บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอเทคนิคการจองช่องสัญญาณสำหรับโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางในระบบสื่อสารไร้สาย โดยเทคนิคที่เสนอสามารถใช้ได้กับระบบที่เวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ เช่น ระบบสื่อสายไร้สายความเร็วสูงและระบบสื่อสารดาวเทียม รวมถึงระบบซึ่งใช้พื้นฐานการทำงานแบบ Time Division Duplex (TDD) ผู้ใช้บริการจึงทราบผลการจองหลังจากหมดช่วงการจองไปแล้ว ดังนั้นผู้ใช้บริการมีโอกาสเข้าจองช่องสัญญาณได้เพียงครั้งเดียวต่อเฟรม

แนวคิดของเทคนิคที่ได้เสนอแบ่งออกได้เป็น 5 แนวคิดคือ การใช้ค่าความน่าจะเป็นที่เหมาะสมแบบค่าคงที่, การใช้ค่าความน่าจะเป็นที่เหมาะสมแบบปรับค่าได้, การแบ่งกลุ่มย่อยอย่างสุ่ม, การเลือกสล็อตการจองอย่างสุ่ม, และการจำกัดจำนวนผู้ใช้บริการ โดยจุดมุ่งหมายหลักของแต่ละเทคนิคเพื่อทำให้การเข้าจองในช่วงการจองมีสมรรถนะเพิ่มขึ้น หรือมีจำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยประสบความสำเร็จในการจองเพิ่มขึ้น เพราะช่วงการจองเป็นช่วงที่สำคัญมากของโพรโทคอลที่มีการเข้าจอง เนื่องจากผู้ใช้บริการทุกคนจำเป็นต้องเข้าจองก่อนจึงจะมีสิทธิส่งแพ็กเกตข่าวสารในสล็อตข่าวสารที่กำหนด

วิธีที่ใช้เทคนิคที่นำเสนอมี 7 วิธีคือ CFP, CAP, COP, COP+SPL, CFP+SPL, UNI และ UNI+LA การวิเคราะห์หาสมรรถนะของวิธีที่นำเสนอทั้งหมดรวมถึงวิธี APB และ AEB ซึ่งได้จากการประยุกต์ของวิธีที่เคยถูกนำเสนอ ทำด้วยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบของสมการ Recursive Form

จากผลทดสอบและการวิเคราะห์ในบทที่ 4 สรุปได้ว่าโดยรวมแล้ววิธีการที่นำเสนอส่วนใหญ่ยกเว้นวิธี UNI ให้สมรรถนะที่เหนือกว่าวิธี APB และ AEB แม้ว่าวิธี UNI จะมีสมรรถนะต่ำในช่วงที่จำนวนผู้ใช้บริการมากกว่าจำนวนสล็อตการจอง แต่ในช่วงที่จำนวนผู้ใช้บริการน้อยกว่าจำนวนสล็อตการจองวิธี UNI จะมีสมรรถนะเหนือกว่า APB และ AEB วิธีที่นำเสนอซึ่งมีสมรรถนะสูงสุดคือ วิธี COP+SPL เพราะเป็นวิธีที่ใช้ค่าความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเกตการจองอย่างเหมาะสมในสล็อตการจองแต่ละสล็อตรวมถึงการกระจายโหลดอย่างเท่าเทียมกันในสล็อต

การจองทุกสล็อต ในขณะที่วิธี CFP, CAP และ COP แม้จะเป็นวิธีที่พยายามใช้ค่าความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเกตการจองอย่างเหมาะสม แต่สล็อตการจองในช่วงแรก ๆ ต้องรองรับโหลดมากกว่าในช่วงท้าย ๆ จึงเกิดความไม่เท่าเทียมกันในสล็อตการจองแต่ละสล็อต สำหรับวิธี UNI, UNI+LA และ CFP+SPL สล็อตการจองทุกสล็อตรองรับโหลดอย่างเท่าเทียมกัน โดยวิธี UNI ไม่ได้คำนึงจำนวนผู้ใช้บริการ วิธี UNI+LA มีการคำนึงถึงจำนวนผู้ใช้บริการด้วยการใช้ค่าความน่าจะเป็นในการจำกัดจำนวนผู้ใช้บริการแต่ก็ยังไม่ดีพอ ขณะที่วิธี CFP+SPL ใช้ค่าความน่าจะเป็นในการส่งแพ็กเกตการจองเท่ากันในสล็อตการจองทุกสล็อตจึงเป็นค่าที่ยังไม่เหมาะสมในแต่ละสล็อตการจอง ดังนั้นสรุปได้ว่าวิธีที่จะทำให้ช่วงการจองมีจำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยประสบความสำเร็จในการจองได้มากที่สุด (สมรรถนะสูงสุด) จะต้องมีคุณสมบัติ 2 ข้อคือ 1. ค่าความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในการส่งแพ็กเกตการจอง ซึ่งกำหนดจากจำนวนผู้ใช้บริการและจำนวนสล็อตการจองที่เหลืออยู่ ณ เวลาที่กำลังพิจารณา 2. สล็อตการจองทุกสล็อตควรจะรองรับปริมาณการเข้าจองอย่างเท่าเทียมกัน ไม่ควรให้สล็อตการจองสล็อตใดสล็อตหนึ่งต้องรองรับปริมาณการเข้าจองมากกว่าสล็อตอื่น

อย่างไรก็ตามการสรุปดังกล่าวเป็นการสรุปในแง่ของวิธีที่จะทำให้มีสมรรถนะสูงสุดเท่านั้น แต่ไม่ได้พิจารณาถึงความซับซ้อนของกลไกการทำงานของแต่ละวิธี จากตารางที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่ต้องการของวิธีที่นำเสนอกับวิธี APB และ AEB โดยมีพารามิเตอร์ที่ถูกแสดงในตารางคือ

- *N* คือจำนวนสล็อตการจองทั้งหมดในช่วงการจอง เนื่องจากค่านี้ขึ้นกับโครงสร้างเฟรมของระบบ จึงเป็นพารามิเตอร์ที่ระบบทราบได้

- *n* คือจำนวนสล็อตการจองที่เหลือ ณ เวลาที่กำลังพิจารณา ซึ่งระบบสามารถคำนวณค่านี้ได้จากเวลาที่ผ่านไปจากจุดเริ่มต้นของแต่ละเฟรม จึงเป็นค่าที่สามารถทราบได้เมื่อมีการซิงโครไนซ์ทางเวลาที่ดีพอ

- *M* คือจำนวนผู้ใช้บริการทั้งหมดในช่วงการจอง ซึ่งเป็นค่าที่ต้องประมาณผลการจองในเฟรมที่ผ่าน (อย่างไรก็ตามในวิทยานิพนธ์นี้ไม่ได้กล่าวถึงวิธีการประมาณ ซึ่งถ้าประมาณไม่ดีพอจะทำให้ค่าที่ได้ผิดพลาดส่งผลต่อสมรรถนะที่ได้รับ)

- *m* คือจำนวนผู้ใช้บริการที่เหลือ ณ สล็อตการจองที่กำลังพิจารณา ซึ่งเป็นค่าที่ต้องประมาณจากผลการจองของสล็อตการจองที่ผ่านมา จึงเป็นค่าที่ประมาณได้ยาก

สำหรับระบบที่เวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวกว่าเวลาประวิงการส่งสัญญาณ

- *y* คือจำนวนผู้ใช้บริการที่ตัดสินใจเข้าจองในกลุ่มที่กำลังพิจารณา ซึ่งเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับวิธีซึ่งมีการแบ่งกลุ่มเท่านั้น เนื่องจากการที่ผู้ใช้บริการแต่ละคนสุ่มเลือกกลุ่มดังนั้นจึงแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่สถานีฐานจะทราบได้ว่ากลุ่มที่กำลังพิจารณามีผู้ใช้บริการอยู่กี่คน

เนื่องจากความซับซ้อนในการทำงานของแต่วิธีจะขึ้นกับพารามิเตอร์ที่แต่ละวิธีต้องการ ซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องมีการประมาณคือ *M*, *m* และ *y* ดังนั้นเมื่อจำแนกประเภทของวิธีตามความต้องการพารามิเตอร์ทั้งสามสามารถจำแนกและสรุปได้ดังนี้ (จากตารางที่ 5.1)

- วิธี UNI: ไม่ต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับค่าใดเลย ดังนั้นวิธี UNI จึงมีความซับซ้อนในการทำงานน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีทั้งหมดที่นำเสนอรวมถึงวิธี APB และ AEB

- วิธี CFP, CFP+SPL และ UNI+LA: ต้องทราบ M เพียงอย่างเดียว ซึ่งวิธีที่ดีที่สุดใน 3วิธีนี้คือวิธี UNI+LA เพราะวิธีนี้ให้สมรรถนะสูงกว่า CFP และมีกลไกการทำงานที่ซับซ้อนน้อยกว่าวิธี CFP+SPL

- วิธี CAP, COP, APB และ AEB: ต้องทราบ M และ m ทั้งคู่ ซึ่งวิธี COP จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดใน 4 วิธีนี้ เพราะด้วยความต้องการพารามิเตอร์ที่เหมือนกันแต่ให้สมรรถนะสูงสุด

- วิธี COP+SPL: ต้องทราบ M, m, และ y ดังนั้นวิธี COP+SPL จึงมีความซับซ้อนในการทำงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีทั้งหมดที่นำเสนอรวมถึงวิธี APB และ AEB

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่ต้องการของวิธีที่นำเสนอกับวิธี APB และ AEB

พารามิเตอร์	วิธี								
	CFP	CAP	COP	COP+SPL	CFP+SPL	UNI	UNI+LA	APB	AEB
N	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	-	-
n	-	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	-	-	-	-	-
M	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	-	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ
m	-	ต้องการ	ต้องการ	ต้องการ	-	-	-	ต้องการ	ต้องการ
y	-	-	-	ต้องการ	-	-	-	-	-

สรุปได้ว่าวิธีที่จะทำให้ระบบมีสมรรถนะสูงสุดในช่องการจองจะต้องใช้ความน่าจะเป็นที่เหมาะสมในการส่งแพ็กเกตการจองในสล็อตการจองแต่ละสล็อต และสล็อตการจองทุกสล็อตควรจะรองรับปริมาณการเข้าจองอย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งวิธี COP+SPL มีคุณสมบัติสองข้อนี้จึงมีสมรรถนะสูงสุด อย่างไรก็ดีวิธี COP+SPL มีความซับซ้อนในการทำงานที่สูง วิธี UNI เป็นวิธีที่ซับซ้อนน้อยที่สุดและให้สมรรถนะดีในกรณีที่โหลดน้อยกว่าหนึ่ง แต่ต้องระวังการทำงานในช่วงที่มีปริมาณโหลดมากกว่าหนึ่ง ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ในระบบทั่วไป วิธี UNI+LA เป็นวิธีที่ให้สมรรถนะดีในทุกสภาวะและมีความซับซ้อนในการทำงานไม่มากนักจึงสามารถนำไปใช้งานได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นวิธี UNI+LA จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับระบบที่ทำการพิจารณาในวิทยานิพนธ์

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่ได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้วิเคราะห์หาค่าวิสัยสามารถของทุกวิธีที่ได้นำเสนอ แต่ยังไม่ได้วิเคราะห์หาเวลาประวิงในการส่งแพ็กเกตการจอง ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญอีกค่าหนึ่งสำหรับการวัดสมรรถนะทำงาน ดังนั้นเพื่อให้การวิเคราะห์ของแต่ละวิธีเป็นไปอย่างสมบูรณ์จึงควรทำการวิเคราะห์หาเวลาประวิงในการส่งแพ็กเกตการจองเพิ่มเติม

2. ทราฟฟิกประเภทมัลติมีเดีย (Multimedia) กำลังเป็นที่ได้รับความสนใจในเวลานี้ แต่ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดให้ผู้ใช้บริการทุกคนมีความสำคัญเท่ากันหรือเป็นระบบที่มีทราฟฟิกประเภทเดียว ดังนั้นเพื่อรองรับระบบที่มีทราฟฟิกหลายประเภทผู้ใช้บริการแต่ละคนจะมีลำดับความสำคัญไม่เท่ากัน จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจสำหรับการวิจัยต่อไป

3. วิธีการจองช่องสัญญาณทั้งหมดที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้กำหนดให้ผู้ใช้บริการสามารถเข้าจองได้เพียงครั้งเดียวในหนึ่งช่วงการจอง ซึ่งเป็นที่น่าสนใจที่จะเปรียบเทียบกับวิธีอื่น ๆ ที่ผู้ใช้บริการสามารถเข้าจองได้มากกว่าหนึ่งครั้งต่อเฟรม หรือควรทำการเปรียบเทียบวิธีซึ่งมีเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบยาวเทียบกับเวลาประวิงการแพร่กระจายครบรอบสั้น ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอผลการเปรียบเทียบบางส่วนใน [20]