

ต้นแบบระบบกำหนดการใช้งานอย่างยุติธรรมในโครงข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย Prototype of Fair Usage Policy in Wireless Computer Network

ภาณุพงศ์ สายไพศรี* ธัญญ จารุวิทย์โกวิท

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ กรุงเทพฯ 10210

* E-mail: qoo_201@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการนำระบบ Policy and Charging Rules Function (PCRF) ในระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G (Third Generation) ซึ่งทำหน้าที่จัดการปริมาณการใช้งานข้อมูลภายในโครงข่ายของผู้ใช้บริการให้เป็นไปตามหลักการใช้งานอย่างยุติธรรม (Fair Usage Policy) มาประยุกต์ใช้กับโครงข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย (Wireless LAN) เพื่อบริหารจัดการการใช้งานปริมาณข้อมูลในโครงข่าย เนื่องจากผู้ให้บริการโทรคมนาคมในปัจจุบันมักจะให้บริการการเชื่อมต่อ Wireless LAN ในลักษณะเหมาจ่าย ทำให้ผู้ใช้บางรายอาจจะใช้งานข้อมูลปริมาณมาก ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรต่าง ๆ ภายในระบบถูกใช้งานไปเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้คุณภาพการให้บริการของผู้ใช้งานอื่น ๆ ต่ำลงกว่าที่ควรจะเป็น ระบบ PCRF ทำงานโดยมีเงื่อนไขว่าเมื่อผู้ใช้งานใช้งานข้อมูลครบตามปริมาณที่กำหนดไว้ ผู้ใช้งานรายนั้น ๆ จะถูกลดขนาดของแบนด์วิดท์ลงตามเงื่อนไขที่กำหนด ส่งผลให้ความเร็วในการใช้งานข้อมูลของผู้ใช้งานรายนั้นลดลงจากค่าปกติ ด้วยหลักการดังกล่าวจะทำให้ผู้ใช้บริการโทรคมนาคมสามารถรับประกันคุณภาพการให้บริการกับผู้ใช้งาน Wireless LAN ทุกคนในระบบ ให้มีคุณภาพของบริการได้เหมาะสมตามที่กำหนดไว้ในระบบ จากผลการทดสอบการทำงานของระบบ PCRF ที่พัฒนาพบว่าระบบสามารถควบคุมปริมาณการส่งข้อมูลของผู้ใช้งานในระบบได้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้กำหนดไว้ในระบบ

คำสำคัญ : Fair Usage Policy, Policy and Charging Resource Function, Gateway GPRS Support Node, Wireless LAN

บทนำ

เทคโนโลยีในโทรคมนาคมในปัจจุบันนั้นมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยปัจจุบันเทคโนโลยีใน 3G เป็นที่ได้รับความนิยมอย่างมาก โดยมีแนวโน้มของผู้ใช้บริการมากขึ้นเรื่อยๆ นั้นเป็นเพราะเครือข่าย 3G ได้มีการพัฒนาความเร็วและความจุ (Capacity) จนได้ถึง 42 Mbps ด้วยเทคโนโลยี Evolved High Speed Packet Access (HSPA+) ทำให้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านมือถือได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง และด้วยการคิดราคาแบบ Flat Rate ที่เหมาจ่ายราคาหนึ่ง และสามารถที่จะดาวน์โหลดปริมาณข้อมูลได้ตามแพ็คเกจ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ทำให้บริการเครือข่าย 3G ประสบความสำเร็จเป็นอย่างสูง

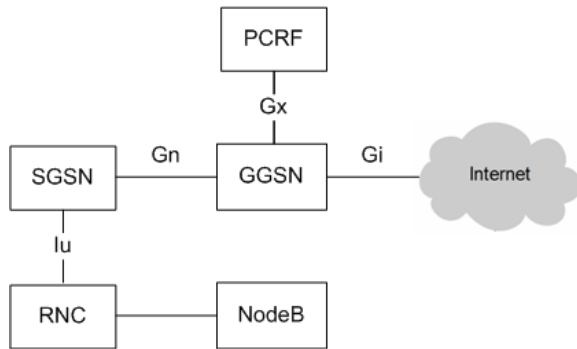
โดยทั่วไปพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านมือถือนั้นจะมีปริมาณการใช้ข้อมูลที่ไม่มาก แต่สามารถใช้งานได้ทุกที่ ที่มีสัญญาณโทรศัพท์ แต่มีผู้ใช้งานที่เป็นส่วนน้อย (ประมาณ 5%) นำไปโรมันซ์การใช้งาน ดาต้าบนเครือข่าย 3G แบบไม่จำกัดไปใช้งานเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น การนำไปใช้งาน Bit Torrent โดยใช้โทรศัพท์มือถือต่อเป็นโมเด็ม หรือต่อผ่านแอร์การ์ด ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานของผู้ใช้งานส่วนใหญ่

(ประมาณ 95%) ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งาน 3G ลดลงเป็นอย่างมาก

ด้วยเหตุดังกล่าว ทำให้มาตรฐาน Third Generation Program Partnership (3GPP) Release7 จึงได้มีการทำ Fair Usage Policy เพื่อลดภาระการทำงานของเครือข่ายอันเนื่องมาจากการใช้งานข้อมูลปริมาณมากของผู้ใช้งานบางคน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Policy and Charging Rules Function (PCRF) [1] โดยอยู่บน Core Network และทำงานร่วมกับ Gateway GPRS Support Node (GGSN) ที่ทำหน้าที่เป็น gateway เชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย GPRS กับ เครือข่ายข้อมูลทั่วไป โดย PCRF จะเป็นผู้บังคับใช้งาน Policy ต่างๆ ก็ จะเข้าควบคุมการใช้งาน เช่น การลดแบนด์วิดท์ของทราฟฟิกบางชนิด หรือการที่จะลดปริมาณการใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานดาวน์โหลดข้อมูลถึงปริมาณหนึ่งๆ เป็นต้น ซึ่งก็จะช่วยจัดการปริมาณ ทราฟฟิกที่จะเกิดขึ้นในเครือข่ายได้ดีขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามหลักการของ นโยบายการใช้งานรับส่งข้อมูลอย่างเหมาะสม (Fair Usage Policy)

ปัจจุบันในประเทศไทย ระบบเครือข่ายไร้สายประเภท WiFi ยังเป็นแพ็คเกจแบบ Unlimited จึงเจอปัญหาเรื่องของทราฟฟิกการใช้งานปริมาณมาก ซึ่งยังไม่มีความได้นำแนวคิด

การทำ Fair Usage Policy ในระบบ 3GPP มาแก้ปัญหาบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำแนวความคิดการรับประกัน Quality of Service (QoS) ของ 3GPP มาประยุกต์ใช้กับระบบเครือข่าย WiFi



รูปที่ 1 การใช้งาน PCRF ในเครือข่ายโมบายบรอดแบนด์ [1]

นโยบายการใช้งานรับส่งข้อมูลอย่างเหมาะสม คือ ข้อกำหนดและเงื่อนไขของการใช้งานข้อมูลในระบบ เพื่อบริหารการใช้งานข้อมูลของผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์ที่รองรับ เพื่อให้มีปริมาณการใช้ข้อมูลอย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพการให้บริการของเครือข่าย จนทำให้ผู้ใช้งานอื่นไม่สามารถใช้งานได้ตามระดับความเร็วที่เหมาะสม

Policy and Charging Rules Function (PCRF) คือ อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ GGSN ที่เริ่มนำเข้าไปใน 3GPP Rel.7 และทำหน้าที่จัดการนโยบายการให้บริการ ของแต่ละผู้ใช้งาน โดย PCRF จะรวมทั้งฟังก์ชันการทำงานระหว่าง The Policy Decision Function (PDF) และ The Charging Rules Function (CRF) โดย PDF จะมีหน้าที่คอยตัดสินใจในนโยบายที่จะปฏิบัติ และ CRF คือส่วนที่ให้ผู้ประกอบการกำหนดกฎระเบียบที่บังคับใช้โดย CRF จะเลือกกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการเรียกเก็บเงินตามข้อมูลที่ได้

Serving GPRS Support Node (SGSN) เป็นชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการเชื่อมต่อแบบแพ็กเกตสวิตซ์ทำหน้าที่คล้ายกับอุปกรณ์ Mobile Service Switching Center (MSC) ต่างกันเพียงรองรับการสื่อสารข้อมูล ที่มีใช้สัญญาณเสียงพูดสนทนา มีการร่วมใช้อุปกรณ์ Visitor Location Register (VLR) กับชุมสาย MSC ที่ได้รับการกำหนดให้บริการในพื้นที่เดียวกัน รวมถึงมีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายสถานีฐาน โดยใช้จุดเชื่อมต่อ Gb-interface ไปยังอุปกรณ์ Packet Control Unit (PCU) ที่แยกสัญญาณข้อมูลออกจากเครือข่ายสถานีฐาน และปล่อยให้สัญญาณเสียงพูดส่งไปยังชุมสาย MSC ผ่านจุดเชื่อมต่อ A-interface

Gateway GPRS Support Node (GGSN) เป็นชุมสายแบบแพ็กเกตสวิตซ์ เช่นเดียวกับ SGSN แต่ มีบทบาทหน้าที่

แตกต่างออกไป โดยจะบริหารจัดการเชื่อมต่อกับเครือข่ายสื่อสารข้อมูลภายนอก ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เครือข่าย IP หรือแม้กระทั่งเครือข่ายที่เชื่อมต่อเฉพาะกับองค์กรอื่นๆ เช่น ลูกค้าแบบองค์กร (Corporate Customer) นอกจากนี้ GGSN ยังมีบทบาทในการกำหนดและบริหารจัดการกลไกการสร้างช่องสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ SGSN อีกด้วย [2]

จากการค้นคว้าของผู้วิจัย ยังไม่พบว่ามิงงานวิจัยใดนำแนวความคิดของ PCRF ของ 3GPP มาประยุกต์ใช้กับโครงข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย จึงเป็นแนวความคิดที่จะออกแบบและพัฒนาในงานวิจัยนี้

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

การออกแบบและพัฒนาระบบ

การทำงานของระบบจะนำรูปแบบการทำงานของโครงข่าย 3G (Release7) มาประยุกต์กับระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN) โดยนำคอมพิวเตอร์มาจำลองเป็นอุปกรณ์ PCRF และใช้ Wireless Router Linksys WRT54GL แทน GGSN ดังรูปที่ 2

โดย Wireless Router Linksys WRT54GL จะทำหน้าที่เปรียบเสมือน GGSN โดยจะติดตั้ง Firmware DD-WRT v23 SP2 [3] เพื่อให้มีความสามารถในการจำกัดแบนด์วิดท์ของแต่ละผู้ใช้งานได้ โดยจะทำการจำกัดแบนด์วิดท์โดยอ้างอิงจาก MAC Address ของแต่ละผู้ใช้งานและสามารถส่งปริมาณของกราฟฟิคการใช้งาน[4] ของผู้ใช้งานไปยังคอมพิวเตอร์ทุกๆ 5 นาที เพื่อป้องกันเรื่องของการโอนย้ายข้ามเซลล์ (Handoff) โดยคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เหมือนกับอุปกรณ์ PCRF โดยจะมีลักษณะการทำงานคือ นำกราฟฟิคที่ได้รับมาของแต่ละผู้ใช้งานมาคำนวณว่าปริมาณกราฟฟิคที่มีการใช้งาน ครบตามเงื่อนไขของแต่ละผู้ใช้งานได้รับแล้วหรือไม่ โดยข้อมูลของผู้ใช้งานนั้น จะถูกระบุในฐานข้อมูลไว้อยู่แล้ว และมีหน้าที่ส่ง MAC Address ของผู้ใช้งานที่ใช้งานครบที่กำหนดไว้ไปยัง Wireless Router Linksys WRT54GL เพื่อทำการจำกัดแบนด์วิดท์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

ในปัจจุบันการใช้งาน WiFi ส่วนใหญ่จะเป็นแบบเหมาจ่ายเป็นรายเดือน และไม่จำกัดปริมาณข้อมูลที่ใช้งาน ทำให้มีผู้ใช้งานบางกลุ่มนำไปใช้วัตถุประสงค์อื่น เช่น การนำไปใช้งาน Bit Torrent ทำให้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการให้บริการของเครือข่าย จนทำให้ผู้ใช้งานอื่นไม่สามารถใช้งานได้ตามระดับความเร็วที่เหมาะสม โดยบทความนี้จะดำเนินการจัดการกราฟฟิคทางด้านขาลง (Download) เป็นหลัก และจะแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 3 แพ็กเกจคือ แพลทินัม โกลด์ และซิลเวอร์ ตามลำดับ ซึ่งแต่ละแพ็กเกจจะแตกต่างในส่วนของคุณภาพของข้อมูลที่จะได้รับ และจะถูกจำกัดปริมาณแบนด์

วิธที่แตกต่างกันออกไป โดยแต่ละแพ็คเกจจะนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทั้งระบบแบบ ใช้ก่อนจ่ายทีหลัง(Postpaid) และ จ่ายก่อนใช้ทีหลัง (Prepaid) และงานวิจัยในอนาคตจะทำการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านประสิทธิภาพ และการจำกัดแบนด์วิดท์ให้กับขาขึ้น (Upload)

กระบวนการทำงาน

กระบวนการทำงานจะทำการโต้ตอบโดยการส่งข้อมูลหากันระหว่างคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (PCRF) และอุปกรณ์ WRT54GL โดย หลักการทำงานของระบบจะแบ่งหน้าทีออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. WRT54GL (AP)

จากรูปที่ 3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

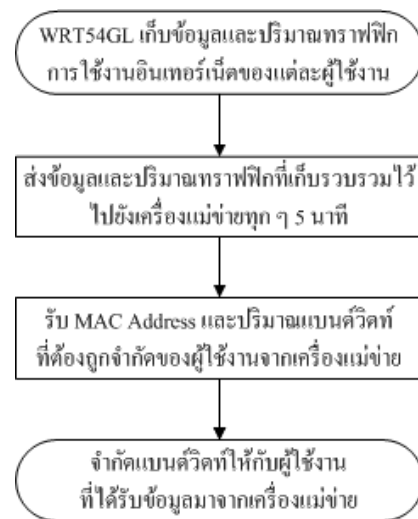
- 1) อุปกรณ์ WRT54GL เก็บข้อมูลของผู้ใช้งานซึ่งประกอบด้วย IP Address, MAC Address และปริมาณทราฟฟิกการใช้งานอินเทอร์เน็ตล่าสุดของแต่ละผู้ใช้งาน
- 2) อุปกรณ์ WRT54GL จะทำการส่งข้อมูลที่เก็บไว้ได้ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายทุก ๆ 5 นาที เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องของการโอนย้ายข้ามเซลล์ (Handoff) ของผู้ใช้งาน
- 3) หลังจากที่ส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายแล้ว WRT54GL จะรอรับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายโดยข้อมูลที่รับมาจะประกอบด้วย MAC Address และปริมาณแบนด์วิดท์ที่จะต้องจำกัดให้กับผู้ใช้งาน
- 4) WRT54GL จะทำการจำกัดแบนด์วิดท์ให้กับผู้ใช้งานตามที่ได้รับข้อมูลมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

2. เครื่องแม่ข่าย PCRF

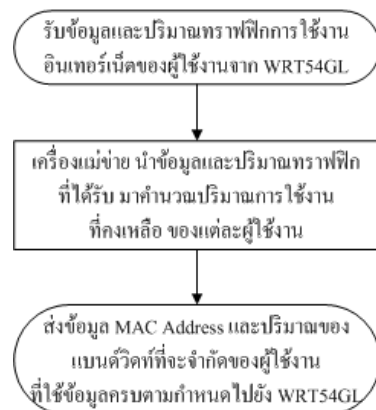
มีหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) คอมพิวเตอร์แม่ข่ายจะรับข้อมูลและปริมาณทราฟฟิกของแต่ละผู้ใช้งานจาก WRT54GL โดยอ้างอิงผู้ใช้งานจาก MAC Address ของแต่ละเครื่อง
- 2) เมื่อคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเก็บข้อมูลที่ข้อมูลของแต่ละผู้ใช้งานตาม MAC Address ลงฐานข้อมูล แล้วตรวจสอบปริมาณการใช้งานที่คงเหลือ โดยนำปริมาณ ทราฟฟิกที่ได้รับจาก WRT54GL มาหักล้างออกจากประมาณข้อมูลของผู้ใช้งานที่ได้รับ (เพื่อที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งกับระบบ Postpaid และPrepaid)
- 3) เมื่อคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ตรวจสอบว่าปริมาณการใช้ข้อมูลของผู้ใช้งานครบตามที่ผู้ใช้งานได้รับแล้ว คอมพิวเตอร์แม่ข่าย จะส่ง MAC Address และ

ปริมาณแบนด์วิดท์ที่ต้องจำกัด ส่งไปยัง WRT54GL เพื่อให้จำกัดแบนด์วิดท์ให้กับผู้ใช้งานต่อไป



รูปที่ 3 หลักการทำงานของระบบ WRT54GL



รูปที่ 4 หลักการทำงานของเครื่องแม่ข่าย PCRF

จำนวนของข้อมูลที่ได้รับนั้น ระบบจะมีการรีเซตให้กับผู้ใช้งานใหม่ในระยะเวลา 1 เดือน โดยนับจากวันที่ผู้ใช้งานลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ โดยจำนวนข้อมูลที่คงเหลืออยู่จะถูกยกเลิก (ระบบแบบใช้ก่อนจ่ายทีหลัง) และจะนำจำนวนของข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเข้าไปกับจำนวนที่คงเหลืออยู่เดิมในกรณีที่มีการลงทะเบียนเพิ่ม (ระบบแบบจ่ายก่อนใช้ทีหลัง)

การทดสอบการทำงาน

การทดลองการทำงานจะจำลองสภาพการใช้งานในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กจำนวน 15 เครื่อง ใช้งานอยู่กับที่ โดยการจำลองระบบการใช้งานจะแบ่งออกเป็นแพ็คเกจต่าง ๆ ตามตารางที่ 1 โดยแต่ละแพ็คเกจจะแบ่งออกเป็นแพ็คเกจละ 5 เครื่องแล้วทำการทดสอบโดยให้ผู้ใช้งานแต่ละเครื่องใช้งานอินเทอร์เน็ตแล้วสังเกตผลที่ได้

โดยระหว่างการใช้งานของแต่ละแพ็คเกจผู้ใช้งานจะสามารถใช้อัตราการรับส่งข้อมูลได้ถึงค่าสูงสุดตามแพ็คเกจจริงที่ตนเองได้สมัครใช้งาน แต่เมื่อมีการใช้งานการ แต่เมื่อมีการใช้งานครบตามปริมาณที่กำหนดจะถูกจำกัดอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุดของแพ็คเกจ แพลทินัม, โกลด์ และซิลเวอร์คือ 2048, 1024 และ 512 Kbps ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ข้อมูลของแพ็คเกจ

แพ็คเกจ	จำนวนข้อมูลต่อเดือน	อัตราการรับส่งข้อมูลที่จำกัด
แพลทินัม	30 GB	2048 Kbps
โกลด์	20 GB	1024 Kbps
ซิลเวอร์	10 GB	512 Kbps

ผลการศึกษาวิจัยและการอภิปรายผล

จากรูปที่ 5 และ 6 คือตัวอย่างในการทดสอบอัตราการรับส่งข้อมูลโดยโปรแกรมสำหรับทดสอบความเร็วของอินเทอร์เน็ต [5] โดยในรูปที่ 5 คืออัตราการรับส่งข้อมูลขณะใช้งานปกติ และเมื่อจำกัดแบนด์วิดท์แล้วจะได้ดังรูปที่ 6 ซึ่งเป็นตัวอย่างอัตราความเร็วของแพ็คเกจโกลด์หลังจากถูกจำกัดแบนด์วิดท์



รูปที่ 5 ทดสอบอัตรารับส่งข้อมูลขณะใช้งานปกติ



รูปที่ 6 อัตราความเร็วเมื่อถูกจำกัดของแพ็คเกจโกลด์

จากการทดลองการใช้งานของแต่ละแพ็คเกจการใช้งานโดยเมื่อจำกัดปริมาณแบนด์วิดท์แล้วใช้โปรแกรมสำหรับทดสอบความเร็วของอินเทอร์เน็ต ซึ่งผลอัตราการรับส่งข้อมูลที่ได้จะแสดงในตารางที่ 2

ผลการทดลองดังกล่าวได้จากการทดสอบความเร็วของแต่ละแพ็คเกจ แพ็คเกจละ 30 ครั้ง ซึ่งผลที่ออกมาจะเห็นได้ว่า

เมื่อทำ Fair Usage Policy แล้วผู้ใช้งานถูกจำกัดความเร็วของแบนด์วิดท์ลงตามที่กำหนดไว้ โดยอัตราการรับส่งข้อมูลที่ผู้ใช้งานได้รับจะมีค่าเฉลี่ยที่ไม่เกินจากจำนวนอัตราการรับส่งข้อมูลสูงสุดที่ถูกกำหนดไว้โดย PCRF และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแพ็คเกจแพลทินัม โกลด์ และซิลเวอร์คือ 4.48, 2.24 และ 2.79 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความของอัตราการรับส่งข้อมูล

แพ็คเกจ	แพลทินัม (Kbps)	โกลด์(Kbps)	ซิลเวอร์ (Kbps)
อัตราการรับส่งข้อมูล	2048	1024	512
ค่าสูงสุด	2032	1008	513
ค่าต่ำสุด	1984	999	497
ค่าเฉลี่ย	2004	1003	502
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	4.48	2.24	2.79
Error bar	±1.01	±0.81	±1.63

งานวิจัยในอนาคตนั้นวางแผนว่าจะทำการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ และทำการจำกัดแบนด์วิดท์ให้กับขาขึ้นอีกด้วย

สรุปผลการศึกษาวิจัย

บทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับการนำระบบ Policy and Charging Resource Function (PCRF) ในระบบโครงข่าย 3GPP ซึ่งทำหน้าที่จัดการปริมาณการใช้ทรัพยากรที่ผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้เป็นไปตามหลักของ Fair Usage Policy มาประยุกต์ใช้กับโครงข่าย WiFi เพื่อให้สามารถรับประกัน QoS ของผู้ใช้งานในโครงข่ายได้ จากการทดสอบการทำงานของระบบที่พัฒนา พบว่าระบบสามารถจำกัดปริมาณการใช้งานทรัพยากรด้านขาลงของผู้ใช้งาน WiFi ได้ตามนโยบายที่ตั้งไว้ที่ PCRF ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] 3rd Generation Partnership Project, <http://www.3gpp.org>.
- [2] เจาะลึกเทคโนโลยีโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3.5 G, <http://www.telecomjournal.net>.
- [3] Firmware DD-WRT v23 SP2, <http://www.dd-wrt.com>.
- [4] RFlow Collector, http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/RFlow_Collector.
- [5] Speed Test, <http://speedtest.adslthailand.com>.