หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิด ผลงานที่ผ่านมา และการปรับปรุงการจัดสรรช่องสัญญาณพลวัตชนิดเรขาคณิต-ฟังก์ชันค่าใช้จ่ายโดยใช้วิธีเพอร์ซิสเต็นต์ โพไลต์ แอ็กเกรสซีฟ

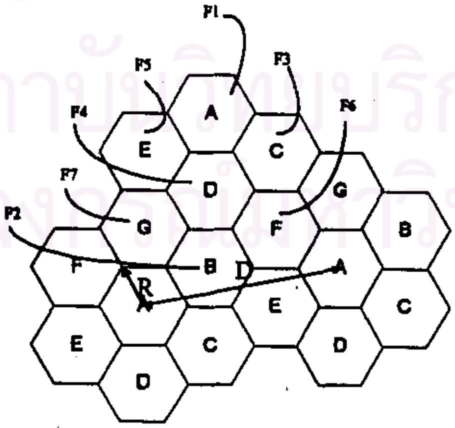
2.1 กล่าวนำ

วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบ่งได้เป็น 4 วิธีใหญ่ๆ ได้แก่ การจัดสรรช่องสัญญาณแบบตายตัว (Fixed Channel Allocation : FCA), การจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัต (Dynamic Channel Allocation : DCA), การจัดสรรช่องสัญญาณแบบไฮบริด (Hybrid Channel Allocation : HCA), การจัดสรรช่องสัญญาณแบบยืมช่องสัญญาณ (Borrowing Channel Allocation : BCA) ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1

สำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA นั้น จำนวนช่องสัญญาณที่ใช้สามารถคำนวณได้จาก Erlang-B formula [6] ถ้าเราทราบทราฟฟิกในช่วงเวลาชั่วโมงใช้สูงสุด (busy hour) (A) และความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียก (Blocking Probability : P_B) และจำนวนช่องสัญญาณต่อเซลล์ (N) โดย

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

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 [1]C/I ของช่องสัญญาณนั้นมีค่าสูงกว่า C/I เทรชโฮลด์ของระบบที่ตั้งไว้ และการเรียกที่มาถึงจะติดขัดเมื่อช่องสัญญาณได้ถูกจัดสรรให้กับ โทรศัพท์เคลื่อนที่เต็มหมดแล้ว

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

จาก [6] มีการนำการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตหรือ DCA มาใช้และปรับปรุงเพื่อประโยชน์ในด้านการใช้แบนด์วิดท์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ วิธี DCA จะมีจุดเด่นในการเลือกช่องสัญญาณและปล่อยช่องสัญญาณ คือ จะเลือกช่องสัญญาณหรือปล่อยช่องสัญญาณตามลำดับความสำคัญ (priority) เพื่อที่จะทำให้การใช้ความถี่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเรียกว่าการ "แฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์" (intracell-handover) หรือการแพ็กช่องสัญญาณ (channel packing) ในเซตของคลื่นพาห์ที่สามารถใช้สอยได้ (available carrier)

คลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสำหรับการนำมาใช้ (acquisition - priority) สูงสุดจะถูกเลือก และคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสำหรับการปล่อย (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

---

[1] C/I = Carrier to Interference Ration : เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังของสัญญาณที่ได้รับต่อกำลังของสัญญาณแทรกสอด มีหน่วยเป็นเดซิเบล (dB) ค่า C/I จะนำมาใช้ในการพิจารณาว่าคลื่นพาห์ที่มีอยู่สามารถนำมาใช้ได้หรือไม่

2.2 ผลงานที่ผ่านมา

2.2.1 วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต (GDCA)

ในบทความ [2], [3] ของ Francesco Delli Priscoli และ Fabrizio Sestini ได้เสนอวิธี Geometric Dynamic Channel Allocation ซึ่งเป็นการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ DCA โดยที่อัลกอริทึมการจัดสรรช่องสัญญาณมีลักษณะการจัดตามลำดับความสำคัญแบบ static-priority ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ระบบ GSM เพื่อมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกต่ำ

การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ GDCA นี้มีการกำหนดลำดับความสำคัญแบบตายตัวให้กับกลุ่มของคลื่นพาห์ที่จัดสรรให้แต่ละเซลล์ 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

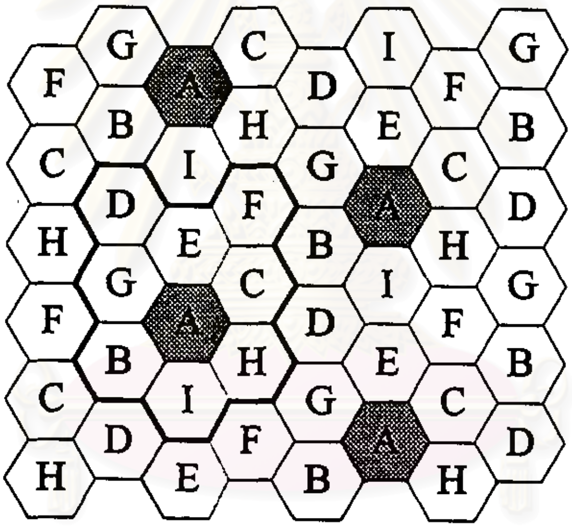
ในโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ระบบ GSM คลื่นพาห์ (Carrier) หนึ่งคลื่นพาห์จะถูกแบ่งออกเป็นหลายช่องสัญญาณ (Channel) หรือไทม์สลอต (time-slot) ซึ่งมีพื้นฐานของการจัดสรรทรัพยากรดังนี้

- Channel Acquisition : เมื่อมีการเรียกมาถึง ช่องสัญญาณใดที่ว่าง (ถ้ามี) ก็จะถูกจัดสรรให้กับการเรียกนั้น
- Channel Release : เมื่อการเรียกนั้นเสร็จสิ้น ช่องสัญญาณนั้นจะถูกปลดปล่อย
- Carrier Acquisition : คลื่นพาห์ใหม่จะถูกจัดสรรให้กับการเรียก ก็ต่อเมื่อมีการเรียกใหม่มาถึงและพบว่าช่องสัญญาณในคลื่นพาห์ที่ถูกใช้แล้วนั้นเต็ม
- Carrier Release : คลื่นพาห์ที่ถูกใช้แล้วจะถูกปลดปล่อยเมื่อช่องสัญญาณทั้งหมดในคลื่นพาห์นั้นว่างแล้ว

อัลกอริทึม 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)

label จะแทนด้วยตัวอักษรตัวใหญ่ เช่น A, B, ... ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.2 ในกรณี K = 9 จะใช้ label A-I ก็เพียงพอแล้วสำหรับระบบนี้ อัลกอริทึม 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 "คลื่นพาห์การเลือกแรก (first choice carrier)" และคลื่นพาห์ที่อยู่ในแต่ละเซตของคลื่นพาห์จะถูกจัดเรียงตามลำดับความสำคัญ ซึ่งแต่ละเซตของคลื่นพาห์จะมีจำนวนของคลื่นพาห์เท่ากัน



รูปที่ 2.2 การกำหนด label number ให้กับเซลล์ ด้วย v = 9

อัลกอริทึม 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 คลื่นพาห์ตัวเลือกแรก ที่อยู่ใน list นี้จะเป็นคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุด แต่ละ LA_x จะประกอบไปด้วยลำดับของเซตของกลุ่มคลื่นพาห์ เราจะกำหนดเลขจำนวนเต็มแทนด้วย label number เช่น A ↔ 0, B ↔ 1, C ↔ 2 ... เมื่อ i เป็นตัวเลขจำนวนเต็มที่สัมพันธ์กับ label X จะได้

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

carrier acquisition preference list แสดงในตารางที่ 2.1 ส่วน carrier release preference list จะเป็นส่วนกลับของตารางที่ 2.1 (เช่น P(8) ของ cell label A จะมีลำดับความสำคัญสูงสุดใน carrier release preference list และ P(7) สำคัญรองลงมา ตามด้วย P(6), P(5),... เป็นต้น) ดังแสดงใน ตารางที่ 2.2

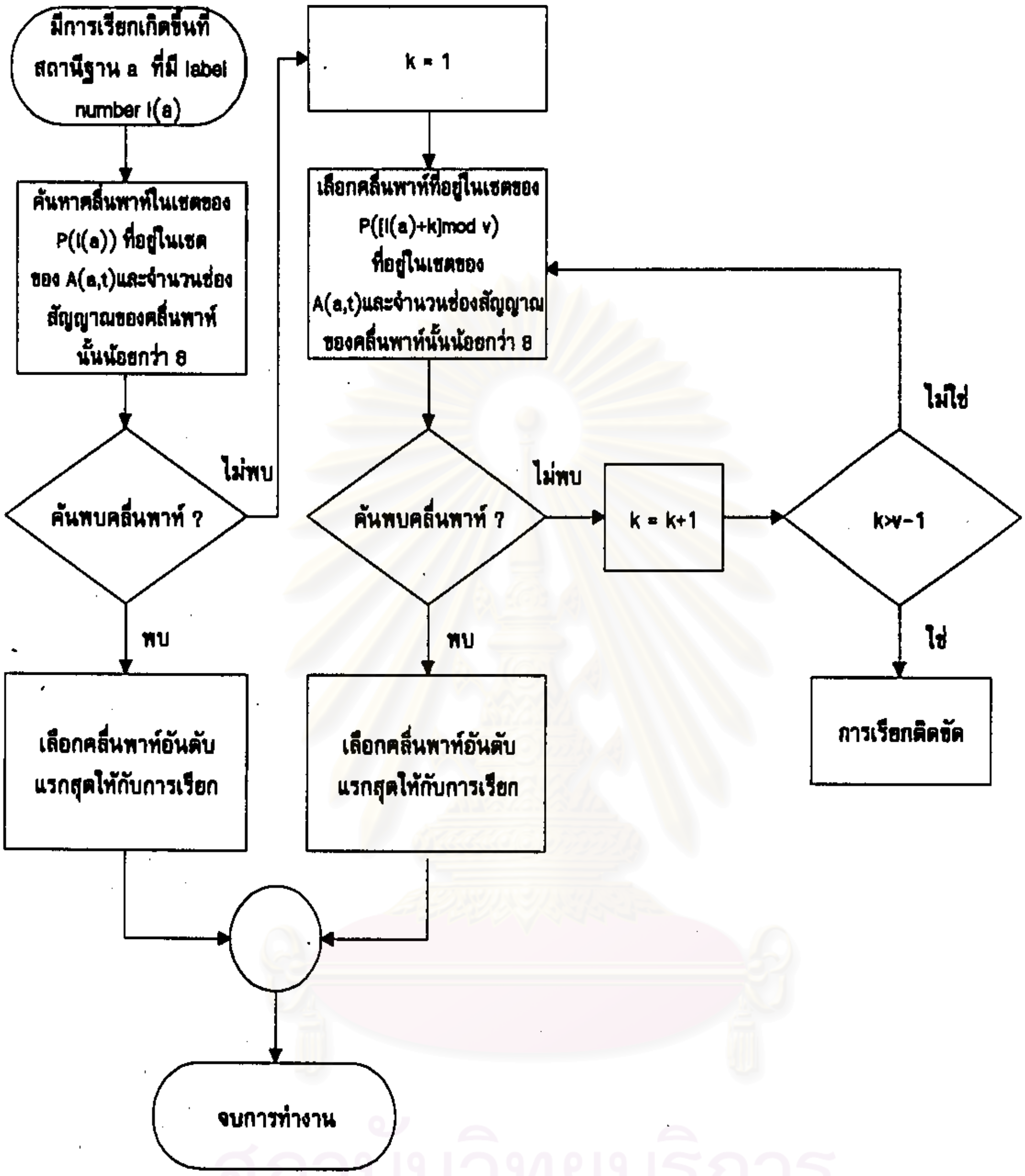
ตารางที่ 2.1 Carrier Acquisition Preference List ในกรณี 9 Labels

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

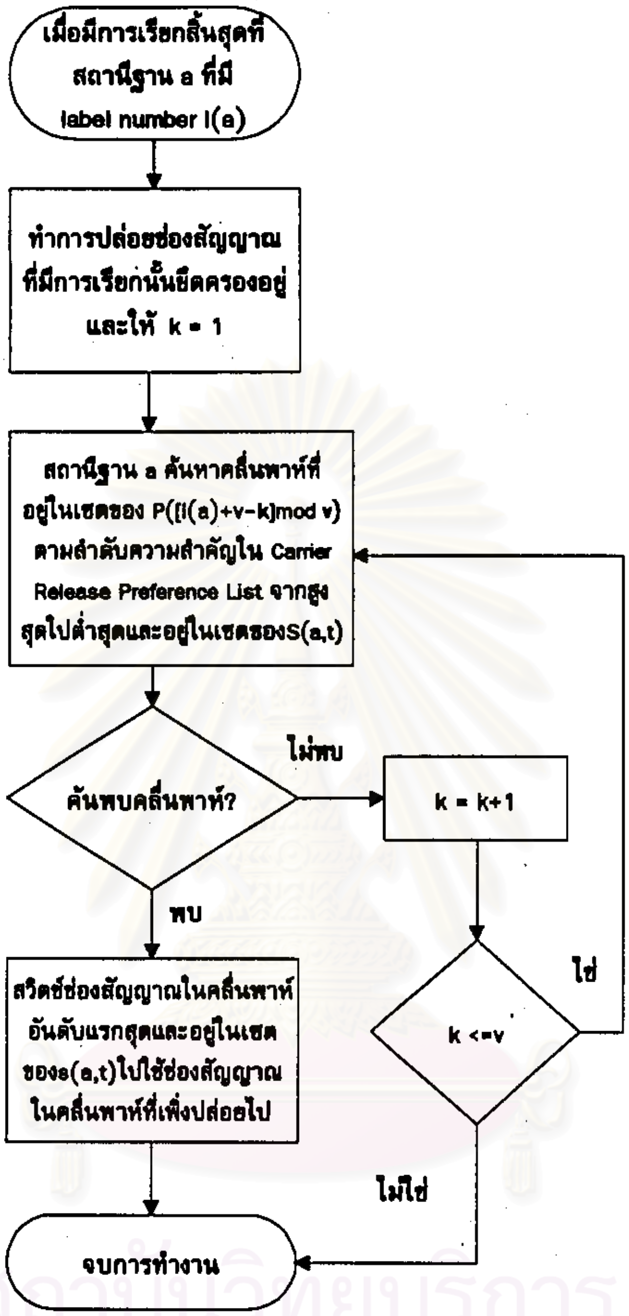
Cell label	1st choice	2nd choice	3rd choice	4th choice	5th choice	6th choice	7th choice	8th choice	9th choice
A	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)	P(0)
B	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)	P(1)
C	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)	P(2)
D	P(2)	P(1)	P(0)	P(8)	P(7)	P(6)	P(5)	P(4)	P(3)
E	P(3)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

รายละเอียดของ channel acquisition และ channel release เป็นไปตามรูปที่ 2.3



a) Channel Acquisition

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



b) Channel Release

รูปที่ 2.3 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ GDCA

Channel Acquisition : สถานีฐาน a จะเลือกคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสูงสุดตาม LA_x ในเซตของ A(a,t) และจัดช่องสัญญาณให้

Channel Release : สถานีฐาน a จะปล่อยช่องสัญญาณในคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญต่ำสุดตาม LA_x ในเซตของ S(a,t)

อัลกอริทึม GDCA นั้นจะมีสมรรถนะที่ดีภายใต้ระบบที่มีทราฟฟิกกระจายอย่างสม่ำเสมอ (uniform traffic) เนื่องจากมีการกำหนดเซตของคลื่นพาห์ให้แต่ละเซลล์อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ขัดต่อข้อจำกัดดังที่กล่าวมาข้างต้นตราบใดที่คลื่นพาห์ในส่วนคลื่นพาห์ตัวเลือกแรกนั้นถูกกำหนดให้กับการเรียกในเซลล์นั้นๆ และจะประพฤติเช่นเดียวกับ FCA คือมีการทำให้ระยะห่างของเซตของคลื่นพาห์ที่สามารถใช้ความถี่ซ้ำได้ให้น้อยที่สุด ทำให้มีจำนวนเซลล์ที่ใช้เซตของคลื่นพาห์เดียวกันในระบบมีจำนวนมากที่สุด จึงสามารถรองรับการเรียกจำนวนมากได้ ความน่าจะเป็นของการติดขัดจึงต่ำ ซึ่งวิธีการจัดเซตของคลื่นพาห์แบบนี้เรียกว่า "optimal reuse pattern"

2.2.2 การจัดช่องสัญญาณแบบ CFDCA

การจัดสรรช่องสัญญาณวิธีนี้มีสมรรถนะที่ดีภายใต้ทราฟฟิกไม่สม่ำเสมอ (ในขณะที่วิธี GDCA มีสมรรถนะที่ดีภายใต้ทราฟฟิกสม่ำเสมอ) วิธี CFDCA นี้ถูกเสนอโดย S. Nanda และ D. J. Goodman [4] 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 $C(a,j,t) = N(a) - I(a,j,t)$

$S(b,t)$ คือคลื่นพาห์ที่ถูกกำหนด (assigned carrier) ให้กับเซลล์ b ที่เวลา t

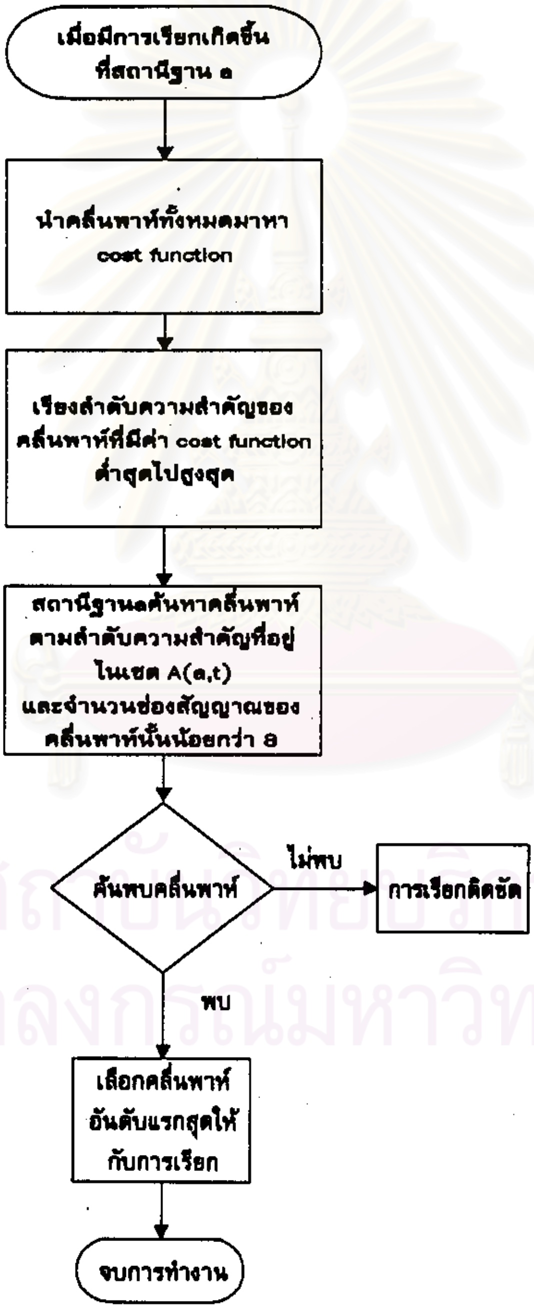
cost function ของแต่ละคลื่นพาห์จะถูกนำมาจัดเรียงตามลำดับความสำคัญ คลื่นพาห์ที่มี cost function ต่ำกว่าจะมีลำดับความสำคัญใน carrier acquisition preference list สูงกว่า ดังมีรายละเอียดของอัลกอริทึมตามรูปที่ 2.4 ดังต่อไปนี้

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

Channel Release : สถานีฐาน a จะทำการคำนวณหาค่า cost function ของคลื่นพาห์และเลือกปล่อยช่องสัญญาณในคลื่นพาห์ที่มี cost function สูงสุด (ลำดับความสำคัญต่ำสุด) ในเซตของ S(a,t)

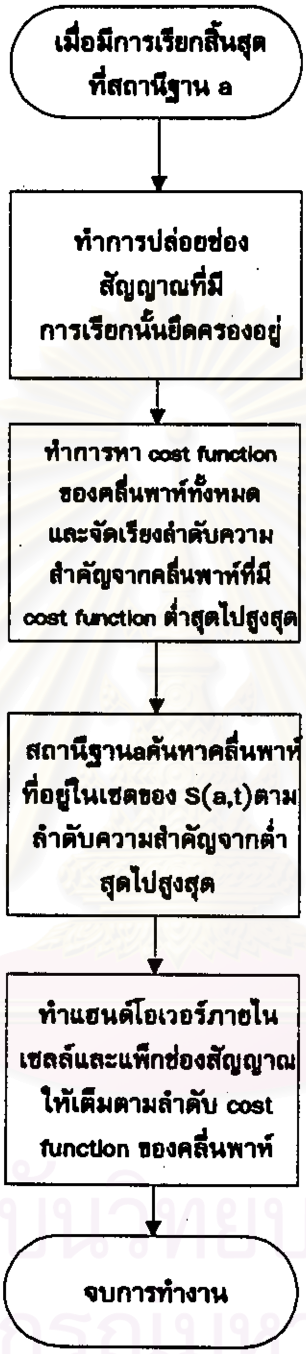
อัลกอริทึม cost function DCA มีสมรรถนะที่ดีภายใต้ทราฟฟิกที่มีการกระจายตัวอย่างไม่สม่ำเสมอ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถทำให้การจัดคลื่นพาห์เป็น optimal reuse pattern แต่จะพยายามจัดคลื่นพาห์ให้กระชับที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

เนื่องจากอัลกอริทึม GDCA สามารถจัดคลื่นพาห์ให้อยู่ในลักษณะ optimal reuse pattern ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ แต่สภาวะทราฟฟิกในความเป็นจริงมีการกระจายตัวแบบไม่สม่ำเสมอ อัลกอริทึม GDCA จึงมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อเทียบกับสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอ



a) Channel Acquisition

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



b) Channel Release

รูปที่ 2.4 การจัดสรรช่องสัญญาณด้วยวิธี CFDCA

2.2.3 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ G-CFDCA

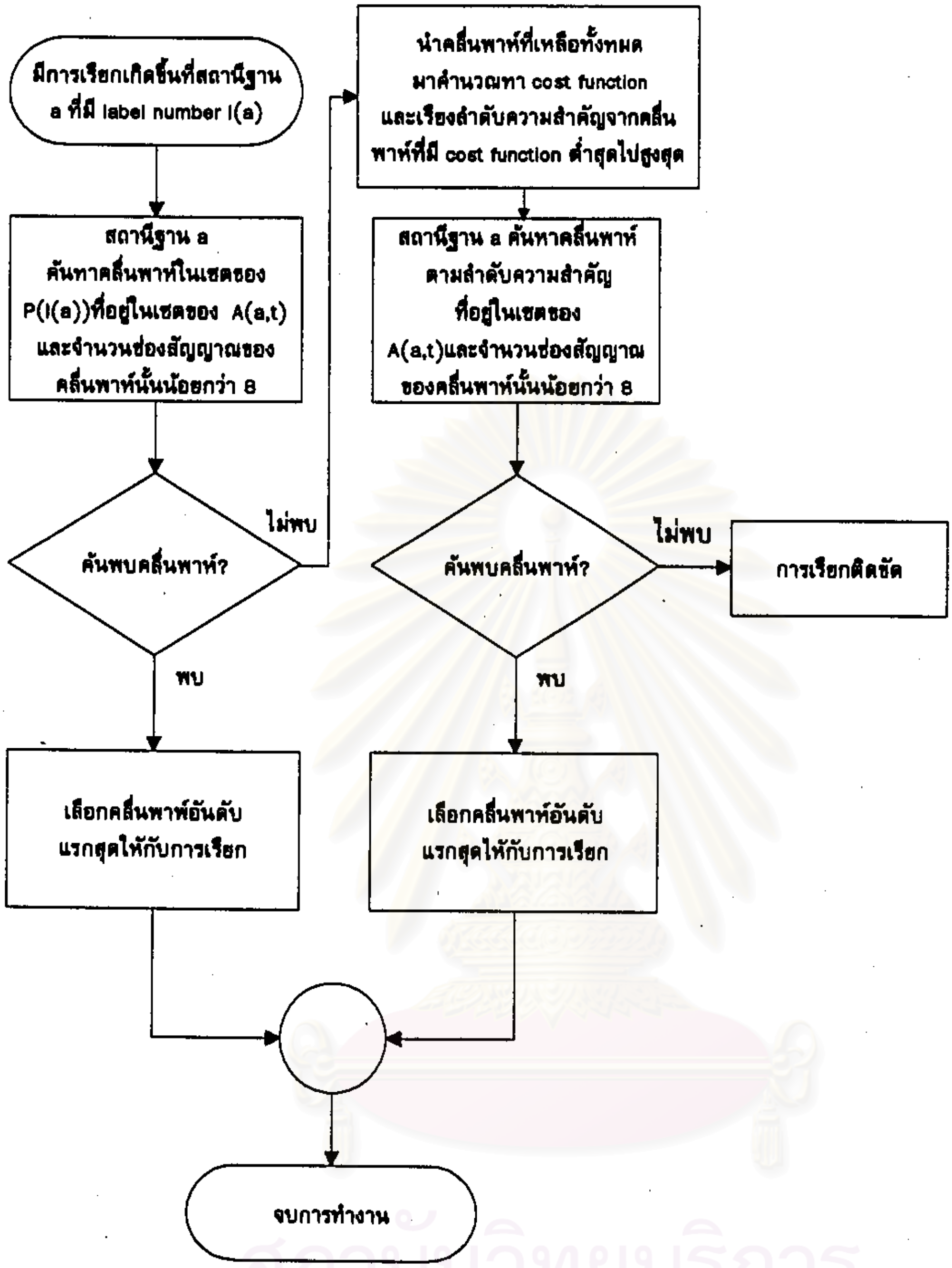
งานวิจัยของ ชีวโรจน์ นวลประเสริฐ [6] ได้มีการนำอัลกอริทึม GDCA และCFDCA มารวมกัน เนื่องจากวิธี GDCA สามารถจัดรูปแบบการใช้ความถี่เป็นแบบ optimal reuse pattern ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ แต่สภาวะทราฟฟิกในความเป็นจริงมีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ วิธี GDCA จึงมีประสิทธิภาพลดลงในกรณีสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายตัวแบบสม่ำเสมอ

ดังนั้นงานวิจัย [6] จึงได้นำเสนอให้นำเอาวิธี CFDCA มาใช้ร่วมกับวิธี GDCA โดยไม่ต้องตรวจสอบว่าทราฟฟิกขณะนั้นเป็นแบบสม่ำเสมอหรือไม่สม่ำเสมอ เพื่อเป็นการปรับปรุงสมรรถนะของวิธี GDCA ให้ดีขึ้นภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอ เรียกวิธีนี้ว่า "วิธีการจัดสรรช่องสัญญาณแบบพลวัตเชิงเรขาคณิต-ฟังก์ชันค่าใช้จ่าย" (Geometric-Cost Function Dynamic Channel Allocation หรือ G-CFDCA)

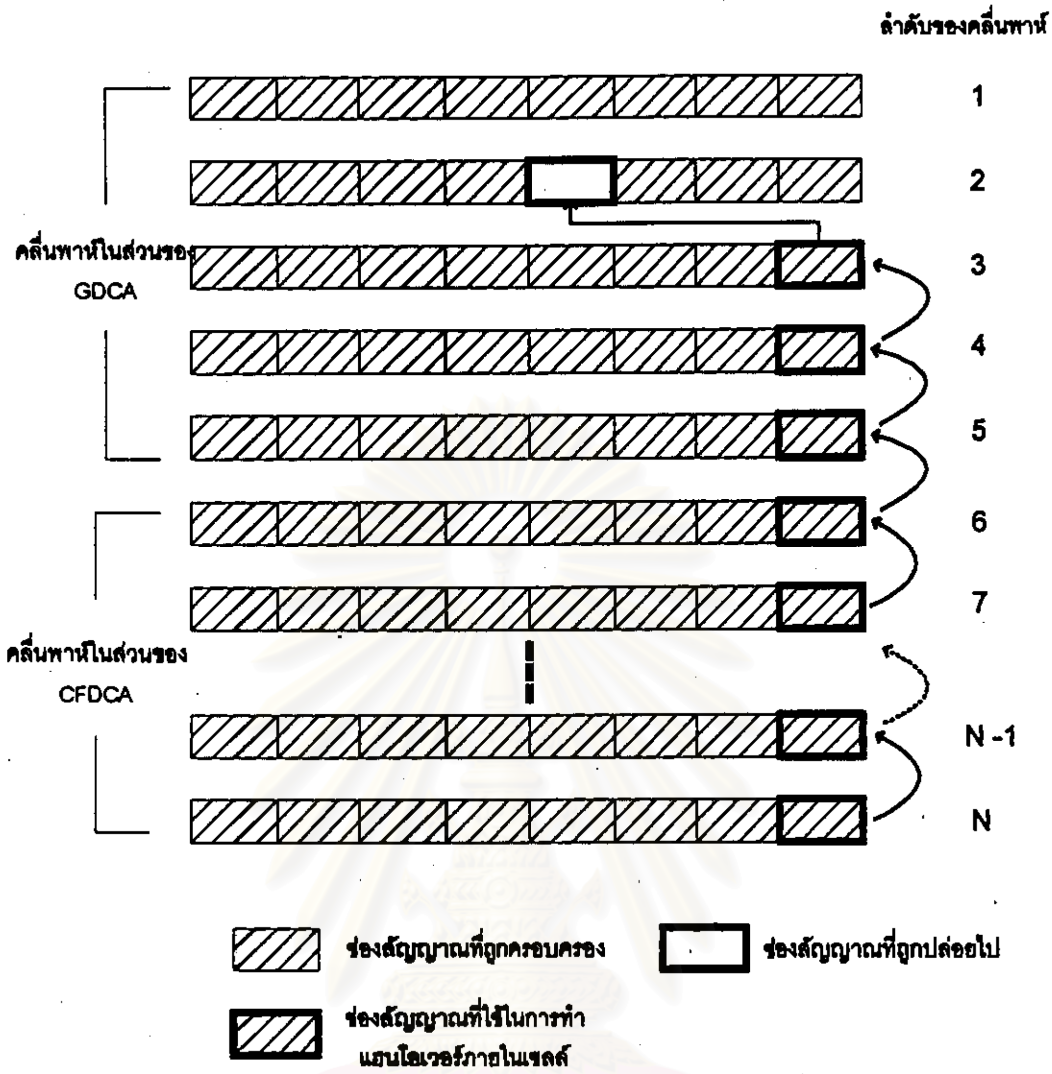
วิธี CFDCA ภายใต้สภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบไม่สม่ำเสมอมีความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียกเมื่อเทียบกับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ FCA ต่ำกว่าสภาวะทราฟฟิกที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ เนื่องจากวิธี CFDCA สามารถที่จะจัดคลื่นพาหให้กระชับที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถทำให้การจัดรูปแบบการใช้ความถี่ซ้ำเป็นแบบ optimal reuse pattern ได้ก็ตาม ดังนั้นจึงได้นำเอาวิธี CFDCA มาใช้หาลำดับความสำคัญในคลื่นพาห์ตัวเลือกรอง (non first choice carrier) ตาม carrier acquisition preference list ของวิธี GDCA ดังมีรายละเอียดของ Channel Acquisition และ Channel Release ของวิธี G-CFDCA ตามรูปที่ 2.5 ดังต่อไปนี้

Channel Acquisition : วิธี G-CFDCA จะแบ่ง carrier acquisition ออกเป็น 2 ส่วน คือ ในส่วนแรกจะมีการจัดสรรคลื่นพาห์ให้กับการเรียกที่เกิดขึ้นในสถานีฐานตามวิธี GDCA คือ เมื่อมีการเรียกมาถึง สถานีฐาน a จะเลือกคลื่นพาห์ที่อยู่ในคลื่นพาห์ตัวเลือกแรก (first choice carrier) และอยู่ในเซตของ A(a,t) ตามลำดับความสำคัญ ถ้าสามารถเลือกคลื่นพาห์ได้แล้ว วิธีนี้ก็จะสิ้นสุดลง

แต่ถ้าไม่มีคลื่นพาห์ในส่วนคลื่นพาห์ตัวเลือกแรก ที่สามารถกำหนดให้กับสถานีฐาน a ได้ คลื่นพาห์ใน carrier acquisition preference list ส่วนที่ไม่ใช่คลื่นพาห์ตัวเลือกแรกจะถูกนำมาคำนวณหา cost function ตามวิธี CFDCA และจะเลือกคลื่นพาห์ที่มี cost function ต่ำที่สุด (ลำดับความสำคัญสูงที่สุด) ในเซตของ A(a,t) ถ้าสามารถเลือกคลื่นพาห์ได้แล้ว วิธีนี้ก็จะสิ้นสุดลง มิฉะนั้นจะถือว่าการเรียกนั้นติดขัด



a) Channel Acquisition



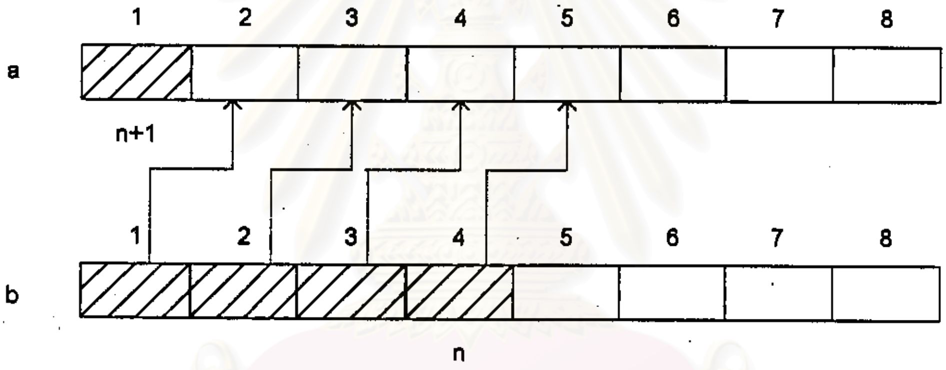
b) Channel Release

รูปที่ 2.5 การจัดสรรช่องสัญญาณด้วยวิธี G-CFDCA

Channel Release : เมื่อการเรียกมีการสิ้นสุด (คือ ช่องสัญญาณที่ถูกปล่อยไปในรูปที่ 2.5 b) จะมีการเรียงช่องสัญญาณโดยให้คลื่นพาห์ในส่วนของ CFDCA มีความสำคัญในการปล่อยช่องสัญญาณที่สูงกว่า GDCA ซึ่งการทำแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์จะเป็นไปตามรูปที่ 2.5 เมื่อการเรียกสิ้นสุดในช่องสัญญาณของคลื่นพาห์ที่ 2 ช่องสัญญาณสุดท้ายของคลื่นพาห์ที่ 3 จะถูกสวิตช์ไปยังคลื่นพาห์ที่ 2 นั้น จากนั้นก็จะมีการสวิตช์จากคลื่นพาห์ที่ 4 ไป คลื่นพาห์ที่ 3 เป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนถึงคลื่นพาห์ที่ N

2.3 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ G-CFDCA+PPA (วิธีที่เสนอ)

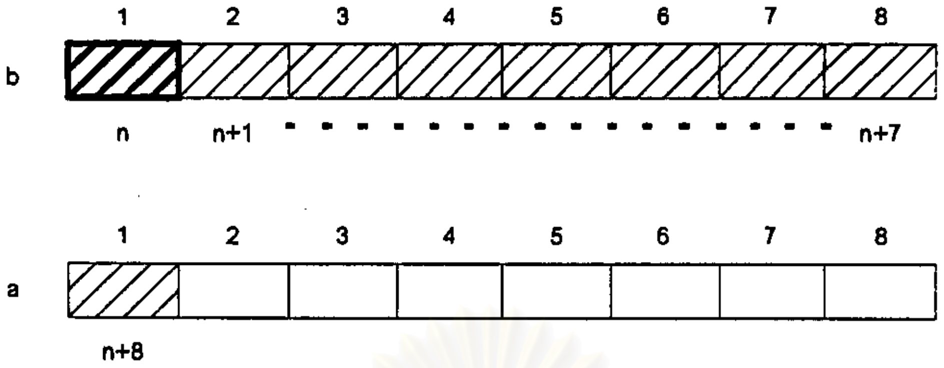
เนื่องจากการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ CFDCA นั้นมีลักษณะที่ต้องจัดเรียงคลื่นพาห์ใหม่ทุกครั้งเมื่อมีการเรียกใหม่เข้ามา เช่น เมื่อมีการเรียกครั้งที่ n เข้ามาในเซลล์ๆหนึ่ง และสถานีฐานทำการหาฟังก์ชันค่าใช้จ่ายและจัดคลื่นพาห์ที่ b ให้กับการเรียกนั้น (และขณะนั้นช่องสัญญาณในคลื่นพาห์ b ยังมีเหลืออยู่) ต่อมาเมื่อมีการเรียกครั้งที่ n+1 เข้ามา และสถานีฐานจัดการหาคลื่นพาห์ที่มีค่าฟังก์ชันค่าใช้จ่ายต่ำสุดครั้งใหม่ซึ่งอาจจะไม่เป็นคลื่นพาห์ b ที่ยังมีช่องสัญญาณเหลืออยู่ แต่อาจเป็นคลื่นพาห์ a และมีความสำคัญมากกว่าคลื่นพาห์ b ซึ่งถ้าเกิดกรณีนี้ขึ้นจะทำให้มีการทำ แฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ (เพื่อการแพ็กช่องสัญญาณ) ย้ายช่องสัญญาณที่ 1-4 ของคลื่นพาห์ b ไปยังช่องสัญญาณที่ 2-5 ของคลื่นพาห์ a ซึ่งเป็นการทำแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ที่สูงขึ้นโดยไม่จำเป็น ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การทำแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์สำหรับการจัดสรรช่องสัญญาณ CFDCA

ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหานี้ จึงปรับอัลกอริทึม CFDCA โดยแทนที่จะหาค่าฟังก์ชันค่าใช้จ่ายทุกครั้งที่มีการเรียกเข้ามา ก็ปรับให้เป็นใช้คลื่นพาห์หนึ่งๆให้เต็มก่อนที่จะหาค่าฟังก์ชันค่าใช้จ่ายในการเรียกที่ถัดจากการเรียกที่ครอบครองช่องสัญญาณสุดท้ายในคลื่นพาห์นั้น ดังรูปที่ 2.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.7 การปรับปรุงอัลกอริทึมการจัดสรรช่องสัญญาณ CFDCA

จากรูปที่ 2.7 เมื่อมีการเรียก n เข้ามาในเซลล์ๆหนึ่ง สถานีฐานจะทำการหาฟังก์ชันค่าใช้จ่าย เช่นเลือกคลื่นพาห์ b ให้กับการเรียก n นั้น ต่อมาเมื่อมีการเรียก n+1 เข้ามา สถานีฐานยังคงเลือกคลื่นพาห์ b ให้กับการเรียก n+1 จนกระทั่งถึงการเรียก n+7 และเมื่อมีการเรียก n+8 เข้ามา สถานีฐานจึงทำการหาฟังก์ชันค่าใช้จ่ายใหม่ (ในรูป เลือกได้คลื่นพาห์ a) และจัดให้กับการเรียกที่เกิดขึ้นในเซลล์นั้นตั้งแต่ n+8 ถึง n+15 ต่อไป

นอกจากนี้จะมีการปรับปรุงอัลกอริทึม G-CFDCA โดยเพิ่มอัลกอริทึมอีกชนิดเข้าไปโดยอ้างอิงจากบทความ [5] ของ Chih-Lin I และ Pi-Hui Chao ที่ได้เสนอวิธี Local Packing ซึ่งเป็นวิธี DCA ที่มีการควบคุมแบบกระจายชนิด persistent polite aggressive

หลักการของ persistent polite aggressive คือการจัดสรรช่องสัญญาณแบบต่างๆที่มีเงื่อนไขคือในการจัดสรรนั้นต้องไม่มีสัญญาณแทรกสอดในช่องสัญญาณร่วมเกิดขึ้น จากนั้นจึงมาเข้ากระบวนการแอ็กเกรสซีฟ สำหรับบทความ [5] มีลักษณะเด่นคือ มีการใช้ตารางการครอบครองช่องสัญญาณทวีคูณ (Augmented Channel Occupancy :ACO) โดยสถานีฐานในเซลล์แต่ละเซลล์จะทำการเลือกช่องสัญญาณให้กับการเรียกใหม่ด้วยตัวเอง โดยการใช้ตาราง ACO นี้

ตาราง ACO เป็นเมตริกซ์ที่ประกอบด้วยข่าวสารท้องถิ่นที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับสถานีฐานแต่ละสถานีในการเลือกช่องสัญญาณ ตารางที่ 2.3 แสดงตาราง ACO ของสถานีฐานใดๆ สมมติให้เป็นสถานีฐานภายในเซลล์ C สมมติว่าในโครงข่ายทั้งหมดนั้นมีช่องสัญญาณทั้งหมด M ช่อง และ เซลล์ C มีกลุ่มเซลล์ข้างเคียงที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่จะไม่เกิดการแทรกสอดในช่องสัญญาณร่วม (cochannel interference) จำนวนทั้งหมด k_c เซลล์ รูปที่ 2.8 แสดง interference neighborhood ของเซลล์ C ซึ่งมีค่า k_c = 18 ในระบบเซลลูลาร์ที่มีแบบรูปการใช้ความถี่ซ้ำ 7 เซลล์นอกจากนี้ k_c ยังมีค่าอื่นๆได้ เช่น k_c = 6 ในระบบเซลลูลาร์ที่มีแบบรูปการใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความถี่ซ้ำ 3 เซลล์ ถ้าช่องสัญญาณถูกใช้ในเซลล์ข้างเคียง k_c เซลล์ใดๆ เซลล์ C จะไม่สามารถใช้ช่องนั้นได้อีก ในตาราง ACO นี้มี k_c+1 แถว และ M+1 คอลัมน์ M คอลัมน์แรกเทียบเท่ากับ ช่องสัญญาณ M ช่อง กากบาทในแถวแรกบอกถึงช่องสัญญาณที่ถูกใช้ในเซลล์ C กากบาทใน k_c แถวที่เหลือบอกถึงการครอบครองช่องสัญญาณในเซลล์ข้างเคียงเซลล์ C ดังนั้นคอลัมน์ที่ว่างเปล่าบอกถึงช่องสัญญาณที่ว่างสามารถนำมาใช้งานได้ ตัวเลขในคอลัมน์สุดท้ายของตาราง ACO บอกถึงจำนวนของคอลัมน์ที่ว่างเปล่าในตาราง ACO ของเซลล์ที่เทียบเท่ากับแถวนั้น ตัวอย่างการใช้งานตาราง ACO มีดังต่อไปนี้

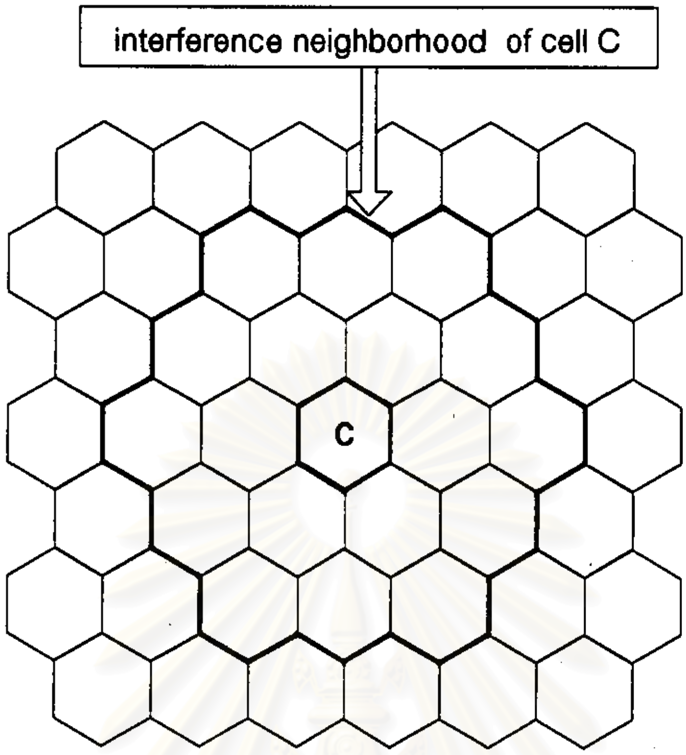
เมื่อเซลล์ C ได้รับการร้องขอสำหรับการเรียก สถานีฐานในเซลล์ C จะทำการค้นหาคอลัมน์ที่ว่างเปล่าในตาราง ACO ของตนเอง (timid) ถ้ามีสถานีฐานจะจัดสรรช่องสัญญาณนั้นให้กับการเรียกนั้น ถ้าตาราง ACO ไม่มีคอลัมน์ว่างเปล่า สถานีฐานจะหาคอลัมน์ที่มีกากบาทเพียงอันเดียว (aggressive) ซึ่งหมายถึง ช่องสัญญาณที่ถูกใช้งานจากเซลล์เพียง 1 เซลล์ในเซลล์จำนวน k_c เซลล์ที่อยู่ข้างเคียงเซลล์ C ถ้าพบสถานีฐานจะระบุเซลล์ที่ใช้งานช่องนั้นอยู่ และตรวจสอบว่าเซลล์นั้นมีช่องสัญญาณอื่นที่ใช้งานได้หรือไม่ ถ้ามีสถานีฐานของเซลล์ C จะส่งการร้องขอสู่สถานีฐานของเซลล์นั้นเพื่อจัดสรรการเรียกที่ใช้งานช่องสัญญาณนั้นอยู่ในขณะนั้นให้ไปใช้ช่องสัญญาณอื่นที่ยังว่างอยู่แทนและจัดสรรช่องสัญญาณนั้นให้กับการเรียกที่ร้องขอในเซลล์ C ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 4 ไม่มีคอลัมน์ที่ว่างเปล่า ถ้าสถานีฐานของเซลล์ C ได้รับการร้องขอสำหรับการเรียก จะพบว่ามี 2 คอลัมน์ที่มีการครอบครองเพียงเซลล์เดียว นั่นคือ ช่องสัญญาณที่ 4 และ 6 ถูกครอบครองจากเซลล์ C_1 และ C_4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่าในคอลัมน์สุดท้ายของเซลล์ C_1 คือ 0 ส่วนของเซลล์ C_4 คือ 5 จึงทราบได้ว่าเซลล์ C_1 ไม่สามารถจัดสรรช่องสัญญาณใหม่ให้กับการเรียกที่กำลังดำเนินอยู่ได้ แต่เซลล์ C_4 สามารถทำได้

ตารางที่ 2.3 ตาราง Augmented Channel Occupancy ที่เซลล์ C

สถาบันวิทยบริการ

	ช่องสัญญาณ										
เซลล์	1	2	3	4	5	6	7	8	...	M	จำนวนช่องสัญญาณที่ใช้งานได้
C		X			X						0
C_1	X			X			X				0
C_2			X					X		X	2
C_3	X						X		...		0
C_4			X			X				X	5
:	:	:	:	:	:	:	:	:		:	:
C_{kc}			X					X			4

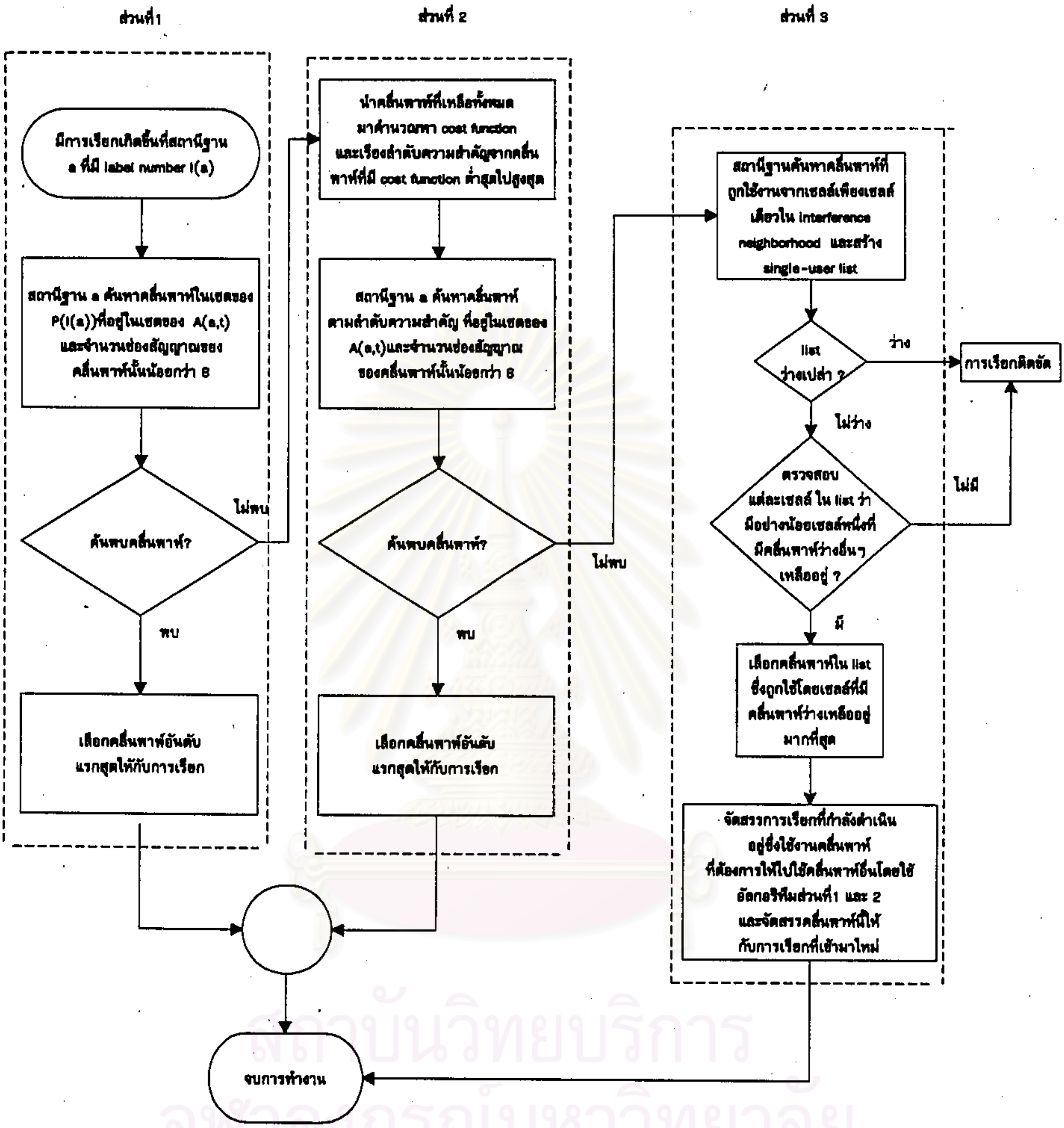
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.8 interference neighborhood ของเซลล์ C

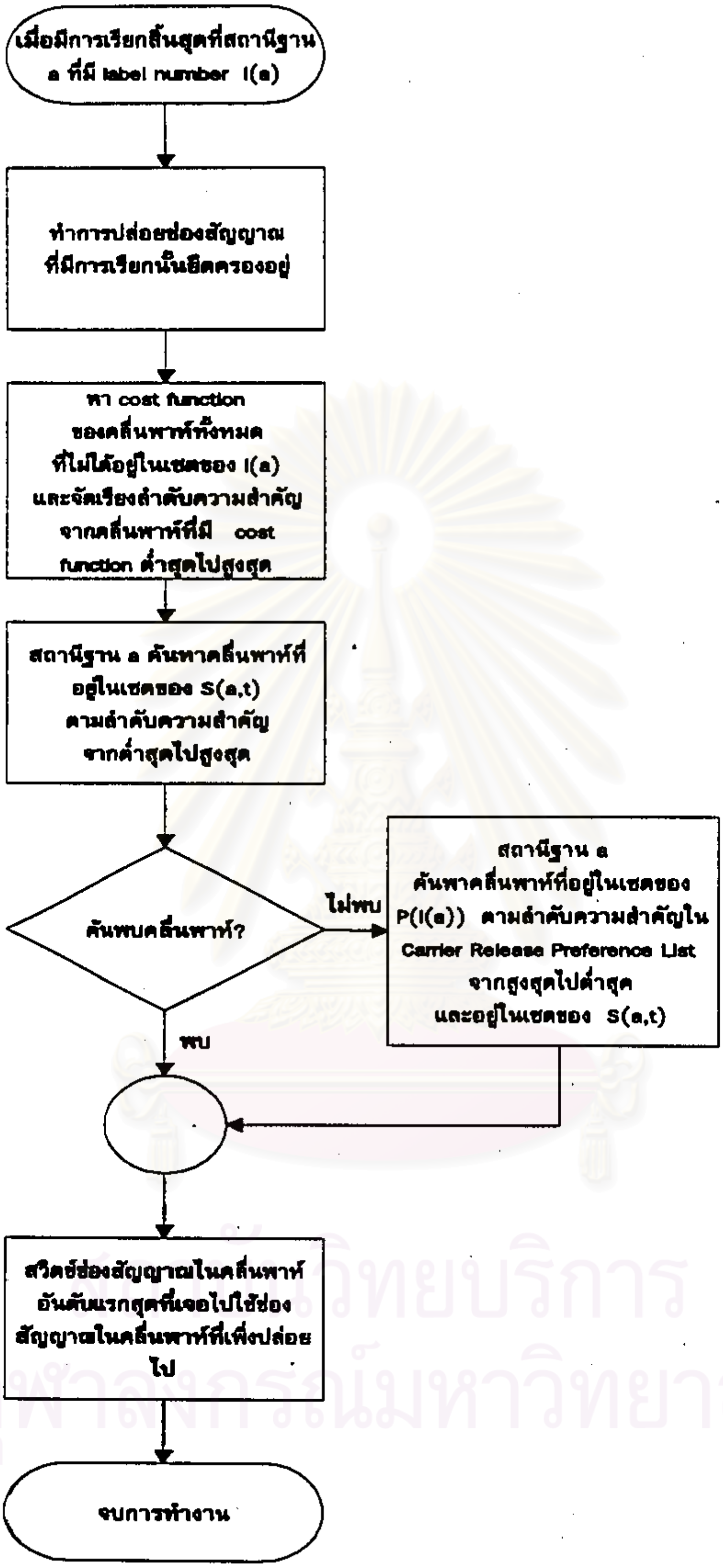
การทำกระบวนการแอ็กเกรสซีฟนี้มีข้อดีคือทำให้การจัดสรรช่องสัญญาณมีความกระชับขึ้นอีกทั้งยังช่วยลดผลของความน่าจะเป็นของการติดขัดของการเรียก ดังนั้นในการปรับปรุงการจัดสรรช่องสัญญาณในงานวิจัยนี้ เราจะนำแนวทางของอัลกอริทึมแอ็กเกรสซีฟ (aggressive algorithm) จากบทความ [5] ข้างต้น ใส่เข้าไปต่อจากอัลกอริทึมของ G-CFDCA ซึ่งจะถือว่าเป็นวิธี persistent polite aggressive (PPA) คือหลังจากทำการจัดช่องสัญญาณแบบ DCA ข้างต้นแล้วจะทำกระบวนการแอ็กเกรสซีฟคือการยอมให้เซลล์ที่ถูกพิจารณาจัดช่องสัญญาณสามารถใช้คลื่นพาห์ของเซลล์ข้างเคียงในการจัดช่องสัญญาณได้และจัดให้ช่องสัญญาณเดิมที่ครอบครองคลื่นพาห์ของเซลล์ข้างเคียงนั้นเปลี่ยนไปใช้คลื่นพาห์อื่น

วิธี G-CFDCA+PPA จะทำให้ระบบไม่ต้องตรวจสอบทราฟฟิกว่าเป็นแบบสม่ำเสมอ (uniform) หรือไม่สม่ำเสมอ (non-uniform) อีกทั้งปรับปรุงการทำแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ด้วยการปรับปรุงอัลกอริทึมส่วนของ CFDCA โดยมีการแบ่งการทำ Channel Acquisition และ Carrier release ตามอัลกอริทึมรูปที่ 2.9



a) Channel Acquisition

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



b) Channel Release

รูปที่ 2.9 การจัดสรรช่องสัญญาณแบบ G-CFDCA+PPA (วิธีที่เสนอ)

Channel Acquisition: แบ่งการทำงานได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u>: ทำการจัดสรรช่องสัญญาณคลื่นพาห์ตัวเลือกแรกตามกระบวนการ GDCA

<u>ส่วนที่ 2</u>: ถ้าไม่มีคลื่นพาห์ในส่วนคลื่นพาห์ตัวเลือกแรกจากส่วนที่ 1 ที่สามารถกำหนดให้กับสถานีฐาน a ได้ คลื่นพาห์ใน carrier acquisition preference list ส่วนที่ไม่ใช่คลื่นพาห์ตัวเลือกแรก จะถูกนำมาคำนวณหา cost function ตามอัลกอริทึม CFDCA ที่ปรับปรุงแล้ว (ตามที่เสนอไว้ในตอนต้นของหัวข้อ 2.4) และจะเลือกคลื่นพาห์ที่มี cost function ต่ำที่สุด (ลำดับความสำคัญสูงสุด) ในเซตของ A(a,t) เพื่อการจัดสรรช่องสัญญาณ ถ้าสามารถเลือกคลื่นพาห์ได้แล้วอัลกอริทึมก็จะสิ้นสุดลง

<u>ส่วนที่ 3:</u> ถ้ายังเลือกช่องสัญญาณไม่ได้ การเลือกจะมาอยู่ในส่วนการทำแอ็กเกรสซีฟ กล่าวคือสถานีฐานจะทำการค้นหาคลื่นพาห์ที่ถูกใช้งานจากเซลล์เพียงเซลล์เดียวใน interference neighborhood และสร้าง single-user list เพื่อเก็บข้อมูลของคลื่นพาห์ที่พบแต่ละคลื่นว่าถูกใช้งานโดยเซลล์ใดใน interference neighborhood และเซลล์นั้นๆ มีคลื่นพาห์อื่นๆที่ว่างอยู่จำนวนเท่าใด โดยจะเลือกคลื่นพาห์ใน list ซึ่งถูกใช้โดยเซลล์ที่มีคลื่นพาห์ว่างเหลืออยู่มากที่สุด จากนั้นจะทำการจัดสรรการเรียกที่กำลังดำเนินอยู่ซึ่งใช้งานช่องสัญญาณของคลื่นพาห์ที่ต้องการให้ไปใช้ช่องสัญญาณของคลื่นพาห์อื่นที่ว่างนั้น

Channel Release: สถานีฐาน a จะเลือกปล่อยช่องสัญญาณในคลื่นพาห์ที่มีลำดับความสำคัญสูงที่สุดตาม carrier release preference list และอยู่ในเซตของ S(a,t) โดยจะถือว่าคลื่นพาห์ในเซตของคลื่นพาห์ตัวเลือกอันดับรอง (non first choice carrier) มีลำดับความสำคัญตาม carrier release preference list (เซตของคลื่นพาห์ตามอัลกอริทึม CFDCA) สูงกว่าคลื่นพาห์ในเซตของคลื่นพาห์ตัวเลือกแรก (เซตของคลื่นพาห์ตามอัลกอริทึม GDCA) พร้อมทั้งทำการแพ็กช่องสัญญาณด้วยการทำแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์

นอกจากนี้ในการประเมินสมรรถนะด้านอัตราการติดขัดของการเรียกและอัตราแฮนด์โอเวอร์ภายในเซลล์ จะเพิ่มอัลกอริทึม GDCA+PPA และ CFDCA+PPA เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่นำเสนอ (G-CFDCA+PPA) ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. เพื่อตรวจสอบว่าวิธีแอ็กเกรสซีฟมีผลทำให้อัลกอริทึมเดิมดีขึ้นจริง
2. เพื่อทวนสอบ (verify) ว่าเมื่อเพิ่มวิธีแอ็กเกรสซีฟให้กับการจัดสรรช่องสัญญาณแบบกระชับ (ในที่นี้คือวิธี GDCA) และเพิ่มให้กับการจัดสรรช่องสรรญาณแบบไม่กระชับ (ในที่นี้คือวิธี CFDCA) แล้ววิธีแอ็กเกรสซีฟนั้นมีการปรับปรุงการจัดสรรช่องสัญญาณแบบไม่กระชับดีกว่าแบบการจัดแบบกระชับหรือไม่

รายละเอียดการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ GDCA+PPA และ CFDCA+PPA มีดังต่อไปนี้

วิธี GDCA+PPA เป็นวิธีที่ปรับปรุงจากกระบวนการ GDCA และแบ่งการทำ Channel Acquisition และ Channel Release ดังนี้

Channel Acquisition: มีการทำงาน 2 ส่วน ตามรูปที่ 2.10 ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u>: ในส่วนแรกจะมีการจัดสรรคลื่นพาห์ให้กับสถานีฐานตามอัลกอริทึม GDCA คือ เมื่อมีการเรียกมาถึง สถานีฐาน a จะเลือกคลื่นพาห์ตาม carrier acquisition preference list และอยู่ในเซตของ A(a,t) ตามลำดับความสำคัญ ถ้าสามารถเลือกคลื่นพาห์และจัดช่องสัญญาณได้แล้ว อัลกอริทึมก็จะสิ้นสุดลง

<u>ส่วนที่ 2</u>: ถ้าไม่มีคลื่นพาห์ในส่วนที่1 การเลือกจะมาอยู่ในส่วนที่ 2 คือส่วน แอ็กเกรสซีฟ ซึ่งมีหลักการเดียวกับ G-CFDCA+PPA

Channel Release: เป็นแบบเดียวกับกระบวนการ GDCA

วิธี CFDCA+PPA เป็นวิธีที่ปรับปรุงจากกระบวนการ CFDCA มีการทำงานดังรูปที่ 2.11 ดังนี้

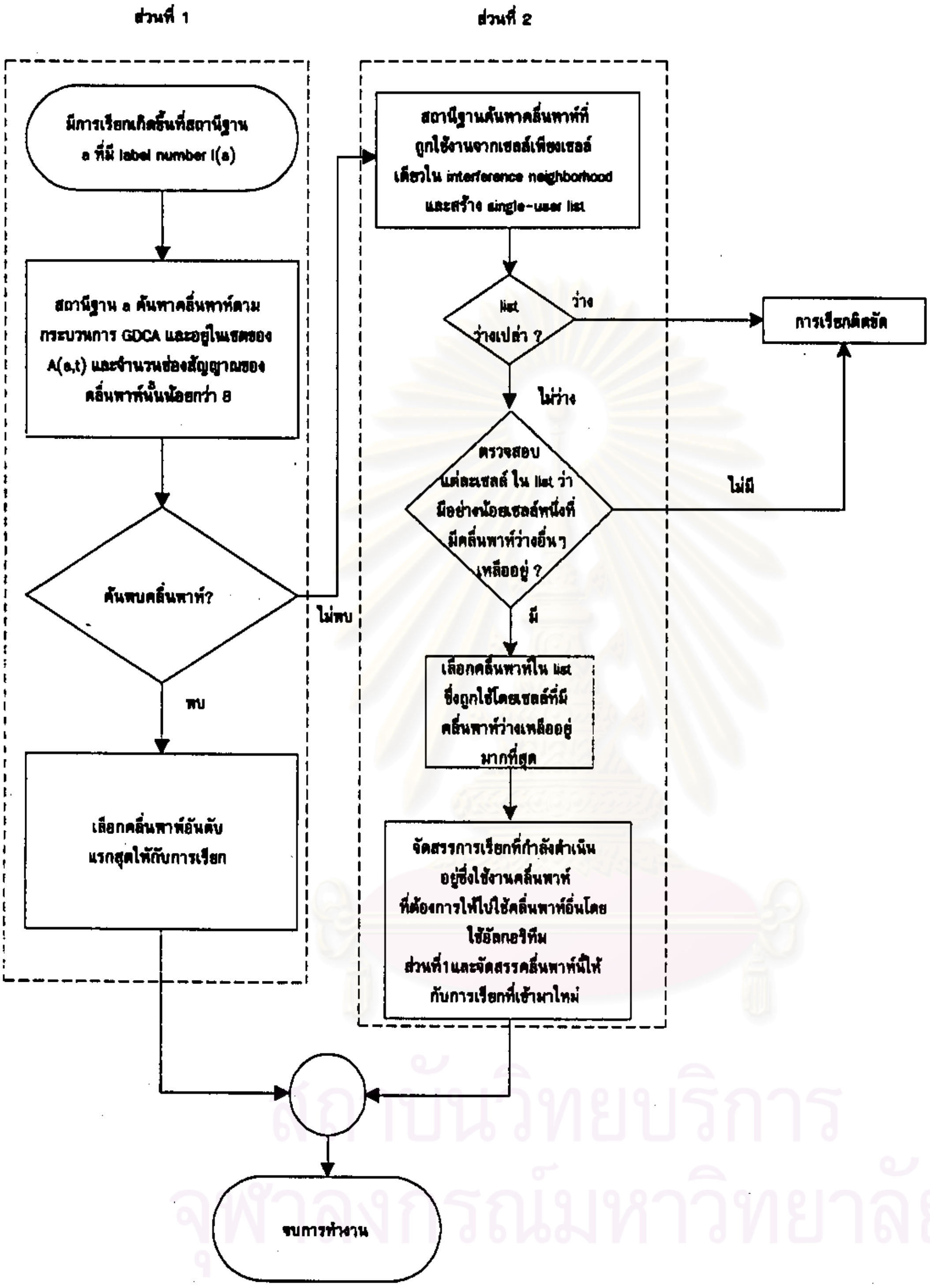
Channel Acquisition: มีการทำงาน 2 ส่วน

<u>ส่วนที่ 1</u>: สถานีฐาน a จะทำการหา cost funciton ของคลื่นพาห์ทั้งหมดและจะเลือกคลื่นพาห์ที่มีค่า cost function ต่ำสุดในเซตของ A(a,t) และจัดสรรช่องสัญญาณให้กับการเรียกตามอัลกอริทึม CFDCA ที่ปรับปรุงแล้ว

<u>ส่วนที่ 2</u>: เข้ากระบวนการแอ็กเกรสซีฟถ้าไม่มีคลื่นพาห์จากส่วนที่ 1 ให้สถานีฐาน a

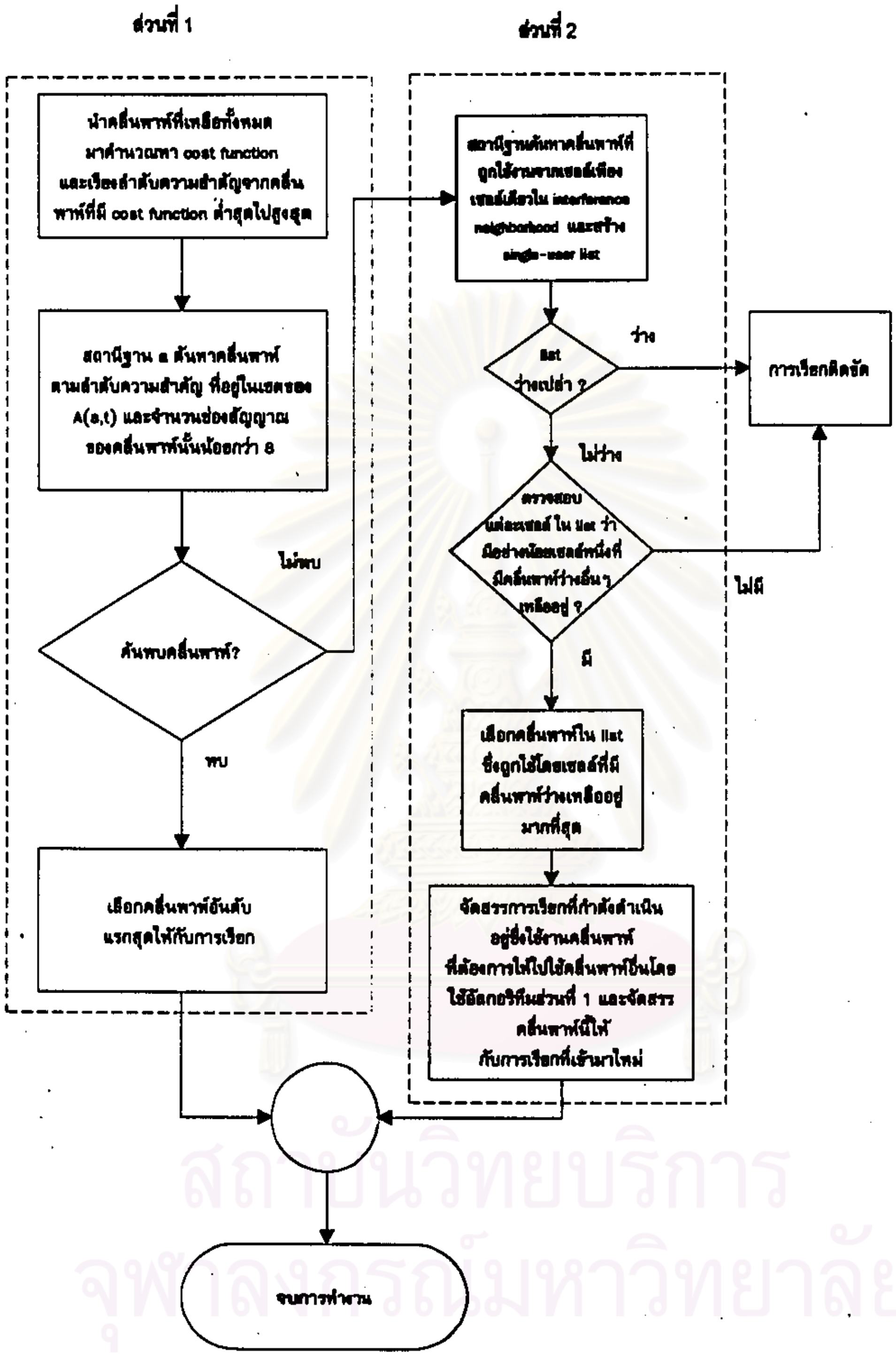
Channel Release: ทำการสวิตช์ช่องสัญญาณสุดท้ายของคลื่นพาห์ล่าสุดที่ใช้ในเซลล์ขณะนั้นไปยังช่องสัญญาณที่เพิ่งถูกปล่อยไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.10 Channel Acquisition ของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ GDCA+PPA (Channel Release เป็นแบบเดียวกับกระบวนการ GDCA)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.11 Channel Acquisition ของการจัดสรรช่องสัญญาณแบบ CFDCA+PPA (Channel Release เป็นแบบเดียวกับกระบวนการ CFDCA)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย