

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทนี้กล่าวถึงบทสรุปของเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ และข้อเสนอแนะ

7.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่เหมาะสมสำหรับระบบที่มีเวลาประวิงสัมพัทธ์ยาว เช่น ระบบสื่อสารไร้สายที่มีความเร็วสูง ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม เนื่องจากระบบที่พิจารณาเป็นระบบที่มีเวลาประวิงสัมพัทธ์ยาว ทำให้ผู้ใช้บริการไม่สามารถทราบผลการจองช่องสัญญาณได้ทันก่อนจะสิ้นสุดส่วนการจอง ดังนั้นผู้ใช้บริการจึงมีโอกาสเข้าจองช่องสัญญาณได้เพียงครั้งเดียวต่อเฟรม

เทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ CFP (Cascade Fixed Probability) และ เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ RSS (Random Slot Selection)

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ CFP นั้นการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณจะพิจารณาจากปริมาณโหลดที่ระบบรองรับ (จำนวนผู้ใช้บริการ) และจำนวนช่องสัญญาณจองที่มีในเฟรม ซึ่งจะช่วยให้ค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่ได้เป็นค่าที่เหมาะสมมากกว่าการกำหนดจากปริมาณโหลดเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณจะมีการกำหนดเพียงครั้งเดียวที่ต้นเฟรม ทำให้ค่าที่ได้จึงยังไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมในทุกๆ ช่องสัญญาณจองภายในเฟรม เนื่องจากจำนวนผู้ใช้บริการและจำนวนช่องสัญญาณจองจะมีจำนวนลดน้อยลงเรื่อย ๆ และการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการที่ต้องกระทำเรียงลำดับจากช่องสัญญาณจองต้นเฟรมไปยังช่องสัญญาณจองท้ายเฟรม ทำให้ปริมาณการจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการที่ช่องสัญญาณจองแต่ละช่องแตกต่างกัน กล่าวคือช่องสัญญาณในช่วงต้นเฟรมจะมีปริมาณการใช้งานที่สูงเมื่อเทียบกับบริเวณท้ายเฟรม โอกาสในการชนจึงเกิดขึ้นได้มากในช่วงต้นเฟรมหรือในอีกแง่หนึ่งนั้นจะเป็นการเพิ่มโอกาสที่จะเกิดการว่างในช่วงท้ายเฟรม

จากข้อดีของเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ CFP และพัฒนาการของเทคโนโลยีการสื่อสารปัจจุบันที่ทำให้แนวโน้มของบริการที่ระบบต้องรองรับมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น ซึ่งบริการแต่ละประเภทต่างก็มีคุณภาพการบริการที่ต้องการแตกต่างกัน วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ RSS เพื่อแก้ไขข้อดีดังกล่าว โดยมีหลักการคือผู้ใช้บริการจะทำการสุ่มเลือกเข้าจองในช่องสัญญาณจองอย่างสุ่ม ดังนั้นจะพบว่าเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ RSS นั้นมีข้อดีคือสามารถกระจายปริมาณโหลดไปยังช่องสัญญาณต่าง ๆ ภายในเฟรมได้อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งจะช่วยลดโอกาสในการชนและการว่างของช่องสัญญาณ ทั้งนี้สามารถแบ่งเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ RSS ที่ไม่มีการกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการ ได้แก่ เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI และเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+LA

2. เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ RSS ที่สามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการตามคุณภาพการบริการที่ต้องการ โดยตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดคุณภาพการบริการที่ต้องการในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือค่า γ ซึ่งกำหนดเป็นอัตราส่วนของค่าวิสัยสามารถต่อผู้ใช้บริการระหว่างผู้ใช้บริการคลาส 1 และผู้ใช้บริการคลาส 2 โดยเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอได้แก่ เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+MLA เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS+MLA และ เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ Partial UNI+MLA

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI ผู้ใช้บริการแต่ละรายที่เข้าจองช่องสัญญาณจะทำการสุ่มเลือกช่องสัญญาณจองของตนเองขึ้นมา 1 ช่อง ดังนั้นจะพบว่าเทคนิคนี้มีข้อดีคือง่ายต่อการนำไปใช้งานจริงเนื่องจากสถานะพื้นฐานไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนช่องสัญญาณจองและจำนวนผู้ใช้บริการ จากผลการทดสอบพบว่าเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI จะให้สมรรถนะที่ดีในช่วงที่จำนวนผู้ใช้บริการมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนช่องสัญญาณจอง เพราะถ้าจำนวนผู้ใช้บริการมีจำนวนสูงกว่าจำนวนช่องสัญญาณจอง จะทำให้ผู้ใช้บริการบางรายสุ่มเลือกช่องสัญญาณจองได้เป็นช่องเดียวกันและเกิดการชนขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ค่าวิสัยสามารถของระบบลดต่ำลง

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+LA ซึ่งอาศัยการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณเพื่อจำกัดจำนวนผู้ใช้บริการที่จะผ่านเข้าไปทำการจองช่องสัญญาณแบบ UNI พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาการลดลงของค่าวิสัยสามารถของระบบในช่วงที่จำนวนผู้ใช้บริการมีจำนวนสูงกว่าจำนวนช่องสัญญาณจองที่พบในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI ได้ สำหรับการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณนั้น หากกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณไว้ต่ำ จะทำให้มีผู้ใช้บริการจำนวนน้อยผ่านเข้าไปจองช่องสัญญาณ ดังนั้นการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่ต่ำจึงเหมาะสำหรับระบบที่มีผู้ใช้บริการสูงกว่าจำนวนช่องสัญญาณจอง ในทางตรงกันข้ามการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่สูง จะเป็นการจำกัดสิทธิ์การเข้าใช้ช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการน้อยกว่า ดังนั้นการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่สูงจะเหมาะสำหรับระบบที่มีจำนวนผู้ใช้บริการต่ำ และในกรณีที่กำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณไว้เท่ากับ 1 ระบบจะมีการทำงานเช่นเดียวกับเมื่อใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI ซึ่งจะเหมาะสมในกรณีที่จำนวนผู้ใช้บริการภายในระบบน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนช่องสัญญาณจอง อย่างไรก็ตามเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+LA นั้นยังมีข้อด้อยคือไม่สามารถทำการกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการได้

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS พบว่าเป็นเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่สามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการที่ง่ายที่สุด โดยการกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการจะกระทำโดยการแบ่งช่องสัญญาณจองให้กับผู้ใช้บริการแต่ละคลาส จากนั้นผู้ใช้บริการที่ต้องการเข้าจองช่องสัญญาณ จะทำการสุ่มเลือกเข้าจองช่องสัญญาณในกลุ่มของตนแบบ UNI ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าหากทำการกำหนดอัตราส่วนจำนวนช่องสัญญาณจองให้กับผู้ใช้บริการแต่ละคลาสอย่างเหมาะสม จะสามารถทำให้ค่าวิสัยสามารถของระบบมีค่าสูงขึ้นได้ เนื่องจากการแบ่งส่วนช่องสัญญาณจองจะช่วยเพิ่มโอกาสที่ผู้ใช้บริการในแต่ละกลุ่มจะสามารถจองช่องสัญญาณได้สำเร็จ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาระบบที่มีการกำหนดคุณภาพการบริการที่ต้องการ (ค่า γ) พบว่าจะเป็นการยากที่ระบบจะสามารถปรับค่า γ ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้ เนื่องจากการกำหนดจำนวนช่องสัญญาณจองจะกระทำได้เป็นขั้น ๆ ไม่ต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามจะพบว่าหากระบบมีจำนวนช่องสัญญาณจองเพิ่มขึ้น จะทำให้การปรับค่า γ ที่ต้องการทำได้ง่ายขึ้นเพราะจำนวนช่องที่สามารถปรับได้เพิ่มขึ้น และเมื่อค่า γ ที่ต้องการเพิ่มสูงขึ้น จะพบว่าจำนวนช่องสัญญาณจองที่กำหนดให้กับผู้ใช้บริการคลาส 1 จะเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มโอกาสในการที่ผู้ใช้บริการคลาส 1 จะจองช่องสัญญาณสำเร็จและในขณะเดียวกันก็เป็นการลดโอกาสที่ผู้ใช้บริการคลาส 2 จะจองช่องสัญญาณสำเร็จ

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+MLA ซึ่งสามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการโดยการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละคลาสที่สามารถผ่านเข้าไปจองช่องสัญญาณมีจำนวนต่างกัน ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าระบบจะสามารถควบคุมให้ได้ค่า γ ที่ต้องการในทุกค่าเพราะค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่สามารถปรับได้จะมีลักษณะที่ต่อเนื่อง โดยจะพบว่าเมื่อค่า γ ที่ต้องการเพิ่มขึ้น ค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการคลาส 1 จะเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการคลาส 2 จะมีค่าต่ำลง โดยการที่ค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการคลาส 1 เพิ่มขึ้นนี้เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสให้ผู้ให้บริการคลาส 1 ผ่านไปเข้าจองช่องสัญญาณได้มากขึ้น ส่วนการที่ค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการคลาส 2 ลดต่ำลงนั้นเพื่อเป็นการจำกัดจำนวนผู้ใช้บริการคลาส 2 ที่จะเข้าไปแข่งขันเพื่อจองช่องสัญญาณกับผู้ใช้บริการคลาส 1

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS+MLA การกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณสามารถทำได้โดยการแบ่งจำนวนช่องสัญญาณจองและการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการแต่ละคลาสแตกต่างกัน จากผลการทดสอบพบว่าระบบจะสามารถควบคุมให้ได้ค่า γ ที่ต้องการในทุกค่าเช่นเดียวกับเมื่อใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+MLA โดยความสัมพันธ์ระหว่างค่า γ ที่ต้องการและจำนวนช่องสัญญาณจองจะคล้ายกับผลที่ได้จากการใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่า γ ที่ต้องการและค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณของผู้ใช้บริการคลาส 1 และผู้ใช้บริการคลาส 2 จะคล้ายกับผลที่ได้จากการใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+MLA

สำหรับค่าวิสัยสามารถสูงสุดของระบบที่ได้เปรียบเทียบกับระหว่างเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS+MLA และเทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+MLA พบว่าสมรรถนะของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับจะขึ้นกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนช่องสัญญาณจองในเฟรม จำนวนผู้ใช้บริการแต่ละคลาส และค่า γ ที่ต้องการ โดยจะพบว่าถ้าหากช่องสัญญาณจองมีจำนวนมากเพียงพอรองรับกับจำนวนผู้ใช้บริการคลาส 1 และค่า γ ที่ต้องการไม่สูงเกินไป การแบ่งช่องสัญญาณจองให้กับผู้ใช้บริการแต่ละคลาสอย่างอิสระต่อกัน ร่วมกับการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณที่เหมาะสม จะช่วยทำให้ค่าวิสัยสามารถของระบบที่ได้จากการใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+DS+MLA มีค่าสูงกว่าค่าวิสัยสามารถของระบบเมื่อใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณแบบ UNI+MLA เพียงอย่างเดียวได้ อย่างไรก็ตามเมื่อจำนวนช่อง

สัญญาฉบับจะมีไม่เพียงพอรองรับกับจำนวนผู้ใช้บริการคลาส 1 ที่มีจำนวนมาก หรือเมื่อต้องการค่า γ สูง ๆ จะพบว่าค่าวิสัยสามารถของระบบที่ได้จากการใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+MLA จะสูงกว่า

ในเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ Partial UNI+MLA นั้น การกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาฉบับให้กับผู้ใช้บริการสามารถทำได้โดยการกำหนดค่าโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาฉบับและจำนวนช่องสัญญาฉบับของผู้ใช้บริการแต่ละคลาสจะสามารถเข้าจองได้ ซึ่งการกำหนดจำนวนช่องสัญญาฉบับให้กับผู้ใช้บริการในเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ Partial UNI+MLA นี้จะแตกต่างกับการกำหนดจำนวนช่องสัญญาฉบับให้กับผู้ใช้บริการในเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+DS+MLA คือช่องสัญญาฉบับจะยังคงถูกใช้ร่วมกันระหว่างผู้ใช้บริการ ไม่ได้ถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ให้กับผู้ใช้บริการแต่ละคลาสอย่างเช่นในเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+DS+MLA จากผลที่ได้พบว่าเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ Partial UNI+MLA จะมีสมรรถนะสูงสุดเมื่อจำนวนช่องสัญญาฉบับของผู้ใช้บริการคลาส 2 จะสามารถเข้าจองได้มีจำนวนเท่ากับจำนวนช่องสัญญาฉบับในเฟรม นั่นคือระบบจะมีการทำงานเช่นเดียวกับเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+MLA

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบในเชิงของค่าวิสัยสามารถในกรณีที่ไม่มี การกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาฉบับให้กับผู้ใช้บริการระหว่างเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับที่นำเสนอ (CFP UNI และ UNI+LA) และเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ 1/m Applied พบว่าเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับที่ให้สมรรถนะโดยรวมดีที่สุดเรียงตามลำดับคือ เทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+LA เทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI (ในช่วงที่มีเสถียรภาพ) เทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ CFP และ เทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ 1/m Applied

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบในเชิงของค่าวิสัยสามารถในกรณีที่มีการกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาฉบับให้กับผู้ใช้บริการระหว่างเทคนิคที่นำเสนอ (UNI+MLA และ UNI+DS+MLA) กับเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ 1/m Applied with Priority พบว่าสมรรถนะระหว่างเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+MLA และเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ UNI+DS+MLA นั้นจะขึ้นกับพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบดังได้กล่าวแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปสมรรถนะของทั้งสองเทคนิคจะสูงกว่าสมรรถนะของเทคนิคการจองช่องสัญญาฉบับแบบ 1/m Applied with Priority

จากผลการทดสอบและวิเคราะห์ในข้างต้นนี้จะพบว่าสมรรถนะของระบบในเชิงของค่าวิจัยสามารถเมื่อใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอทั้งในกรณีที่ไม่มีการกำหนดลำดับความสำคัญ (UNI, UNI+LA) หรือมีการกำหนดลำดับความสำคัญ (UNI+MLA, UNI+DS+MLA, Partial UNI+MLA) ในการเข้าจองช่องสัญญาณจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่มีนำเสนอในอดีตเนื่องจากเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอออกแบบมาโดยคำนึงถึงทั้งปริมาณโหลดที่ระบบรองรับและจำนวนช่องสัญญาณจองในเฟรม ทำให้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับเฟรมนั้น ๆ มากกว่าการคำนึงถึงแต่ปริมาณโหลดเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอจึงเหมาะสำหรับประยุกต์ใช้ในระบบที่มีเวลาประวิงสัมพัทธ์ยาว ซึ่งผู้ใช้บริการมีโอกาสในการเข้าจองช่องสัญญาณได้เพียงครั้งเดียวต่อเฟรม นอกจากนี้เทคนิคที่นำเสนอยังสามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการตามคุณภาพการบริการที่ต้องการได้ ซึ่งเหมาะสำหรับรองรับกับพัฒนาการสื่อสารแบบมัลติมีเดียในอนาคต

7.2. ข้อเสนอแนะ

1. เทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโพรโทคอลควบคุมการเข้าถึงตัวกลางประเภทอื่น ๆ ที่มีการแข่งขันกันของผู้ใช้บริการ
2. เนื่องจากคุณภาพการบริการที่ต้องการในงานวิจัยส่วนใหญ่ที่มีนำเสนอในปัจจุบัน มักจะเน้นไปที่การพิจารณาค่าเวลาประวิง ดังนั้นในงานวิจัยต่อไป อาจจะทำการพิจารณาถึงค่าเวลาประวิงที่เกิดขึ้นจากการใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอ
3. เนื่องจากข้อกำหนดในงานวิจัยคือสถานีฐานจะสามารถทราบจำนวนผู้ใช้บริการได้ที่ทุกต้นเฟรม (ปริมาณโหลดที่ระบบรองรับ) ซึ่งในความเป็นจริงสถานีฐานไม่สามารถจะทราบได้ ดังนั้นถ้าหากสามารถหาวิธีการในการประมาณปริมาณโหลดที่ระบบรองรับได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้สมรรถนะที่ได้จากการใช้เทคนิคการจองช่องสัญญาณที่นำเสนอเพิ่มสูงยิ่งขึ้น
4. การกำหนดลำดับความสำคัญในการเข้าจองช่องสัญญาณให้กับผู้ใช้บริการ พบว่าอาจทำได้ด้วยเทคนิคอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น การกำหนดให้ผู้ใช้บริการที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าสามารถสุ่มเลือกช่องสัญญาณจองได้จำนวนมากกว่าหนึ่งช่อง