

EENET2016

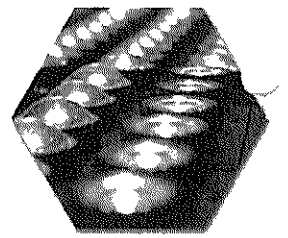
Innovation for Sustainability Entrepreneur

25-27 May 2016, Duangjit Resort & Spa,
Patong Beach, Phuket



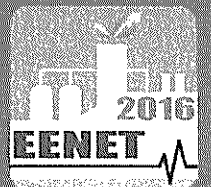
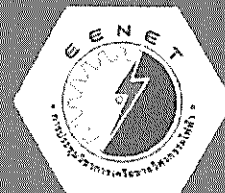
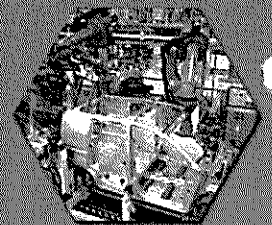
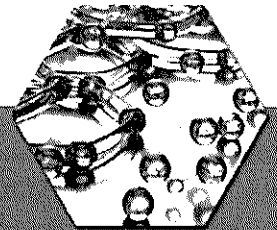
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

**The 8th Conference of Electrical Engineering Network
of Rajamangala University of Technology**



Conference Topics

- ไฟฟ้ากำลัง (PW)
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)
- อิเล็กทรอนิกส์ (EL)
- ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
- ระบบควบคุมและการวัด (CT)
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)
- พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน (ES)
- นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (IN)
- งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)



สารบัญ (ต่อ)

บทความวิจัยสาขาคอมพิวเตอร์ (CP) ต่อ	หน้า
CP13 การประยุกต์ใช้วิธีอาณานิคมมดเพื่อจัดเส้นทางรถเที่ยวในอำเภอเขาค้อ นพดล อ่ำสี, ธนภัทร มะณีเสง และ ทศวรรษ จันทร์ชัยภูมิ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.....	501
CP14 การจัดคิวรับส่งข้อมูลของมัลติพาร์ติซีพีด้วยกลไกแบบไพโรอริตีคิว ปิยะ ศรีจันทร์ และ ชัยพร เขมะภาตะพันธ์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.....	505
CP15 ตัวกรองช่องสัญญาณเชิงแสงช่วงแคบแบบปรับค่าได้โดยใช้วงแหวนสั่นพ้องคู่ พิชัย อยู่เปล้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน สกลนคร.....	509
CP16 ต้นแบบหมวกสำหรับรายงานและรับการสั่งการด้วยภาพและเสียงกับศูนย์ส่วนกลาง รัตนพล ธีธรรม และ ธนัญ จารุวิทย์โกวิท มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.....	513
CP17 สมรรถนะของตัวพยากรณ์พีชซีที่เรียนรู้เทียบกับโมเดลอ้างอิงสำหรับการพยากรณ์ความต้องการน้ำ ระยะสั้น ศิริวัฒน์ ชูวานิชย์ และ เกริกชัย ทองหนู มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.....	517
CP18 การประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีการจัดการเวลากลุ่มท่องเที่ยว ณัฐชนน โชกซัย และ เนื่องวงศ์ ทวยเจริญ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.....	521
CP19 การวิเคราะห์ตัวกรองสัญญาณแสงด้วยอุปกรณ์ไมโครโพรเซสเซอร์วงแหวนแบบแอด/ทรอป สิรภา เหล่าวัน และ ปริญญากิจกิจสุทธิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน สกลนคร.....	525
CP20 ประสิทธิภาพของโพรโทคอลการเข้าถึงหลายทางที่ไวต่อคลื่นพาห้ในระบบสื่อสารข้อมูล อภิษฐา ทองรัมย์, อัญชลี นโสนี และ สุชาดา สิมซึ่งสถาพร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.....	529

การจัดคิวรับส่งข้อมูลของมัลติพาทที่ชีพีด้วยกลไกแบบไพโรอริตีคิว

Priority Queue Approach for Multipath TCP Scheduler

ปิยะ ศรีจันทร์¹ และชัยพร เขมะภาคะพันธ์²

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และ โทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถ.ประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ 02-954-7300 ต่อ 601

E-mails: ¹piyasrijan@hotmail.com, ²chaiyaporn@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจัดคิวรับส่งข้อมูลของมัลติพาทที่ชีพีโดยใช้กลไกแบบไพโรอริตีคิว (Priority Queue; PQ) เปรียบเทียบกับการใช้กลไกคั้งต้นแบบโลวสราวน์ทริปไทม์เฟิร์ส (Lowest Round Trip Time First; LowRTTF) ในกรณีที่รับส่งข้อมูลด้วยมัลติพาทที่ชีพีโดยใช้ WiFi และ 3G พร้อมกัน โดยที่พาท WiFi และ 3G มีคุณสมบัติของลิงค์ได้แก่ ค่าดีเลย์ ค่าแบนด์วิท และค่าบัฟเฟอร์ไม่เท่ากัน เพื่อลดปัญหาความคับคั่ง (Congestion) ที่เกิดขึ้นจากกลไกการจัดคิวและเพิ่มประสิทธิภาพใช้ทรัพยากรเครือข่ายร่วม (Network Resource Pooling) ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำการประเมินประสิทธิภาพของกลไกทั้งสองจากค่าสัดส่วนการส่งข้อมูลสำเร็จ (Packet delivery ratio) และค่าดีเลย์เฉลี่ย (Average end to end delay) ด้วยจำลองด้วยโปรแกรมภาษาเพย์ทว่าในกรณีที่คุณสมบัติของลิงค์ได้แก่ ค่าดีเลย์ ค่าแบนด์วิท และค่าบัฟเฟอร์ไม่เท่ากัน กลไกแบบไพโรอริตีคิวมีประสิทธิภาพในรับส่งข้อมูลของมัลติพาทที่ชีพีดีกว่ากลไกแบบโลวสราวน์ทริปไทม์ โดยมีค่าสัดส่วนการส่งข้อมูลสำเร็จคิดกว่าประมาณ 25.00-71.42% และค่าดีเลย์เฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 9.00-11.11%

คำสำคัญ: มัลติพาทที่ชีพี ไพโรอริตีคิว โลวสราวน์ทริปไทม์

Abstract

This paper proposes the Priority Queue (PQ) approach for Multipath TCP scheduler which aims to comparison the performance with the default scheduler Lowest Round Trip Time First (LowRTTF). For our studies, we used the Matlab software to study the packet delivery ratio and the average end to end delay of two approaches while sending data over the simulated WiFi and 3G in case of asymmetric link capacities i.e., delay, bandwidth and receiver's buffer. Regarding to performance metrics, PQ is suitable to scheduling data in case of unequal link capacities rather than LowRTTF because there are better performance in terms of the packet delivery ratio around 25.00-71.42% and the average end to end delay around 9.00-11.11%, respectively.

Keywords: Multipath TCP, Priority Queue, Lowest Round Trip Time First

1. บทนำ

มัลติพาทที่ชีพี (Multipath TCP) เป็นโปรโตคอลในชั้นทรานสปอร์ตที่ถูกพัฒนาต่อจากที่ชีพีเดิมโดย IETF ด้วยการเปิดใช้งานผ่านออปชันในทีซีพีเสคเตอร์ เพื่อให้ชีพีซึ่งเป็นโปรโตคอลที่มีการเชื่อมต่อที่นำเชื่อถือ (Connection Oriented) รองรับการใช้งานแบบมัลติโฮม (Multihomed) ทำเกิดจากการใช้ทรัพยากรของเครือข่ายร่วมกับ (Resource Pooling) โดยมีเงื่อนไขการออกแบบสำคัญสามข้อดังนี้ (1) ไม่รบกวนหรือแก้ไขการทำงานในชั้นแอปพลิเคชัน (2) สามารถใช้งานกับระบบเครือข่ายในปัจจุบันได้ และ (3) สามารถเปลี่ยนกลับเป็นที่ชีพีปกติ (Backward Compatibility) ในกรณีที่เรเตอร์และไฟร์วอลล์ไม่เปิดใช้งานเสคเตอร์ในส่วนออปชันและกรณีที่ NAT ได้ [1]

เมื่อพิจารณาที่กลไกการจัดคิว (Scheduler) ในกรณีที่มีพาทในการรับส่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งพาท มีค่าตามที่น่าสนใจของข้อได้แก่ (1) จะส่งข้อมูลด้วยพาทใด ในปัจจุบันตัวจัดคิวคั้งต้นของมัลติพาทที่ชีพีใช้กลไกแบบโลวสราวน์ทริปไทม์เฟิร์ส โดยคิดจากค่า RTT พาทใดค่า RTT น้อยที่สุดข้อมูลจะถูกส่งด้วยพาทนั้น (2) ขนาดข้อมูลที่ส่งได้สูงสุดในแต่ละพาทเหมือนกับที่ชีพีปกติที่มี Congestion Window (cwnd) ของตนเอง ขนาดของข้อมูลที่ส่งต้องมีขนาดไม่เกินขนาด cwnd โดยไม่ต้องการ Acknowledge ในกรณีที่ส่งข้อมูลเกินขนาด cwnd ตัว Congestion Control จะทำการ discard แพ็คเก็ตทิ้งและเกิดการร้องขอให้ส่งใหม่ขึ้น (Retransmission)

[2] ได้ทำการศึกษเกี่ยวกับ การจัดคิวของมัลติพาทที่ชีพีพบว่า การส่งข้อมูลโดยคิดจากค่า RTT น้อยที่สุดอย่างเดียวนั้น ไม่ได้มีประสิทธิภาพที่ดีถ้าเราจับคู่พาทที่มีแนวโน้มความจำที่จำกัด ทำให้เกิดปัญหา Head of Line Blocking (HoLB) ซึ่งเกิดจากพาทที่ค่าดีเลย์น้อยต้องรอข้อมูลจากพาทที่มีค่าดีเลย์มากที่ปลายทางเพื่อนำข้อมูลกลับมา Multiplexing และเกิดปัญหา Receive Window Limitation ขึ้น โดยข้อมูลใหม่ไม่สามารถส่งได้ เนื่องจาก receive window ที่ปลายทางยังไม่ว่างให้บริการ จากปัญหาดังกล่าว [2] ได้นำนเสนอวิธีการที่เรียกว่า ReInjection

CP14

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

and Penalization (RP) โดยย้าย Sequence Number ที่ร้องขอให้ส่งใหม่ ส่งไปยังพารอื่น ทำการทดสอบบนระบบที่มีดีเลย์ต่างกัน ได้แก่ WiFi กับ 3G และ [3] ได้ทำการศึกษาค่าเชิงลึก โดยทำการจัดคิวโดยใช้กลไกแบบ Round Robin (RR) พบว่ากลไกแบบ RR เพิ่มค่าดีเลย์ในการส่งในกรณีที่พารที่มีคุณสมบัติของลิงก์ไม่เท่ากัน แต่มีข้อดีคือส่งข้อมูลได้รวดเร็วในกรณีที่คุณสมบัติของลิงก์เท่ากัน

จาก [4] ได้นำเสนอกลไกการจัดคิวใหม่เรียกว่า Delay Aware Packet Scheduling (DAPS) โดยได้นำเอา ค่า RTT ค่าแบนด์วิดท์และค่า Receive window มาเป็นปัจจัยในการเลือกพาร โดยทำการทดลองจริงบน Linux Kernel ภายใต้สมมติฐานสองข้อได้แก่ (1) คุณสมบัติของลิงก์มีค่าดีเลย์แตกต่างกันมาก (2) ค่า cwnd มีค่าคงที่ พบว่าสามารถลดจำนวนครั้งในการเกิด Receive window blocking ได้ ลดจำนวนบัฟเฟอร์ที่ว่างและลดค่าดีเลย์ในการส่งได้

กลไกการจัดคิวแบบอื่น ได้แก่ [5], นำประมาณการของ คุณสมบัติของลิงก์มาเป็นปัจจัยในการจัดคิว ทำการทดลองจริงบน Linux Kernel แต่ยังไม่มีการเผยแพร่ Source Code จากผู้เขียนบทความ

ในบทความนี้นำเสนอการจัดคิวรับส่งข้อมูล โดยใช้กลไกแบบไพโรอริตีคิว ใช้ค่าไพโรอริตีตามแอปพลิเคชัน RTT และปริมาณบัฟเฟอร์มาเป็นปัจจัยในการรับส่งข้อมูล โดยกำหนดสมมติฐานในการส่งข้อมูลไม่เกินค่า cwnd และปริมาณบัฟเฟอร์เท่ากับ Bandwidth x RTT

2. กลไกการจัดคิวและการประเมินผล

2.1 กลไกการจัดคิว(Scheduler)

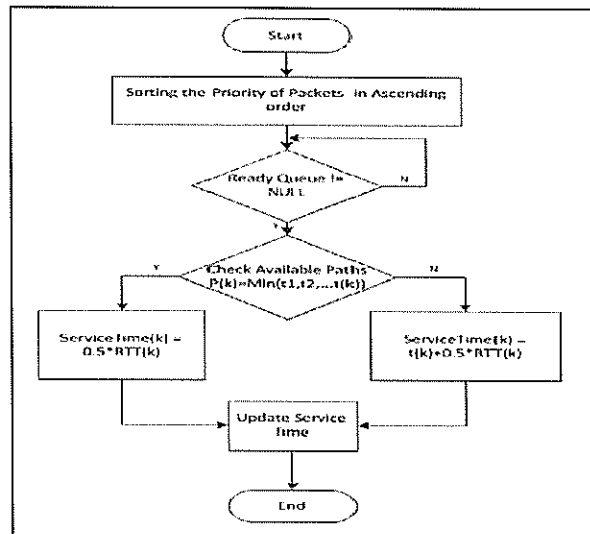
ข้อดีข้อเสีย โดยสรุปของกลไกการจัดคิวแต่ละแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

กลไก	ข้อดี	ข้อเสีย
First In First Out (FIFO)	เรียบง่าย	ไม่ตอบสนองต่อข้อกำหนดทางเวลา
Round Robin (RR)	เรียบง่าย และรวดเร็วในกรณีที่พารที่มีคุณสมบัติของลิงก์เท่ากัน	เกิดดีเลย์ในกรณีที่พารที่มีคุณสมบัติของลิงก์ไม่เท่ากัน
Lowest Round Trip Time First (LowRTTF)	ส่งข้อมูลด้วยพารที่ RTT น้อยที่สุด	ใช้งานพารที่ RTT น้อยที่สุดเพียงพารเดียว

Priority Queue (PQ)	เลือกส่งตามลำดับความสำคัญของแพ็กเก็ต, ตอบสนองต่อข้อกำหนดทางเวลา QoS ได้ดี	เกิด Starvation หรือการรอคอยที่ไม่มีกำหนด ถ้าพารมีข้อมูลที่ลำดับความสำคัญต่ำ
---------------------	---	--

2.2 กลไกแบบไพโรอริตีคิว (Priority Queue Approach)

กลไกแบบไพโรอริตีคิว เป็นกลไกที่ขอมให้แพ็กเก็ตที่มีไพโรอริตีสูงกว่าได้ส่งก่อน มีข้อดีคือสามารถควบคุมเวลาที่การรอคอยให้คงที่ได้ แต่มีข้อเสียคือแพ็กเก็ตที่มีไพโรอริตีต่ำต้องรอคอยนานมากหรืออาจจะไม่ได้รับการส่ง (Starvation) ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการกำหนดอายุ (Aging) ของแพ็กเก็ต โดยให้แพ็กเก็ตที่รอคอยนานมากๆ มีไพโรอริตีเพิ่มขึ้นตามเวลาที่รอคอย [7]



รูปที่ 1 ขั้นตอนการจัดคิวแบบไพโรอริตีคิว

จากรูปที่ 1 กลไกแบบไพโรอริตีคิวมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ เมื่อแพ็กเก็ตมาถึงจะถูกจัดเรียงไพโรอริตี ตัวเลขน้อยมีไพโรอริตีสูง ตัวเลขมากมีไพโรอริตีต่ำ ยกตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชันประเภทเรียลไทม์มีไพโรอริตีสูงสุดมีค่านำกับ 1 แอปพลิเคชันที่ไม่ใช่เรียลไทม์มีไพโรอริตีเท่ากับ 2 แล้วจัดเรียงแพ็กเก็ตตามไพโรอริตีเก็บไว้ในคิว ทำการตรวจสอบว่าบัฟเฟอร์ของแต่ละพารว่างเต็มหรือไม่ กรณีที่บัฟเฟอร์เต็มให้รอจนกว่าจะว่าง ถ้าไม่เต็มให้ทำงานต่อ จากนั้นทำการเปรียบเทียบว่าจะส่งไปยังพารใด โดยดูจากค่าเวลาให้บริการ พารใดใช้เวลาที่น้อยที่สุดแพ็กเก็ตจะถูกส่งด้วยพารนั้น โดยเวลาที่ส่งสำเร็จเท่ากับ RTT/2 กรณีที่พารยัง

บทความวิจัย

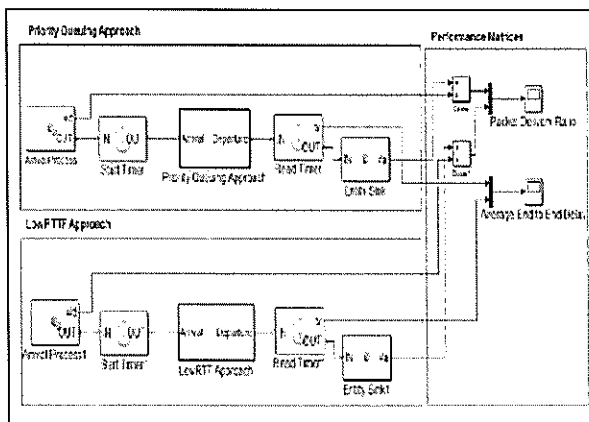
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

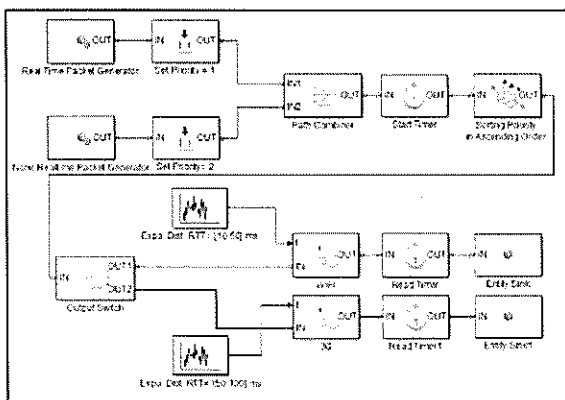
ทำงานอยู่เวลาที่ให้บริการจะเท่ากับ $(k)+0.5*RTT(k)$ ทำการปรับปรุงเวลาการให้บริการและจบขั้นตอนการทำงาน

2.3 การประเมินประสิทธิภาพ

ประเมินประสิทธิภาพของกลไกทั้งสองโดยใช้ค่าชี้วัดสองตัว ดังนี้ (1) ค่าสัดส่วนการส่งข้อมูลสำเร็จ (Packet Delivery Ratio) วัดจากอัตราส่วนระหว่างแพ็คเกจที่ส่งถึงปลายทางและแพ็คเกจที่ส่งทั้งหมด ค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง [0,1] เมื่อค่าที่วัดได้เข้าใกล้ 1 แสดงว่าการส่งแพ็คเกจได้สำเร็จสูง และ (2) ค่าเฉลี่ยหน่วง (Average End to End Delay) ทำวัดเวลาเฉลี่ยของข้อมูลที่ส่งจากต้นทางจนถึงปลายทาง ค่าเฉลี่ยหน่วงมีค่าต่ำแสดงถึงประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลของกลไกการจัดคิว ทำการจำลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกลไกทั้งสองด้วยโปรแกรมเกมแลกเปลี่ยน ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพรวมของการประเมินประสิทธิภาพด้วย โปรแกรมเกมแลกเปลี่ยน



รูปที่ 3 การจำลองกลไกแบบไพโรออริตี้คิวใน โปรแกรมเกมแลกเปลี่ยน

จากรูปที่ 3 ประเมินประสิทธิภาพของกลไกทั้งสองจากค่าสัดส่วนการส่งข้อมูลสำเร็จและค่าเฉลี่ยหน่วง เวลาในการทำการประเมินประสิทธิภาพเท่ากับ 300 วินาที อัตราการมาของแพ็คเกจเท่ากับ 100 แพ็คเกจต่อวินาที มีการกระจายตัวแบบเอกโปเนนเชียล มีขนาดแพ็คเกจไม่คงที่ในช่วง 32-1500 ไบต์ มีแพ็คเกจสองชนิดได้แก่ Real Time มีไพโรออริตี้เท่ากับ 1 และ None Real Time มีไพโรออริตี้เท่ากับ 2 ทำการรวมแพ็คเกจทั้งสองชนิดด้วยกันด้วย Path combiner เริ่มจับเวลาที่แพ็คเกจเข้ามาในระบบด้วย Start Timer นำแพ็คเกจไปจัดเรียงในคิว ทำการกลไกแบบไพโรออริตี้คิว ใช้แบบ Priority Queue และกลไกแบบโลเวอร์สรวน์นริปไพโรออริตี้คิวแบบ FIFO กำหนดกลไกในการส่งที่ Output Switch แบบไพโรออริตี้คิวกำหนดเป็น From Attribute เลือก "Priority" และแบบ LowRTTF เลือก First port that is not blocked กำหนดค่าเวลาที่ส่งแพ็คเกจเท่ากับ $0.5*RTT$ วัดเวลาของออกของทั้งสองพาทด้วย Read Timer แล้วจบกระบวนการด้วย Entity Sink ค่าตัวแปรในการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดตัวแปรใน โปรแกรมเกมแลกเปลี่ยน

รายละเอียด	PQ	LowRTTF
Simulation Time	100 s	100 s
Real Time Application Packet Generator	PacketRate (Packet/s): [100], Packet size (bytes): [32-1500], Priority: [1] Distribution: Exponential	PacketRate (Packet/s): [100], Packet size (bytes): [32-1500], Priority: [N/A] Distribution: Exponential
None Real Time Application Packet Generator	PacketRate (Packet/s): [100], Packet size (bytes): [32-1500], Priority: [2] Distribution: Exponential	PacketRate (Packet/s): [100], Packet size (bytes): [32-1500], Priority: [N/A] Distribution: Exponential
Queue	Priority	FIFO
Output Switch	Priority	First port that is not blocked
WiFi path	Bandwidth (Mbps): [5], RTT (ms): [10-50], Buffer (bits): [50000]	Bandwidth (Mbps): [5], RTT (ms): [10-50], Buffer (bits): [50000]

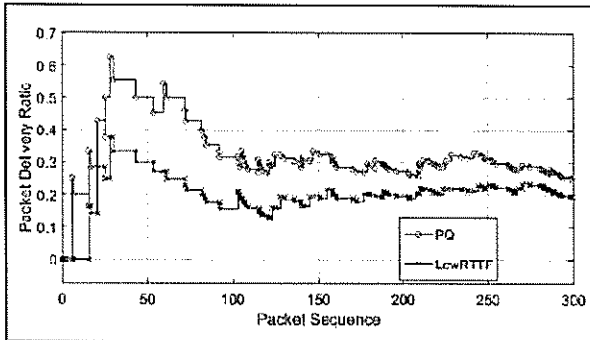
บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

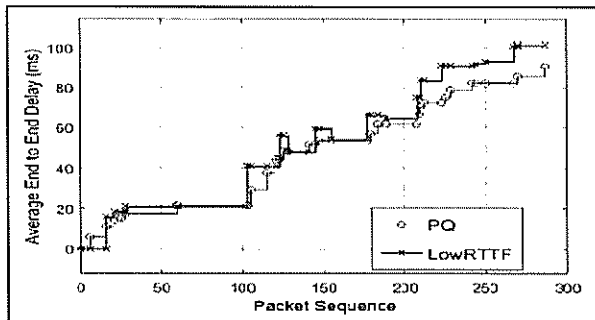
Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

3G path	Bandwidth (Mbps): [1], RTT (ms): [80-150], Buffer (bits): [150000]	Bandwidth (Mbps): [1], RTT (ms): [80-150], Buffer (bits): [150000]
---------	--	--

2.4 ผลการประเมินประสิทธิภาพ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับของแพ็คเกจกับสัดส่วนการส่งข้อมูล
ที่สำเร็จ



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับของแพ็คเกจกับคิเลย์

3. สรุป

จากผลการประเมินประสิทธิภาพ รูปที่ 4 และ 5 พบว่าในกรณีที่
ที่ชุดแรมบิตของลิงค์ได้แก่ ค่าคิเลย์ ค่าแบนด์วิธ และค่าบีทเอร์แตกต่างกัน กลไกแบบ
ไพโรอริตีคิวมีประสิทธิภาพในการจัดคิวดีกว่ากลไกแบบ
โลวสรวนหรือไฟท์ โดยที่ค่าสัดส่วนการส่งข้อมูลสำเร็จคิดค่าประมาณ
25.00-71.42% และค่าคิเลย์เฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 9.00-11.11%
ตามลำดับ

4. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรคณะ
วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Ford, C. Raiciu, M. Handley, and O. Bonaventure. "TCP Extensions for Multipath Operation with Multiple Addresses." RFC 6824, January 2013.
- [2] C. Raicu, C. Paasch, S. Barre, A. Ford, M. Honda, F. Duchene, O. Bonaventure, and M. Handley. "How Hard Can It Be? Designing and Implementing a Deployable Multipath TCP." In USENIX NSDI, 2012.
- [3] C. Paasch, S. Ferlin, O. Alay and O. Bonaventure, "Experimental Evaluation of Multipath TCP Schedulers," ACM SIGCOMM Capacity Sharing Workshop (CSWS), 2014.
- [4] N. Kuhn, E. Lochin, A. Mifdaoui, G. Sarwar, O. Mehani, and R. Boreli, "DAPS: Intelligent Delay-Aware Packet Scheduling For Multipath Transport," presented at the ICC, 2014.
- [5] F. Yang, P. Amer, and N. Ekiz, "A Scheduler for Multipath TCP," presented at the Computer Communications and Networks (ICCCN), 2013 22nd International Conference on, 2013, pp. 1-7.
- [6] R. Zurawski, "The Industrial Information Technology Handbook," CRC Press LCC, USA, 2005, pp.88-10.
- [7] W.K. Chen, "The Electrical Engineering Handbook," Elsevier Inc., USA, 2005, pp.412.



ปิยะ ศรีจันทร์ กำลังศึกษาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และ
โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ชัยพร เขมะภตะพันธ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชา
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และ โทรคมนาคม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์