บทความวิจัย (Research Article)

ระบบตรวจสอบคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายไร้สาย

Wireless Network Quality Monitoring System

ภาณุพงศ์ เจริญพร, สุชัยศรี ไลออน, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว, วิธวัช ตั้งตรงไพโรจน์ และ อนันต์ ผลเพิ่ม*

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
* ผู้รับผิดชอบบทความ
anan.p@ku.ac.th

Received: 16 Jun 2023
Revised: 26 Dec 2023
Accepted: 27 Dec 2023

บทคัดย่อ

เครือข่ายไร้สาย เป็นหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีระบบตรวจสอบความพร้อมให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สาย ซึ่งในปัจจุบันมีอุปกรณ์และระบบจากหลากหลายบริษัทที่ได้พยายามพัฒนาขึ้นเพื่อให้การตรวจสอบ มีประสิทธิภาพ สามารถตรวจพบปัญหาและช่วยให้เจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลระบบเข้าแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งโดยส่วนใหญ่ระบบตรวจสอบที่มีในปัจจุบัน จะใช้การตรวจสอบด้วยมุมมองของโครงสร้างพื้นฐานของระบบ และในหลายสถานการณ์ จะพบว่าผู้ใช้บริการเครือข่ายไร้สาย เป็นผู้ที่พบปัญหาก่อนเจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลระบบ งานวิจัยนี้ได้มีการนำเสนอระบบตรวจสอบคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายไร้สาย โดยประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งมาทำหน้าที่เสมือนเป็นผู้ใช้บริการเครือข่ายไร้สาย ทำให้สามารถรับรู้ถึงประสบการณ์ในการใช้บริการ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นถึงการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สายจากมุมมองของผู้ใช้งาน จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถตรวจนับจำนวนอินเตอร์เฟสเครือข่ายไร้สายในบริเวณทดสอบได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจากแอกเซสพอยต์ และการตรวจสอบ BSSID จากอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายได้ผลลัพธ์เหมือนกับผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์

คำสำคัญ: เครือข่ายไร้สาย อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ระบบตรวจสอบ

Abstract

Wireless networks are a crucial infrastructure in the field of computer systems. Therefore, monitoring system for quality and availability of wireless networks is necessary. Currently, various corporations offer services aimed at efficient wireless network monitoring, capable of detecting problems, and helping administrators resolve them quickly. Most of the monitoring systems available today focus on data and information from an infrastructure perspective. However, there are many circumstances where wireless network clients experience problems before the administrators. This research proposes a Wireless Network Quality Monitoring System. By utilizing the Internet of Things as wireless network clients, it is possible to gain insight into the clients' experiences using wireless network services. This information will eventually reflect the quality and availability of the wireless network from a client's perspective. The test results show that this monitoring system is capable of counting the number of wireless network interfaces in the testing area and producing results similar to the data from access points. Additionally, the system

can identify BSSIDs from wireless network devices, with results matching those obtained using computer software.

Keywords: Wireless network, Internet of Things, Monitoring system

1. บทนำ

การตรวจสอบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Network Monitoring) เป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้การทำงานภายในองค์กรหรือหน่วยงานเป็นไปได้อย่างปกติ และเนื่องด้วยในยุคปัจจุบันที่มีการใช้งานอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย เช่นโทรศัพท์มือถือ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต จึงทำให้การใช้งานระบบเครือข่ายไร้สายเป็นสิ่งจำเป็นมากยิ่งขึ้น โดยปัญหาที่ผู้ใช้งานระบบเครือข่ายไร้สายพบเป็นประจำ เช่น สัญญาณเครือข่ายไม่มีความเสถียร การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วลดลง ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สายได้ เป็นต้น

ในปัจจุบันมีเครื่องมือและซอฟต์แวร์จำนวนมากที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับตรวจสอบการให้บริการและคุณภาพของเครือข่าย ไร้สาย ซึ่งส่วนมากเป็นการตรวจสอบด้วยมุมมองของโครงสร้างพื้นฐานของระบบ (Infrastructure Perspective) ทำให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบในลักษณะนี้ขาดรายละเอียดทางด้านประสบการณ์การใช้งานเครือข่ายไร้สายจากฝั่งผู้ใช้งานจริง ก่อให้เกิดความล่าช้าของการรับทราบถึงปัญหาและการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ซึ่งการทำงานขององค์กรอาจได้รับผลกระทบและเกิดความเสียหาย ก่อนที่ผู้ดูแลระบบจะรับทราบถึงปัญหาได้ [1, 2]

การตรวจสอบการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สาย ในมุมมองของผู้ใช้งาน (Client Perspective) จึงเป็นหนึ่งในแนวทางในการตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลการให้บริการของเครือข่ายไร้สายได้ใกล้เคียงกับประสบการณ์การใช้งานเครือข่ายไร้สายจากฝั่งผู้ใช้งานจริง ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลในเวลาจริง ผู้ดูแลระบบจึงสามารถรับทราบถึงปัญหาการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สายที่ผู้ใช้งานกำลังประสบได้ทันเวลาก่อนที่การทำงานขององค์กรจะได้รับผลกระทบและเกิดความเสียหายที่รุนแรง นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สายที่ใช้อุปกรณ์ตรวจสอบในลักษณะมุมมองของผู้ใช้งาน สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อปรับปรุงการวางระบบเครือข่ายไร้สาย หรือการออกแบบระบบเครือข่ายไร้สายในอนาคตขององค์กรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้ [2]

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องจัดทำระบบตรวจสอบการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สาย โดยใช้อุปกรณ์ในการตรวจสอบซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้ เพื่อทำให้การตรวจสอบเครือข่ายไร้สาย มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้ดูแลระบบสามารถใช้งานอุปกรณ์และระบบตรวจสอบนี้ได้ง่าย ช่วยลดภาระงานของผู้ดูแลระบบ และทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับทราบถึงปัญหาการให้บริการและคุณภาพของระบบเครือข่ายได้ในเวลาจริง เพื่อที่จะสามารถเข้าแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วก่อนที่การทำงานขององค์กรจะได้รับผลกระทบและได้รับความเสียหาย

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย [3] การประเมินการใช้งานข้อมูลจากเอเจนท์ SNMP (SNMP Agent) เพื่อเป็นเครื่องมือตรวจสอบเครือข่ายไร้สายสำหรับเครือข่ายไร้สาย IEEE 802.11 โดยทำการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอเจนท์ SNMP แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพในหลายแง่มุม กับ การเก็บข้อมูลด้วยการใช้อุปกรณ์สนิฟเฟอร์ (Sniffer) เพื่อดักจับแพ็กเก็ต (Packet) ที่อุปกรณ์ในเครือข่ายสื่อสารกับแอกเซสพอยต์ (Access Point) ในบริเวณพื้นที่การทดลอง จากการทดลองพบว่า ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากเอเจนท์ SNMP และการใช้สนิฟเฟอร์ ต่างมีข้อดีข้อเสียที่ต่างกัน โดยพบว่าเอเจนท์ SNMP สามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วน ครบทุกแพ็กเก็ต ที่อุปกรณ์สื่อสารกับแอกเซสพอยต์แต่มีรายละเอียดที่ไม่มาก ไม่สามารถแจกแจงข้อมูลของแต่ละแพ็กเก็ตได้ ในขณะที่การใช้ สนิฟเฟอร์ เก็บข้อมูลสามารถให้ข้อมูลได้ละเอียดในระดับแพ็กเก็ต และสามารถแยกแยะคู่การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆกับแอกเซสพอยต์ ได้แต่ไม่สามารถเก็บข้อมูลแพ็กเก็ต ได้ครบถ้วนทั้งหมด จากงานวิจัย [3] สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการนำอุปกรณ์สนิฟเฟอร์มาใช้ตรวจสอบ

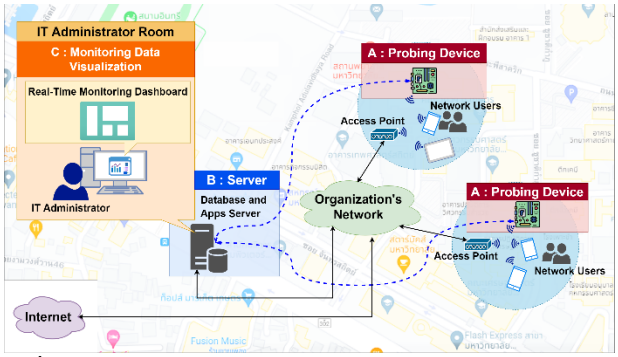
เครือข่ายไร้สายได้ ซึ่งระบบตรวจสอบคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายไร้สายที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้โปรโตคอล SNMP และมีการตรวจสอบในชั้นสื่อสารที่หลากหลายมากกว่างานวิจัย [3]

งานวิจัย [4] การเปรียบเทียบการตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยวิธีตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยการเชื่อมต่อสายสัญญาณ และ วิธีตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยสัญญาณไร้สาย เพื่อพิจารณาถึงวิธีการตรวจสอบเครือข่ายไร้สายที่มีประสิทธิภาพ จากการทดลองพบว่าวิธีตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยสัญญาณไร้สายสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบโดยมีขอบเขตความผิดพลาดใน ชั้นเน็ตเวิร์ก (Network Layer) 1% และ ชั้นฟิสิคัล (Physical Layer) 3% ซึ่งความผิดพลาดที่วัดได้นี้เกิดจากการทดลองที่มีการแบ่งเป็นกรณีของการวางอุปกรณ์ของผู้ใช้งานเครือข่ายไร้สายในทั้งบริเวณที่สัญญาณครอบคลุมดี และบริเวณที่สัญญาณไม่ครอบคลุมดี จึงสามารถสรุปได้ว่าเทคนิคการตรวจสอบเครือข่ายไร้สายในฝั่งที่สื่อสารด้วยสัญญาณไร้สาย สามารถใช้วิธีตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยสัญญาณไร้สายได้ และข้อมูลที่ได้มีขอบเขตความผิดพลาดเพียงเล็กน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ในวิธีการอื่นที่เปรียบเทียบในการทดลองนี้ ซึ่งงานวิจัย [4] จะต่างจากระบบตรวจสอบคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายไร้สายที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ เนื่องจากงานวิจัย [4] เป็นการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความผิดพลาดของข้อมูลการตรวจสอบเครือข่ายไร้สายระหว่างวิธีที่ใช้สัญญาณไร้สายและวิธีเชื่อมต่อสายสัญญาณ ในขณะที่งานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบสัญญาณซึ่งเป็นวิธีการใช้สัญญาณไร้สายในการตรวจสอบสัญญาณเครือข่ายไร้สาย งานวิจัย [5] เสนอการตรวจสอบเครือข่ายในมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ โดยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลของแอคเซสพอยต์เพื่อหาความเหมาะสมของการติดตั้ง งานวิจัย [6] และ [7] เสนอวิธีการติดตั้งแอคเซสพอยต์โดยใช้กระบวนการของ Software-Defined Networks และเว็บแอปพลิเคชันมาช่วยในการวางแผนการติดตั้ง งานวิจัยที่ [8] และ [9] เสนอการหาตำแหน่งการติดตั้งแอคเซสพอยต์โดยการใช้การรบกวนกันของสัญญาณซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยงานวิจัยนี้ใช้คลื่นความถี่ 2.4 GHz

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบตรวจสอบการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สาย แสดงดังรูปที่ 1 แบ่งการพัฒนาระบบออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ (A) อุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Probing Devices) ซึ่งทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลและทดสอบการใช้งานเครือข่ายไร้สายในบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์ และทำการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล (B) เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สาย และให้บริการแอปพลิเคชันเพื่อจัดแสดงผลข้อมูล (C) เว็บแอปพลิเคชันจัดแสดงผลข้อมูล (Dashboard) ที่เป็นแหล่งข้อมูลให้กับเจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลระบบ ได้รับทราบถึงผลการตรวจสอบจากอุปกรณ์ได้ในเวลาจริง

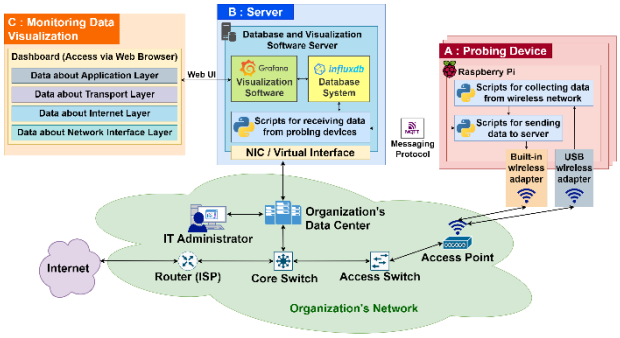


รูปที่ 1 ภาพรวมของระบบ

3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

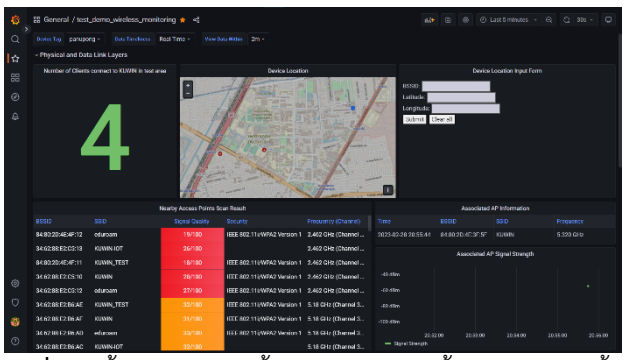
ระบบตรวจสอบการให้บริการและคุณภาพของเครือข่ายไร้สาย มีโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ (A) อุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณเครือข่ายไร้สาย ซึ่งใช้ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) ที่มีอินเตอร์เฟสติดตั้งภายในเครื่อง ทำหน้าที่ในการตรวจสอบเครือข่ายไร้สาย ในชั้นเน็ตเวิร์ก จนถึง ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer) และรับผิดชอบการส่งข้อมูลผลการทดสอบไปยังเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลโดยใช้โปรโตคอล MQTT ในการนำส่งข้อมูล และอะแดปเตอร์เครือข่ายไร้สาย รุ่น TP-Link AC600 Archer T2U Nano ทำหน้าที่ในการตรวจสอบเครือข่ายไร้สาย ในชั้นฟิสิคัล และชั้นดาต้าลิงก์ (Data Link Layer)

อุปกรณ์มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 3 โดยทั้งสองอินเตอร์เฟสจะทำงานอย่างไม่รบกวนกัน (B) เซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลและแอปพลิเคชัน ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณ และให้บริการเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการจัดแสดงผลข้อมูลการทดสอบ (C) เว็บแอปพลิเคชันจัดแสดงผลข้อมูล ซึ่งแบ่งส่วนแสดงผลข้อมูลออกตามด้านต่างๆที่อุปกรณ์ได้ทำการทดสอบ แสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 4 และ 5

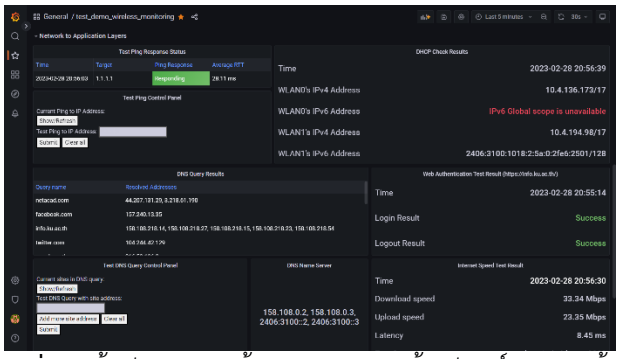


รูปที่ 2 โครงสร้างระบบ

รูปที่ 3 อุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณ



รูปที่ 4 หน้าเว็บแสดงผลข้อมูลการทดสอบชั้นฟิสิคัล และ ชั้นดาต้าลิงก์



รูปที่ 5 หน้าเว็บแสดงผลข้อมูลการทดสอบชั้นเน็ตเวิร์ก จนถึง ชั้นแอปพลิเคชัน

การออกแบบระบบ จะแบ่งส่วนข้อมูลทดสอบแยกตามด้านที่ทดสอบออกจากกัน โดยไม่มีผลกระทบหรือขึ้นต่อกัน โดยอาศัยการใช้หัวข้อ (Topic) ในการส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล MQTT ตารางข้อมูลในฐานข้อมูล และแผนผังแสดงผลข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชันที่แยกจากกัน ทำให้สามารถรับทราบถึงผลการทดสอบหรือข้อผิดพลาดของเครือข่ายไร้สายในแต่ละด้านได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ ขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณจะทำงานตามลำดับคำสั่งเป็น วัฏจักร ไม่มีส่วนใดที่ทำงานคู่ขนานกัน เนื่องจากเป็นข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบที่ไม่สามารถใช้งานอินเตอร์เฟสเดียวกันได้อย่างคู่ขนานกันโดยไม่ทำให้เกิดการทำงานที่ล้มเหลว

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ตรวจสอบเครือข่ายไร้สายในแต่ละชั้นสื่อสารมีดังนี้

ชั้นฟิสิคัลและชั้นดาต้าลิงก์ได้แก่ความแข็งแรงของสัญญาณในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณและแอคเซสพอยต์ รายการ BSSID จากเครือข่ายไร้สายในบริเวณทดสอบ และ จำนวนอินเตอร์เฟสที่กำลังใช้งานเครือข่ายไร้สาย ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในชั้นฟิสิคัลและชั้นดาต้าลิงก์จะเป็นข้อมูลให้กับผู้ดูแลระบบได้เฝ้าระวังความผิดปกติของการให้บริการเครือข่ายไร้สาย

ชั้นเน็ตเวิร์กได้แก่ค่าเวลาไป-กลับและสถานะการตอบกลับ จากการทดสอบส่งแพ็กเก็ต ICMP ซึ่งเป็นค่าที่สะท้อนถึงความสามารถในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับเครื่องปลายทาง เป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้ดูแลระบบทราบได้ว่าผู้ใช้งานเครือข่ายไร้สาย

สามารถเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้หรือไม่

ชั้นทรานสปอร์ต (Transport Layer) และชั้นแอปพลิเคชันได้แก่การตรวจสอบการทำงานของ DHCP ของเครือข่ายด้วยการดูไอพีแอดเดรสที่อุปกรณ์ได้รับ การตรวจสอบการทำงานของ เซิร์ฟเวอร์ DNS ของเครือข่ายด้วยการทดสอบส่งแพ็กเก็ตสอบถาม DNS (DNS Query) การตรวจสอบคุณภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยการทดสอบความเร็วดาวน์โหลด ความเร็วอัปโหลด และความหน่วงเวลาการตอบกลับ กับเซิร์ฟเวอร์ทดสอบภายนอกเครือข่ายขององค์กร และ การตรวจสอบการเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ด้วยโปรโตคอล HTTP เพื่อวัดระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อตั้งแต่เริ่มต้นจนการเชื่อมต่อสำเร็จ ซึ่งค่าพารามิเตอร์ในชั้นทรานสปอร์ตและชั้นแอปพลิเคชันสามารถให้ข้อมูลกับผู้ดูแลระบบได้ทราบถึงคุณภาพการใช้งานเครือข่ายไร้สายที่ผู้ใช้งานประสบและทราบถึงปัญหาที่ผู้ใช้งานพบในขณะเดียวกันที่ระบบเพื่อตรวจสอบคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายไร้สายกำลังทำงาน

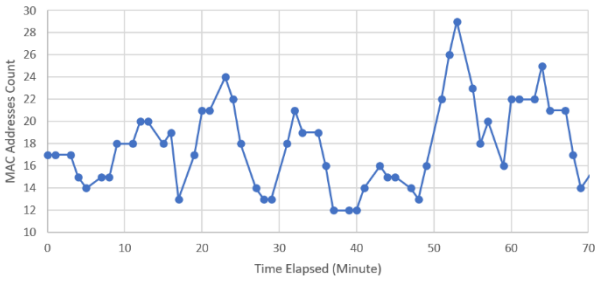
4. ผลการวิจัย

4.1 การตรวจนับจำนวนอินเตอร์เฟสที่กำลังใช้งานเครือข่ายไร้สายในบริเวณโดยรอบของอุปกรณ์ตรวจวัด

การทดลองโดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สายในการตรวจจับเฟรม เป็นเวลา 5 วินาที แล้วเก็บบันทึกเป็นไฟล์ภายในเครื่องเพื่อนับจำนวนแมคแอดเดรส (MAC Address) ที่ไม่ซ้ำกัน โดยจะดำเนินการเช่นนี้ตามลำดับคำสั่งเป็นวัฏจักร ซึ่งหากแมคแอดเดรสใดที่ไม่ปรากฏขึ้นต่อเนื่องครบ 3 ครั้ง จะนำแมคแอดเดรสนั้นออกจากการนับไป ได้ผลลัพธ์ในการนับจำนวนอินเตอร์เฟสในเวลาจริงดังรูปที่ 6 และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่บันทึกได้จากอุปกรณ์กับค่าที่แอกเซสพอยต์ บันทึกได้ในเวลาจริงให้ผลดังตารางที่ 1 พบว่าค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าจำนวนอินเตอร์เฟสที่กำลังใช้งานเครือข่ายไร้สาย ทำให้ทราบได้ว่ากำลังมีผู้ใช้งานเครือข่ายไร้สายในบริเวณที่ทดสอบซึ่งสะท้อนถึงความพร้อมใช้งานของระบบเครือข่าย (Availability)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบจำนวนอินเตอร์เฟสที่อุปกรณ์บันทึกได้และจำนวนอินเตอร์เฟสที่แอกเซสพอยต์ บันทึกได้

ครั้งที่	ค่าจากอุปกรณ์	ค่าจากแอคเซสพอยต์	ความแตกต่างสัมบูรณ์
1	16	15	1
2	12	13	1
3	9	13	4
4	13	13	0
5	11	13	2



รูปที่ 6 จำนวนอินเตอร์เฟสที่กำลังใช้งานเครือข่ายไร้สาย

รูปที่ 7 รายการ BSSID ที่ตรวจสอบได้จากอุปกรณ์ตรวจพบ

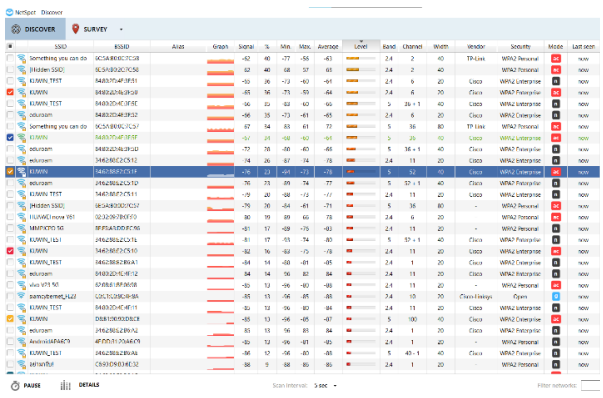
4.2 การตรวจสอบ BSSID จากอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายในบริเวณโดยรอบของอุปกรณ์ตรวจวัด

การทดลองโดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยอินเตอร์เฟสอะแดปเตอร์เครือข่ายไร้สาย รุ่น TP-Link AC600 Archer T2U Nano ในการตรวจจับข้อมูล BSSID จากอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายในบริเวณทดสอบ ได้ผลดังรูปที่ 7 เปรียบเทียบกับ การใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอินเตอร์เฟสอะแดปเตอร์เครือข่าย

ไร้สาย รุ่น Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz ได้ผลดังรูปที่ 8 พบว่าเมื่อนำค่าเรียงลำดับตามคุณภาพของสัญญาณจากคุณภาพสูงไปหาคุณภาพต่ำ มีลำดับของ BSSID คล้ายกัน

4.3 การตรวจวัดเวลาไป-กลับ จากการทดสอบส่งแพ็กเก็ต ICMP

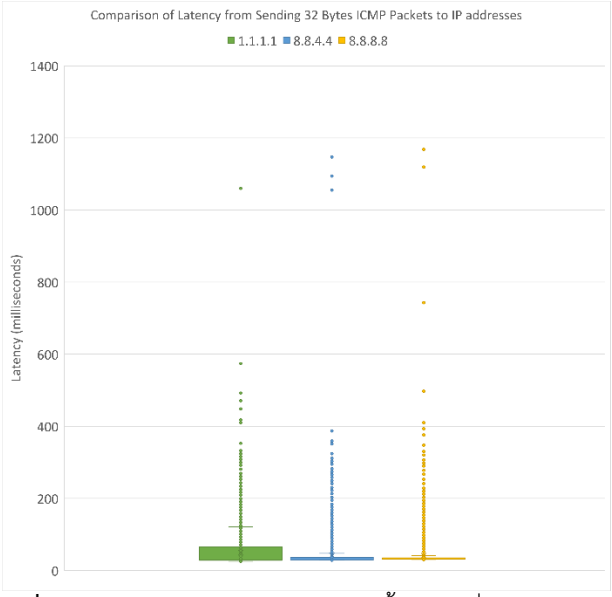
การทดลองโดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สายด้วยอินเตอร์เฟสติดตั้งภายในเครื่องของราสเบอร์รี่พาย ในการส่งแพ็กเก็ต ICMP ไปยังไอพีแอดเดรส (IP Addresses) โดยมีขนาดบัฟเฟอร์ 32 ไบต์จำนวน 10,000 ครั้งในแต่ละไอพีแอดเดรส จัดแสดงจุดข้อมูลค่าเวลา ไป-กลับ จากการส่งแพ็กเก็ต ICMP ขนาดบัฟเฟอร์ 32 ไบต์ ในแต่ละไอพีแอดเดรส ด้วยบ็อกซ์พล็อต (Boxplot) เพื่อให้เห็นถึงการกระจายตัวแบบหางยาว (Long-tailed distribution) ของข้อมูลดังรูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 เปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 และค่าฐานนิยมของข้อมูล 10,000 จุดข้อมูลค่าเวลาไป-กลับ จากการส่งแพ็กเก็ต ICMP ขนาดบัฟเฟอร์ 32 ไบต์ ในแต่ละไอพีแอดเดรส ดังตารางที่ 2 และการเปรียบเทียบตัวอย่างค่าเวลาไป-กลับ จากการส่งแพ็กเก็ต ICMP ขนาดบัฟเฟอร์ 32 ไบต์ไปยังไอพีแอดเดรส 8.8.4.4 ระหว่างอุปกรณ์ และ การใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอินเตอร์เฟสอะแดปเตอร์เครือข่ายไร้สาย รุ่น Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz ดังตารางที่ 3 พบว่ามีค่าที่แตกต่างกันมาก คาดว่าเป็นเพราะข้อแตกต่างในทางกำลังการคำนวณของอุปกรณ์และคอมพิวเตอร์



รูปที่ 8 รายการ BSSID ที่ตรวจสอบได้จากคอมพิวเตอร์ด้วยซอฟต์แวร์ NetSpot

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ ของ ค่าเวลาไป-กลับ จากการส่งแพ็กเก็ต ICMP ขนาดบัฟเฟอร์ 32 ไบต์

ไอพีแอดเดรส	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 (มิลลิวินาที)	เปอร์เซ็นไทล์ที่ 99 (มิลลิวินาที)	ฐานนิยม (มิลลิวินาที)
1.1.1.1	122	210.01	29
8.8.4.4	96.21	179	30.3
8.8.8.8	92.405	163	31



รูปที่ 9 การกระจายตัวแบบหางยาวของข้อมูลมูลค่าเวลาไป-กลับ จากการส่งแพ็กเก็ต ICMP ขนาดบัฟเฟอร์ 32 ไบต์

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเวลาไป-กลับ จากการส่งแพ็กเก็ต ICMP ไปยังไอพีแอดเดรส 8.8.4.4 ระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณเครือข่ายไร้สาย และ คอมพิวเตอร์

ครั้งที่	ค่าเวลาจากอุปกรณ์ (มิลลิวินาที)	ค่าเวลาจากคอมพิวเตอร์ (มิลลิวินาที)
1	73.2	30
2	64.8	30
3	76.4	29
4	47.8	30
5	52.4	29

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ คุณภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระหว่างอุปกรณ์ตรวจสอบสัญญาณเครือข่ายไร้สาย และ คอมพิวเตอร์

ครั้งที่	ค่าพารามิเตอร์	อุปกรณ์	คอมพิวเตอร์
1	ความเร็วการดาวน์โหลด (Mbps)	37.26	60.33
	ความเร็วการอัปโหลด (Mbps)	35.83	75.14
	ความหน่วงเวลา (ms)	6.20	22.86
2	ความเร็วการดาวน์โหลด (Mbps)	38.03	64.73
	ความเร็วการอัปโหลด (Mbps)	29.22	52.46
	ความหน่วงเวลา (ms)	7.14	20.64
3	ความเร็วการดาวน์โหลด (Mbps)	25.26	75.48
	ความเร็วการอัปโหลด (Mbps)	21.83	66.34
	ความหน่วงเวลา (ms)	5.52	22.57
4	ความเร็วการดาวน์โหลด (Mbps)	62.62	26.68
	ความเร็วการอัปโหลด (Mbps)	63.91	56.50
	ความหน่วงเวลา (ms)	6.48	16.24
5	ความเร็วการดาวน์โหลด (Mbps)	49.52	16.00
	ความเร็วการอัปโหลด (Mbps)	19.15	111.85
	ความหน่วงเวลา (ms)	6.44	22.69

4.4 การตรวจวัดคุณภาพการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากการทดสอบกับเซิร์ฟเวอร์ทดสอบ

การทดลองโดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สายเชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ทดสอบ (speedtest-sp1.3bb.co.th) ในเวลาเดียวกันกับการใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอินเตอร์เฟสอะแดปเตอร์เครือข่ายไร้สาย รุ่น Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz เชื่อมต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ทดสอบ เพื่อวัดค่าความเร็วการดาวน์โหลดข้อมูล ค่าความเร็วการอัปโหลดข้อมูล ค่าความหน่วงเวลาของการส่งข้อมูล และนำค่ามาเปรียบเทียบกัน ได้ผลดังตารางที่ 4 โดยพบว่าค่าความหน่วงเวลาของการส่งข้อมูลที่อุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สายวัดได้จากการทดสอบโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 6.36 มิลลิวินาที ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าความหน่วงเวลาของการส่งข้อมูลที่คอมพิวเตอร์วัดได้โดยเฉลี่ย 21 มิลลิวินาที ในขณะที่ค่าความเร็วการดาวน์โหลดและค่าความเร็วการอัปโหลด โดยส่วนใหญ่แล้วคอมพิวเตอร์วัดค่าได้สูงกว่าอุปกรณ์ตรวจสอบเครือข่ายไร้สาย คาดว่าเป็นเพราะความแตกต่างในทางกำลังการคำนวณและหน่วยความจำของอุปกรณ์และคอมพิวเตอร์

5. สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบ พบว่าระบบตรวจสอบคุณภาพการให้บริการของเครือข่ายไร้สาย สามารถตรวจวัดค่าในแต่ละชั้นสื่อสาร เพื่อนำมาเป็นข้อมูลแทนมุมมองผู้ใช้บริการเครือข่ายไร้สาย สนับสนุนการดูแลระบบเครือข่ายไร้สายได้ แม้ว่าค่าที่วัดได้ในบางการทดสอบจะมีความแตกต่างกันระหว่างอุปกรณ์และคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้บริการ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างในทางกำลังการคำนวณและหน่วยความจำของอุปกรณ์และคอมพิวเตอร์ ส่งผลให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน แต่อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบกับการให้บริการของระบบ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Geekabit. (25 August 2022). 5 Benefits of Wireless Network Monitoring for Your Business. [Online] **Available: https://geekabit.co.uk/2019/06/11/5-benefits-wireless-network-monitoring-business/**

[2] 7signal. (25 August 2022). Why Monitor a Wireless Network from the End-User's Perspective?. **[Online] Available: https://www.7signal.com/news/blog/why-monitor-a-wireless-network-from-the-end-users-perspective**

[3] R. B. Johnson. Evaluating the use of SNMP as a wireless network monitoring tool for IEEE 802.11 wireless networks. Ph.D.thesis. Clemson University, 2009.

[4] J. Yeo, M. Youssef, T. Henderson, and A. Agrawala, “An accurate technique for measuring the wireless side of wireless networks,” International Conference On Mobile Systems, Applications And Services: Papers presented at the 2005 workshop on Wireless traffic measurements and modeling, Vol. 5, No. 5, pp. 13–18, 2005.

[5] I. P. Mohottige, T. Sutjarittham, N. Raju, H. H. Gharakheili and V. Sivaraman, "Role of Campus WiFi Infrastructure for Occupancy Monitoring in a Large University," 2018 IEEE International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAfS), Colombo, Sri Lanka, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICIAFS.2018.8913341.

[6] L. Chen, R. Wu and W. -K. Jia, "Exploring the Optimal Intercept Access Point Placement Problem in Software-Defined Networks," 2021 IEEE 18th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/CCNC49032.2021.9369594.

[7] Y. Z. Jian, N. Ismail and M. S. Nabi, "Wireless Access Point Mapper (WAP-MAP): An Automated Wireless Access Point Plotting Web Application," 2022 International Conference on Advancements in Smart, Secure and Intelligent Computing (ASSIC), Bhubaneswar, India, 2022, pp. 1-7, doi: 10.1109/ASSIC55218.2022.10088395.

[8] A. Thitinaruemit, S. Sitjongsatapom and S. Prongnuch, "Capacity Planning of Access Point Deployment for Indoor Positioning System," 2021 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI), Nakhon Ratchasima, Thailand, 2021, pp. 167-170, doi: 10.1109/ICPEI52436.2021.9690679.

[9] Y. Liu, F. R. Yu, X. Li, H. Ji, H. Zhang and V. C. M. Leung, "Self-optimizing interference management for non-orthogonal multiple access in ultra-dense networks," 2018 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Barcelona, Spain, 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/WCNC.2018.8377038.