เมื่อมีทราฟฟิกเปลี่ยนแปลงอย่างมาก หรือเมื่อมีการเพิ่มหรือลดจำนวนสถานีฐานในระบบ จึงทำให้การแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างสถานีฐานลดลงอย่างมาก

วิธี DCA จะมีจุดเด่นในการเลือกช่องสัญญาณและปล่อยช่องสัญญาณ คือ จะเลือกช่องสัญญาณหรือปล่อยช่องสัญญาณตามลำดับความสำคัญ (priority) เพื่อที่จะทำให้การใช้ความถี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเรียกว่าการ "อินทราเซลล์แฮนด์โอเวอร์" (intracell-handover) หรือการแพ็คช่องสัญญาณ (channel packing) [11] ในเซตของคลื่นพาห์ที่สามารถใช้สอยได้ (available carrier)

คลื่นพาห์ที่มีความสำคัญสำหรับการนำมาใช้ (acquisition - priority) สูงสุดจะถูกเลือกและคลื่นพาห์ที่มีความสำคัญสำหรับการปล่อย (release-priority) สูงสุดจะถูกปล่อยก่อน ในวิธี DCA สามารถแบ่งตามลำดับความสำคัญของการจัดสรรความถี่ได้ 3 อัลกอริทึม ดังต่อไปนี้

1) static-priority DCA : คลื่นพาห์ในแต่ละเซลล์จะถูกกำหนดลำดับความสำคัญแบบตายตัว
2) dynamic-priority DCA : ลำดับความสำคัญของแต่ละคลื่นพาห์จะได้มาจากการคำนวณ
3) hybrid-priority DCA : คลื่นพาห์ทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ และลำดับความสำคัญของคลื่นพาห์ในแต่ละกลุ่มจะเป็นแบบตายตัว เหมือนกับ static-priority แต่การจัดลำดับความสำคัญระหว่างกลุ่มคลื่นพาห์จะได้จากการคำนวณ เหมือนกับกรณี dynamic-priority

2.2 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต (GDCA)

Francesco Delli Priscoli และ Fabrizio Sestini [2,3] ได้เสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต (Geometric Dynamic Channel Allocation หรือ GDCA) ซึ่งเป็นการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ DCA ที่มีการควบคุมแบบกระจาย ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ระบบ GSM เพื่อลดการแลกเปลี่ยนข่าวสารระหว่างสถานีฐานลง และมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำ

การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ GDCA เป็นวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณตามลำดับความสำคัญแบบ static-priority ซึ่งกลุ่มของคลื่นพาห์ที่จัดสรรให้แต่ละเซลล์จะถูกกำหนดลำดับความสำคัญแบบตายตัว สถานีฐานจะเลือกคลื่นพาห์หรือนำคลื่นพาห์มาใช้ซ้ำได้โดยพิจารณาจากข้อจำกัดด้านการแทรกสอด (Interference Constraint) ซึ่งเราจะนิยาม "Interference neighborhood" ของเซลล์ a ได้ดังนี้ คือ เซตของเซลล์ที่ไม่สามารถใช้ความถี่ซ้ำกับเซลล์ a ได้ เนื่องจากจะทำให้เกิดการแทรกสอดที่ยอมรับไม่ได้ ซึ่งเราจะใช้สัญลักษณ์ N(a) แทน Interference neighborhood ของเซลล์ a

คลื่นพาห์ที่ไม่ถูกกำหนดให้กับ N(a) ที่เวลา t จะเรียกว่า "คลื่นพาห์ที่สามารถใช้สอยได้" (available carrier) ใช้สัญลักษณ์ A(a,t) และใช้สัญลักษณ์ S(a,t) แทน "คลื่นพาห์ที่ถูกกำหนด" (assigned carrier) ให้กับเซลล์ a ที่เวลา t

ในโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ระบบ GSM คลื่นพาห์ (Carrier) หนึ่งคลื่นพาห์จะถูกแบ่งออกเป็นหลายช่องสัญญาณ (Channel) หรือไทม์สล็อต (time-slot) ซึ่งมีพื้นฐานของการจัดสรรทรัพยากรดังนี้

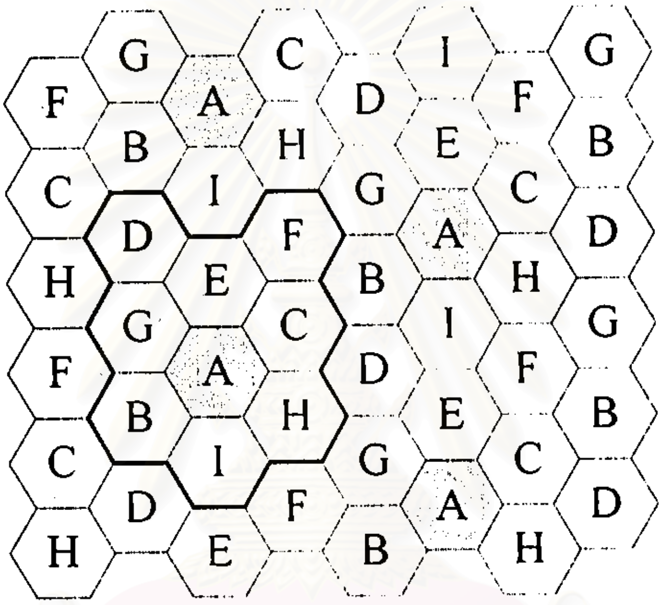
- Channel Acquisition : เมื่อมีการเรียกมาถึง ช่องสัญญาณใดที่ว่าง (ถ้ามี) ก็จะถูกจัดสรรให้กับการเรียกนั้น
- Channel Release : เมื่อการเรียกนั้นเสร็จสิ้น ช่องสัญญาณนั้นจะถูกปล่อย
- Carrier Acquisition : คลื่นพาห์ใหม่จะถูกจัดสรรให้กับการเรียก ก็ต่อเมื่อมีการเรียกใหม่มาถึงและพบว่าช่องสัญญาณในคลื่นพาห์ที่ถูกใช้แล้วนั้นเต็ม
- Carrier Release : คลื่นพาห์ที่ถูกใช้แล้วจะปล่อยเมื่อช่องสัญญาณทั้งหมดในคลื่นพาห์นั้นว่างแล้ว

วิธี GDCA มีหลักการพื้นฐานอยู่ 2 หลักการคือ label number และ carrier pool แต่ละเซลล์ในโครงข่ายจะถูกกำหนด label number ไว้แบบกึ่งถาวรตามกฎ 2 ข้อคือ

1) เซลล์ไม่สามารถกำหนด label number ซ้ำกับเซลล์ที่กำหนด label number แล้วภายใน interference neighborhood ของเซลล์นั้น
2) จำนวนของ label number ทั้งหมดในโครงข่ายจะต้องพยายามใช้ให้น้อยที่สุดให้สอดคล้องกับกฎข้อ 1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

label จะแทนด้วยตัวอักษรตัวใหญ่ เช่น A,B,... ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2 ในกรณี K = 9 จะใช้ label A-I ก็เพียงพอแล้วสำหรับระบบนี้ วิธี GDCA จะแบ่งเซตของคลื่นพาห์ทั้งหมดออกเป็น V เซตของคลื่นพาห์ (pool of carrier) และกำหนดความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่าง label number และเซตของคลื่นพาห์ ซึ่งเซตของคลื่นพาห์ที่ i สามารถเขียนได้เป็น P(i) , i = 0,1,..., V-1 เราเรียก P(i) ของแต่ละ label number ว่า *"คลื่นพาห์การเลือกอันดับหนึ่ง (first choice carrier)"* และคลื่นพาห์ที่อยู่ในแต่ละเซตของคลื่นพาห์จะถูกจัดเรียงตามลำดับความสำคัญ ซึ่งแต่ละเซตของคลื่นพาห์จะมีจำนวนของคลื่นพาห์เท่ากัน



รูปที่ 2.2 การกำหนด label number ให้กับเซลล์ ด้วย v = 9

วิธี GDCA จะมี preference list สำหรับ carrier acquisition และ carrier release ซึ่งเซลล์ที่มี label number ต่างกัน จะมี preference list ต่างกัน กำหนดให้ LA_X เป็น carrier acquisition preference list สำหรับ label number X first choice carrier ที่อยู่ใน list นี้จะเป็นคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด แต่ละ LA_X จะประกอบไปด้วยลำดับของเซตของกลุ่มคลื่นพาห์ เราจะกำหนดเลขจำนวนเต็มแทนด้วย label number เช่น A ↔ 0 , B ↔ 1 , C ↔ 2 เมื่อ i เป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่สัมพันธ์กับ label X จะได้

$$LA_X = \{P(i), P([i+1] \bmod v), P([i+2] \bmod v), \dots, P([i+v-1] \bmod v)\} \qquad (2.2)$$

สำหรับ carrier release preference list จะเป็นส่วนกลับของ LA_X ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 Carrier Acquisition Preference List ในกรณี 9 Labels

Cell label	1st choice	2nd choice	3rd choice	4th choice	5th choice	6th choice	7th choice	8th choice	9th choice
A	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)
B	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)	P(0)
C	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)	P(0)	P(1)
D	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)	P(0)	P(1)	P(2)
E	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)
F	P(5)	P(6)	P(7)	P(8)	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)
G	P(6)	P(7)	P(8)	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)
H	P(7)	P(8)	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)
I	P(8)	P(0)	P(1)	P(2)	P(3)	P(4)	P(5)	P(6)	P(7)

ตารางที่ 2.2 Carrier Release Preference List ในกรณี 9 Labels

Cell label	1st choice	2nd choice	3rd choice	4th choice	5th choice	6th choice	7th choice	8th choice	9th choice
A	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)
B	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)
C	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)
D	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)
E	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)
F	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)
G	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)
H	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)
I	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)

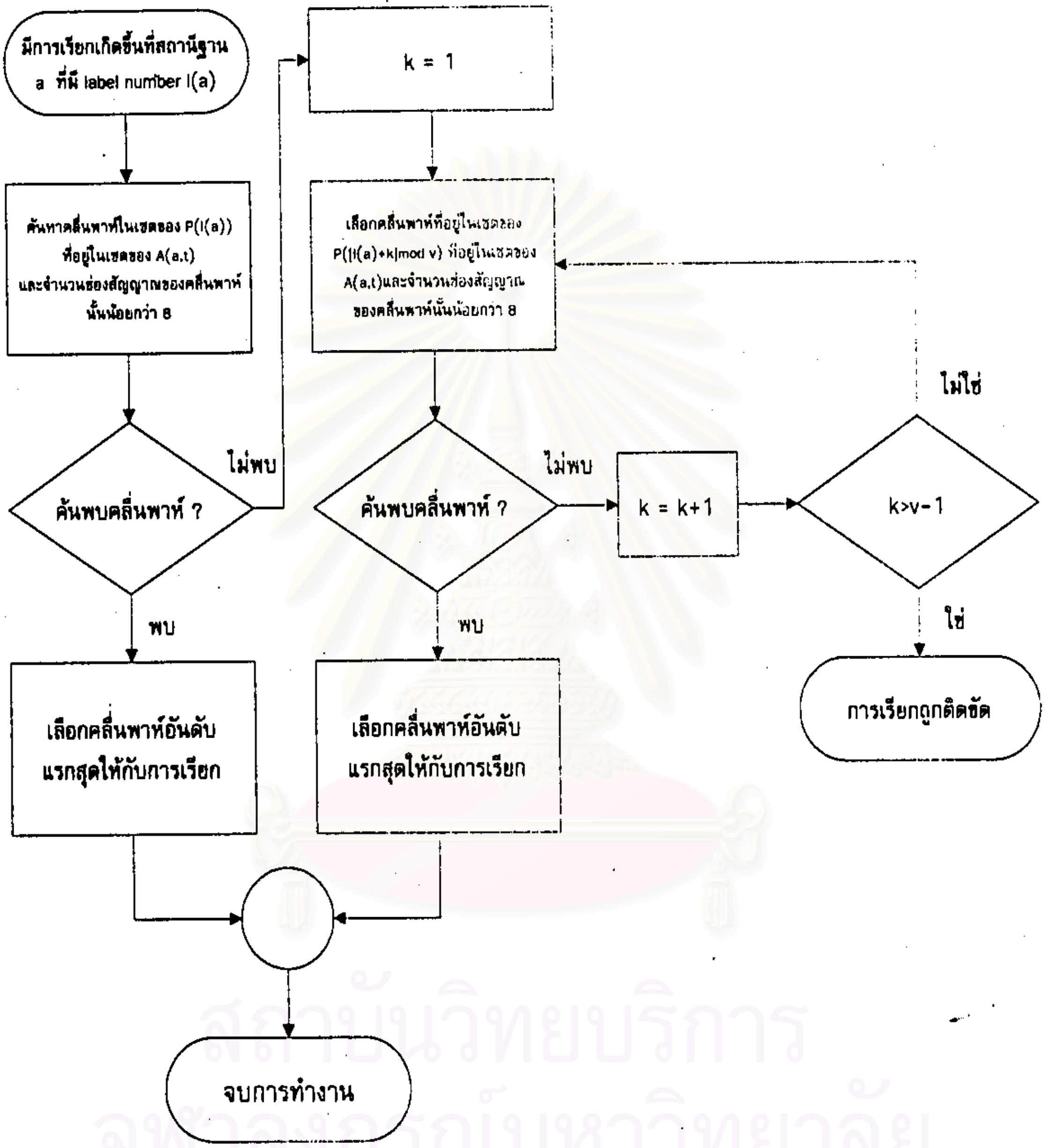
ดังมีรายละเอียดของ carrier acquisition และ carrier release ตามรูปที่ 2.3 ดังต่อไปนี้

Carrier Acquisition : สถานีฐาน a จะเลือกคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดตาม LA_X ในเซตของ A(a,t)

Carrier Release : สถานีฐาน a จะปล่อยคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำสุดตาม LA_X ในเซตของ S(a,t)

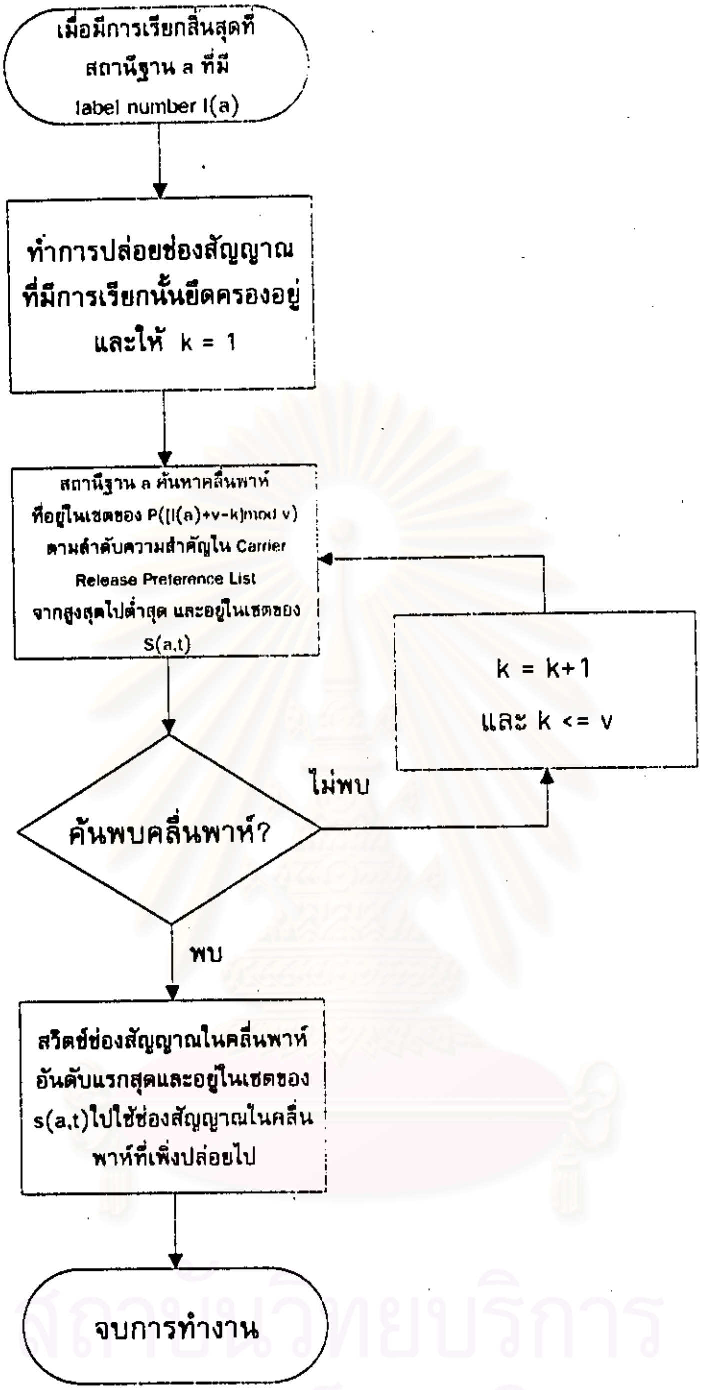
วิธี GDCA นั้นจะมีสมรรถนะที่ดีภายใต้ระบบที่ทราฟฟิกกระจายอย่างสม่ำเสมอ (uniform traffic) เนื่องจากมีการกำหนดเซตของคลื่นพาห์ให้แต่ละเซลล์อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ขัดต่อข้อจำกัดดังที่กล่าวมาข้างต้น ตราบใดที่คลื่นพาห์ใน first choice carrier นั้นถูกกำหนดให้กับการเรียกในเซลล์นั้น ๆ มันจะประพฤติเช่นเดียวกับวิธี FCA คือมีการทำให้ระยะห่างของเซตของคลื่นพาห์ที่สามารถใช้ความถี่ซ้ำให้ได้น้อยที่สุด ทำให้มีจำนวนเซลล์ที่ใช้เซตของคลื่นพาห์

เดียวกันในระบบมีจำนวนมากที่สุด จึงสามารถรองรับการเรียกจำนวนมากได้ ความน่าจะเป็นของการติดขัดจึงต่ำ ซึ่งวิธีการจัดเซตของคลื่นพาห์แบบนี้เรียกว่า *"optimal reuse pattern"* ดังแสดงในรูปที่ 2.1 กรณีที่ K = 7 และรูปที่ 2.2 กรณีที่ K = 9



(a) Carrier Acquisition

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



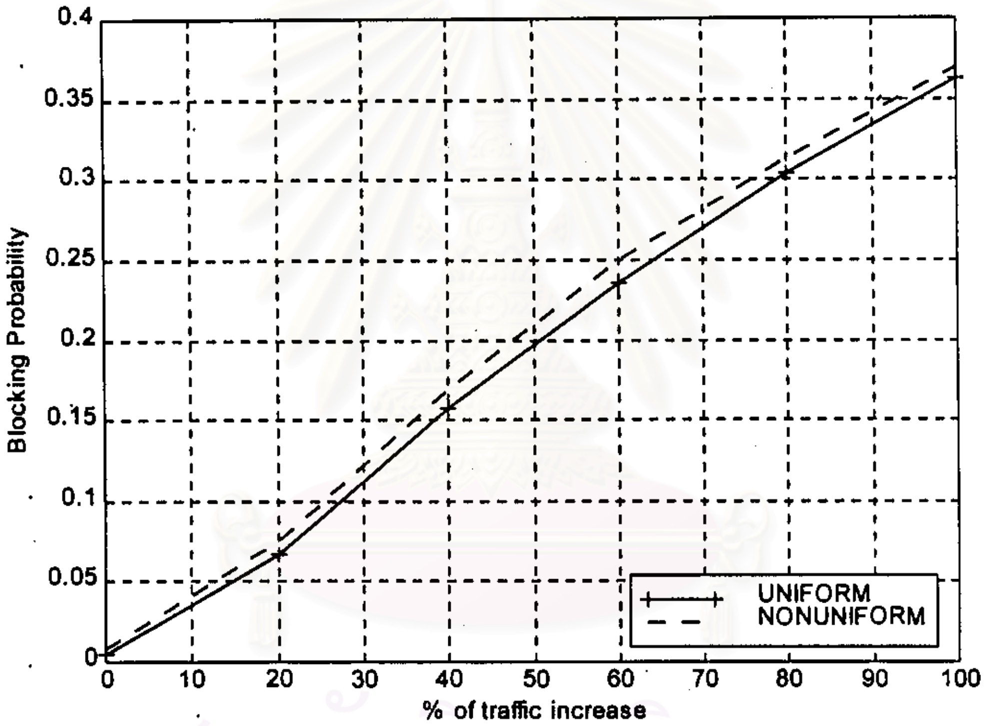
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(b) Carrier Release

รูปที่ 2.3 การจัดสรรช่องสัญญาณด้วยวิธี GDCA

2.3 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยวิธีคำนวณฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (CFDCA)

วิธี GDCA นั้นถึงแม้จะมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำเมื่ออยู่ในสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากวิธี GDCA สามารถใช้รูปแบบการใช้ความถี่ซ้ำเป็นแบบ optimal reuse pattern ได้ แต่เมื่อสภาวะทราฟฟิกมีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ (nonuniform traffic) จะมีคลื่นพาห์ที่ไม่อยู่ใน first choice carrier ถูกใช้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงทำให้สูญเสียรูปแบบการใช้ความถี่ซ้ำแบบ optimal reuse pattern ไป ความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกจึงสูงขึ้นกว่าในกรณีเมื่อทราฟฟิกมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ สำหรับวิธี GDCA ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ (K = 7, C = 35, 49 เซลล์)

S. Nanda และ D.J. Goodman [4] ได้เสนอวิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตด้วยวิธีคำนวณฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (Cost Function Dynamic Channel Allocation หรือ CFDCA) ขึ้น ซึ่งเป็นวิธีที่มีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกในกรณีที่ทราฟฟิกมีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอต่ำกว่ากรณีที่ทราฟฟิกมีการกระจายแบบสม่ำเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ซึ่งใช้พื้นฐานของ

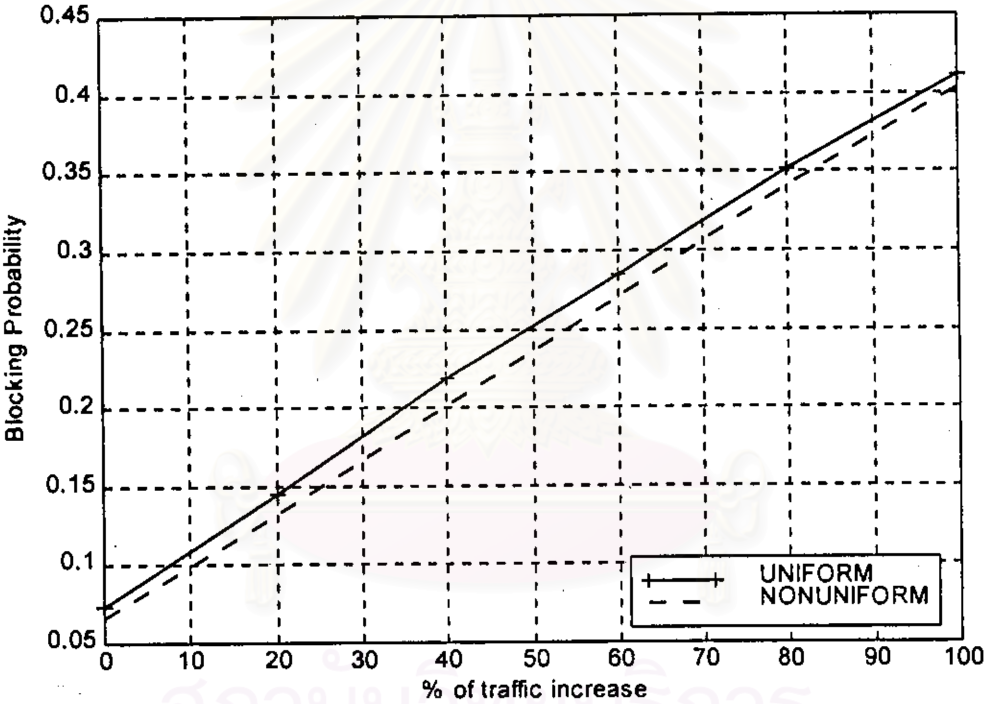
cost function : C(a,j,t) สำหรับคลื่นพาห์ j ในเซลล์ a ที่เวลา t และกำหนดเซต I(a,j,t) ของเซลล์ที่อยู่ใน N(a) ที่เวลา t เป็นเซตของเซลล์ที่เกิดการแทรกสอดเนื่องจากคลื่นพาห์ j นั่นคือ

$$I(a,j,t) = \{\xi \in N(a) \mid \exists b : \xi \in N(b) \, and \, j \in S(b,t)\} \qquad (2.3)$$

เมื่อ $C(a,j,t) = |N(a)| - |I(a,j,t)|$

$|.|$ แทนจำนวนของเซลล์

ξ คือ เซลล์ที่เป็นสมาชิกของ N(a) และ N(b)



รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกของทั้งระบบ สำหรับวิธี CFDCA ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอและไม่สม่ำเสมอ (K =7 , C = 35, 49 เซลล์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

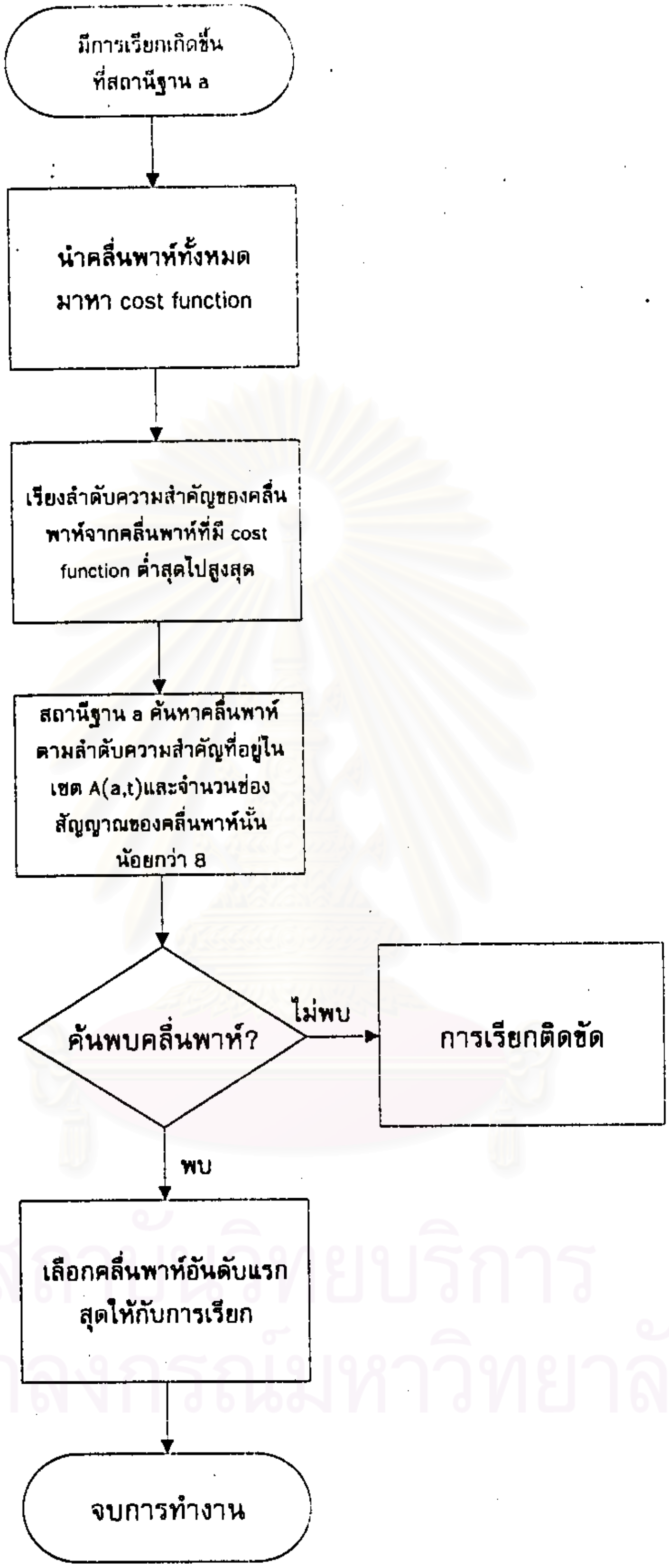
cost function ของแต่ละคลื่นพาห์จะถูกนำมาจัดเรียงตามลำดับความสำคัญ คลื่นพาห์ที่มี cost function ต่ำกว่าจะมีลำดับความสำคัญใน carrier acquisition preference list สูงกว่า ดังมีรายละเอียดของวิธี CFDCA ตามรูปที่ 2.6 ดังต่อไปนี้

Carrier Acquisition : สถานีฐาน a จะเลือกคลื่นพาห์ที่มี cost function ต่ำสุด (ลำดับความสำคัญสูงสุด) ในเซตของ A(a,t)

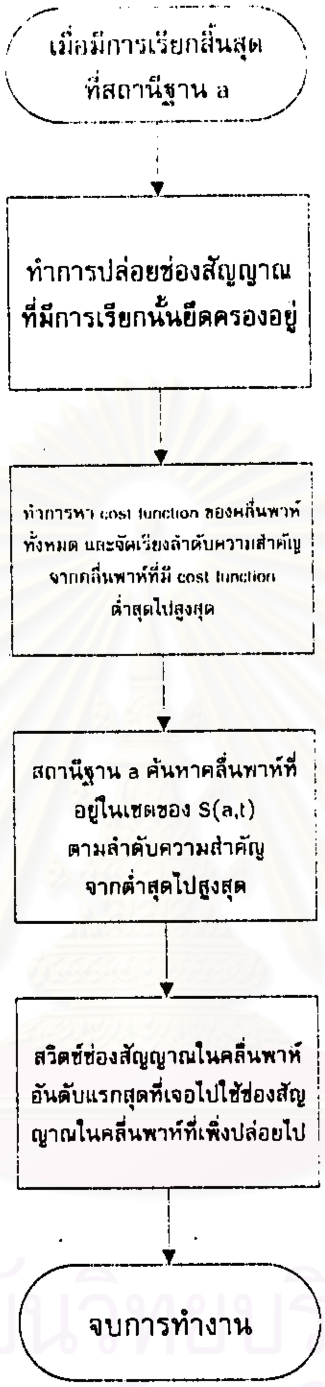
Carrier Release : สถานีฐาน a จะเลือกปล่อยคลื่นพาห์ที่มี cost function สูงสุด (ลำดับความสำคัญต่ำที่สุด) ในเซตของ S(a,t)

วิธี CFDCA มีสมรรถนะที่ดีภายใต้ทราฟฟิกที่มีการกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถทำให้รูปแบบการใช้ความถี่ซ้ำเป็นแบบ optimal reuse pattern ได้ก็ตาม แต่จะพยายามจัดคลื่นพาห์ให้กระชับที่สุดเท่าที่จะทำได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(a) Carrier Acquisition



(b) *Carrier Release*

รูปที่ 2.6 การจัดสรรช่องสัญญาณด้วยวิธี CFDCA

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต-ฟังก์ชันค่าใช้จ่าย (G-CFDCA) (วิธีที่เสนอ)

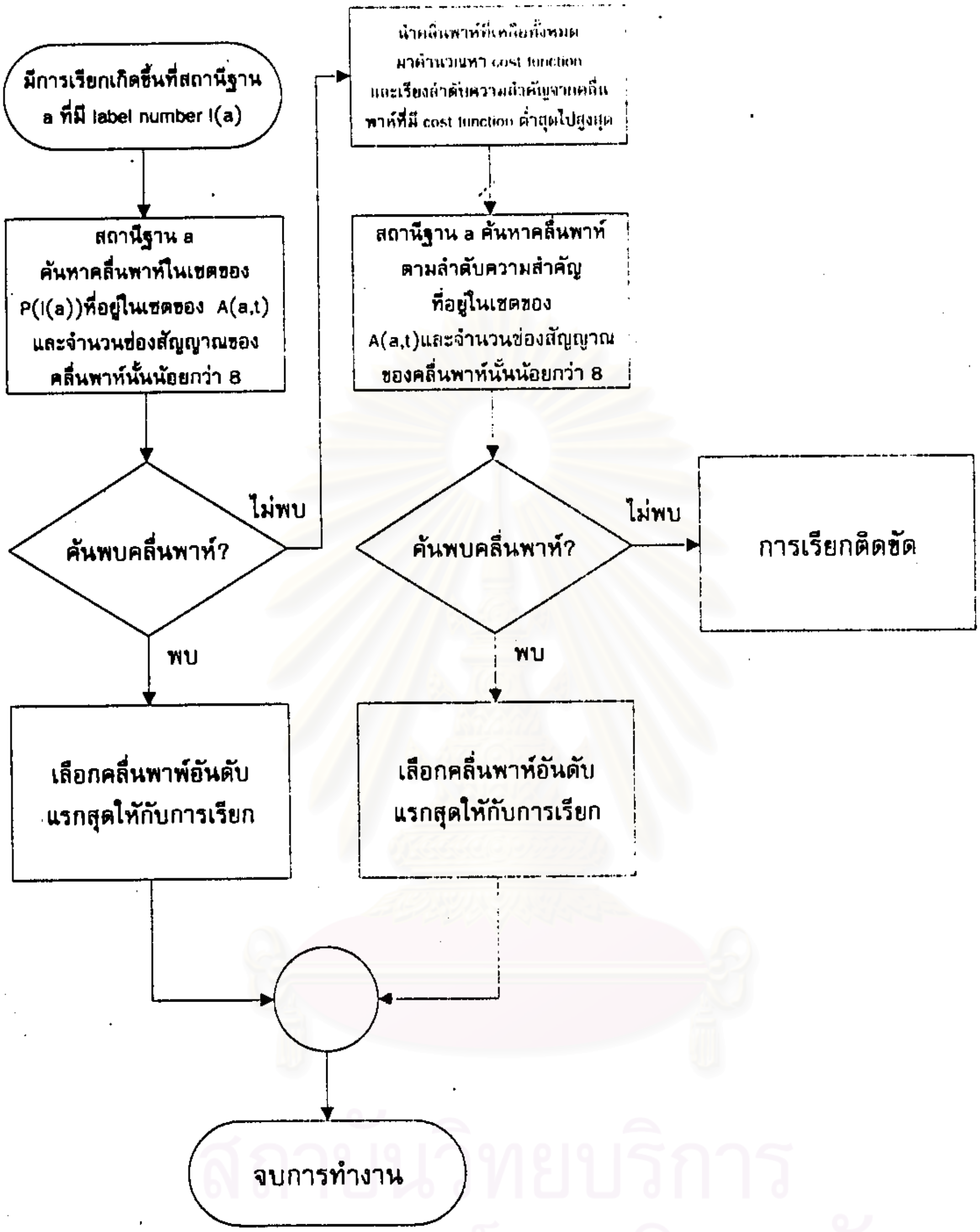
เนื่องจากวิธี GDCA สามารถจัดรูปแบบการใช้ความถี่เป็นแบบ optimal reuse pattern ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ แต่สภาวะทราฟฟิกในความเป็นจริงทราฟฟิกมีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ วิธี GDCA จึงมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อเทียบกับสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอ

ดังนั้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอการนำเอาวิธี CFDCA มาใช้ร่วมกับวิธี GDCA โดยไม่ต้องตรวจสอบว่าทราฟฟิกขณะนั้นเป็นแบบสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอ เพื่อเป็นการปรับปรุงสมรรถนะของวิธี GDCA ให้ดีขึ้นภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ เรียกวิธีนี้ว่า *"วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต-ฟังก์ชันค่าใช้จ่าย"* หรือ G-CFDCA

วิธี CFDCA ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำกว่าสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ เนื่องจากวิธี CFDCA สามารถที่จะจัดคลื่นพาห์ให้กระชับที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถทำให้การจัดรูปแบบการใช้ความถี่ซ้ำเป็นแบบ optimal reuse pattern ได้ก็ตาม ดังนั้นจึงได้นำเอาวิธี CFDCA มาใช้หาลำดับความสำคัญใน non first choice carrier ตาม carrier acquisition preference list ของวิธี GDCA ดังมีรายละเอียดของ Carrier Acquisition และ Carrier Release ของวิธี G-CFDCA ตามรูปที่ 2.7 ดังต่อไปนี้

Carrier Acquisition : วิธี G-CFDCA จะแบ่ง carrier acquisition ออกเป็น 2 ส่วน คือในส่วนแรกจะมีการจัดสรรคลื่นพาห์ให้กับสถานีฐานตามวิธี GDCA คือ เมื่อมีการเรียกมาถึงสถานีฐาน a จะเลือกคลื่นพาห์ที่อยู่ใน first choice carrier และอยู่ในเซตของ A(a,t) ตามลำดับความสำคัญ ถ้าสามารถเลือกคลื่นพาห์ได้แล้ว วิธีนี้ก็จะสิ้นสุดลง

แต่ถ้าไม่มีคลื่นพาห์ใน first choice carrier ที่สามารถกำหนดให้กับสถานีฐาน a ได้ คลื่นพาห์ใน carrier acquisition preference list ส่วนที่ไม่ใช่ first choice carrier จะถูกนำมาคำนวณหา cost function ตามวิธี CFDCA และจะเลือกคลื่นพาห์ที่มี cost function ต่ำที่สุด (ลำดับความสำคัญสูงที่สุด) ในเซตของ A(a,t) ถ้าสามารถเลือกคลื่นพาห์ได้แล้ว วิธีนี้ก็จะสิ้นสุดลง มิฉะนั้นจะถือว่าการเรียกนั้นติดขัด



(a) Carrier Acquisition

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย