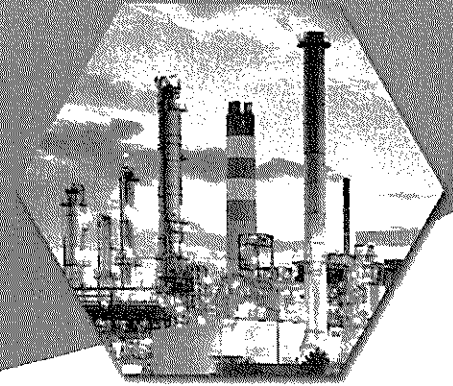


EENET2016

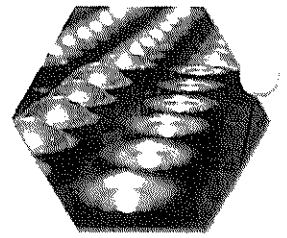
Innovation for Sustainability Entrepreneur

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



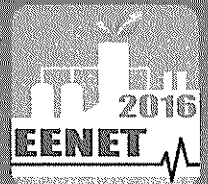
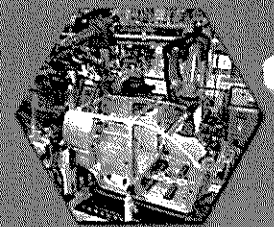
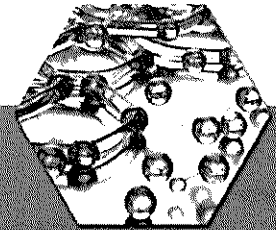
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

**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
CP05 การประยุกต์ใช้จินตนาการอวกาศสำหรับการจัดหมวดหมู่ข้อมูล จิราพร เกียรติวิวัฒน์ วรณพร ที่เก่ง และ พิศวัตติ์ พูลสำราญ 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สาขา 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จาก 'มหาวิทยาลัย บูรพา สระแก้ว	469
CP06 การเพิ่มประสิทธิภาพระบบองค์การอัจฉริยะ วรณพร ที่เก่ง และ พิศวัตติ์ อื่นๆ 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จาก 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	473
CP07 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดการเข้ารหัสเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบ SSL บน Cloud Computing พิรติ ไกรเทพ ศาคร หาญณรงค์ กฤษณ์วรา รัตนโอกาส และ สุวีร์จน์ แก้วศิริ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.....	477
CP08 การออกแบบเครือข่ายไร้สายที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้สูงในสถานศึกษา กรณีศึกษา “การประชุมเชิง ปฏิบัติการการดำเนินงานกิจกรรมระบบระบบเครือข่ายสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษาครั้งที่ 31” กฤษณ์วรา รัตนโอกาส พิศพงษ์ เอกสินธิ์กุล สุราษฎร์ กุลเกื้อ และ อานาจ ทองขาว 'มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา 'สำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา.....	481
CP09 การประเมินประสิทธิภาพโปรโตคอล MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi กาญจนา นพใหญ่ และ ธนัญญา วิชาญโกวิท มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.....	485
CP10 การจำแนกกิจกรรม Facebook โดยใช้ข้อมูลการจราจรบนเครือข่าย มโนทัศน์ มณีโชติ วิชา สามารถ พิกุล สมจิตต์ และ กฤษณ์วรา รัตนโอกาส มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.....	489
CP11 โปรแกรมแจ้งเตือนการเกิดอุบัติเหตุโดยใช้ Smartwatch พศุภณ์ บุญเกษมวัฒน์ เกียรติกร เกียนธรรมชาติ ยศพิทต์ แดงวิจิตรระการ และ วิสันต์ จักรวงษ์เจริญ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	493
CP12 ระบบรายงานข้อมูลอากาศยานแบบทันทีทันใด กร พวงนาค มัชฌิมา เขียวขำสุวรรณ สิริศักดิ์ วรดิษฐ์ และ ฉัฐพงษ์ ธรรมวาจา 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 'บริษัท ไอทีเอส คอนซิลเลนซ์ จำกัด.....	497

การประเมินประสิทธิภาพโปรโตคอล MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi Performance Evaluation of MPTCP Protocol over LTE and WiFi Network

ภาณุวงษ์ เมฆาบุญย์¹ และธนัญญา จารุวิทย์โกวิท

¹สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น หลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 โทรศัพท์ 0-2954-7300 ถึง 29 ต่อ 498, 594, 601 E-mail: panuwong.tcr@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายเป็นที่นิยม โดยเทคโนโลยีหลักที่ใช้กันได้แก่ LTE และ WiFi โดยปกติ TCP เป็นโปรโตคอลหลักที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย LTE หรือ WiFi อย่างใดอย่างหนึ่งงานวิจัยนี้ศึกษาการนำโปรโตคอล MPTCP และการควบคุมความคับคั่งของข้อมูลมาใช้งานร่วมกันเพื่อรับส่งข้อมูลโดยใช้โครงข่าย LTE และ WiFi โดยมีการเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่าง UE กับโครงข่าย LTE และ WiFi ผลการจำลองพบว่า MPTCP ช่วยเพิ่ม Throughput ให้กับระบบ ในขณะที่ค่า Delay กับ Jitter จะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งาน TCP

คำสำคัญ: MPTCP, การควบคุมความคับคั่งของข้อมูล, LTE, WiFi

Abstract

Currently, internet access via wireless technology is very popular. The major technology are LTE and WiFi. Typically, TCP is the protocol used to transmit data over networks, LTE or WiFi either. This Research study to apply protocol MPTCP and congestion control scheme together for transmitting data over LTE and WiFi network. In the simulation, the distance between UE and LTE/WiFi network was varied to study the effect. Simulation results showed that MPTCP boosts system throughput while increases the system delay and jitter compared to TCP.

Keywords: MPTCP, Congestion control, LTE, WiFi

1. บทนำ

ปัจจุบันการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายเป็นที่นิยม โดยเทคโนโลยีหลักที่ใช้กันได้แก่ LTE และ WiFi โดยทั่วไปแล้วโครงข่าย LTE จะมีบริเวณที่ให้บริการ (coverage area) กว้างขวาง ในขณะที่โครงข่าย WiFi จะมีเฉพาะบางพื้นที่ที่ให้บริการ โดยเฉพาะภายในอาคาร โดยปกติแล้วเมื่อผู้ใช้งานเปิดรับสัญญาณ WiFi ที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่และ

มีการเดินเข้าไปภายในอาคารที่มีสัญญาณ WiFi เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะเปลี่ยนการเชื่อมต่อซึ่งเดิมเชื่อมต่อกับโครงข่าย LTE ไปเชื่อมต่อกับโครงข่าย WiFi ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่อง (กระตุก) ของการใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานประเภท Realtime

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการที่จะนำโปรโตคอล MPTCP (MultiPath Transmission Control Protocol) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานในกรณีดังกล่าวเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความไม่ต่อเนื่องของการใช้งานและช่วยเพิ่มความเร็วในการเชื่อมต่อขณะใช้งาน โดย MPTCP จะสร้าง subflow ขึ้นภายในโครงข่าย LTE และ WiFi ในขณะเวลาเดียวกัน ทำให้ช่วยเพิ่มความเร็วในการเชื่อมต่อ และทำให้การเชื่อมต่อไม่ขาดหาย เมื่อมีการเคลื่อนที่เข้าและออกจากบริเวณให้บริการของโครงข่าย WiFi

บทความนี้ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโปรโตคอล MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi โดยได้ปรับเปลี่ยนค่าระยะห่าง (ซึ่งส่งผลต่อความแรงของสัญญาณ) ระหว่างสถานีฐานกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่เป็นไปได้เนื้อหาในบทความมีการจัดเรียงดังนี้ ส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ 4 ผลการดำเนินการ และส่วนที่ 5 สรุปผลการวิจัย

2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

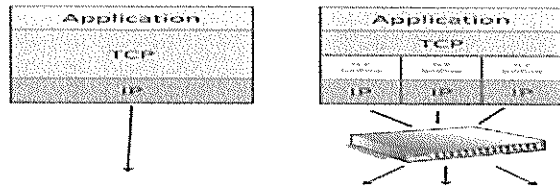
การใช้งาน MPTCP ใน[1]มีการกล่าวถึงการตั้งค่าการเชื่อมต่อ การรับและส่งข้อมูล การควบคุมการแออัดของข้อมูล การควบคุมการไหล และแสดงการทำงานของ MPTCP ในรูปแบบทำงาน และการเชื่อมต่อกันแบบ TCP แบบปกติ โดยรูปแบบการทำงานของ MPTCP จะเห็นการสร้างและการลบของ subflow และการทำงานของ MPTCP บนโครงข่ายที่แตกต่างกันไป

รูปแบบการทำงานของ MPTCP เทียบกับการทำงานของ TCP โดยปกติจะมีการทำงานใน Layer 4 ดังแสดงในรูปที่ 1

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

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



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบการทำงานของ TCP กับ MPTCP

การทำงานของ MPTCP ได้มีการสร้าง subflow ที่ทำให้เครื่องปลายทางสามารถสร้างการเชื่อมต่อจำนวนมากผ่านโครงข่ายหรือโครงข่ายที่แตกต่ากันไปหา Server ปลายทางตัวเดียวกันซึ่งจะสร้างการเชื่อมต่อข้อมูลที่ยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพระหว่างการทำงานที่ส่งไป Server ที่ยังคงทำงานได้กับ โครงสร้างพื้นฐานของโครงข่ายที่มีอยู่ และไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของงานการใช้งานปัจจุบัน (Socket API)

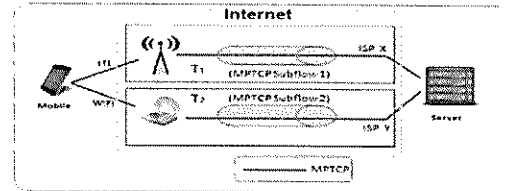
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย[1]ทดสอบโปรโตคอล MPTCP โดยได้ทดลองการทำงานบนโครงข่าย Third Generation Partnership Project (3GPP) และ Wireless Fidelity (WiFi) แต่ไม่ได้คำนึงถึงการควบคุมความคับคั่งของข้อมูล (Congestion control) ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ[2],[3]งานวิจัยนี้ทดสอบการใช้งาน MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi โดยเพิ่มการใช้งานการควบคุมความคับคั่งของข้อมูลแบบ wVegas ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน MPTCP ในการค้นหาเส้นทางของโครงข่ายและคำนึงถึง Quality of Service (QoS) ทำให้รับส่งข้อมูลได้โดยไม่เกิดการสูญหายงานวิจัยนี้เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของ MPTCP กับ TCP โดยเปรียบเทียบจากค่า Throughput, ค่าความล่าช้าทางเวลา (Delay) และค่าความแปรปรวนของความล่าช้าทางเวลา (Jitter)

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

โครงข่ายไร้สายที่ใช้ในการศึกษาในบทความนี้มีด้วยกัน 2 โครงข่ายคือ โครงข่าย LTE และ WiFi โดยเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการส่งข้อมูลผ่านทั้ง 2 โครงข่ายในเวลาเดียวกันโดยใช้โปรโตคอล MPTCP ผู้วิจัยได้จำลองการใช้งานโดยการ download ข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายผ่านโครงข่าย อินเทอร์เน็ตไปยังเครื่อง โทรศัพท์เคลื่อนที่ปลายทางและมีการเปลี่ยนระหว่างระหว่างสถานีฐานกับเครื่อง โทรศัพท์เคลื่อนที่งานวิจัยนี้ทดสอบการใช้งานโดยใช้ซอฟต์แวร์ NS3 และเลือกใช้ LTE แบบ Single-Input Single-Output (SISO) กับ WiFi ประเภท AC Wave 1 แบบ SISO ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงข่าย LTE และ WiFi ที่ใช้ในการทดสอบ

3.2 การทดสอบ

3.2.1 อุปกรณ์ต้นทาง (โทรศัพท์เคลื่อนที่/User Equipment (UE)) และเครื่องแม่ข่ายปลายทาง(Server)

แบบจำลองที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย โทรศัพท์เคลื่อนที่ (UE) มีการใช้งานด้วยการ download โดยใช้คำสั่ง wget เพื่อดึงข้อมูลไปยังเครื่องปลายทาง โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จะเชื่อมต่อทั้ง 2 โครงข่าย ดังนี้

- 1.โครงข่าย LTE จะเชื่อมต่อกับ enhanced NodeB (eNodeB) และส่งข้อมูลผ่านไปให้กับ Serving/ Packet Data Network Gateway (S/P-GW) และส่งต่อข้อมูลไปยังอินเทอร์เน็ตที่เครื่องแม่ข่ายปลายทาง
- 2.โครงข่าย WiFi จะเชื่อมต่อกับ Access Point (AP) และส่งต่อไปในโครงข่าย และส่งข้อมูลต่อไปยังอินเทอร์เน็ตที่เครื่องปลายทาง

3.2.2 ปริมาณความจุของแต่ละโครงข่าย

โครงข่าย LTE มีการใช้งานแบบ SISO โดยมีค่าการเชื่อมต่ออ้างอิงตามระยะของการเชื่อมต่อระยะที่ 1 ระหว่าง UE ถึง eNodeB โดยจะคำนึงถึงระยะทางของการใช้งาน โดยมีวิธีการคำนวณจาก Channel Quality Indicator (CQI) มีค่าระหว่าง 0 - 15 และ Modulation and Coding Scheme (MCS) มีค่าระหว่าง 0 - 28 [4]เนื่องจากโปรแกรม NS3 จะมีการเปลี่ยนแปลงต่อการส่งข้อมูลและความเข้มของสัญญาณแบบอัดโนมิติ การเชื่อมต่อระยะที่ 2 ระหว่าง eNodeB ถึง (S/P-GW) มีขนาด 100 Gbps และระยะที่ 3 ระหว่าง (S/P-GW) ถึง เครื่องแม่ข่ายมีขนาด 1 Gbps

โครงข่าย WiFi มีการใช้งาน AP ชนิด 802.11AC Wave 1 แบบ SISO โดยมีการกำหนดค่าการเชื่อมต่อ ระยะที่ 1 ระหว่าง UE ถึง AP โดยมีการกำหนดค่า Modulation and Coding Scheme (MCS) จะมีค่าระหว่าง 0 - 9 [5] จะต้องมีค่าอ้างอิงตามระยะห่างระหว่าง UE กับ AP เพื่อกำหนดค่า MCS และระยะที่ 2 มีการเชื่อมต่อระหว่าง AP ถึง เครื่องแม่ข่าย มีขนาดการเชื่อมต่อ 1 Gbps

3.2.3 รูปแบบของ Traffic และการควบคุมการคับคั่งของข้อมูล (Congestion control)

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

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

รูปแบบการของ Traffic ที่ใช้ในงานวิจัยจะใช้วิธีการdownload จาก UE เพื่อไปนำข้อมูลจาก Server และวิธีการใช้งานของการควบคุมการคับตึงของข้อมูล มีหลายรูปแบบที่รองรับการทำงาน MPTCP โดยยกตัวอย่างเช่น Lia, Olla, Vegas, wVegas ฯลฯ แต่ในงานวิจัยนี้ได้มีการกำหนดค่าการใช้งาน Congestion control แบบ wVegas [3] เนื่องจากมีการพัฒนาในด้านการทำ Quality of service (QoS) ของการใช้งานและมีความตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในการค้นหาเส้นทางของเครือข่ายในการทำงานของ MPTCP

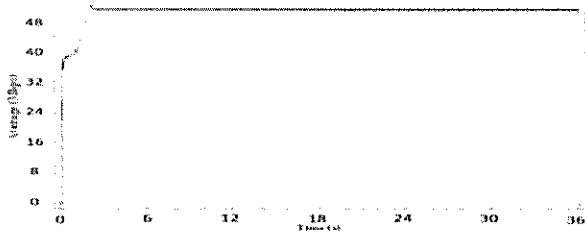
4. ผลการดำเนินการ

การทดสอบแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้ ประเภทที่ 1. มีการทดสอบส่งข้อมูล LTE และ WiFi เพียงอย่างเดียวประเภทที่ 2. มีการทดสอบการทำงานของ MPTCP โดยการส่งข้อมูล LTE กับ WiFi พร้อมกัน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่าง LTE กับ WiFi เพื่อหาความแตกต่าง โดยขนาดของข้อมูลในการทดสอบมีขนาด 229 MByte

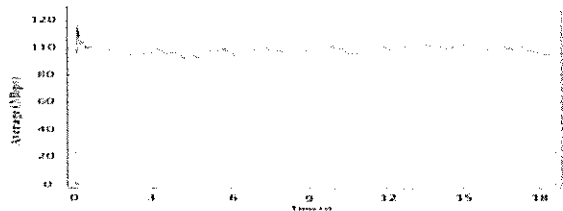
4.1 ส่งข้อมูล LTE และ WiFi เพียงอย่างเดียว

การเชื่อมต่อกับโครงข่าย LTE มีระยะทางระหว่าง UE ถึง eNodeB เป็น 500 เมตร จากผลการจำลองได้ค่า Throughput ของโครงข่าย LTE โดยเฉลี่ยอยู่ประมาณ 50 Mbps ส่งผลให้ UE ใช้เวลาในการ download 36 วินาที

การเชื่อมต่อกับโครงข่าย WiFi นั้น UE ถึง AP มีระยะทาง 25 เมตร ผลการจำลองได้ค่า Throughput ของโครงข่าย WiFi โดยเฉลี่ยอยู่ประมาณ 100 Mbps ใช้เวลาในการ download 18.30 วินาที



รูปที่ 3 ค่า Throughput ของ โครงข่าย LTE

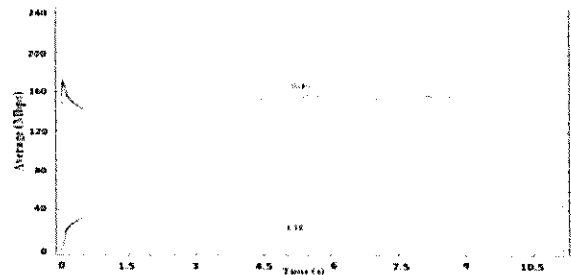


รูปที่ 4 ค่า Throughput ของ โครงข่าย WiFi

4.2 การทดสอบการทำงานของ MPTCP โดยส่งข้อมูลผ่านโครงข่าย LTE และ WiFi โดยมีการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่าง LTE / WiFi ถึง UE

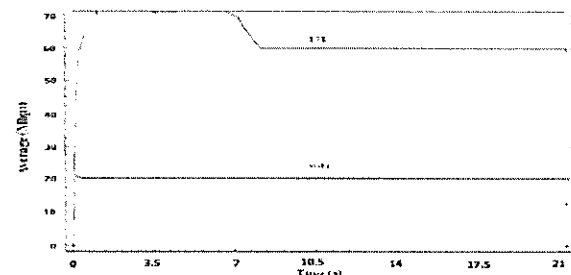
มีการเปลี่ยนแปลงระยะทางของ UE และโครงข่าย LTE / WiFi 3 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 กำหนดระยะทาง WiFi ให้อยู่ใกล้ UE มากกว่า LTE โดยกำหนด LTE มีระยะห่าง 1,000 เมตร และระยะห่าง WiFi 5 เมตร โดยมีค่า Throughput เฉลี่ยของทั้ง 2 โครงข่ายอยู่ประมาณ 166 Mbps ส่งผลให้ใช้เวลา 11 วินาทีในการ download ข้อมูล



รูปที่ 5 ค่า Throughput ของ โครงข่าย LTE ระยะ 1000 เมตร และ WiFi ระยะ 5 เมตร

รูปแบบที่ 2 กำหนดระยะทาง LTE ให้อยู่ใกล้ UE มากกว่า WiFi โดยกำหนด LTE มีระยะห่าง 200 เมตร และระยะห่าง WiFi 60 เมตร โดยมีค่า Throughput เฉลี่ยของทั้ง 2 โครงข่ายอยู่ประมาณ 85 Mbps ใช้เวลา 21.30 วินาทีในการ download ข้อมูล



รูปที่ 6 ค่า Throughput ของ โครงข่าย LTE ระยะ 200 เมตร และ โครงข่าย WiFi ระยะ 60 เมตร

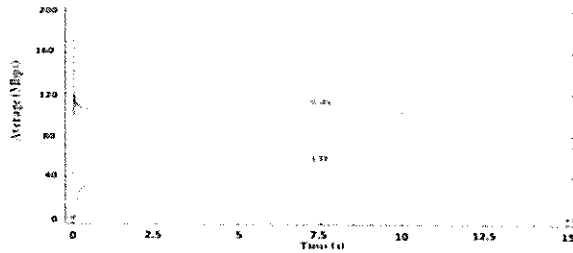
รูปแบบที่ 3 กำหนดระยะทาง LTE กับ WiFi ให้อยู่ห่างจาก UE ในระยะทางในระดับกลาง โดยกำหนด LTE มีระยะห่าง 500 เมตร และ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

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

ระยะห่าง WiFi 25 เมตร โดยมีค่า Throughput เฉลี่ยของทั้ง 2 โครงข่ายอยู่ประมาณ 112 Mbps ใช้เวลา 15 วินาทีในการ download ข้อมูล



รูปที่ 7 ค่า Throughput ของโครงข่าย LTE ระยะ 500 เมตร และ WiFi ระยะ 25 เมตร

นอกจากค่า Throughput แล้วงานวิจัยนี้ยังได้คำนวณค่าความล่าช้าทางเวลา (delay) และค่าความแปรปรวนของความล่าช้าทางเวลา (jitter) ได้ผลสรุปดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการจำลองการใช้งาน

วิธีการทดลอง	ระยะห่างจาก UE (เมตร)	Average Delay (ms)	Average Jitter(ms)	Throughput (Mbps)	เวลาที่ใช้งาน (Second)
LTE	500	0.149679	0.282691	50	36
WiFi	25	0.078258	0.142182	100	18.30
แบบที่ 1	LTE 1,000 AP 5	0.134871	0.256902	166	11
แบบที่ 2	LTE 200 AP 60	0.275711	0.542121	85	21.30
แบบที่ 3	LTE 500 AP 25	0.172541	0.332557	112	15

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปได้ดังนี้

- การใช้งาน TCP บนโครงข่าย WiFi จะมีค่า delay และ jitter ค่าที่ต่ำที่สุด
- การใช้งาน TCP บนโครงข่าย LTE จะมีค่า delay และ jitter ปานกลาง
- การใช้งาน MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi จะมีค่า Throughput สูงที่สุดในขณะที่ค่า delay และ jitter จะสูงกว่ากรณีของ TCP ที่ใช้งานในโครงข่ายเดียว กล่าวคือกรณี MPTCP ที่อยู่ใกล้กับโครงข่าย WiFi จะมี delay และ jitter สูงกว่ากรณีของ TCP บนโครงข่าย WiFi เนื่องจากจะมี delay จากการ scheduling ในระหว่างการส่ง-รับข้อมูล โดยกรณีที่ใช้ MPTCP และ UE รับส่งข้อมูลกับ LTE และ

WiFi ที่มีความแรงสัญญาณใกล้เคียงกัน (แบบที่ 2 ในตารางที่ 1) จะมีค่า delay และ jitter สูงที่สุด

5. สรุป

งานวิจัยนี้จำลองการใช้งานโปรโตคอล MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi ผลการศึกษาพบว่า MPTCP จะช่วยให้ระบบมี Throughput รวมสูงขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้งาน TCP บนโครงข่าย LTE หรือ WiFi (ในรูปแบบที่จำลองค่า Throughput สูงขึ้นสูงสุด 232%) อย่างไรก็ตาม MPTCP ส่งผลกับ delay และ jitter สูงขึ้นเมื่อเทียบกับ TCP โดยกรณีที่แย่ที่สุดคือ กรณีที่ความแรงสัญญาณ LTE และ WiFi ใกล้เคียงกันนั้นจะมีค่า delay และ jitter เพิ่มขึ้นจาก TCP ถึง 252% และ 281% ตามลำดับ ดังนั้นการใช้งาน MPTCP บนโครงข่าย LTE และ WiFi อาจจะไม่เหมาะสมกับข้อมูลประเภทที่ไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากค่า delay และ jitter

เอกสารอ้างอิง

- [1] Costin Raiciu, Christoph Paasch, Sebastien Barre, Alan Ford, Michio Honda, Fabien Duchenc, Olivier Bonaventure and Mark Handley, "How Hard Can It Be? Designing and Implementing a Deployable Multipath TCP," in Universitatea Politehnica Bucuresti, Universite Catholique de Louvain Keio University, University College London., 2012
- [2] Wenlan Guo, Zhijia Wang, Yun Zhang, "Delay-based Congestion Control for Multipath TCP," Harbin Univ. Sci.Tech., Harbin, China. University of Texas at Austin., 2013
- [3] Mingwei Xu, "Delay-based Congestion Control for MPTCP," Tsinghua University, July 4, 2014
- [4] Jung-Fu Cheng, Yang Hu, "System and method of modulation and coding scheme adjustment for a lte shared data channel," patent US20100074195 A1, 25 March 2010
- [5] <http://mcsindex.com>, February 25, 2015



นายปานuwง เมมไพญลย์

ตำแหน่ง: นักวิชาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การศึกษาระดับปริญญาโทวิศวกรรม

คอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

งานวิจัยที่สนใจ: 5th generation mobile และ LiFi