บทที่ 1
บทนำ

เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารได้เจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกเหนือไปจากการติดต่อสื่อสารด้านเสียงด้วยโทรศัพท์ไร้สายแล้ว อุปกรณ์สื่อสารดิจิทัลอื่นอย่างเช่น คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ผู้ช่วยดิจิทัลส่วนบุคคล (PDA) และอุปกรณ์ลูกข่ายเคลื่อนที่ในยุคที่สาม (3G mobile terminal) กำลังมีบทบาทสำคัญและถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการติดต่อสื่อสาร ดังนั้นทราฟฟิกส่วนมากในโครงข่ายไร้สายความเร็วสูงในยุคถัดไปที่จะเกิดขึ้นจึงมาจากการประยุกต์การใช้งานสื่อประสมทั้งทราฟฟิกประเภทเสียง วิดีโอ และข้อมูล อันได้แก่ วิดีโอตามความต้องการ เกมส์ เวบเบราซิง เป็นต้น ซึ่งทราฟฟิกสื่อประสมเหล่านี้มีความต้องการแบนด์วิดท์ปริมาณมากกว่าทราฟฟิกประเภทเสียง จึงต้องการโครงข่ายที่สามารถรองรับอัตราการรับส่งข้อมูลที่สูง และมีความน่าเชื่อถือ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารที่ก้าวหน้าผู้ใช้มีแนวโน้มที่จะใช้งานบนอุปกรณ์ที่พกพาและสามารถนำไปใช้งานที่ไหนก็ได้ ดังนั้นโครงข่ายจึงต้องสามารถรับส่งข้อมูลที่เกิดจากทราฟฟิกสื่อประสมและรับประกันคุณภาพของการให้บริการให้แก่ผู้ใช้ได้ ซึ่งส่วนใหญ่ข้อกำหนดคุณภาพของการให้บริการสำหรับทราฟฟิกสื่อประสมบ่งบอกได้จากแบนด์วิดท์ ความประวิงเวลา และความน่าเชื่อถือ แต่เนื่องจากโครงข่ายไร้สายมีลักษณะที่แตกต่างจากโครงข่ายมีสาย คือ คุณลักษณะของข่ายเชื่อมโยงที่มีอัตรารับส่งต่ำกว่าและอัตราความผิดพลาดบิตข้อมูลสูงกว่า รวมถึงความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ของผู้ใช้งาน จึงมีความซับซ้อนสูงกว่า โดยทั่วไปแล้วการจัดสรรคุณภาพของการให้บริการในโครงข่ายไร้สายสามารถทำได้ 2 ส่วน ดังนี้

- การบริหารจัดการทรัพยากรวิทยุ เป็นการรับประกันพารามิเตอร์คุณภาพของการให้บริการ อันได้แก่ แบนด์วิดท์ ความประวิงเวลา ความน่าเชื่อถือ โดยการบริหารจัดการทรัพยากรวิทยุถูกนำมาใช้ใน 2 ระดับ คือ ระดับมหภาค (macro level) เกี่ยวข้องกับการควบคุมการตอบรับ การแบ่งแยกทราฟฟิก การจัดสรรแบนด์วิดท์ที่ทำการบริหารทรัพยากรในระดับเซสชัน ส่วนระดับจุลภาค (micro level) เกี่ยวข้องกับการกลไกในระดับการควบคุมการเข้าถึงสื่อกลาง (media access control layer) และการจัดเรียงแพ็กเกต (packet scheduling) ในระดับช่องสัญญาณ ซึ่งถูกใช้เพื่อควบคุมคุณภาพของการให้บริการด้านความประวิงเวลา

และการแปรผันของความประวิงเวลา (jitter) นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับกลไกในระดับกายภาพ คือ การเข้ารหัสช่องสัญญาณและการควบคุมกำลังงาน

- การบริหารจัดการด้านการเคลื่อนที่ เป็นการจัดการเกี่ยวกับการแฮนด์ออฟ การลงทะเบียนตำแหน่งที่ตั้ง การโรมมิ่ง เป็นต้น

ถึงแม้ว่าโครงข่ายไร้สายในยุคที่สามจะสามารถให้อัตราข้อมูลที่สูงก็ตาม ปัญหาในด้านปริมาณแบนด์วิดท์ที่มีจำกัดก็จะยังคงเกิดขึ้นกับบริการสื่อประสมแบบเวลาจริง [1]

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัย [2], [3] เสนอการจัดสรรทรัพยากรแบนด์วิดท์ด้วยการจองแบนด์วิดท์เพื่อให้คุณภาพของการให้บริการสำหรับโครงข่ายสื่อประสมไร้สาย แต่การจองแบนด์วิดท์ทำให้แบนด์วิดท์ไม่ได้ใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีงานวิจัยต่างๆที่นำเสนอการจัดสรรทรัพยากรแบนด์วิดท์เพื่อให้ได้รับคุณภาพของการให้บริการและทำให้แบนด์วิดท์ถูกใช้ประโยชน์สูงสุดสำหรับการเรียกสื่อประสมในโครงข่ายไร้สาย โดยอัลกอริทึมที่ถูกนำมาใช้ ได้แก่ การควบคุมการตอบรับการเรียก และอัลกอริทึมการปรับเปลี่ยนแบนด์วิดท์ (bandwidth adaptation algorithm)

อัลกอริทึมการปรับเปลี่ยนแบนด์วิดท์ที่มีการนำเสนอสามารถแบ่งเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. การปรับลดปริมาณแบนด์วิดท์ของการเรียกแบบชั่วคราว [4]-[6]
2. การปรับลดปริมาณแบนด์วิดท์ของการเรียกแบบถาวร [1], [7]-[10]

ในงานวิจัย [4] เสนอแบบแผนการยืมแบนด์วิดท์แบบชั่วคราวและการควบคุมการตอบรับที่เสนออัตราของช่วงเวลาที่ถูกลดแบนด์วิดท์ (degradation period ratio) เป็นพารามิเตอร์คุณภาพของการให้บริการอีกตัวหนึ่งสำหรับโครงข่าย และรับประกันคุณภาพของการให้บริการของค่าความน่าจะเป็นที่เซลล์ทำการลดแบนด์วิดท์ของการเชื่อมต่อใดๆต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง (target bandwidth) ด้วยการหาความน่าจะเป็นที่การเรียกแบบแฮนด์ออฟจะเข้ามาในสถานีฐานที่พิจารณาแล้วทำให้การเชื่อมต่อต้องถูกลดแบนด์วิดท์จนต่ำกว่าระดับที่คาดหวัง ซึ่งทำการพิจารณาการเคลื่อนที่ของเครื่องลูกข่ายใน 1 มิติ และระบบมีระดับของการให้บริการเพียงระดับเดียวเท่านั้น ส่วนงานวิจัย [5], [6] เสนอแบบแผนการยืมแบนด์วิดท์แบบชั่วคราวจากการเชื่อมต่อทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ เพื่อจัดสรรแบนด์วิดท์ให้กับการเรียกทุกการเรียกที่ร้องขอการบริการเมื่อระบบมีแบนด์วิดท์เหลืออยู่ไม่พอ โดยงานวิจัย [5] พิจารณาการยืมแบนด์วิดท์อย่างยุติธรรมในลักษณะของสัดส่วนความทนทานต่อการสูญเสียแบนด์วิดท์ของแต่ละการเชื่อมต่อ ส่วนงานวิจัย [6] เสนอการจัดสรรแบนด์วิดท์อย่างยุติธรรมแบบแมกซ์มิน (max-min fairness) ร่วมกับแบบแผนการยืมแบนด์วิดท์

ในงานวิจัย [7] เสนอแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ที่ให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟมากกว่า โดยถ้าระบบมีแบนด์วิดท์เหลืออยู่ไม่พอที่จะรองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการ การลดแบนด์วิดท์จะเกิดขึ้นเพื่อรองรับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟเท่านั้น ส่วนการเรียกใหม่จะถูกบล็อกทันทีถ้าไม่มีแบนด์วิดท์เหลือพอ

อย่างไรก็ตามงานวิจัยต่างๆที่ผ่านมาเสนอแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์สำหรับโครงข่ายสื่อประสมไร้สายไม่ได้พิจารณาเงื่อนไขว่าควรจะลดแบนด์วิดท์อย่างไร และเป็นปริมาณเท่าใดจึงเหมาะสม แต่ทำการปรับลดแบนด์วิดท์เมื่อใดก็ตามที่มีแบนด์วิดท์ให้ยืมหรือสามารถปรับลดจากการเรียกในระบบได้ ดังนั้นในงานวิจัย [1], [8]-[10] จึงพิจารณาเงื่อนไขที่สำคัญในการปรับลดแบนด์วิดท์ คือ พฤติกรรมของผู้ใช้ที่ตอบสนองหรือเกิดจากการถูกลดแบนด์วิดท์ โดยเสนอแบบแผนการลดจำนวนช่องสัญญาณกับการควบคุมการตอบรับการเรียกที่พิจารณาถึงข้อดีข้อเสียระหว่างปริมาณการเรียกที่รองรับได้มากขึ้น ในขณะที่การลดจำนวนช่องสัญญาณจะทำให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจลดลง โดยหารายได้ที่สูญเสียไปเนื่องจากพฤติกรรมของผู้ใช้ที่ตอบสนองต่อการถูกลดจำนวนช่องสัญญาณและหานโยบายการตอบรับและนโยบายการลดจำนวนช่องสัญญาณที่เหมาะสมที่สุด (optimal) ที่ทำให้ระบบได้รับรายได้สุทธิสูงสุด ในงานวิจัย [8],[10] พิจารณาระบบที่ให้ลำดับความสำคัญในระดับของการให้บริการที่แตกต่างกัน โดยให้ความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ และไม่ได้ทำการลดแบนด์วิดท์ให้กับการเรียกที่ร้องขอที่ใช้แบนด์วิดท์จากการลดมาจากการเรียกอื่นในระบบ ส่วน [1], [9] ไม่ได้พิจารณาคุณภาพของการให้บริการที่สำคัญมากตัวหนึ่งสำหรับโครงข่ายไร้สาย คือ ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ และยังพิจารณาในระบบที่ไม่สอดคล้องกับฟังก์ชันอรรถประโยชน์ผู้ใช้ (user utility function) ในแต่ละระดับของการให้บริการของการเรียกที่ใช้พิจารณาในการหารายได้ที่สูญเสียจากการลดจำนวนช่องสัญญาณนัก กล่าวคือ ถ้าเดิมการเรียกอยู่ในระดับของการให้บริการที่ i ซึ่งต้องการช่องสัญญาณจำนวน i ช่องสัญญาณ แล้วต่อมาการเรียกนี้ถูกลดช่องสัญญาณไป 1 ช่องสัญญาณ ระดับของการให้บริการของการเรียกนี้จะเปลี่ยนเป็น $i-1$ ทันที นั่นหมายถึงว่า สำหรับระดับของการให้บริการเดียวกันสามารถมีการเรียกหลากหลายประเภทอยู่รวมกัน ทั้งๆที่คุณลักษณะของการเรียกแต่ละประเภทและความต้องการคุณภาพของการให้บริการอาจแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงแต่กลับใช้แบบจำลองความพึงพอใจหรืออรรถประโยชน์ผู้ใช้เดียวกันสำหรับระดับของการให้บริการนั้นๆ นอกจากนี้ใน [1],[8]-[10] ไม่ได้พิจารณาถึงการจัดสรรแบนด์วิดท์ที่ควรจะได้รับอย่างยุติธรรมระหว่างการเรียกที่ร้องขอการบริการกับการเรียกในระบบที่ถูกลดแบนด์วิดท์ เพื่อนำแบนด์วิดท์มารองรับการเรียกมี่ร้องขอการบริการ

1.3 แนวคิดที่นำเสนอ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์และการควบคุมการตอบรับการเรียกโดยพิจารณาผลต่างของรายได้ที่ได้รับกับรายได้สูญเสียที่เกิดจากการลดแบนด์วิดท์ไม่สอดคล้องกับอรรถประโยชน์ผู้ใช้ที่แท้จริง อีกทั้งยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับการเรียกแบบแฮนด์ออฟและไม่ได้คำนึงถึงการจัดสรรแบนด์วิดท์อย่างยุติธรรมสำหรับการเรียกในระบบและการเรียกที่ร้องขอการบริการ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ใน [1], [9] ด้วยการพิจารณาระบบที่การเรียกในแต่ละระดับของการให้บริการมีลักษณะทราฟฟิก ความต้องการคุณภาพของการให้บริการ และจำนวนช่องสัญญาณที่คาดหวัง (expected number of channels) เดียวกันซึ่งสอดคล้องกับอรรถประโยชน์ผู้ใช้ และพิจารณาการควบคุมการตอบรับการเรียกที่ให้ลำดับความสำคัญกับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟด้วยการบัฟเฟอร์การเรียกที่ร้องขอการบริการโดยการเรียกใหม่ที่อยู่ในบัฟเฟอร์จะถูกพิจารณาเป็นลำดับถัดมาหลังจากพิจารณาการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟแล้ว รวมถึงพิจารณาความยุติธรรมในการจัดสรรจำนวนช่องสัญญาณของการเรียกที่เข้ามาใหม่กับการเรียกในระบบภายในระดับของการให้บริการเดียวกันในลักษณะที่การเรียกที่ร้องขอการบริการ และใช้ช่องสัญญาณที่ได้มาจากการลดจำนวนช่องสัญญาณของการเชื่อมต่อในระบบควรได้รับจำนวนช่องสัญญาณที่เท่ากับจำนวนช่องสัญญาณของการเรียกในระบบ ณ ปัจจุบันได้รับ

1.4 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแบบแผนการปรับลดแบนด์วิดท์ร่วมกับการควบคุมการตอบรับการเรียกที่พิจารณารายได้สุทธิสูงสุดของระบบด้วยอรรถประโยชน์ผู้ใช้ที่สอดคล้องกับคุณภาพของการให้บริการ และสามารถจัดสรรคุณภาพของการให้บริการที่สำคัญสำหรับโครงข่ายสื่อประสมไร้สาย ซึ่งก็คือ ความน่าจะเป็นการบล็อกการเรียกใหม่ (new call blocking probability) และความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟ (handoff call dropping probability) รวมถึงการปรับลดแบนด์วิดท์ตามระดับแบนด์วิดท์ที่รับประกัน และพิจารณาความยุติธรรมในการจัดสรรและการถูกลดแบนด์วิดท์ของการเรียกในระดับของการให้บริการเดียวกัน

1.5 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. ออกแบบการปรับลดช่องสัญญาณสำหรับการเรียกสื่อประสมในโครงข่ายไร้สายร่วมกับการควบคุมการตอบรับการเรียก โดยพิจารณารายได้สุทธิสูงสุดที่ระบบได้รับ ซึ่งให้ลำดับความสำคัญ

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กับการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟสูงกว่าการเรียกใหม่ และมีความยุติธรรมในการจัดสรรช่องสัญญาณให้กับการเรียกภายในระดับของการให้บริการเดียวกัน

2. พัฒนานโยบายการลดจำนวนช่องสัญญาณทีละมากกว่าหนึ่งช่องสัญญาณเพื่อให้ระบบสามารถรองรับการเรียกที่ร้องขอการบริการ และมีความยืดหยุ่นมากขึ้นสอดคล้องกับระดับแบนด์วิดท์ที่รับประกัน

3. ทดสอบประสิทธิภาพของการปรับลดช่องสัญญาณและการควบคุมการตอบรับที่เสนอกับการปรับลดช่องสัญญาณที่ลดช่องสัญญาณเพียงหนึ่งช่องสัญญาณและไม่ได้ให้ลำดับความสำคัญกับการเรียกแบบแฮนด์ออฟ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์

1.6 ขั้นตอนและวิธีในการดำเนินงาน

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งความรู้และทฤษฎีพื้นฐานที่ต้องใช้ในวิทยานิพนธ์
2. ศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาการหาค่าความเหมาะสม
3. ออกแบบการปรับลดช่องสัญญาณและการควบคุมการตอบรับการเรียก
4. เขียนโปรแกรมทดสอบแบบแผนการจัดสรรตามวิธีที่ได้นำเสนอและแบบแผนที่ได้มีการเสนอมาก่อนหน้า
5. วิเคราะห์และประเมินผล เปรียบเทียบสมรรถนะของวิธีที่ได้นำเสนอและวิธีก่อนหน้า
6. สรุป วิจารณ์ และรวบรวมข้อมูลทั้งหมด พร้อมทั้งจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอแบบแผนการควบคุมการตอบรับการเรียกและการปรับลดแบนด์วิดท์ที่พิจารณารายได้สุทธิสูงสุดของระบบ สำหรับโครงข่ายไร้สายสื่อประสมที่ให้ความสำคัญกับการเรียกแบบแฮนด์ออฟสูงกว่าการเรียกใหม่ โดยวิธีที่นำเสนอพิจารณาการปรับลดแบนด์วิดท์ตามระดับแบนด์วิดท์ใดๆ ที่ระบบรับประกัน เพื่อที่จะรองรับการเรียกใหม่และการเรียกแบบแฮนด์ออฟ โดยในมุมมองของผู้ให้บริการสามารถได้รับรายได้สุทธิสูงสุด และในมุมมองของผู้ใช้บริการสามารถได้รับคุณภาพของการให้บริการ คือ ความน่าจะเป็นการดร็อปการเรียกที่เกิดจากการแฮนด์ออฟต่ำลง อีกทั้งในการถูกปรับลดแบนด์วิดท์มีการพิจารณาสอดคล้องตามอรรถประโยชน์ผู้ใช้และยังทำอย่างยุติธรรมสำหรับการเรียกในระดับของการให้บริการเดียวกัน