บทที่ 1
บทนำ

ระบบการสื่อสารเคลื่อนที่เป็นระบบที่ถือว่ามีความจำเป็นในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็นยุคต่างๆ ได้ดังนี้ เริ่มต้นจากยุคที่ 1 ระบบสื่อสารเป็นระบบแอนะลอก โดยใช้เทคนิคการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งความถี่ (Frequency Division Multiple Access หรือ FDMA) ต่อมาเมื่อเข้าสู่ยุคที่ 2 ระบบสื่อสารได้เปลี่ยนเป็นระบบดิจิทัล ได้แก่ระบบ GSM, cdmaOne (IS-95) โดยใช้เทคนิคการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งเวลา (Time Division Multiple Access หรือ TDMA) และการเข้าถึงหลายทางแบบแบ่งรหัส (Code Division Multiple Access หรือ CDMA) โดยระบบสื่อสารในยุคที่ 2 นี้สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าระบบในยุคที่ 1 ถึงแม้ว่าจะมีแบนด์วิดท์ที่แคบเช่นเดียวกัน ช่วงเริ่มต้นของยุคที่ 2 นั้นการบริการหลักยังคงเป็นบริการทางเสียง แต่เมื่อมีบริการทางข้อมูลเพิ่มขึ้นทำให้มีการพัฒนาขึ้นสู่ยุคที่ 2.5 แต่ก็ยังไม่สามารถรองรับบริการที่เพิ่มขึ้นได้เพียงพอ จึงมีการพัฒนาเข้าสู่ยุคที่ 3 ซึ่งเทคนิคการเข้าถึงหลายทางที่ใช้คือ CDMA แต่ได้มีการขยายแบนด์วิดท์ให้กว้างขึ้น ทำให้สามารถส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นถึง 2 Mbps และสามารถรองรับบริการแบบมัลติมีเดียได้ เช่น การประชุมสัมมนาทางโทรศัพท์ (video conference) และอินเทอร์เนต เป็นต้น

เนื่องจากระบบการสื่อสารในยุคที่ 3 สามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นได้จึงได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง โดยจุดเริ่มต้นของระบบในยุคที่ 3 นั้นเริ่มต้นในยุโรปและอเมริกาเหนือภายใต้ชื่อ IMT-2000 (International Mobile Telecommunications by the year 2000) ซึ่งเป็น CDMA ที่อยู่บนพื้นฐานของการมอดูเลตแบบสเปกตรัมแผ่แบบจัดลำดับเข้าถึงโดยตรง (Direct Sequence-CDMA หรือ DS-CDMA) และ cdma-2000 ซึ่งเป็นCDMA ที่อยู่บนพื้นฐานของการมอดูเลตแบบสเปกตรัมแผ่แบบหลายความถี่ (Multicarrier-CDMA หรือ MC-CDMA) ตามลำดับ มาตรฐานทั้งสองรองรับการดูเพลกซ์ 2 แบบ คือ การดูเพลกซ์แบบแบ่งความถี่ (Frequency Division Duplex หรือ FDD) และการดูเพลกซ์แบบแบ่งเวลา (Time Division Duplex หรือ TDD) จากนั้น ITU (International Telecommunications Union) ได้ทำการรวมมาตรฐานทั้งสองให้อยู่ภายใต้ชื่อของ 3G (third generation) [1]

ความแตกต่างระหว่างระบบการสื่อสารในยุคที่ 2 และยุคที่ 3 นั้นนอกจากส่งข้อมูลได้ 2 Mbps และมีแบนด์วิดท์ที่กว้างขึ้นคือ 5 MHz แล้ว ในยุคที่ 3 ยังมีการควบคุมกำลังแบบวงปิดแบบเร็ว (fast closed-loop power control) ในข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นและข่ายเชื่อมโยงขาลง แต่ในยุคที่ 2 เช่น IS-95 (interim standard 95) มีเพียงข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นเท่านั้น และยุคที่ 3 ไม่มีการซิงโครไนซ์ระหว่างสถานีฐาน แต่ใน IS-95 จำเป็นต้องมีการซิงโครไนซ์ผ่านทาง GPS (Global Positioning System)

ในบทนี้ผู้วิจัยจะแนะนำความรู้เบื้องต้นโดยสังเขปของระบบ CDMA แถบกว้างและลักษณะของบริการมัลติมีเดียซึ่งเป็นบริการที่มีในระบบ CDMA แถบกว้าง จากนั้นจะกล่าวถึงงานวิจัยต่างๆ ที่มีการนำแบบแผนการควบคุมการตอบรับการเรียกมาใช้ และปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งแนวทาง, วัตถุประสงค์, ขอบเขตของวิทยานิพนธ์, ขั้นตอนการดำเนินงาน และภาพรวมของเนื้อหาในแต่ละบทของวิทยานิพนธ์

1.1 คุณลักษณะของระบบ WCDMA

เนื่องจากวิธีการเข้าถึงหลายทางที่ใช้ในระบบสื่อสารยุคที่ 3 คือ CDMA ที่มีแบนด์วิดท์กว้าง จึงเรียกการเข้าถึงหลายทางแบบนี้ว่า CDMA แถบกว้าง (Wind band CDMA หรือ WCDMA) โดยมีลักษณะต่างๆ ดังนี้ [2]

1. WCDMA คือระบบ DS-CDMA โดยบิตข้อมูลของผู้ใช้แต่ละบิตจะถูกแทนที่ด้วยรหัสซึ่งเป็นบิตจำนวนมากจำนวนหนึ่ง และเรียกหนึ่งบิตของรหัสนี้ว่าชิป (chip) ซึ่งหาได้จาก รหัสแผ่ (spreading codes) ของระบบ CDMA

2. แบนด์วิดท์คลื่นพาห์ (carrier bandwidth) มีค่าประมาณ 5 MHz โดยมีอัตราชิป (chip rate) เท่ากับ 3.84 Mcps (หรือ 4.096 Mcps) เนื่องจาก WCDMA มีแบนด์วิดท์ที่กว้างจึงสามารถรองรับอัตราข้อมูลผู้ใช้มาก ๆ ได้ ซึ่งดีกว่า DS-CDMA ที่มีแบนด์วิดท์ประมาณ 1 MHz เช่น IS-95 ซึ่งเป็นระบบ CDMA แถบแคบ

3. WCDMA รองรับการดูเพลกซ์ 2 แบบคือ FDD และ TDD

4. ใน WCDMA ระหว่างสถานีฐานจะไม่มีการซิงโครไนซ์กันจึงทำให้ WCDMA แตกต่างจากระบบ IS-95 ซึ่งจะต้องมีการซิงโครไนซ์กันระหว่างสถานีฐาน

5. WCDMA ใช้การตรวจวัดแบบร่วมนัย (coherent detection) ที่อาศัยพื้นฐานจากสัญลักษณ์นำ (pilot symbol) ทั้งข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นและข่ายเชื่อมโยงขาลง ในขณะที่ IS-95 จะใช้ในส่วนของข่ายเชื่อมโยงขาลงเท่านั้น

6. มัลติยูเซอร์ดีเท็คชั่น (multi-user detection) และสายอากาศแบบปรับตัวในระบบ WCDMA สามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยผู้ปฏิบัติการเพื่อเพิ่มความจุและ/หรือพื้นที่ครอบคลุม

7. WCDMA สามารถทำงานร่วมกับ GSM (Global system for mobile communication)

1.2 บริการแบบมัลติมีเดีย

เนื่องจาก WCDMA สามารถรองรับบริการที่หลากหลายมากขึ้น นั้นคือระบบสามารถรองรับบริการแบบมัลติมีเดียได้ ดังนั้นในที่นี้จะอธิบายลักษณะของบริการแต่ละประเภท โดยบริการแบบมัลติมีเดียสามารถแบ่งเป็นประเภทตามลักษณะของบริการได้ดังนี้ ([2] ถึง [5])

1. Conversation class (low-delay data)

เป็นบริการแบบ Connection oriented โดยมีค่าการประวิงประมาณ 20-50 ms อัตราบิตผิดพลาด (Bit Error Rate หรือ BER) ต่ำกว่า 10^{-3} เช่น เสียง, โทรศัพท์ภาพ เป็นต้น

2. Streaming class (low-delay data)

เป็นบริการแบบ Connection oriented ที่อัตราบิตแปรค่าได้ (Variable Bit Rate หรือ VBR) โดยมีค่าการประวิงประมาณ 50 ms มีค่าอัตราบิตข้อมูลสูงสุด 64/144/384/2048 kbps โดยมีค่า BER ต่ำกว่า 10^{-6} เช่น วีดีโอ เป็นต้น

3. Interactive class (long constrained delay)

เป็นบริการแบบ Connectionless โดยมีค่าการประวิงมากที่สุดประมาณ 300 ms BER ต่ำกว่า 10^{-6} เช่น อินเทอร์เนต, เกมโครงข่าย (network game) เป็นต้น

4. Background (unconstrained delay data)

เป็นบริการแบบ Connectionless โดยไม่คำนึงถึงค่าการประวิง มีค่า BER ต่ำกว่า 10^{-8} เช่น ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail), SMS (Short Message Service) เป็นต้น

นอกจากการแบ่งตามลักษณะของบริการแล้วเรายังสามารถแบ่งประเภทบริการแบบมัลติมีเดียตามลักษณะของการใช้ทรัพยากรได้ด้วย โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้ [6]

1. Link-biased บริการประเภทนี้มีการใช้ทรัพยากรในข่ายเชื่อมโยงทั้งสองไม่เท่ากัน เช่น อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีการใช้ทรัพยากรของข่ายเชื่อมโยงขาลงมากกว่าข่ายเชื่อมโยงขาขึ้น

2. Link-unbiased การบริการประเภทนี้มีการใช้ทรัพยากรในข่ายเชื่อมโยงทั้งสองเท่ากัน เช่น บริการเสียง

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นถึงแม้ระบบ WCDMA สามารถรองรับปริมาณทราฟฟิกได้มากขึ้น, ส่งข้อมูลได้มากขึ้น และรองรับการบริการที่หลากหลายได้มากกว่าระบบการสื่อสารในยุคที่ 2 แต่ปริมาณผู้ใช้ที่ต้องการใช้ทรัพยากรคลื่นวิทยุในระบบก็มีปริมาณมากขึ้นด้วยจึงทำให้เกิดการคับคั่งได้ ดังนั้นจึงได้นำการจัดการทรัพยากรคลื่นวิทยุ (Radio Resource Management หรือ RRM) เข้ามาช่วยแก้ไข ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการควบคุมการตอบรับการเรียก (Call Admission Control หรือ CAC) ซึ่งก็คือ RRM ประเภทหนึ่ง โดยมีผู้เสนอไว้หลายแบบแผนดังเช่น

งานวิจัย [7] นำ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของอัตราข้อมูลที่แปรค่าได้มาใช้ร่วมกับ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของการควบคุมกำลัง โดยเงื่อนไขในการตัดสินใจนั้นจะพิจารณาจากความเข้มทราฟฟิกในระบบ CDMA พบว่าให้สมรรถนะของระบบดีขึ้นกว่าการใช้ CAC ที่อาศัยพื้นฐานของอัตราข้อมูลที่แปรค่าได้ หรือการควบคุมกำลังอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว

งานวิจัย [8] เสนอ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของกำลังที่ได้รับ โดยเงื่อนไขในการตัดสินใจคือการพิจารณากำลังทั้งหมดที่สถานีฐานได้รับต้องน้อยกว่าค่าที่สถานีฐานสามารถรับได้ (ค่าจุดเริ่มเปลี่ยน) จึงสามารถตอบรับการเรียกใหม่ได้ โดยการตั้งจุดเริ่มเปลี่ยนให้กับบริการแต่ละประเภทไม่เท่ากันขึ้นกับลำดับความสำคัญของบริการ แต่ถ้าค่ากำลังที่สถานีฐานรับได้แกว่งมากจะทำให้ CAC ชนิดนี้ทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร

งานวิจัย [9] เสนอ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของค่าการแทรกสอด โดยเงื่อนไขในการตัดสินใจพิจารณาจากค่าการแทรกสอดในระบบซึ่งแสดงถึงโหลดในระบบ ถ้าการแทรกสอดในระบบน้อยกว่าค่าที่ระบบสามารถรับได้ระบบจะตอบรับการเรียกใหม่นั้น ในงานวิจัยนี้ได้เสนอ CAC แบบหลายเซลล์ นั่นคือจะตอบรับการเรียกใหม่ได้เมื่อเงื่อนไขในเซลล์ที่สนใจและในเซลล์ข้างเคียงเป็นจริง พบว่าสมรรถนะของระบบดีขึ้นกว่าการตัดสินภายในเซลล์ที่สนใจเพียงเซลล์เดียว และ CAC ชนิดนี้สามารถรับประกันคุณภาพบริการ (Quality of Service หรือ QoS) ให้กับผู้ใช้บริการได้

งานวิจัย [10] เสนอ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของค่าการแทรกสอด โดยเงื่อนไขในการพิจารณาเช่นเดียวกับ [9] พร้อมทั้งนำ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของอัตราข้อมูลที่แปรค่าได้มาใช้ร่วมด้วยโดยสนใจเฉพาะภายในเซลล์เดียวเท่านั้น พบว่าสมรรถนะของระบบดีกว่าการไม่ใช้ CAC ที่อาศัยพื้นฐานของอัตราข้อมูลที่แปรค่าได้ แต่อาจทำให้สมรรถนะของระบบในเซลล์ข้างเคียงลดลงได้เนื่องจากการตอบรับการเรียกเข้ามาจะมีผลทำให้เกิดการแทรกสอดไปยังเซลล์ข้างเคียงเพิ่มขึ้นและมีผลให้การเรียกในเซลล์ข้างเคียงเกิดการดร็อปได้

งานวิจัย [11] ได้เสนอ CAC ที่พิจารณาแบนด์วิดท์ในการส่งข้อมูลที่เหลือในระบบเป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจ เนื่องจากเป็นการนำ CAC มาใช้กับระบบที่รองรับทราฟฟิกแบบมัลติมีเดีย ดังนั้นทราฟฟิกบางประเภทจึงสามารถลดอัตราข้อมูลได้ โดยถ้าระบบมีแบนด์วิดท์ในการส่งข้อมูลไม่เพียงพอที่จะรองรับทราฟฟิกด้วยอัตราข้อมูลสูงสุดที่ต้องการ ระบบจะตอบรับทราฟฟิกประเภทนี้ด้วยอัตราข้อมูลที่ต่ำลงมา แต่ถ้าถึงแม้ที่อัตราข้อมูลต่ำสุดระบบก็ยังไม่สามารถรองรับได้ ทราฟฟิกประเภทนั้นก็จะถูกบล็อก นอกจากนั้นยังมีการนำแนวคิดของช่องสัญญาณกัน (guard channel) มาเป็นกระบวนการให้ลำดับความสำคัญ โดยช่องสัญญาณกันที่ใช้เป็นแบบปรับค่าได้ตามปริมาณที่คาดว่าจะมาของการเรียกที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าการเรียกที่เข้ามา การควบคุมที่เสนอนี้มีข้อดีที่สามารถตอบรับทราฟฟิกได้มาก และการที่ใช้ช่องสัญญาณกันแบบปรับค่าได้ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะเกิดการกันช่องสัญญาณไว้มากหรือน้อยเกินความต้องการ

งานวิจัยข้างต้นเป็นงานวิจัยที่สนใจเฉพาะข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นเท่านั้น แต่ในการตอบรับการเรียกใดนั้นจำเป็นต้องสนใจข่ายเชื่อมโยงขาลงด้วย นั้นคือเงื่อนไขในการพิจารณาจะต้องเป็นจริงในข่ายเชื่อมโยงทั้งสอง ดังในงานวิจัยต่อไปนี้

งานวิจัย [12] ได้เสนอ CAC ที่เงื่อนไขในการพิจารณาจะพิจารณาจากแบนด์วิดท์ประสิทธิผล (effective bandwidth) ที่เหลือ โดยต้องมากกว่าหรืออย่างน้อยจะต้องเท่ากับแบนด์วิดท์

ประสิทธิผลที่การเรียกที่เข้ามาต้องการจึงจะยอมรับการเรียกนั้น นอกจากนั้นยังมีการให้ลำดับความสำคัญแก่ทราฟฟิกแต่ละประเภทไม่เท่ากันด้วย โดยนำแนวคิดช่องสัญญาณกันมาใช้ ซึ่งจะมีการจองแบนด์วิดท์ประสิทธิผลไว้สำหรับการเรียกที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าการเรียกที่เข้ามา ดังนั้นความจุที่เหลือที่ใช้ในการพิจารณาคือแบนด์วิดท์ประสิทธิผลที่เหลือจากผลรวมระหว่างแบนด์วิดท์ประสิทธิผลที่ถูกใช้ไปเนื่องจากการเรียกที่กำลังดำเนินอยู่และแบนด์วิดท์ประสิทธิผลที่จองไว้ ข้อดีของ CAC ชนิดนี้คือใช้เวลาในการประมวลผลน้อย

งานวิจัยของ [13] ได้เสนอ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของค่าการแทรกสอด โดยพิจารณาจากอัตราส่วนสัญญาณต่อการแทรกสอด (Signal – to – Interference Ratio หรือ SIR) โดยที่ SIR ของการเรียกที่กำลังดำเนินอยู่เมื่อมีการยอมรับการเรียกเข้ามาใหม่จะต้องมากกว่าระดับ SIR ที่ต้องการของประเภททราฟฟิกของการเรียกนั้นจึงจะยอมรับการเรียกใหม่นั้นได้ นอกจากนั้นยังมีการให้ลำดับความสำคัญแก่ทราฟฟิกแต่ละประเภทด้วย โดยทราฟฟิกที่มีลำดับความสำคัญสูงจะมีระดับ SIR ที่ต้องการต่ำเพื่อให้อัตราการบล็อกทราฟฟิกชนิดนั้นต่ำ แต่ CAC ที่ใช้ระดับ SIR เป็นเงื่อนไขในการพิจารณาจะใช้เวลาในการประมวลผลมาก [14]

จากแบบแผน CAC ที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าเราสามารถแบ่งประเภทของแบบแผนได้ตามประเภทของความจุของระบบนั้นคือ [15]

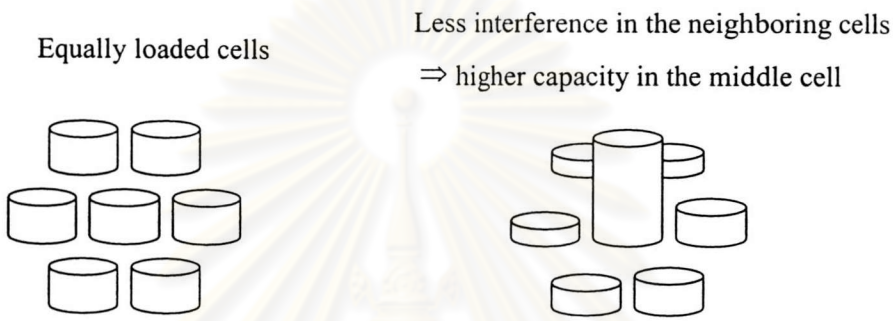
1. แบบแผนที่ตั้งบนพื้นฐานของความจุแบบตายตัว (hard capacity) โดยความจุแบบตายตัวคือการที่ความจุของระบบถูกจำกัดโดยจำนวนช่องสัญญาณหรืออีกนัยหนึ่งคือ จำนวนผู้ใช้ที่ระบบรับได้ มักพบได้ในระบบ TDMA และระบบ FDMA เป็นส่วนใหญ่แต่ในบางครั้งก็มีการนำมาใช้ในระบบ CDMA โดยระบบที่ใช้แบบแผน CAC ประเภทนี้จะตอบรับผู้ใช้คนใหม่ถ้ามีช่องสัญญาณรองรับหรือจำนวนผู้ใช้ในระบบมีจำนวนน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ ได้แก่ แบบแผนในงานวิจัยที่ [7], [11] และ [12]

แบบแผนประเภทนี้จะใช้เวลาในการประมวลผลน้อยแต่อาจจะไม่เหมาะสมสำหรับระบบ CDMA เนื่องจากในระบบ CDMA ผู้ใช้บริการแต่ละคนจะมีการแทรกสอดซึ่งกันและกันทั้งในเซลล์เดียวกันและเซลล์ข้างเคียง ดังนั้นถ้านำ CAC ประเภทนี้มาใช้จะทำให้เกิดการตอบรับการเรียกมากเกินไป ซึ่งค่าสัญญาณการแทรกสอดมีจะค่ามากส่งผลให้ผู้ใช้บริการไม่ได้รับ QoS ตามต้องการ ก็จะมีโอกาสเกิดการดร็อปการเรียกได้มาก

2. แบบแผนที่ตั้งบนพื้นฐานของความจุแบบไม่ตายตัว (soft capacity) โดยความจุแบบไม่ตายตัวคือการที่ความจุของระบบถูกจำกัดโดยค่าการแทรกสอด ซึ่งประกอบด้วยการแทรกสอดภายในเซลล์คือการแทรกสอดจากผู้ใช้ภายในเซลล์เดียวกัน และการแทรกสอดจากภายนอกเซลล์คือการแทรกสอดจากผู้ใช้ในเซลล์ข้างเคียง ถ้าการแทรกสอดในเซลล์ข้างเคียงมีค่าน้อยจะทำให้มีช่องสัญญาณพิเศษที่สามารถรองรับทราฟฟิกได้ในเซลล์ใจกลางมากขึ้นดังรูปที่ 1.1 [2] เราจะพบความจุแบบนี้ในระบบ CDMA โดยระบบที่ใช้แบบแผน CAC ประเภทนี้จะตอบรับผู้ใช้คนใหม่ถ้า

ค่าการแทรกสอดในระบบมีค่าน้อยกว่าค่าการแทรกสอดสูงที่สุดที่ระบบสามารถรับได้ โดยงานวิจัยที่ใช้แบบแผนประเภทนี้ได้แก่ งานวิจัยที่ [8], [13] และ [14]

แบบแผนประเภทนี้ใช้เวลาในการประมวลผลมากและซับซ้อน แต่เหมาะสมสำหรับระบบ CDMA เนื่องจากในการตัดสินใจตอบรับการเรียกใดจะพิจารณาถึงผลที่จะเกิดขึ้นต่อการเรียกที่ดำเนินอยู่เมื่อตอบรับการเรียกนั้น ซึ่งทำให้ระบบอาจจะตอบรับการเรียกได้น้อยกว่านั้นคือเกิดการบล็อกมากขึ้นกว่าการใช้ CAC ประเภทที่ 1 แต่ทำให้ค่าสัญญาณการแทรกสอดมีค่าน้อยและผู้ใช้บริการได้รับ QoS ตามต้องการทำให้เกิดการดร็อปการเรียกน้อยลง



รูปที่ 1.1 การใช้การแทรกสอดร่วมกันระหว่างเซลล์ในระบบสื่อสารซีดีเอ็มเอ

1.4 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากความจุของระบบ CDMA ถูกจำกัดโดยค่าการแทรกสอด ดังนั้น CAC ที่เหมาะสมควรเป็น CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของค่าการแทรกสอด เช่น CAC ที่อาศัยระดับ SIR เป็นเงื่อนไขในการพิจารณาดังใน [13] แต่ CAC ที่อาศัย SIR ใช้เวลาในการประมวลผลมาก ด้วยเหตุนี้จึงได้เสนอ CAC ที่ประยุกต์แนวความคิดของ CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของค่าการแทรกสอด โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพิจารณาคือตัวประกอบโหลด (Load Factor) ซึ่งเป็นวิธีที่มีการตัดสินใจคล้ายกับวิธีใน [7], [11] และ [12] แต่มีการคำนึงถึงการแทรกสอดซึ่งคล้ายกับใน [13] และ [14] ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกแบบแผนนี้ว่าเป็นวิธีกึ่งตายตัว [16] ดังใน [9] และ [10] วิธีนี้จะเหมาะสมสำหรับระบบ CDMA และใช้เวลาในการประมวลผลสั้นกว่าแบบแผน CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานความจุแบบไม่ตายตัวแต่ใช้เวลามากกว่าแบบแผน CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานความจุแบบตายตัว

นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาการบริการในการสื่อสารยุคที่ 2 พบว่าจะเป็นบริการทางด้านเสียงเพียงอย่างเดียว หรือในยุคที่ 2.5 ซึ่งมีบริการทางด้านข้อมูลเพิ่มขึ้นแต่บริการหลักก็ยังคงเป็นบริการทางด้านเสียง ซึ่งบริการประเภทนี้ต้องการความจุหรือทราฟฟิกในระบบในช่ายเชื่อมโยงทั้งสองเท่ากัน จึงทำให้บางครั้งอาจจะพิจารณาเงื่อนไขในช่ายเชื่อมโยงใดช่ายเชื่อมโยงหนึ่งได้ แต่การสื่อสารในยุคที่ 3 มีแนวโน้มที่บริการทางด้านข้อมูลจะมีบทบาทเพิ่มขึ้น และจากประเภทของบริการพบว่าบริการบางประเภทต้องการความจุหรือทราฟฟิกในช่ายเชื่อมโยงทั้งสองไม่เท่ากัน

ดังนั้นในการพิจารณาเงื่อนไขให้เป็นจริงในข่ายเชื่อมโยงทั้งสองข่าย พบว่าความจุของระบบจะถูกจำกัดด้วยข่ายเชื่อมโยงใดข่ายเชื่อมโยงหนึ่ง เช่น อินเทอร์เน็ต ซึ่งข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นเป็นเพียงการส่งข้อมูลเพียงสั้นๆ ในขณะที่ข่ายเชื่อมโยงขาลงเป็นการส่งข้อมูลจำนวนมาก ถ้าพิจารณาเงื่อนไขในการตอบรับจะทำให้การเรียกถูกบล็อกเนื่องจากไม่มีทรัพยากรเพียงพอทางด้านข่ายเชื่อมโยงขาลง นั้นคือความจุของระบบถูกจำกัดด้วยข่ายเชื่อมโยงขาลง

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นถ้าพิจารณาในระบบสื่อสารที่ความจุของข่ายเชื่อมโยงทั้งสองเท่ากัน เช่น ระบบ FDD ทำให้ใช้ทรัพยากรไม่คุ้มค่า เนื่องจากสูญเสียทรัพยากรข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ไป เช่น เมื่อข่ายเชื่อมโยงขาลงใช้ความจุเต็มที่ แต่ขณะนั้นข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นใช้ความจุไปเพียง 20% เท่านั้น แต่ระบบไม่สามารถตอบรับการเรียกได้เนื่องจากไม่มีทรัพยากรทางข่ายเชื่อมโยงขาลงเหลืออยู่ ดังนั้นทำให้สูญเสียความจุทางข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ถึง 80% เพื่อใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า ระบบสื่อสารควรจะมีความจุของข่ายเชื่อมโยงทั้งสองไม่เท่ากัน เช่น ระบบ TDD โดยแบ่งความจุที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากข่ายเชื่อมโยงใดข่ายเชื่อมโยงหนึ่ง ไปยังข่ายเชื่อมโยงที่ต้องการใช้ความจุนั้นเพื่อใช้รองรับบริการที่เข้ามา ([6], [12] และ [17])

1.5 แนวคิดที่เสนอ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอแบบแผน CAC ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความจุแบบกึ่งตายตัว โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพิจารณาคือ ค่าตัวประกอบโหลด โดยประยุกต์ใช้แบบแผนการให้ลำดับความสำคัญแบบช่องสัญญาณกันที่ปรับค่าได้ตามอัตราการเข้าของการเรียก พร้อมทั้งนำมาใช้กับระบบ WCDMA ที่มีแบนด์วิดท์ระหว่างข่ายเชื่อมโยงทั้งสองไม่เท่ากัน

1.6 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

เพื่อนำแบบแผน CAC มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมสำหรับระบบ WCDMA ที่รองรับทราฟฟิกแบบมัลติมีเดีย โดยที่ทราฟฟิกบางประเภทต้องการความจุทางข่ายเชื่อมโยงขาขึ้นและข่ายเชื่อมโยงขาลงไม่เท่ากัน พร้อมทั้งรับประกันคุณภาพของบริการของทราฟฟิกที่กำลังดำเนินอยู่และที่เข้ามาใหม่โดยให้มีโอกาสน้อยที่จะเกิดการขาดหายของสัญญาณการเรียก

1.7 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอแบบแผน CAC ที่ตั้งบนพื้นฐานของความจุแบบไม่ตายตัว ประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบ CDMA/TDD เพื่อรองรับทราฟฟิกที่ต้องการความจุของข่ายเชื่อมโยงทั้งสองไม่เท่ากัน โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพิจารณาคือตัวประกอบโหลด พร้อมทั้งมีการให้ลำดับความสำคัญแก่ทราฟฟิกแต่ละประเภทโดยใช้แบบแผนช่องสัญญาณกันที่ปรับค่าได้ตามอัตราการ

มาถึงของการเรียกที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าการเรียกที่เข้ามาในขณะนั้น และเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบ ซึ่งได้แก่ ความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียก, ความน่าจะเป็นในการแฮนด์ออฟผิดพลาด และค่าการใช้ประโยชน์ทรัพยากรระหว่างแบบแผน CAC ที่เสนอกับแบบแผนต่างๆ ที่มีผู้เสนอไว้แล้ว คือแบบแผนที่ใช้แบนด์วิดท์ประสิทธิผลเป็นพารามิเตอร์ในการตัดสิน [12] และแบบแผนที่ใช้ระดับ SIR เป็นพารามิเตอร์ในการตัดสิน [13] และเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบที่ใช้แบบแผน CAC ที่เสนอระหว่างระบบที่มีแบนด์วิดท์แบบสมมาตรและแบบไม่สมมาตร

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แบบแผน CAC ที่เหมาะสมสำหรับระบบ WCDMA ที่มีการดูเพลกซ์แบบแบ่งเวลา โดยใช้เวลาในการประมวลผลน้อยและมีค่าความน่าจะเป็นที่สัญญาณขาดหาย (outage probability) ดีกว่าแบบแผนใน [12] และ/หรือ [13] พร้อมทั้งคาดว่าจะนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการสื่อสารในยุคที่ 3 ได้

1.9 ขั้นตอนและวิธีในการดำเนินงาน

1. ศึกษา ค้นคว้า งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งพื้นฐานความรู้ที่ใช้ในงานวิจัย
2. ศึกษาลักษณะของระบบ CDMA/TDD
3. เขียนโปรแกรมทดสอบแบบแผนก่อนหน้า และแบบแผนที่ได้เสนอ
4. วิเคราะห์และประเมินผล การเปรียบเทียบระหว่างแบบแผนก่อนหน้า และแบบแผนที่เสนอ
5. สรุป วิจารณ์ และรวบรวมข้อมูลทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.10 ภาพรวมของวิทยานิพนธ์

สำหรับเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็น 5 บท คือ

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับความเป็นมาและการเปลี่ยนแปลงของระบบการสื่อสารจากยุคที่ 1 ถึงยุคที่ 3 รวมถึงความรู้เบื้องต้นของระบบ WCDMA ปัญหาที่เกิดขึ้นในการนำแบบแผน CAC มาใช้ในระบบที่รองรับบริการแบบมัลติมีเดีย, แนวคิดในการแก้ปัญหา, วัตถุประสงค์, ขอบเขตของวิทยานิพนธ์, ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และสุดท้ายขั้นตอนวิธีการดำเนินการ

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย เช่น ลักษณะของวิธีการดูเพลกซ์แบบแบ่งเวลา, แบบแผนให้ลำดับความสำคัญ, ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวประกอบโหลดและพื้นฐานของแบบแผน CAC เป็นต้น

บทที่ 3 แบบจำลองระบบและแบบแผนCAC เนื้อหาในบทนี้ อธิบายถึงความหมายศัพท์ที่เกี่ยวข้องในการจำลองแบบเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว, การจำลองแบบและสุดท้ายกล่าวถึงอัลกอริทึมการทำงานของแบบแผน CAC ที่ใช้แบนด์วิดท์ประสิทธิผลเป็นพารามิเตอร์ในการตัดสิน, แบบแผน CAC ที่ใช้ระดับ SIR เป็นพารามิเตอร์ในการตัดสิน เพื่อนำมาใช้เปรียบเทียบกับแบบแผน CAC ที่ใช้ตัวประกอบโหลดเป็นพารามิเตอร์ในการตัดสินใจซึ่งเป็นแบบแผนที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์

บทที่ 4 ผลการจำลองแบบ บทนี้แสดงถึงผลการวิจัยพร้อมทั้งการวิเคราะห์ผลที่ได้โดยเปรียบเทียบสมรรถนะด้วยค่าความน่าจะเป็นของการบล็อกการเรียก, ความน่าจะเป็นของการแฮนด์ออฟผิดพลาด, การใช้ประโยชน์ทรัพยากร และความน่าจะเป็นที่สัญญาณขาดหายของแบบแผน CAC ที่ใช้แบนด์วิดท์ประสิทธิผลเป็นพารามิเตอร์ในการตัดสิน, แบบแผน CAC ที่ใช้ระดับ SIR เป็นพารามิเตอร์ในการตัดสิน และแบบแผน CAC ที่ใช้ตัวประกอบโหลดเป็นพารามิเตอร์ในการตัดสินใจ พร้อมทั้งเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบที่ใช้แบบแผน CAC ที่เสนอระหว่างระบบที่มีแบนด์วิดท์แบบสมมาตรและแบบไม่สมมาตร

ในบทสุดท้าย *บทที่ 5 บทสรุป* ทำการสรุปผลการวิจัย ความซับซ้อนของแบบแผนที่นำเสนอเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับทำการวิจัยต่อไปในอนาคต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย