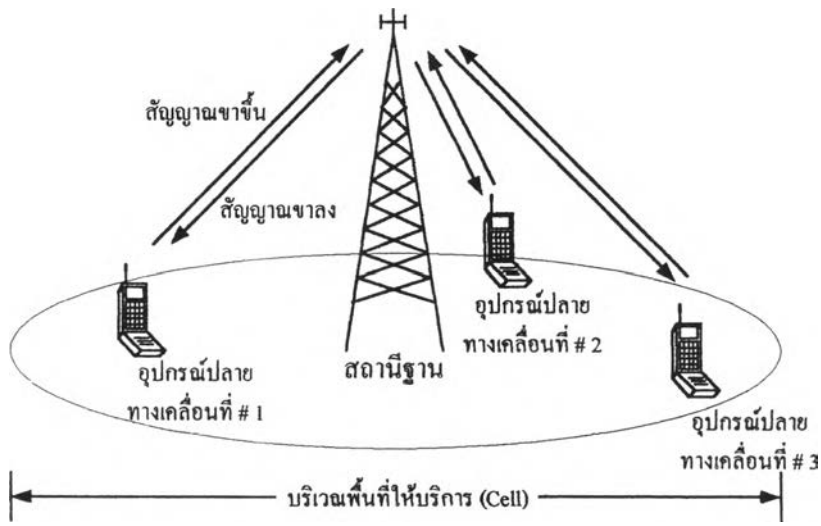
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันจำนวนผู้ใช้บริการในระบบสื่อสารไร้สายได้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากประโยชน์และความสะดวกที่ผู้ใช้บริการได้รับ โดยทั่วไประบบสื่อสารไร้สายในพื้นที่ให้บริการหนึ่งประกอบด้วยสถานีฐาน 1 สถานี (Base Station), ผู้ใช้อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่จำนวนหนึ่ง (Mobile Terminal Users) และช่องสัญญาณสำหรับสื่อสาร (Channel) ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ระบบสื่อสารไร้สายในพื้นที่ให้บริการหนึ่ง

สถานีฐานเป็นส่วนหนึ่งของโครงข่ายหลัก (Backbone Network) และผู้ใช้อุปกรณ์ปลายทางเคลื่อนที่ได้แก่ ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือผู้ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ โดยสถานีฐานและผู้ใช้บริการจะติดต่อสื่อสารกันผ่านทางช่องสัญญาณซึ่งจะแบ่งเป็นช่องสัญญาณขาขึ้น (Upward Channel) และช่องสัญญาณขาลง (Downward Channel) สถานีฐานใช้ช่องสัญญาณขาลงเพื่อส่งทราฟฟิกควบคุม (Broadcast Control Traffic) และ/หรือ ทราฟฟิกข่าวสาร (Information Traffic) ไปยังผู้ใช้บริการ ในขณะที่ผู้ใช้บริการส่งทราฟฟิกข่าวสารของตนไปยังสถานีฐานในช่องสัญญาณขาขึ้น

เนื่องจากในบริเวณพื้นที่ให้บริการหนึ่ง ๆ จะมีสถานีฐานเป็นผู้ส่งเพียงผู้เดียวที่ใช้ช่องสัญญาณขาลง สถานีฐานจึงสามารถจัดการตารางการส่งทราฟฟิกอย่างเหมาะสมได้ ในขณะที่ช่องสัญญาณขาขึ้นมักจะถูกใช้ร่วมกันโดยผู้ใช้บริการหลายคน ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะให้ผู้ใช้บริการส่งสัญญาณซิงโครไนซ์ (Synchronize) กัน ดังนั้น ณ เวลาใดเวลาหนึ่งอาจมีผู้ใช้บริการหลายคนเข้าถึงช่องสัญญาณช่องเดียวกัน ทำให้ช่องสัญญาณช่องนั้นเกิดการรบกวนกันของสัญญาณและไม่สามารถนำสัญญาณที่ได้มาแปลงกลับเป็นข่าวสารได้ จึงไม่มีผู้ใช้บริการคนใดประสบความสำเร็จในการการเข้าถึงช่องสัญญาณ หรือในทางกลับกันอาจมีช่องสัญญาณที่ไม่มีผู้ใช้บริการคนใดเลยเข้ามาใช้ทำให้ช่องสัญญาณช่องนั้นสูญเปล่า ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้โพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง (Media Access Control Protocols หรือ MAC Protocols) เพราะหน้าที่หลักของโพรโทคอลนี้คือ การทำให้ผู้ใช้บริการสามารถการเข้าถึงช่องสัญญาณร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1,2]

จากความสำคัญของโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางจึงมีผู้ให้ความสนใจในการพัฒนางานด้านนี้ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เมื่อศึกษาลักษณะการทำงานของระบบต่าง ๆ ที่ได้ถูกนำเสนอ เราสามารถจำแนกประเภทระบบดังกล่าวโดยแบ่งตามลักษณะการช่วงชิงช่องสัญญาณ [3-9] เป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1. โพรโทคอลที่ไม่มีการช่วงชิงช่องสัญญาณ (Contention-Free MAC Protocol)
2. โพรโทคอลที่มีการช่วงชิงช่องสัญญาณ (Contention-Based MAC Protocol)
3. โพรโทคอลที่ผสมเทคนิคการช่วงชิงและไม่ช่วงชิงช่องสัญญาณ (Contention-Free & Contention-Based MAC Protocol)

โพรโทคอลที่ผสมเทคนิคการช่วงชิงและไม่ช่วงชิงช่องสัญญาณ เป็นการนำข้อดีของโพรโทคอลสองประเภทแรกมารวมกัน โครงสร้างเฟรมของโพรโทคอลประเภทนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ช่วงการจอง และ ช่วงการส่งข่าวสาร โดยลักษณะการทำงานของโพรโทคอลจะเริ่มจากผู้ใช้บริการที่ต้องการส่งข่าวสารจะต้องจองช่องสัญญาณ ณ สล็อตการจองก่อน ซึ่งเป็นการช่วงชิงกับผู้ใช้บริการคนอื่น ถ้าหากว่าการจองเป็นผลสำเร็จ สถานีฐานผู้ซึ่งเป็นศูนย์กลางการควบคุมจะจัดสรรช่องสัญญาณให้แก่ผู้ใช้บริการคนนั้น โดยผู้ใช้บริการจะส่งข่าวสารในสล็อตที่สถานีฐานกำหนด

การทำงานในช่วงการจองจึงมีความสำคัญมากต่อสมรรถนะ (Performance) ของระบบ เพราะผู้ใช้บริการทุกคนต้องผ่านการทำงานในช่วงการจองก่อนจึงจะได้รับการจัดสรรช่องสัญญาณ

ในช่วงการส่งข่าวสาร ดังนั้นถ้าการจองในช่วงนี้ไม่ประสบความสำเร็จ การบริการจะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ผลในข้อนี้จะแสดงอย่างชัดเจนเมื่อระบบรองรับทราฟฟิกเป็นปริมาณมาก ๆ ซึ่งในสภาวะนี้จะทำให้เกิดปัญหาการชนกันของแพ็กเกตการจอง

ในอดีตได้มีผู้เสนอวิธีการจองช่องสัญญาณในช่วงการจองเป็นจำนวนมาก [2, 10-12] บทความบางบทความอาจเรียกวิธีการนี้ว่า อัลกอริทึมสำหรับจัดการการช่วงชิง/การชน [13,14] (Contention/Collision Resolution Algorithm, CRA) วิธีการส่วนใหญ่มีสมมุติฐานว่าผู้ใช้บริการสามารถทราบผลการจองได้ทันภายในเฟรมที่กำลังพิจารณา สมมุติฐานเหล่านี้เป็นจริงในสภาวะที่อัตราการส่งยังมีไม่สูงนัก ทำให้เวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบ (Round-Trip Propagation Delay) มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับเวลาประวิงการส่งสัญญาณ (Transmission Delay) แต่ในอนาคตระบบสื่อสารไร้สายจะถูกพัฒนาให้มีความเร็วในการส่งสูงขึ้นเป็นอย่างมาก [15-17] เช่น Wireless LAN, Wireless ATM, HIPERLAN (ตามมาตรฐานของ IEEE 802.11) และ Broadband Wireless Access (ตามมาตรฐานของ IEEE 802.16) การทำงานของระบบย่อมมีลักษณะที่เปลี่ยนไป กล่าวคือในขั้นตอนการจองผู้ใช้บริการอาจไม่สามารถทราบผลการจองได้ทันภายในเฟรมที่พิจารณาทำให้ผู้ใช้บริการมีโอกาสเข้าจองได้เพียงครั้งเดียวภายในหนึ่งเฟรม นอกจากนี้ระบบสื่อสารดาวเทียมเป็นระบบหนึ่งซึ่งมีเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ ดังนั้นวิธีการจองช่องสัญญาณที่เคยมีผู้นำเสนออาจจะไม่เหมาะสมกับระบบดังกล่าว

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงเสนอเทคนิคการจองช่องสัญญาณสำหรับโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในระบบสื่อสารไร้สายสำหรับระบบที่เวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ เมื่อผู้ใช้บริการสามารถเข้าจองช่องสัญญาณได้เพียงหนึ่งครั้งต่อเฟรม จากนั้นผู้วิจัยจะวิเคราะห์หาสมรรถนะในช่วงการจองของวิธีการต่าง ๆ ที่นำเสนอ

1.2 วัตถุประสงค์

1. พัฒนาเทคนิคการจองช่องสัญญาณสำหรับโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในระบบสื่อสารไร้สาย สำหรับระบบที่เวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ เมื่อผู้ใช้บริการสามารถเข้าจองช่องสัญญาณได้เพียงหนึ่งครั้งต่อเฟรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้จำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยที่ประสบความสำเร็จในช่วงการจองมีค่าเพิ่มขึ้น

2. ใช้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณหาจำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยที่ประสบความสำเร็จในช่วงการจองและค่าความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในการจองช่องสัญญาณของวิธีที่นำเสนอ

3. ทดสอบและวิเคราะห์วิธีที่นำเสนอโดยนำมาเปรียบเทียบกับวิธี APB และ AEB ซึ่งเป็นวิธีที่ได้จากการประยุกต์ของวิธีที่เคยถูกนำเสนอ (Pseudo-Bayesian และ Exponential Backoff)

1.3 เป้าหมายและขอบเขตของวิทยานิพนธ์

เป้าหมายของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้จะพัฒนาหาเทคนิคและวิธีที่เหมาะสมในการจองช่องสัญญาณ เพื่อที่จะทำให้สมรรถนะในช่วงการจองมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อสมรรถนะในช่วงการจองวัดจากจำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยที่ประสบความสำเร็จในช่วงการจอง นอกจากนี้วิธีที่เหมาะสมควรจะมีความซับซ้อนในการทำงานไม่มากนักเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานจริง วิธีที่นำเสนอนี้จะใช้กับโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีช่วงการจองในแต่ละเฟรมและเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ เมื่อกำหนดให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าจองได้เพียงหนึ่งครั้งต่อเฟรม การประเมินสมรรถนะของวิธีที่นำเสนอจะอาศัยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ โดยจะนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสมรรถนะของวิธี APB และ AEB ซึ่งเป็นวิธีการที่ประยุกต์จากวิธีที่เคยถูกนำเสนอ (Pseudo-Bayesian และ Exponential Backoff)

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางแบบต่าง ๆ ที่มีการนำเสนอ และพื้นฐานการจองช่องสัญญาณของโพรโทคอลแบบ Slotted-ALOHA

2. ศึกษาวิธีการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเกตการจองที่มีในปัจจุบัน และวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในการส่งแพ็กเกตการจอง

3. เสนอเทคนิคในการเข้าจองช่องสัญญาณ และใช้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เพื่อหาสมรรถนะของวิธีที่นำเสนอ

4. เขียนโปรแกรมจำลองแบบเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการทดสอบ

6. เขียนบทความทางวิชาการ

7. เขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. วิธีที่เหมาะสมในการเข้าจองช่องสัญญาณ ซึ่งให้สมรรถนะที่สูงและมีความซับซ้อนในการทำงานไม่มากเกินไป สำหรับโพรโทคอลที่มีช่วงการจองและเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ

2. สามารถนำเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอไปประยุกต์ใช้กับโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางที่มีช่วงการจอง ซึ่งมีข้อกำหนดแบบอื่นเช่น ระบบที่ต้องการรองรับทราฟฟิกหลายชนิด หรือระบบที่ผู้ใช้บริการสามารถเข้าจองได้มากกว่าหนึ่งครั้งต่อเฟรม

3. แนวคิดบางส่วนที่ได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ ได้รับการตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการในงาน IASTED Proceedings of AI2001 [18] และ IEEE Proceedings of GlobeCom2001 [19] รวมถึงบทความที่ร่วมกันทำกับกลุ่มวิจัยเดียวกัน IEEE Proceedings of VTC2001 [20]