บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการปรับปรุงสมรรถนะของโครงข่าย TCP/IP ที่อาศัยการร้องขออัตราการส่งจากผู้ใช้ต้นทางเพื่อให้เราเตอร์ระหว่างทางสามารถที่จัดสรรอัตราการส่งให้แก่ผู้ใช้ที่ส่งข้อมูลผ่านเราเตอร์ให้ได้อย่างมีความเหมาะสมกับสถานะของความแออัดที่เกิดขึ้นในโครงข่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่เป็นคอขวด ทั้งในกรณีที่มีช่องสัญญาณแบบใช้สายและแบบไร้สาย วิธีการที่เสนอนี้อาศัยกลไกการควบคุมอัตราอย่างชัดแจ้งของข้อมูลที่เกี่ยวกับขนาดของแบนด์วิดท์และค่าประวิงเวลาจริงในการเข้าถึงข้อมูลผ่านทางแพ็กเกตตอบรับเพื่อให้แหล่งกำเนิดข้อมูลแต่ละแหล่งสามารถปรับอัตราการส่งของตนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพความแออัดของโครงข่ายในขณะนั้น ในบทนี้จึงจะเป็นการสรุปผลการวิจัยที่ได้ศึกษามาในมุมมองของประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของลิงก์โดยเฉพาะในบริเวณคอขวด และความสามารถในการควบคุมให้แหล่งกำเนิดส่งแพ็ตเกตข้อมูลได้อย่างเท่าเทียมกัน รวมถึงการทดสอบในกรณีที่การเชื่อมต่อช่วงสุดท้ายเป็นการส่งผ่านแพ็กเกตข้อมูลบนช่องสัญญาณแบบไร้สายที่ได้นำเสนอวิธีการที่เรียกว่าโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่มาแก้ไขปัญหาที่เกิดเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของการสูญหายในช่องสัญญาณไร้สายที่จำลองด้วยแบบจำลองมาร์คอฟสองสถานะแบบต่อเนื่องทางเวลา และท้ายสุดจะเป็นส่วนของข้อเสนอแนะและแนวทางการทำวิจัยในอนาคต

5.1 บทสรุป

จากผลการทดสอบสมรรถนะของโครงข่ายโดยใช้โทโพโลยีเฉพาะที่แตกต่างกันจำนวน 3 รูปแบบเพื่อศึกษาถึงคุณลักษณะเฉพาะอย่างตามแต่ละรูปแบบของโทโพโลยี ซึ่งมีดังนี้คือ โทโพโลยีแบบ Dumbell โทโพโลยีแบบ Parking Lot และ โทโพโลยีแบบ Upstream โดยการทดสอบทั้งหมดจำลองแบบบนระบบที่มีช่องสัญญาณแบบใช้สาย และบนระบบจำลองแบบที่ช่องสัญญาณสุดท้ายเป็นช่องสัญญาณแบบไร้สาย โดยการจำลองแบบที่มีช่องสัญญาณแบบไร้สายของวิธีที่เสนอจะทำงานร่วมกับโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่ที่ถูกออกแบบมาแก้ไขปัญหาเนื่องจากลักษณะของช่องสัญญาณไร้สาย โดยเปรียบเทียบกับรูปแบบการส่งข้อมูล SACK TCP และ Reno TCP ในกรณีที่ทำงานร่วมกับโพรโทคอลสนูปและในกรณีที่ไม่มีโพรโทคอลสนูปร่วมทำงานด้วยอัตราการสูญหายค่าต่าง ๆ โดยพิจารณาความเท่าเทียมในการจัดสรรแบนด์วิดท์ของผู้ใช้ทั้งหมดและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของลิงก์โดยเฉพาะบริเวณคอขวด ส่วนในกรณีที่มีโพรโทคอลสนูปร่วมทำงาน จะเพิ่มการพิจารณาผลกระทบของอัตราการสูญหายที่ค่าต่าง ๆ และลักษณะรูปแบบของโทโพโลยีที่มีต่อขนาดของสนูปบัฟเฟอร์ จากผลการจำลองแบบในบทที่ 4 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากผลการจำลองแบบในกรณีที่ช่องสัญญาณเป็นแบบใช้สายทั้งหมดในส่วนของการทดสอบด้วยโทโพโลยีแบบ Dumbell และโทโพโลยีแบบ Parking Lot ทั้งรูปแบบแบ่งออกเป็นสองกรณีคือ กรณีที่มีการเริ่มต้นส่งข้อมูลรวมทั้งช่วงเวลาที่ในการส่งข้อมูลที่พร้อมกันและกรณีที่มีการเริ่มต้นส่งข้อมูลรวมทั้งช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ในทั้งสองกรณีการส่งข้อมูลด้วย FBA TCP ได้แสดงให้ถึงสมรรถนะที่ดีเยี่ยมของการร้องขออัตราการส่งของผู้ใช้ต้นทางเพื่อให้เราเตอร์จัดสรรอัตราการส่งตามความเหมาะสมและสัดส่วนตามที่สมควรได้ จะเห็นได้ว่าสามารถจัดสรรอัตราการส่งของผู้ใช้แต่ละรายได้อย่างมีความเท่าเทียม เนื่องจากผลของการกำหนดอัตราการส่งของเราเตอร์ที่เหมาะสมกับสภาพของผู้ใช้ในขณะนั้นตามผู้ใช้ร้องขอไปและนำไปกำหนดอัตราการส่งแพ็กเกตข้อมูลสู่โครงข่าย ทำให้การจัดสรรแบนด์วิดท์ของแต่ละโฟลว์เป็นไปได้อย่างมีความเท่าเทียมกันตามสัดส่วนที่ควรจะได้แตกต่างกันตามแต่ละรูปแบบและจุดมุ่งหมายของการทดสอบด้วยโทโพโลยีดังเช่นโทโพโลยีแบบ Dumbell เป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพการจัดสรรอัตราการส่งให้แก่ผู้ใช้แต่ละรายของเราเตอร์ ในกรณีที่มีค่าประวิงเวลาจริงในการเข้าถึงข้อมูลที่เท่ากัน และโทโพโลยีแบบ Parking Lot เป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพผลกระทบของค่าประวิงเวลาจริงในการเข้าถึงข้อมูลและการจัดสรรอัตราการส่งในบริเวณคอขวดระหว่างเราเตอร์หมายเลข 3 กับเราเตอร์หมายเลข 4 ของผู้ใช้ทั้งสองกลุ่มตามที่กล่าวไว้อย่างละเอียดในบทที่ผ่านมา โดยที่ขนาดของลิงก์ระหว่างเราเตอร์หมายเลข 1 กับเราเตอร์หมายเลข 2 มีขนาดที่ใหญ่กว่าขนาดของลิงก์ระหว่างเราเตอร์หมายเลข 3 กับเราเตอร์หมายเลข 4 เมื่อพิจารณาด้วยความเท่าเทียมอัตราการส่งของผู้ใช้ทั้งหมดควรมีขนาดที่เท่ากันเนื่องจากคอขวดระหว่างเราเตอร์หมายเลข 3 กับเราเตอร์หมายเลข 4 เป็นตัวกำหนดขนาดของผู้ใช้ทั้งหมด จากแบบทดสอบในกรณีที่มีการเริ่มต้นในการส่งข้อมูลพร้อมกันจะเห็นได้ว่าสามารถที่กำหนดอัตราการส่งของผู้ใช้แต่ละรายได้อย่างมีความเท่าเทียมและอัตราการใช้ประโยชน์ของลิงก์บริเวณคอขวดที่พิจารณามีค่าสูงที่สุด ส่งผลให้อัตราการสูญหายเนื่องจากความแออัดลดลงเป็นอย่างดีเยี่ยม ส่วนแบบทดสอบในกรณีที่มีการเริ่มต้นและช่วงเวลาในการส่งข้อมูลที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นส่วนที่ทดสอบถึงการปรับตัวของเราเตอร์ในการที่จะจัดสรรอัตราการส่งให้แก่ผู้ใช้รายอื่น ๆ เมื่อมีจำนวนผู้ใช้ที่ส่งข้อมูลที่ผ่านเราเตอร์ลดลงหรือเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการปรับตัวได้เป็นอย่างโดยที่ยังสามารถจัดสรรอัตราการส่งให้แก่ผู้ใช้รายในกลุ่มที่ 2 และผู้ใช้ในกลุ่มที่ 1 ได้อย่างมีความเท่าเทียมกันและมีขนาดที่เราเตอร์จัดสรรตามความต้องการที่เหมาะสมในขณะนั้น

2. ในการจำลองแบบของกรณีที่มีช่องสัญญาณสุดท้ายเป็นช่องสัญญาณไร้สาย และมีช่วงเวลาเริ่มต้นรวมทั้งช่วงเวลาในการส่งข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือกรณีที่มีการเริ่มต้นส่งข้อมูลและสิ้นสุดการส่งข้อมูลพร้อมกันทั้งหมดซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อประเมินสมรรถนะของการควบคุมความแออัดตามลักษณะของโครงสร้างโทโพโลยีแต่ละรูปแบบ และกรณีที่มีการเริ่มต้นส่งข้อมูลและสิ้นสุดการส่งข้อมูลในเวลาที่ต่างกันเพื่อศึกษาการการปรับตัวและการจัดสรรอัตราการส่งของลิงก์คอขวดของแหล่งกำเนิดข้อมูลกลุ่มที่ 1 เมื่อมีการส่งข้อมูลในโครงข่ายนี้จนเข้าสู่สถานะที่มีความเสถียร ในขณะที่แหล่งกำเนิดข้อมูลในกลุ่มที่ 2 เริ่มต้นส่งข้อมูลผ่านเข้ามายังลิงก์บริเวณคอขวด ซึ่งทั้งสองกรณีมีสถานะของช่องสัญญาณ 2 สถานะคือ ช่องสัญญาณสถานะดีและ

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่องสัญญาณสถานะเลว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองกรณีการส่งข้อมูลด้วยวิธีที่เสนอเมื่อทำงานร่วมกับโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่ยังคงให้ประสิทธิภาพโดยรวมของการใช้ประโยชน์ของลิงก์บริเวณคอขวด และความสามารถในการจัดสรรอัตราการส่งให้มีความเท่าเทียมดีกว่าการส่งข้อมูลของ SACK TCP และ Reno TCP ในกรณีที่มีโพรโทคอลสนูปร่วมทำงานและในกรณีเมื่อไม่มีโพรโทคอลสนูปร่วมทำงานด้วย จากการทดสอบการจัดสรรอัตราการส่งบนโทโพโลยีแบบ Dumbell ของ FBA TCP เมื่อมีช่วงเวลาการเริ่มต้นและสิ้นสุดการส่งข้อมูลตามที่กล่าวไว้ทั้งสองกรณี จะเห็นได้ว่าอัตราการส่งของแหล่งกำเนิดข้อมูลทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม เป็นเหตุเนื่องมาจากผลกระทบของการสูญหายในส่วนของช่องสัญญาณไร้สายในแหล่งของแหล่งกำเนิดบางรายที่ก่อให้การสูญหายเกิดขึ้นมีลักษณะแบบต่อเนื่องจนทำให้อัตราการส่งแพ็กเกตของแหล่งกำเนิดข้อมูลบางรายมีเป็นไปได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรเพราะค่าจำกัดของขนาดหน้าต่างความแออัดและลำดับหมายเลขของแพ็กเกตตอบรับส่งผลให้อัตราการส่งข้อมูลในกลุ่มนี้มีค่าน้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง แต่อัตราการส่งที่ได้จากอัตราการส่งข้อมูลในกลุ่มที่ 2 ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิในการส่งข้อมูลที่เหนือกว่าการส่งข้อมูลด้วยรูปแบบที่มีอยู่ในปัจจุบันดังเช่น SACK TCP และ Reno TCP เมื่อทำงานร่วมกับโพรโทคอลสนูปและเมื่อไม่มีโพรโทคอลสนูปร่วมทำงานด้วย ส่วนการจัดสรรแบนด์วิดท์บนโทโพโลยีแบบ Parking Lot ด้วยการส่งข้อมูลแบบ FBA TCP เมื่อพิจารณาภาพรวมแล้วการจัดสรรแบนด์วิดท์สามารถควบคุมให้เกิดความเท่าเทียมได้เป็นอย่างดี แต่ที่อัตราการสูญหายบางค่าการจัดสรรอัตราการส่งให้แก่ทุก ๆ โฟลว์ในส่วนนี้สามารถควบคุมให้เกิดความเท่าเทียมได้อย่างยากลำบากเป็นผลเนื่องจากแหล่งกำเนิดข้อมูลบางรายได้รับการจัดสรรอัตราการส่งด้วยขนาดที่แตกต่างจากผู้ใช้ในกลุ่มเป็นอย่างมาก จึงส่งผลให้ค่าดัชนีของ Jain ที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าปกติ แต่เมื่อยกเว้นการนำอัตราการส่งของแหล่งกำเนิดข้อมูลในส่วนนี้พิจารณาร่วม การจัดสรรแบนด์วิดท์ตามที่สังเกตจากอัตราการส่งข้อมูลของแหล่งกำเนิดแต่ละรายสามารถให้ได้ผลสรุปว่าการจัดสรรทำได้อย่างมีความเท่าเทียมเป็นอย่างดี แต่เมื่ออัตราการสูญหายเพิ่มมากขึ้นผลที่ได้จากค่าดัชนีของ Jain ซึ่งแสดงเห็นถึงความสามารถในการจัดสรรอัตราการส่งอย่างเท่าเทียมของการส่งข้อมูลทั้ง 5 รูปแบบมีค่าลดลง แต่อัตราการส่งข้อมูลของการส่งข้อมูลแบบ FBA TCP ในผู้ใช้แต่ละรายมีการกระจายตัวอยู่ในช่วงที่มีแคบกว่าอัตราการส่งของส่งข้อมูลของ SACK TCP และ Reno TCP ทั้งในกรณีที่ทำงานร่วมกับโพรโทคอลสนูปและในกรณีที่ไม่มีโพรโทคอลสนูปร่วมทำงานด้วย

3. เมื่อพิจารณาในส่วนของขนาดเฉลี่ยของสนูปบัฟเฟอร์ในการจำลองแบบด้วยโทโพโลยีแบบ Dumbell ในด้วยรูปแบบการเริ่มต้นส่งและระยะเวลาที่แตกต่างกันทั้งสองกรณี ได้แสดงให้เห็นถึงขนาดเฉลี่ยของสนูปบัฟเฟอร์ของโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่ร่วมกับการส่งข้อมูลวิธีด้วย FBA TCP มีขนาดเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการสูญหาย แต่ในส่วนของอัตราการสูญหายที่ค่าน้อย ๆ สนูปบัฟเฟอร์ของโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่มีการใช้งานสนูปบัฟเฟอร์น้อยกว่าอีกสองวิธีที่มีโพรโทคอลสนูปรูปแบบดั้งเดิมทำงานร่วมด้วย ซึ่งจากการทดสอบในส่วนนี้ถึงแม้ว่าโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่มีขนาดเพิ่มขึ้นตามอัตราการสูญหายแต่เมื่อเทียบกับโพรโทคอลสนูปแบบดั้งเดิมยังคงมีขนาดเฉลี่ยที่มากกว่าเกือบทุกกรณี เช่นเดียวกันกับการจำลองแบบบนโทโพโลยีแบบ Parking

Lot พิจารณาขนาดเฉลี่ยของสนูปบัฟเฟอร์ที่อัตราการสูญหายค่าน้อย ๆ การส่งข้อมูลด้วย SACK TCP และ Reno TCP มีค่ามากกว่าการส่งข้อมูลด้วยวิธีที่นำเสนอในระดับที่สามารถสังเกตเห็นได้ชัด แต่ความต่างของขนาดเฉลี่ยบัฟเฟอร์ของสนูปมีค่าลดลง จนกระทั่งอัตราการสูญหายมีการเพิ่มขึ้นประมาณ 10% ขนาดเฉลี่ยบัฟเฟอร์ของสนูปในการส่งข้อมูลทั้ง 3 รูปแบบนั้น จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าที่อัตราการสูญหายค่าน้อย ๆ การแก้ไขผลกระทบเนื่องจากลักษณะของช่องสัญญาณไร้สายในการส่งข้อมูลด้วยวิธีที่นำเสนอและโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่เป็นไปได้อย่างดีเยี่ยม แต่เมื่ออัตราการสูญหายมีค่ามากขึ้นความต้องการใช้ขนาดของโพรโทคอลสนูปหน่วยความจำของสนูปบัฟเฟอร์ต้องมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นตามไปด้วยเพื่อรองรับแพ็กเกตที่สูญหายในส่วนนี้ เพื่อรักษาอัตราการใช้ประโยชน์ของลิงก์บริเวณคอขวดให้มีประสิทธิภาพอย่างดีเยี่ยม

4. ผลทดสอบในส่วนสุดท้ายเป็นการทดสอบในส่วนของโทโพโลยีแบบ Upstream ในรูปแบบที่ช่องสัญญาณทั้งหมดเป็นแบบใช้สาย ซึ่งในส่วนนี้เป็นการทดสอบถึงสมรรถนะในการจัดสรรอัตราการส่งเมื่อมีแหล่งกำเนิดข้อมูลบางกลุ่มมีอัตราการส่งที่น้อยกว่าที่เราเตอร์บริเวณคอขวดจัดสรรให้ และนำอัตราการส่งส่วนที่เกินมานั้นมาจัดสรรให้แก่แหล่งกำเนิดข้อมูลอื่น ๆ ในบริเวณคอขวดเดียวกัน จากการทดสอบโดยเฉพาะส่วนของโครงร่างที่มีช่องสัญญาณเป็นแบบใช้สาย การส่งข้อมูลด้วย FBA TCP สามารถแจกจ่ายความเท่าเทียมให้แก่แหล่งกำเนิดข้อมูลทั้งสามกลุ่มได้เป็นอย่างดีเยี่ยม แม้ว่าแหล่งกำเนิดข้อมูลในกลุ่มที่ 3 มีค่าประวิงเวลาที่ยาวนานกว่าแหล่งกำเนิดข้อมูลในกลุ่มอื่น ๆ และจัดสรรอัตราการส่งส่วนที่เกินของแหล่งกำเนิดในกลุ่มที่ 3 ไปแจกจ่ายให้แก่แหล่งกำเนิดในกลุ่มที่ 1 ส่งผลให้อัตราการเข้าใช้ประโยชน์ของบริเวณคอขวดระหว่างเราเตอร์หมายเลข 1 กับเราเตอร์หมายเลข 2 มีค่าที่สูง ซึ่งแตกต่างจากการส่งข้อมูลของ SACK TCP และ Reno TCP ที่การจัดสรรแบนด์วิดท์ของแหล่งกำเนิดข้อมูลของผู้ใช้กลุ่มที่ 1 สามารถทำได้ค่อนข้างดีเนื่องจากแหล่งกำเนิดของผู้ใช้ในกลุ่มที่ 1 เริ่มต้นส่งข้อมูลเป็นระยะเวลานานพอที่ทำให้เกิดสถานะที่มีความเสถียร แต่อัตราการส่งที่ได้มีขนาดที่น้อยกว่าอัตราการส่งของ FBA TCP เมื่อพิจารณาการจัดสรรแบนด์วิดท์ให้แก่แหล่งกำเนิดข้อมูลในกลุ่มที่ 2 และแหล่งกำเนิดข้อมูลในกลุ่มที่ 3 ของการส่งข้อมูลของ SACK TCP และ Reno TCP ทำได้อยู่ในเกณฑ์ที่จัดว่าแย่ซึ่งมา เพราะว่าแพ็กเกตข้อมูลของแหล่งกำเนิดข้อมูลกลุ่มที่ 2 เข้าครอบครองหน่วยความจำระบบแถวคอยและอัตราการส่งของเราเตอร์หมายเลข 3 เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเมื่อแพ็กเกตของแหล่งกำเนิดข้อมูลกลุ่มที่ 3 ส่งผ่านเราเตอร์หมายเลข 3 เพื่อไปยังอุปกรณ์ปลายทางจึงเกิดการสูญหายเป็นส่วนมาก และเนื่องจากแหล่งกำเนิดข้อมูลในกลุ่มที่ 3 นี้มีค่าประวิงเวลาที่นานส่งผลให้การกู้คืนข้อมูลในส่วนที่หายไปด้อยประสิทธิภาพไปด้วย ในส่วนนี้จึงแสดงให้เห็นว่าการจัดสรรแบนด์วิดท์และปรับปรุงประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลแก่แหล่งกำเนิดข้อมูลทั้งสามกลุ่มของการส่งข้อมูลด้วย FBA TCP สามารถทำได้อย่างดีเยี่ยมและโดยลักษณะของค่าประวิงเวลาจริงในการเข้าถึงข้อมูลมีค่าที่สูงของแหล่งกำเนิดข้อมูลบางกลุ่มไม่ส่งผลให้เกิดการลดทอนประสิทธิภาพของอัตราการส่งข้อมูลและความเท่าเทียมกันแต่อย่างไร ทั้งนี้ยังสามารถให้อัตราการเข้าใช้ประโยชน์ของลิงก์บริเวณคอขวดทั้งสองมีค่าที่ใกล้เคียงกับขนาดของคอขวดทั้งสองด้วย ซึ่งการส่งด้วยวิธี SACK TCP และ Reno TCP ผลของค่าประวิงเวลาในการเข้าถึงข้อมูลจริงจะส่งผล

กระทบต่อลักษณะของประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลและอัตราการเข้าใช้ประโยชน์ของลิงก์บริเวณคอขวดทั้งสอง

5. ในการจำลองแบบของกรณีที่มีช่องสัญญาณสุดท้ายเป็นช่องสัญญาณไร้สาย และมีการเริ่มต้นในการส่งข้อมูลตั้งแต่ต้นจนสิ้นสุดการทดสอบ มีอัตราการสูญหายในช่องสัญญาณสถานะเลวมีค่าเท่ากับ 20% และ 40% ส่วนอัตราการสูญหายในช่องสัญญาณสถานะดีมีด้วยกัน 6 ค่าซึ่งมีดังนี้ 0.1% 2% 4% 6% 8 % และ 10% จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าการจัดสรรอัตราการส่งตามที่ผู้ใช้ร้องขอเพื่อให้เราเตอร์กำหนดขนาดที่เหมาะสมของการส่งด้วย FBA TCP สามารถจัดสรรได้ดีในระดับหนึ่งเนื่องจากมีผลกระทบเนื่องอัตราการสูญหายในสวนของช่องสัญญาณไร้สายเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยจึงทำให้ค่าที่ได้จากดัชนีของ Jain สื่อถึงความเท่าเทียมของกลุ่มผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้ไม่ชัดเจนและเนื่องจากโทโพโลยีแบบ Upstream มีลักษณะคล้ายคลึงกับโทโพโลยีแบบ Dumbell ดังนั้นผลระหว่างผู้ใช้ในกลุ่มที่ 1 และผู้ใช้ในกลุ่มที่ 2 มีลักษณะเช่นเดียวกับการทดสอบด้วยโทโพโลยีแบบ Dumbell เมื่อมีการสูญหายในช่องสัญญาณไร้สาย แต่เมื่อเทียบอัตราการส่งและค่าดัชนีของ Jain ของแต่ละโฟลว์กับรูปแบบการส่งด้วย SACK TCP และ Reno TCP จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลแบบ FBA TCP นี้ให้ผลที่ดีกว่าและส่งผลให้อัตราการเข้าใช้ประโยชน์บริเวณคอขวดทั้งสองมีค่าที่สูง

6. เมื่อพิจารณาในส่วนของขนาดเฉลี่ยของสนูปบัฟเฟอร์ในการจำลองแบบด้วยโทโพโลยีแบบ Upstream ของบริเวณคอขวดทั้งสองแสดงให้เห็นถึงขนาดเฉลี่ยของสนูปบัฟเฟอร์ของการส่งข้อมูลด้วย FBA TCP ร่วมกับโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่ของคอขวดระหว่างเราเตอร์หมายเลข 1 กับเราเตอร์หมายเลข 2 ซึ่งมีขนาดที่สูงมากเมื่อกับขนาดของสนูปบัฟเฟอร์ของการส่งข้อมูลด้วย SACK TCP และ Reno TCP ทั้งนี้เป็นเพราะว่าเพื่อรักษาประสิทธิภาพของการกู้คืนข้อมูลที่สูญหายในส่วนของช่องสัญญาณไร้สายที่มีอัตราการส่งแพ็กเกตข้อมูลที่สูงและอัตราการสูญหายที่สูงของโพรโทคอลสนูปรูปแบบใหม่จำเป็นต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมากเพื่อรองรับแพ็กเกตที่สูญหายในส่วนนี้ ซึ่งแตกต่างจากโพรโทคอลสนูปรูปแบบดั้งเดิมที่ทำการกู้คืนข้อมูลจากผู้ใช้ต้นทางใหม่เมื่อการแพ็กเกตที่สูญหายอันเนื่องมาจากลักษณะช่องสัญญาณไร้สายและความแออัดที่เกิดขึ้น ไม่ได้รับการตอบรับจากผู้ใช้ปลายทางจนหมดเวลาในการรอคอยและทำการลบแพ็กเกตข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ทั้งหมด และเริ่มต้นการจัดเก็บแพ็กเกตข้อมูลใหม่

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากผลของการจำลองลักษณะของช่องสัญญาณไร้สาย ด้วยสมมุติที่ว่าด้วยสถานะของช่องสัญญาณมีเพียงสองสถานะ ซึ่งแต่ละสถานะมีอัตราการสูญหายคงที่ ดังนั้นตรงจุดนี้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่น่าจะศึกษา เพื่อพิจารณาสมรรถนะของแบบจำลองที่คล้ายระบบจริงมากขึ้น

2. ประยุกต์กับโทโพโลยีรูปแบบอื่น ๆ เพื่อศึกษาโดยมีผลกระทบเนื่องจากลักษณะของแหล่งกำเนิดข้อมูลรูปแบบอื่น ๆ ร่วมด้วย แทนที่จะใช้แหล่งกำเนิดข้อมูลแบบ persistent เพียงอย่างเดียว