nccit 2016

The 12th National Conference on Computing and Information Technology

Proceedings of NCCIT 2016
The 12th National Conference on Computing and Information Technology
7th - 8th July 2016
At Centara Hotel & Convention Centre Khon Kaen, Thailand
www.nccit.net

Faculty of Informatics
Mahasarakham University

Faculty of Information Technology
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทความวิจัย

การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 12
7-8 กรกฎาคม 2559
โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น

คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ROOM 5: DATA NETWORK AND COMMUNICATION	
Session Chair: Dr. Somnuk Puangpronpitag	
13:00 – 13:20 *NCCIT2016-91*	**Longest Common Subsequence by New Dynamic Programming with Space Reduction** *Sakpan Dangmanee and Jeeraporn Werapun*
13:20 – 13:40 *NCCIT2016-30*	**The Survey of Wi-Fi Channel Overlap in Bangkok Business Area** *Tuul Triyason and Prasert Kanthamanon*
13:40 – 14:00 *NCCIT2016-181*	**A Study on Energy Efficiency of Routing Protocol in MANET** *Chanakan Phankaew, Thitirat Sakpichaimongkol, Worrawat Narongkhachavana and Sumet Prabhavat*
14:00 – 14:20 *NCCIT2016-155*	**Indoor Smartphone Locating System** *Sitita Charuraks and Sirapat Boonkrong*
14:20 – 14:40 *NCCIT2016-183*	**A Study on Performance of Gateway Discovery Mechanism in MANET** *Thanet Phumpaijit, Wannisa Kammahyee, Thananop Thongthavorn, Worrawat Narongkhachavana and Sumet Prabhavat*
Coffee Break 14:40-15:00	
15:00 – 15:20 *NCCIT2016-20*	**The Database System for Supporting the Network Maintenance and Management: Case Study the Wireless Network System of Walailak University** *Satit Khwanchum and Wachirasak Pokakorn*
15:20 – 15:40 *NCCIT2016-69*	**Development of Ultrasonic Transmitter and Stereo Receiver Circuit for Local Positioning System** *Woottichai Nonsakhoo, Kasemsri Khongying, Saiyan Saiyod and Nunnapus Benjamas*
15:40 – 16:00 *NCCIT2016-148*	**Performance Evaluation of Voice over WiFi Service** *Chanalai Nurarit and Tanun Jaruvitayakovit*
16:00 – 16:20 *NCCIT2016-152*	**GPS Sharing Application for Solving Various Problems** *Thanakhorn Ngamwittayachaisakul, Chouvalit Khancome, and Pornpan Prachapipat*

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโทรศัพท์ผ่านโครงข่ายไวไฟ

Performance Evaluation of Voice over WiFi Service

ชนาลัย นุราฤทธิ์ (Chanalai Nurarit)[1] และ ธนัญ จารุวิทยโกวิท (Tanun Jaruvitayakovit)[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

[1]chanalai.nu@gmail.com , [2]tjaruvit@yahoo.com

บทคัดย่อ

ผู้ให้บริการโทรคมนาคมเริ่มมีการให้บริการโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย WiFi (VoWiFi - Voice over WiFi) แก่ผู้ใช้งาน โดยมีข้อดีคือ ผู้ให้บริการสามารถให้บริการโทรศัพท์ได้ในทุก ๆ ที่ที่ผู้ใช้บริการสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตด้วย WiFi อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยใดทดสอบหรือจำลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน VoWiFi ตามมาตรฐาน 3GPP ทั้งในกรณีที่ใช้งานภายในประเทศ และใช้งานข้ามประเทศ บทความนี้ได้นำเสนอการวัดประเมินประสิทธิภาพการให้บริการ (Quality of Service – QoS) ในการให้บริการใช้งานVoWiFi โดยใช้ Network Simulation 2 (NS2) ในการจำลองสถานการณ์การใช้งาน ในแต่ละกรณีจะใช้ค่าความล่าช้าทางเวลา (Delay) ค่าความแปรปรวนของค่าความล่าช้าทางเวลา (Jitter) และค่าความสูญเสียของแพ็กเก็ต (Packet Loss) เพื่อคำนวณ Mean Opinion Score ของเสียงที่ใช้บริการ เพื่อหาจำนวนคู่สายของ VoWiFi ที่สามารถใช้งานได้พร้อมกันภายใต้จุดกระจายสัญญาณ WiFi เดียวกัน

คำสำคัญ: การสื่อสารด้วยเสียงผ่านไวไฟ โครงข่ายไวไฟ

Abstract

Telecommunications providers have started offering telephony service over WiFi (VoWiFi - Voice over WiFi) to their subscribers. With VoWiFi, service providers can offer telephone service to all areas that users can connect to the Internet using WiFi. However, no research simulates or measures to assess performance of VoWiFi service according to 3GPP standard for case of domestic and international usage. This research presents a performance evaluation of voice over WiFi using Network simulation 2 (NS2) as a simulation tool. Packet loss, delay and jitter are the key performance index for each scenario. These parameters were used to calculate Mean Opinion Score (MOS) in order to evaluate maximum number of VoWiFi subscribers that can use the service under the same WiFi access point.

Keyword: Voice over WiFi, WiFi Network.

การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโทรศัพท์ผ่านโครงข่ายไวไฟ
Performance Evaluation of Voice over WiFi Service

ชนาลัย นุรารุทธิ์ (Chanalai Nurarit)[1] และ ธนัญ จารุวิทยโกวิท (Tanun Jaruvitayakovit)[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[1]chanalai.nu@gmail.com ,[2]tjaruvit@yahoo.com

บทคัดย่อ

ผู้ให้บริการโทรคมนาคมเริ่มมีการให้บริการโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย WiFi (VoWiFi - Voice over WiFi) แก่ผู้ใช้งาน โดยมีข้อดีคือ ผู้ให้บริการสามารถให้บริการโทรศัพท์ได้ในทุก ๆ ที่ที่ผู้ใช้บริการสามารถเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตด้วย WiFi อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยใดทดสอบหรือจำลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน VoWiFi ตามมาตรฐาน 3GPP ทั้งในกรณีที่ใช้งานภายในประเทศ และใช้งานข้ามประเทศ บทความนี้ได้นำเสนอการวัดประเมินประสิทธิภาพการให้บริการ (Quality of Service – QoS) ในการให้บริการใช้งาน VoWiFi โดยใช้ Network simulation 2 (NS2) ในการจำลองสถานการณ์การใช้งาน ในแต่ละกรณีจะใช้ค่าความล่าช้าทางเวลา (Delay) ค่าความแปรปรวนของค่าความล่าช้าทางเวลา (Jitter) และค่าความสูญเสียของแพ็กเก็ต (Packet Loss) เพื่อคำนวณ Mean Opinion Score ของเสียงที่ใช้บริการ เพื่อหาจำนวนคู่สายของ VoWiFi ที่สามารถใช้งานได้พร้อมกันภายใต้จุดกระจายสัญญาณ WiFi เดียวกัน

คำสำคัญ: การสื่อสารด้วยเสียงผ่านไวไฟ โครงข่ายไวไฟ

Abstract

Telecommunications providers have started offering telephony service over WiFi (VoWiFi - Voice over WiFi) to their subscribers. With VoWiFi, service providers can offer telephone service to all areas that users can connect to the Internet using WiFi. However, no research simulates or measures to assess performance of VoWiFi service according to 3GPP standard for case of domestic and international usage. This research presents a performance evaluation of voice over WiFi using Network simulation 2 (NS2) as a simulation tool. Packet loss, delay and jitter are the key performance index for each scenario. These parameters were used to calculate Mean Opinion Score (MOS) in order to evaluate maximum number of VoWiFi subscribers that can use the service under the same WiFi access point.

Keyword: Voice over WiFi, WiFi Network

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มีความก้าวหน้าและมีการขยายตัวไปอย่างรวดเร็ว โดยการให้บริการโทรศัพท์ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตหรือที่เรียกว่า Voice over Internet Protocol (VoIP) เป็นบริการการส่งสัญญาณบนโครงข่ายอินเตอร์เน็ตด้วยโปรโตคอล Internet Protocol (IP) และ 3rd Generation Partnership Project (3GPP) ได้มีการนำเทคโนโลยี IP Multimedia Subsystem (IMS) มาประยุกต์ใช้ทั้งในโครงข่ายที่มีสายและโครงข่ายไร้สายเพื่อให้บริการประเภทเสียงผ่านโครงข่ายข้อมูล โดย IMS จะเป็นตัวควบคุมหลักภายในโครงข่ายระหว่างการใช้งานของอุปกรณ์ต้นทาง

และอุปกรณ์ปลายทางในการให้บริการหลากหลายรูปแบบ เช่น ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เป็นต้น

3GPP TS 23.402 [1] ได้กำหนดมาตรฐานการใช้งานบริการประเภทเสียง (Voice service) ผ่านโครงข่ายที่น่าเชื่อถือได้ (Trusted network) ผ่าน S2a interface และผ่านโครงข่ายที่เชื่อถือไม่ได้ (Untrusted network) ผ่านโครงข่าย S2b interface โดยทั่วไปแล้วการใช้งานประเภทเสียงผ่านโครงข่ายที่เชื่อถือได้ ก็คือการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านโครงข่าย 3rd Generation (3G) หรือ 4th Generation (4G) ของผู้ให้บริการเอง ในขณะที่การใช้งานประเภทเสียงผ่านโครงข่ายที่เชื่อถือไม่ได้นั้น ได้แก่การใช้งานโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย WiFi (Voice over WiFi หรือ WiFi calling) งานวิจัยนี้จะให้ความสำคัญกับบริการ Voice over WiFi เนื่องจากแนวโน้มผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็น 4G ทั่วโลก มีแนวโน้มที่จะให้บริการประเภทนี้ในอนาคตอย่างแพร่หลาย เนื่องจากผู้ให้บริการเองสามารถขยายพื้นที่ให้บริการโทรศัพท์ไปได้ในทุกสถานที่ที่มีสัญญาณ WiFi และสามารถเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตได้ ในมุมมองของผู้ใช้งานเองก็จะได้รับประโยชน์ เนื่องจากค่าบริการก็มีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าโทรศัพท์แบบเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าโทรศัพท์ทางไกลระหว่างประเทศ

อย่างไรก็ตามจากการค้นคว้าพบว่ายังไม่มีบทความใดดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service - QoS) ของบริการ Voice over WiFi โดยเฉพาะการใช้งานในลักษณะที่เป็นโทรศัพท์ทางไกลข้ามประเทศ ซึ่งโดยปกติส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งไม่สามารถรับประกัน QoS ได้โดยงานวิจัยนี้ได้จำลองการใช้งานบริการ Voice over WiFi ด้วยโปรแกรม Network Simulation version 2 (NS2) เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการใช้งาน

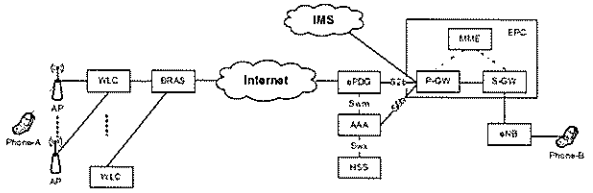
บทความนี้ประกอบไปด้วย 1. บทนำ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3. ขั้นตอนการดำเนินงาน 4. ผลการทดสอบ และ 5. สรุป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

VoIP [2] เป็นการสื่อสารทางด้านเสียงบนโครงข่ายอินเตอร์เน็ตด้วยโปรโตคอล สำหรับการใช้งาน VoIP จะเป็นการใช้งานผ่านโปรแกรม softphone ซึ่งทั้งต้นทางและปลายทางจะต้องเชื่อมต่อไปยังอินเตอร์เน็ตเพื่อที่จะลงโปรแกรมในการใช้งาน

การใช้บริการ VoWiFi ได้นำเทคโนโลยี IMS ร่วมกับโครงข่ายไร้สาย ซึ่งในการให้บริการ VoWiFi จะเป็นการให้บริการทั้งในกรณีที่ใช้งานในโครงข่ายของผู้ให้บริการเองและโครงข่ายของผู้ให้บริการอื่น ทั้งในกรณีอยู่ในประเทศและต่างประเทศ ดังแสดงภาพรวมได้จากภาพที่ 1



ภาพที่ 1: ลักษณะโครงข่าย VoWiFi ในการให้บริการ

ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการเข้าไปใช้บริการ VoWiFi จะต้องมีการเชื่อมต่อระหว่าง SIP Client (Phone) เข้ากับระบบ IMS ซึ่งได้นำโปรโตคอล SIP (Session Initiation Protocol) มาใช้ในการให้บริการ โดยโครงข่ายที่แสดงในภาพที่ 1 สามารถแบ่งการทำงานได้ดังนี้

ส่วนโครงข่ายไร้สาย จะประกอบด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่และตัวกระจายสัญญาณที่ผู้ใช้งานเชื่อมต่อกับผู้ให้บริการ

Wireless LAN Controller (WLC) เป็นจุดศูนย์กลางในการควบคุม Access Point (AP)

Broadband Remote Access Server (BRAS) เป็นจุดในการตรวจสอบโครงข่ายของผู้ใช้บริการ (Home Domain) เพื่อที่จะเชื่อมต่อไปยังโครงข่ายนั้นๆ

ส่วนโครงข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นโครงข่ายในการเชื่อมต่ออินเตอร์ภายนอก ซึ่งจะประกอบด้วย Server ที่เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลมายังผู้ให้บริการในโครงข่ายตนเอง

evolved Packet Data Gateway (ePDG) เป็นส่วนสิ้นสุดของท่อ IPsec ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง ทำให้มีความปลอดภัยของข้อมูลที่รับส่งผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ต หน้าที่หลักของ ePDG จะเกี่ยวข้องกับการเริ่มต้นและสิ้นสุดการเชื่อมต่อกับโครงข่าย IMS

3GPP Authentication Authorization and Accounting (3GPP AAA) ทำหน้าที่หลักในการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้งาน โดย 3GPP-AAA จะเชื่อมต่อกับ HSS ของผู้ให้บริการโทรคมนาคม

Home Subscriber Server (HSS) เป็นฐานข้อมูลของผู้ใช้บริการ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเก็บ Profile และ Location ของผู้ใช้บริการ

Evolved Packet Core (EPC) เป็นอุปกรณ์ภายใน Core Network ประกอบด้วย Public Data Network Gateway (P-GW), Serving Gateway (S-GW) และ Mobility Management Entity (MME) เป็นต้น โดย P-GW จะทำหน้าที่ในการจัดสรร IP ให้แก่ผู้ใช้บริการ ส่วน S-GW จะเก็บข้อมูลและส่งข้อมูลของผู้ใช้บริการให้ P-GW และ evolved Node B (eNB) จากนั้นในส่วน MME จะเป็นตัวควบคุมสัญญาณในการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน

เทคโนโลยี IMS เป็นศูนย์กลางในการควบคุม Session ซึ่งภายในมี Call Session Control Function (CSCF) ประกอบไปด้วย Proxy CSCF (P-CSCF), Serving CSCF (S-CSCF) และ Interrogating CSCF (I-CSCF) เป็นต้น โดยจะเชื่อมต่อกับ P-GW เพื่อที่จะทราบถึงข้อมูลของผู้ใช้งานและทำให้สามารถเชื่อมต่อไปยังปลายทาง

ในบทความนี้จำลองการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ผ่านการลงทะเบียนในการใช้งานแล้ว โดยผู้ใช้งานต้นทางจะโทรศัพท์ผ่าน Access Point (AP) มายัง ePDG และส่งต่อให้ P-GW จากนั้น P-GW จะส่งข้อมูลกลับมายัง ePDG ไปยัง AP หลังจากนั้น AP ก็ส่งมายังผู้ใช้งานปลายทาง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย [3] ได้นำ 3GPP Releases 6 มาเสนอในการนำเทคโนโลยี IMS มาปรับใช้ในการหลอมรวมระหว่างโครงข่าย 3G ร่วมกับโครงข่าย WiFi ส่วนงานวิจัย [4] ได้กล่าวถึงความสามารถในการส่งสัญญาณ (signaling) ของข้อความในการลงทะเบียนนำโปรโตคอล SIP มาใช้ในการสนทนาระหว่างต้นทางกับปลายทางเพื่อที่จะส่งสัญญาณมายังเทคโนโลยี IMS ซึ่งจะผ่าน CSCF (P-CSCF I-CSCF และ S-CSCF) และงานวิจัย [5] ได้มีการนำบริการแบบ Push to talk over Cellular (PoC) มาใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทาง และยังได้เพิ่มการทำงานของ Application Server (AS) เข้าไปในสถาปัตยกรรมของ IMS ในการให้บริการแอพพลิเคชั่น

อย่างไรก็ตามจากการศึกษางานวิจัย [3] พบว่ายังไม่มีการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการทำงานของวิธีที่ได้เสนอ ทำให้ไม่สามารถทราบถึงคุณภาพที่จะนำมาใช้งาน ซึ่งงานวิจัย [4] และ งานวิจัย [5] ยังพบว่าในการทดสอบเป็นการเชื่อมต่อแบบมีสาย ดังนั้นในบทความนี้จึงได้มีการจำลองการใช้งาน VoWiFi ที่ผ่านโครงข่าย WiFi และ ePDG ร่วมไปถึงโครงข่าย EPC โดยจะวัดค่าประสิทธิภาพได้จากค่าความล่าช้าทางเวลา (Delay) ค่าความแปรปรวนของค่าความล่าช้าทางเวลา (Jitter) และค่าความสูญเสียของแพ็กเก็ต (Packet Loss) สำหรับนำมาหาค่า MOS เพื่อรับประกันคุณภาพในการให้บริการของเสียง (QoS)

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

ในการให้บริการ VoWiFi ผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์ในการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางไปยังปลายทางผ่านโครงข่าย WiFi และได้นำ Voice Codec ประเภท G.711 [6] มาเป็น

มาตรฐานในการสื่อสาร ซึ่งในกรณีนี้ผู้ใช้บริการระหว่างต้นทางกับปลายทางจะอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนไหว โดยนำ NS2 เวอร์ชัน 2.35 มาเป็นซอฟแวร์ในการจำลองสถานการณ์

3.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางไปยังปลายทาง

ในการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทางในระหว่างการสื่อสารจะมีประเภทข้อมูล (Background Traffic) เป็น 20% 50% และ 80% ของค่าความจุทางด้าน Radio งานวิจัยได้ได้จำลองการใช้งาน VoWiFi 2 สถานการณ์ ได้แก่

สถานการณ์แรก ผู้ใช้บริการติดต่อสื่อสารระหว่างภายในประเทศ

สถานการณ์สอง ผู้ใช้บริการติดต่อสื่อสารระหว่างภายในกับภายนอกประเทศ

โดยในแต่ละสถานการณ์จะมีการสนทนาระหว่างต้นทางกับปลายทาง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

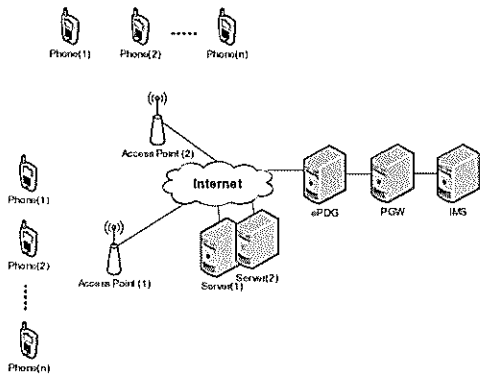
กรณีแรกการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทางจำนวน 5 คู่สาย

กรณีสองการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทางจำนวน 15 คู่สาย

กรณีสามการติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทางจำนวน 20 คู่สาย

3.3 การจำลองสถานการณ์ในการทดสอบ

สำหรับการจำลองสถานการณ์นี้จะประกอบไปด้วย โทรศัพท์เคลื่อนที่ AP โครงข่ายอินเตอร์เน็ต โครงข่ายหลัก (Core Network ได้แก่ ePDG PGW และ IMS เป็นต้น) โดยในการจำลองได้มีการเชื่อมต่อแบบมีสายกับการเชื่อมต่อแบบไร้สาย ซึ่งแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ลักษณะของแบบจำลองในสถานการณ์ในการใช้บริการ VoWiFi

โดยในการเชื่อมต่อแบบมีสายทั้งในกรณีภายในและภายนอกประเทศ มีรายละเอียดในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

	การเชื่อมต่อภายในประเทศ		การเชื่อมต่อภายนอกประเทศ	
Connection	**Bandwidth (Gbps)**	**Delay (ms)**	**Bandwidth (Gbps)**	**Delay (ms)**
IMS - PGW	1	1	1	1
PGW - ePDG	1	1	1	1
ePDG – AP(1)	1	4	1	10
ePDG – AP(2)	1	4	1	10
AP(1)– Server(1)	1	3	1	8
AP(2) – Server(2)	1	3	1	8

สำหรับการเชื่อมต่อแบบไร้สาย เลือกใช้ 802.11g [7] ซึ่งมีขนาดของ Bandwidth 54 Mbps และใช้ Frequency 2.4 GHz โดยระยะห่างระหว่างผู้ใช้งานกับจุดการเชื่อมต่อสัญญาณมีระยะทาง 10 เมตร

3.4 การประเมินคุณภาพของเสียง

ในการวัดประสิทธิภาพของคุณภาพเสียง จะนำค่าค่าความล่าช้าทางเวลา (Delay) ค่าความแปรปรวนของค่าความล่าช้าทางเวลา (Jitter) และค่าความสูญเสียของแพ็กเก็ต (Packet Loss) มาคำนวณ MOS [8] ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (5)

$$\text{Effective Latency (EL)} = \text{Average delay} + (\text{Jitter} \times 2) + 10 \quad (1)$$

ถ้าค่า Effective Latency ที่คำนวณออกมาได้ค่าน้อยกว่า 160 สามารถหาค่า R_I ได้จากสมการที่ (2)

$$R_I = 93.2 - (\text{Effective Latency}/40)\ ;\ EL < 160 \quad (2)$$

ถ้าค่า Effective Latency ที่คำนวณออกมาได้ค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 160 สามารถหาค่า R_I ได้จากสมการที่ (3)

$$R_I = 93.2 - (\text{Effective Latency} - 120/10)\ ;\ EL \geq 160 \quad (3)$$

$$R = R_I - (\text{Pack loss} \times 2.5) \quad (4)$$

$$MOS = 1 + 0.035R + (0.000007)(R-60)(100-R)R \quad (5)$$

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลการทดสอบจำลองสถานการณ์

ในการทดสอบการใช้บริการ VoWiFi แต่ละสถานการณ์สามารถแสดงผลที่ได้จากการทดสอบตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทางในกรณีใช้งานภายในประเทศ

	Delay (ms)			Packet Loss(%)			Jitter(ms)		
	Background 20%	Background 50%	Background 80%	Background 20%	Background 50%	Background 80%	Background 20%	Background 50%	Background 80%
5 คู่สาย	11.2927	11.3820	11.4948	0.5085	0.9859	1.5217	0.7407	0.9374	1.1817
15 คู่สาย	16.6665	18.1470	18.9810	6.1105	6.9337	7.7183	9.3446	12.5214	14.1452
20 คู่สาย	20.5227	21.2632	24.6617	9.8255	11.5421	14.0795	14.1275	18.2617	24.4359

ตารางที่ 3: การติดต่อสื่อสารระหว่างต้นทางกับปลายทางในกรณีใช้งานภายนอกประเทศ

	Delay (ms)			Packet Loss(%)			Jitter(ms)		
	Background 20%	Background 50%	Background 80%	Background 20%	Background 50%	Background 80%	Background 20%	Background 50%	Background 80%
5 คู่สาย	23.4155	23.5026	23.6026	0.6345	1.0723	1.5447	0.9146	1.1677	1.4560
15 คู่สาย	27.6447	29.6888	32.0226	6.6508	7.4843	8.1473	13.2754	18.0685	23.0306
20 คู่สาย	31.0787	31.9519	32.5982	14.5190	16.6041	18.3972	20.1899	31.8999	35.9247

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 แสดงผลการติดต่อสื่อสารในการใช้บริการ VoWiFi ตามจำนวนคู่สาย ได้แก่ 5 คู่สาย 15 คู่สาย และ 20 คู่สายที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งผลจากผลการทดสอบพบว่า เมื่อมีการเพิ่มจำนวน Background Traffic เข้าไป 20% 50% และ 80% จะส่งกระทบไปถึงค่าความล่าช้าทางเวลา (Delay) ค่าความแปรปรวนของค่าความล่าช้าทางเวลา (Jitter) และอัตราความสูญเสียของแพ็กเก็ต (Packet Loss) เพิ่มตามไปด้วย

4.2 การรับประกันคุณภาพการให้บริการ (QoS)

ในการรับประกันคุณภาพการให้บริการสามารถหาได้จากประสิทธิภาพในการให้บริการด้านเสียง โดยในการวัดระดับคุณภาพของเสียงจะใช้ MOS มาเป็นวิธีการในการให้ระดับคะแนน เริ่มจาก 5 มีคุณภาพระดับดีเยี่ยม 4 มีคุณภาพระดับดีมาก 3 มีคุณภาพระดับพอใช้ 2 มีคุณภาพระดับไม่ดี และ 1 มีคุณภาพระดับแย่

ตารางที่ 4: แสดงค่าคุณภาพของเสียง

	MOS(ภายในประเทศ)			MOS(ภายนอกประเทศ)		
	Background 20%	Background 50%	Background 80%	Background 20%	Background 50%	Background 80%
5 คู่สาย	4.37	4.34	4.31	4.36	4.33	4.30
15 คู่สาย	3.90	3.80	3.71	3.82	3.72	3.63
20 คู่สาย	3.46	3.24	2.89	2.80	2.52	2.28

จากตารางที่ 4 ระดับคุณภาพของเสียงเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณ MOS ผลปรากฏว่า ในการติดต่อสื่อสารของบริการ VoWiFi ที่อยู่ภายใต้จุดกระจายสัญญาณ WiFi ชุดเดียวกันกรณีใช้งานภายในประเทศนั้น สามารถใช้บริการได้ดีเมื่อมีการใช้งานพร้อมกัน 20 คู่สาย ภายใต้ปริมาณของ background traffic 50 % ที่ใช้งานอยู่ภายใต้ตัวกระจายสัญญาณ WiFi ชุดเดียวกัน แต่เมื่อมีการเพิ่ม background traffic 80 % จะไม่สามารถใช้บริการได้ ซึ่งอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ (คิดเกณฑ์ที่ MOS = 3)

ในกรณีใช้งาน VoWiFi นอกประเทศนั้น จะมีคุณภาพของเสียงอยู่ในระดับดี ในกรณีที่ใช้งานพร้อมกัน 15 คู่สาย ที่มี background traffic 80 % ภายใต้จุดกระจายสัญญาณ WiFi ชุดเดียวกัน (คิดเกณฑ์ที่ MOS = 3)

5. สรุป

บทความนี้ได้มีการนำเสนอการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย WiFi ซึ่งในการใช้บริการ Voice over WiFi (VoWiFi) เป็นสามารถการให้บริการทางด้านโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านโครงข่าย WiFi ซึ่งช่วยให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถเพิ่มขอบข่าย (coverage) การให้บริการของตนเองให้กว้างขึ้น ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารได้สะดวกมากขึ้น บทความนี้ได้ทดสอบโดยจำลองสถานการณ์ที่มีการเชื่อมต่อกับโครงข่าย WiFi ผ่านจุดกระจายสัญญาณเชื่อมต่อกับโครงข่ายอินเตอร์เน็ต และโครงข่ายหลักของผู้ให้บริการ มีการวัดคุณภาพของเสียงที่ใช้งานในกรณีต่าง ๆ โดยพิจารณาจากค่า MOS ซึ่งคำนวณจากค่าความล่าช้าทางเวลา ค่า

ความแปรปรวนของค่าความล่าช้าทางเวลา และอัตราความสูญเสียของแพ็คเก็ต ผลการทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อมที่ตั้งขึ้นพบว่า ในกรณีของการใช้งาน VoWiFi ในประเทศเพื่อให้คุณภาพของเสียงอยู่ในเกณฑ์ดี ผู้ใช้งานสามารถใช้งานพร้อมกันได้ 20 คู่สาย โดยมีปริมาณ background traffic ที่ทดสอบ 50% ภายใต้จุดกระจายสัญญาณ WiFi ชุดเดียวกัน ในกรณีการใช้งาน VoWiFi ระหว่างประเทศ เพื่อให้คุณภาพของเสียงอยู่ในเกณฑ์ดี ผู้ใช้งานสามารถใช้งานพร้อมกันได้ 15 คู่สาย ภายใต้จุดกระจายสัญญาณ WiFi ชุดเดียวกัน โดยมีปริมาณ background traffic ที่ทดสอบสูงสุด 80%

เอกสารอ้างอิง

[1] 3GPP TS 23.402 V8.0.0, "Architecture enhancements for non-3GPP accesses (Release 8)," Dec. 2007, pp. 1-131.

[2] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2557). วอยซ์โอเวอร์ไอพี สืบค้น 15 พฤษภาคม 2016, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/วอยซ์โอเวอร์ไอพี

[3] MANI, Mehdi; CRESPI, Noel. "Adopting IMS in WiFi technology" *4th international conference on mobile technology, applications, and systems and the 1st international symposium on Computer human interaction in mobile technology*. ACM, 2007. p. 325-331.

[4] Nader F. Mir, Sarhan M. Musa, Heng Gao and Chaitra Shivakumar. "Performance Analysis of IMS Signaling in Multimedia Networks" *Information Engineering (IE)* Volume 1 Issue 1, December 2012.

[5] MEILIAN, Lu; LEI, Wang; XING, Zhou. "Research and implementation of ims simulation system based on ns2" *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2008. WiCOM'08. 4th International Conference on. IEEE, 2008. p. 1-5.

[6] CAI, Lin, et al. Voice capacity analysis of WLAN with unbalanced traffic. *Quality of Service Heterogeneous Wired/Wireless Networks*, 2005. Second International Conference on. IEEE, 2005. p. 8 pp.-9.

[7] Y.-M. C. T.-H. L. a. A. H. Shao-Cheng Wang, "Performance Evaluations for Hybrid IEEE 802.11b and 802.11g Wireless Networks," Department of Electrical Engineering, University of Southern California, U.S.A. ; Wireless Design Center Winbond Electronics Corporation America, U.S.A.; Department of Communication Engineering, National Chiao Tung University, Taiwan., April 2005.

[8] PingPlotter Pro. (2005). How is MOS Calculated in PingPlotter Pro? สืบค้น 1 มีนาคม 2016, จาก http://www.nessoft.com/kb/50