



การพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่ายและอุณหภูมิห้องแม่ข่าย

ธนอม กองใจ

The Development of Network and Server Room Temperature Monitoring System

Tanom Kongjai

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

Department of Computer Science, Faculty of Science, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai Province 50200

Corresponding author. E-mail: tanom.k@cmu.ac.th

Received: 15 August 2016; Accepted: 9 November 2016

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่ายและอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายที่สามารถเฝ้าติดตามและตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องแม่ข่ายและอุปกรณ์เครือข่าย โดยการประยุกต์ใช้งานซอฟต์แวร์ตรวจสอบสถานะการทำงานที่ได้รับการพัฒนาด้วยภาษา PHP และระบบวัดอุณหภูมิด้วยเซนเซอร์ DS1820 ที่สามารถส่งผ่านข้อมูลด้วยโปรโตคอล SNMP งานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบใช้งานกับระบบเครือข่ายของภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย 12 เครื่อง อุปกรณ์เครือข่าย 6 เครื่องและอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย 8 เครื่อง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจสอบและแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายทั้งหมดและอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายผ่านโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ได้ อีกทั้งหากอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายสูงเกินจุดวิกฤตที่กำหนดไว้ในโปรแกรม หรืออุปกรณ์เครือข่ายเกิดการขัดข้อง ระบบจะทำการแจ้งเตือนอัตโนมัติไปยังผู้ดูแลระบบเครือข่ายผ่านทางอีเมลเพื่อเข้าไปทำการแก้ไขให้ทันเวลาที่ช่วยลดงบประมาณของหน่วยงานสำหรับจัดซื้อโปรแกรมตรวจสอบระบบเครือข่ายเข้ามาใช้งาน อีกทั้งข้อมูลพื้นฐานที่บันทึกยังสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อวางแผนแก้ไขปัญหาหรือนำข้อมูลไปประกอบการศึกษา เช่น พฤติกรรมการใช้งานระบบเครือข่าย

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบ ระบบเครือข่าย การตรวจสอบอุณหภูมิ สถานะอุปกรณ์เครือข่าย

Abstract

The objective of this research is to develop the network and server room temperature monitoring system that can observe the server and network devices from a fault tolerance. The system is an integrated monitoring software which is developed in PHP and temperature measurement with sensor DS1820 and can transfer data with SNMP protocol. The research has been tested on the network of the Department of Computer Science, Faculty of Science, Chiang Mai University on 12 computer servers, 6 network devices, 8 wireless access points. The experimental results showed that the system can display all network device status and temperature via internet browser. If the temperature in the server room was higher than the upper critical threshold or network devices failure were detected, the system will automatically alert to the administrator with email in order to timely correct the problem. This is beneficial for the department by reducing the budget for the monitoring software. Moreover, the recorded data can be used for solution planning and learning, i.e., network access behavior.

Keywords: Monitoring system, Network system, Temperature monitoring, Network device status

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการนำระบบเครือข่ายเข้ามาใช้ในการทำงาน การติดต่อสื่อสาร การรับส่งข้อมูล การศึกษา และการค้นคว้าวิจัยเนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็ว และนอกจากบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแล้วยังมีการ

ให้บริการเครื่องแม่ข่ายสำหรับการจัดเก็บไฟล์ข้อมูล (Cloud) การใช้พื้นที่สำหรับทำเว็บไซต์ (Web Hosting) และการบริการเครื่องแม่ข่ายสำหรับประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) (Chomsiri, 2010) ซึ่งการเปิดให้บริการนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายที่มีประสิทธิภาพรองรับการให้บริการ อีกทั้งต้องมีห้อง

ระบบเครือข่ายที่มีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง เนื่องจากอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายทำงานตลอด 24 ชั่วโมงทำให้เกิดความร้อนสะสมภายในเครื่องสูง จึงต้องมีผู้ดูแลระบบเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบและแก้ไขปัญหาเมื่อระบบขัดข้อง แต่เนื่องจากหน่วยงานหรือสถานศึกษาที่มีขนาดเล็กนั้นผู้ดูแลระบบจะมีภาระหน้าที่รับผิดชอบหลายด้าน จึงไม่สามารถอยู่เฝ้าติดตามดูแลระบบได้ตลอดเวลา

ในการตรวจสอบสถานะการทำงานแบบเดิมผู้ดูแลระบบจะใช้วิธีการตรวจสอบเป็นระยะๆ หรือใช้การสุ่มตรวจ และอีกวิธีหนึ่งคือรอผู้ใช้งานแจ้งปัญหาเข้ามา ซึ่งมีข้อเสียคือ ทำให้เกิดความล่าช้าในการแก้ไขเนื่องจากผู้ดูแลไม่รับทราบว่าจะระบบเกิดปัญหา (Information Technology Service Center Chiang Mai University, 2014) ทำให้เกิดความเสียหายในหลายด้าน เช่น ไม่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อติดต่อหรือทำงานได้เป็นเวลานาน หรืออุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายเสียหายจากความร้อนสูงทำให้ต้องใช้งบประมาณในการซ่อมแซมและอาจต้องหยุดให้บริการ

Munyanon and Vanitchatchavan (2015) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบและแจ้งผลการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยใช้ภาษา PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) ทำงานร่วมกับโปรโตคอล SNMP (Simple Network Management Protocol) และระบบจัดการเครือข่ายหรือที่เรียกว่าเอเจนต์ (Agent) จากนั้นใช้โปรแกรม MRTG (Multi Router Traffic Grapher) บันทึกสถิติการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายและนำมาแสดงผลในรูปแบบกราฟและตัวเลขแสดงการไหลข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ อีกทั้งยังสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบด้วยอีเมลซึ่งได้ผลการทดลองคือ สามารถช่วยเพิ่มความคล่องตัวในการตรวจสอบระบบเครือข่ายโดยรวมได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ตอบสนองความต้องการของผู้ดูแลระบบเครือข่ายและสามารถนำผลที่ได้จากระบบมาช่วยในการวิเคราะห์แก้ปัญหาในระบบเครือข่าย

Saicheua (2011) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเซิร์ฟเวอร์แจ้งเตือนผ่านระบบ SMS โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น SHT15 และส่งข้อมูลไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งหากพบว่าค่าอุณหภูมิและความชื้นไม่มีความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ภายในห้องเซิร์ฟเวอร์ โปรแกรมจะสั่งให้โมดูล จีเอสเอ็ม ทำการส่งข้อความ (SMS) แจ้งเตือนผู้ดูแลเพื่อมา

ตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งได้ผลการทดลองคือ ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าไปแก้ไขปัญหาได้ทันทีทั้งที่และโปรแกรมยังทำการเก็บข้อมูลเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้

จากงานวิจัยในอดีตพบว่า สามารถใช้ภาษา PHP ทำงานร่วมกับโปรโตคอล SNMP และโปรแกรม MRTG ในการตรวจสอบปริมาณการใช้งานและแจ้งผลการทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย อีกทั้งยังมีการทดลองใช้เซนเซอร์ SHT15 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นในห้องเซิร์ฟเวอร์ งานวิจัยนี้จะเปลี่ยนเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นจาก SHT15 เป็นเซนเซอร์ DS1820 เนื่องจากมีความสามารถวัดค่าแม่นยำได้ในช่วง -10 ถึง 85 องศาเซลเซียส มีความผิดพลาดที่ 0.5 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนโปรแกรมตรวจสอบจาก MRTG เป็นโปรแกรม Cacti เนื่องจากสามารถปรับแต่งให้รับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ DS1820 ผ่านโปรโตคอล SNMP ได้ ซึ่งจะทำให้โปรแกรม Cacti สามารถแสดงกราฟปริมาณการใช้งานระบบเครือข่ายและอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายได้ในโปรแกรมเดียว นอกจากนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงการแจ้งเตือนจาก SMS เป็นการแจ้งเตือนไปยังอีเมล เฟสบุ๊ค และทวิตเตอร์ เนื่องจากไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน อีกทั้งการใช้เฟสบุ๊คยังสามารถตั้งกลุ่มผู้ดูแลระบบซึ่งการแจ้งเตือนไปยังกลุ่มจะทำให้ผู้ดูแลระบบทุกคนรับทราบได้พร้อมกัน

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือตรวจสอบสถานะการทำงานระบบเครือข่ายและอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่าย เพื่อช่วยสนับสนุนการทำงานของผู้ดูแลระบบในการตรวจสอบสถานะเครือข่าย โดยระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลหากอุปกรณ์เครือข่ายเกิดเหตุขัดข้องหรืออุณหภูมิในห้องแม่ข่ายสูงเกินกว่าที่กำหนด และมีการบันทึกข้อมูลสถานะการทำงาน ปริมาณการใช้งาน และอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายเก็บไว้ในฐานข้อมูล

วิธีการศึกษาและออกแบบระบบ

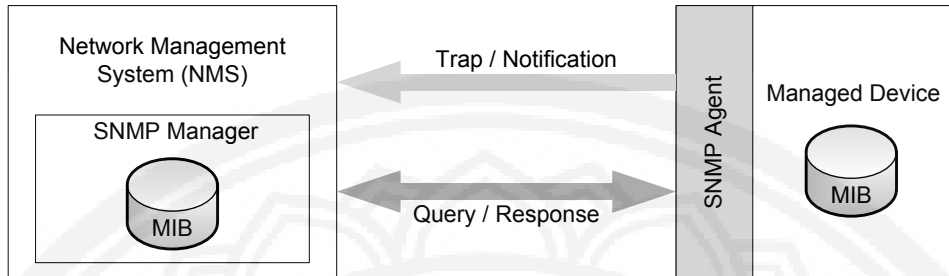
1) ทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ในการวิจัย

โปรโตคอล SNMP (Simple Network Management Protocol) เป็นเครื่องมือสำหรับรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายกับผู้ร้องขอ โดยมี SNMP Agent ทำหน้าที่ตรวจสอบการร้องขอจาก NMS



(Network Manager System) เมื่อ SNMP Agent ทำการตรวจสอบข้อมูลการร้องขอแล้วจะส่งต่อสถานะไปยัง Managed Device เพื่อทำการส่งข้อมูล MIB ซึ่งเป็นข้อมูลสถานะการทำงานของอุปกรณ์กลับไปยัง NMS จากนั้น

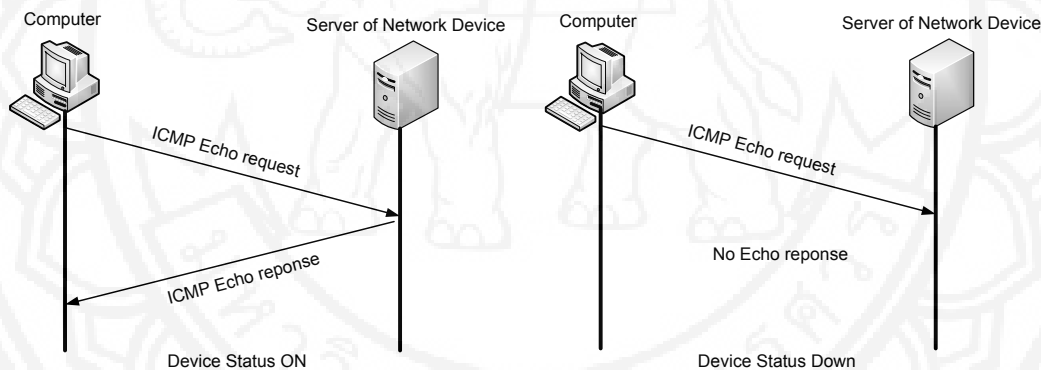
SNMP Manager จะทำการแปลงข้อมูล MIB (Chotrattanaamonkit, 2010) ให้อยู่ในรูปของข้อมูลสถานะที่นำไปแสดงผลได้ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการทำงานของโปรโตคอล SNMP

โปรโตคอล ICMP (Internet Control Message Protocol) เป็นโปรโตคอลสำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับระบบเครือข่าย มีหลักการทำงานคือผู้ร้องขอจะส่งแพ็คเกจข้อความไปยังอุปกรณ์ปลายทาง จากนั้นเมื่ออุปกรณ์ปลายทางได้รับแพ็คเกจข้อความแล้วจะทำการส่ง

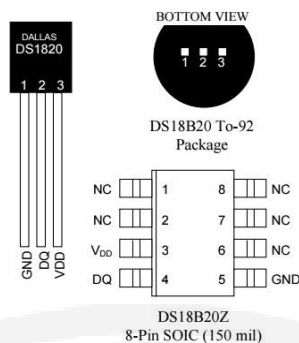
ข้อความ ICMP Echo Response กลับมายังผู้ร้องขอ ซึ่งจะใช้แพ็คเกจข้อความตอบกลับนั้นเป็นเงื่อนไขการตรวจสอบสถานะ แต่หากไม่ได้รับการตอบกลับจากอุปกรณ์ปลายทางจะถือว่าขาดการเชื่อมต่อ (Jintakosonwit, 2012) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการทำงานของโปรโตคอล ICMP

Cacti คือโปรแกรมตรวจสอบและติดตามระบบเครือข่าย (Network Monitoring) ประเภท Web-Based Application ที่สามารถวัดปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย (Traffic) บันทึกข้อมูลในฐานข้อมูล MySQL และแสดงผลในรูปแบบกราฟ เป็นโปรแกรมประเภทโอเพ่นซอร์ส (Open Source) ที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ทำงานร่วมกับโปรแกรม RRDTTool โดยรับส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล SNMP (Urban, 2011)

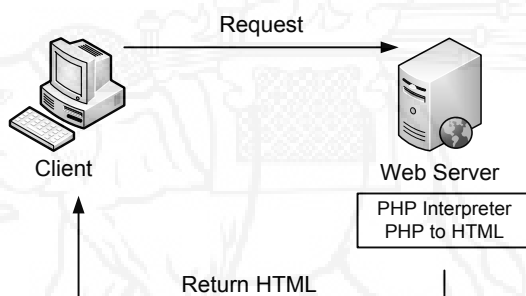
เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบ 1 ขาตั้งแสดงในรูปที่ 3 มีสัญญาณขาออกเป็นดิจิทัลส่งผ่านข้อมูลด้วยสายสัญญาณเพียง 1 เส้น (1 Wire) ใช้กำลังไฟเลี้ยง 3.0-5.5 Volt มีความสามารถในการวัดค่าอุณหภูมิได้แม่นยำในช่วงระหว่าง -10 ถึง +85 องศาเซลเซียส มีระดับความผิดพลาดที่ 0.5 องศาเซลเซียส (DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer, n.d.)



รูปที่ 3 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20.

PHP Hypertext Preprocessor เป็นภาษาที่นิยมใช้ในการออกแบบเว็บไซต์เพราะสามารถทำการประมวลผล การคำนวณและยังสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย ซึ่งเว็บที่สร้างขึ้นด้วยภาษา PHP นั้นจัดเป็นเว็บแบบ Dynamic Page ที่สามารถทำการโต้ตอบและเปลี่ยนแปลงไปตาม

ขอบเขตที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยการทำงานของ PHP นั้นเป็นแบบ Server Side Script คือการประมวลผลคำสั่งจะอยู่ที่ Web Server ซึ่งต้องอาศัย PHP Interpreter เพื่อทำหน้าที่แปลคำสั่งภาษา PHP ให้เป็น HTML แล้วส่งคืนกลับไปยัง Client (Noidonpri, 2013) ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทำงานของภาษา PHP

2) ศึกษาความต้องการของผู้ดูแลระบบ ซึ่งได้รับข้อมูลดังนี้

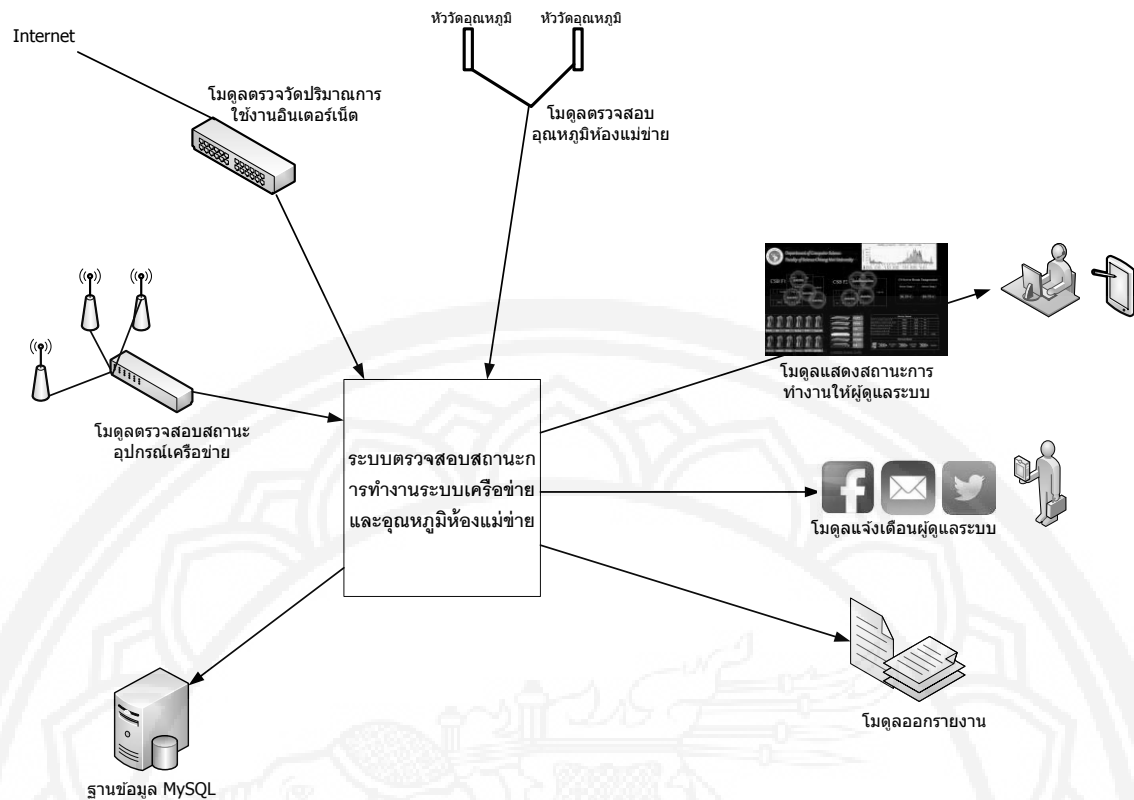
- ระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายและอุณหภูมิห้องแม่ข่ายที่มีความสะดวกและรวดเร็วในการตรวจสอบ
- ระบบที่สามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบให้รับทราบได้เมื่ออุปกรณ์เครือข่ายขัดข้องหรืออุณหภูมิในห้องแม่ข่ายสูงเกิน
- ระบบบันทึกข้อมูลสถานะการทำงาน ปริมาณการใช้งานและอุณหภูมิ ที่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้

- ระบบที่ใช้งบประมาณในการจัดทำที่ประหยัดและไม่ใช้ซอฟต์แวร์ละเมิดลิขสิทธิ์

- ระบบที่สามารถเข้าดูได้ผ่านอินเทอร์เน็ต ทั้งบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์มือถือ

3) ออกแบบระบบการทำงาน

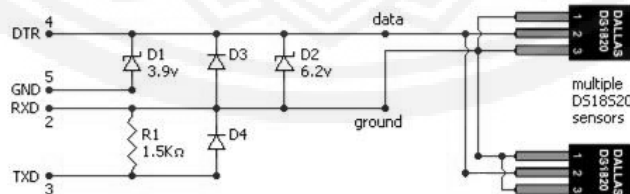
งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเพื่อสร้างเครื่องมือในการช่วยตรวจสอบระบบเครือข่ายให้กับผู้ดูแลระบบ โดยทำงานในรูปแบบ Web Application เขียนด้วยภาษา PHP ทำงานร่วมกับโปรแกรม Cacti และมีระบบวัดอุณหภูมิด้วยเซนเซอร์ DS18B20 มีโมดูลย่อยในระบบ ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งรายละเอียดของแต่ละโมดูลมีดังนี้



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบ

โมดูลตรวจสอบสถานะอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายสร้างด้วยภาษา PHP ทำงานร่วมกับโปรโตคอล ICMP ใช้แพ็คเกจข้อความตอบกลับจากอุปกรณ์เป็นเงื่อนไขในการตรวจสอบ (Gilmore, 2010) และมีการเพิ่มเติมจากการส่งแพ็คเกจเพื่อใช้กับโปรโตคอล ICMP เพียงอย่างเดียวให้สามารถตรวจสอบโปรโตคอลอื่น โดยใช้พอร์ตของโปรโตคอลนั้นเป็นเงื่อนไขในการตรวจสอบ เช่น HTTP ใช้พอร์ต 80 หรือ FTP ใช้พอร์ต 21 ซึ่งถ้าหากพอร์ตของโปรโตคอลนั้นยังทำงานอยู่ อุปกรณ์หรือเครื่องแม่ข่ายจะส่งข้อมูลสถานะกลับมายังโมดูล

โมดูลตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายใช้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 ต่อกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ดังรูปที่ 6 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ตสื่อสาร (Comport) และส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Cacti ด้วยโปรโตคอล SNMP เพื่อสร้างกราฟแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิ (Department of Computer Technology Phatthalung Technical College, 2010) ได้เพิ่มโปรแกรมตรวจสอบที่เขียนด้วยภาษา PHP เพื่อเช็คค่าอุณหภูมิซึ่งหากสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะเรียกใช้โมดูลแจ้งเตือนเพื่อส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 6 วงจรเชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS1820 กับพอร์ตสื่อสาร (Comport)

โมดูลวัดปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตด้วยโปรแกรม Cacti ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการตรวจวัดปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตและทรัพยากรของเครื่องแม่ข่าย และทำการปรับตั้งค่าโปรแกรมให้สามารถรับและแสดงกราฟอุณหภูมิจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ DS1820 และแสดงกราฟปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย

โมดูลแจ้งเตือนเป็นโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา PHP สำหรับการส่งข้อความด้วยอีเมลผ่านโปรโตคอล SMTP ไปยังอีเมลปลายทาง (MacIntyre, 2010) ประยุกต์ใช้กับโปรแกรมตรวจสอบโดยจะส่งอีเมลเมื่ออุณหภูมิห้องแม่ข่ายสูงเกินกว่าที่กำหนดหรืออุปกรณ์เครือข่ายขัดข้อง นอกจากนี้ยังประยุกต์ให้สามารถแจ้งเตือนไปยังโซเชียลเน็ตเวิร์ก อย่างเช่น เฟสบุ๊กและทวิตเตอร์ได้

โมดูลแสดงผลเป็นแบบ Web Application สร้างด้วยภาษา PHP ทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานจากโมดูลย่อย ประกอบด้วย สถานะการทำงานอุปกรณ์และเครื่องแม่ข่าย ปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ต และอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่าย สามารถเปิดดูได้ด้วยโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์บนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สมาร์ตโฟน

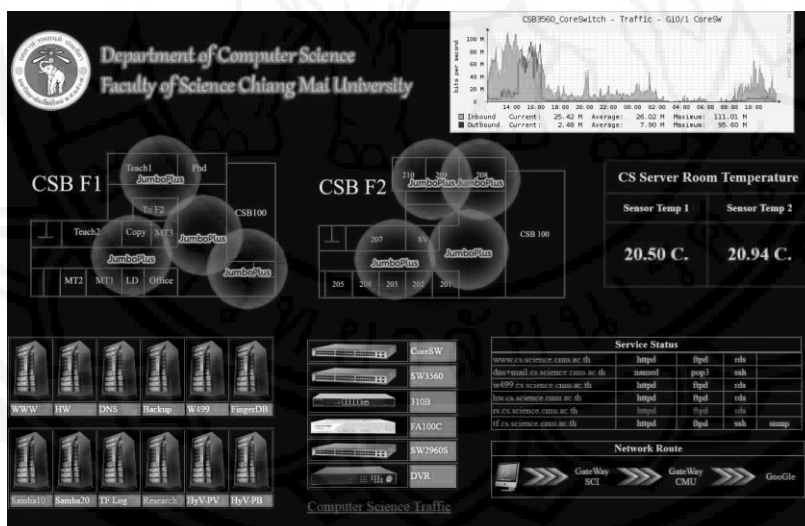
โมดูลแสดงรายงานสร้างด้วยภาษา PHP เป็นการนำ

ข้อมูลจากฐานข้อมูล MySQL ออกมาแสดงในรูปแบบตารางข้อมูล แบบรายวัน รายสัปดาห์ และรายเดือน ซึ่งสามารถออกรายงานอุณหภูมิ ปริมาณการใช้งาน และสถิติการอัปเดตของอุปกรณ์และเครื่องแม่ข่ายแต่ละตัว

ผลการศึกษา

จากการทดสอบใช้งานระบบตรวจสอบสถานะการทำงานระบบเครือข่ายและอุณหภูมิห้องแม่ข่ายกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องแม่ข่ายจำนวน 12 เครื่อง อุปกรณ์เครือข่าย 6 เครื่อง และอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย 8 เครื่อง ได้ผลการทดสอบดังนี้

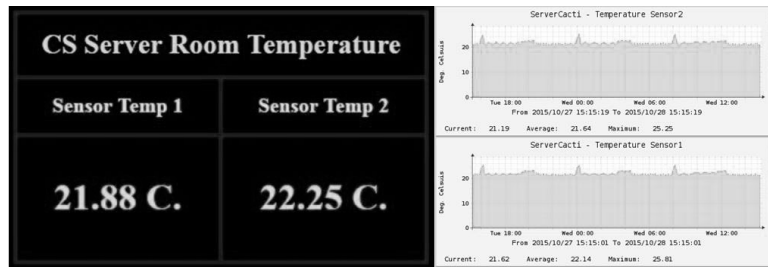
1. โมดูลแสดงสามารถแสดงสถานะการทำงานระบบเครือข่าย สถานะการทำงานของ Service เครื่องแม่ข่าย สถานะปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ต และสถานะอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายโดยใช้สีเป็นตัวบ่งบอก คือ ถ้าอุปกรณ์เครือข่ายทำงานปกติจะแสดงสถานะเป็นสีเขียว และหากอุปกรณ์เครือข่ายขัดข้องจะแสดงสถานะเป็นสีแดง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 หน้าจอแสดงผลการทำงานของระบบ

2. โมดูลตรวจสอบอุณหภูมิห้องแม่ข่ายสามารถแสดงค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์ทั้ง 2 ที่อยู่ภายในห้องแม่ข่ายได้

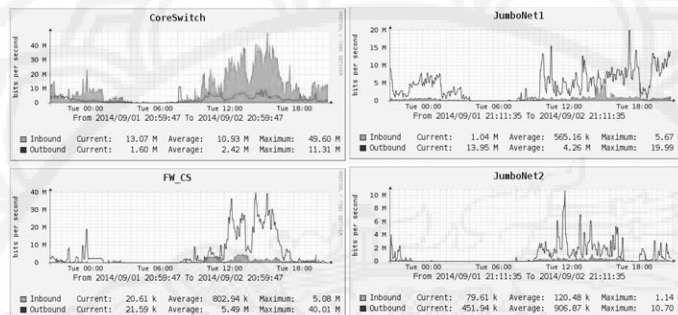
โดยแสดงในรูปแบบตัวเลขและกราฟอุณหภูมิด้วยโปรแกรม Cacti ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิทั้งสอง

3. โมดูลตรวจสอบปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ต

สามารถแสดงกราฟปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตภายในระบบเครือข่ายโดยแยกเป็นรายอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟแสดงปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ตของอุปกรณ์เครือข่าย

4. โมดูลแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบสามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบด้วยอีเมลและแจ้งเตือนไปยังเฟสบุ๊คได้เมื่อ

อุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรมคือ 25 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงการแจ้งเตือนไปยังเฟสบุ๊คและอีเมล



5. โมดูลแสดงรายงานสามารถออกรายงานข้อมูลอุณหภูมิและสถานะเครื่องแม่ข่ายได้ ดังรูปที่ 11

DATE	TIME	WWW	HW	Res	DNS	Bak	W499	FinDB	DATE	TIME	SENSOR1	SENSOR2
2019-08-25	9:25	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	9:25	20.06	22.12
2019-08-25	9:30	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	9:30	20.50	22.12
2019-08-25	9:35	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	9:35	20.75	22.06
2019-08-25	9:40	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	9:40	20.31	22.12
2019-08-25	9:45	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	9:45	19.81	22.12
2019-08-25	9:50	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	9:50	20.00	22.12
2019-08-25	9:55	up	up	down	up	up	down	up	2019-08-25	9:55	20.56	22.06
2019-08-25	10:00	up	up	down	up	up	down	up	2019-08-25	10:00	20.44	22.06
2019-08-25	10:05	up	up	down	up	up	down	up	2019-08-25	10:05	19.94	22.06
2019-08-25	10:10	up	up	down	up	up	down	up	2019-08-25	10:10	20.12	21.94
2019-08-25	10:15	up	up	down	up	up	down	up	2019-08-25	10:15	20.19	22.06
2019-08-25	10:20	up	up	down	up	up	down	up	2019-08-25	10:20	20.56	21.94
2019-08-25	10:25	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:25	20.56	22.06
2019-08-25	10:30	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:30	20.12	22.00
2019-08-25	10:35	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:35	19.81	22.06
2019-08-25	10:40	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:40	19.81	22.12
2019-08-25	10:45	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:45	20.06	22.06
2019-08-25	10:50	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:50	20.12	22.06
2019-08-25	10:55	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	10:55	20.62	22.12
2019-08-25	11:00	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:00	20.44	22.00
2019-08-25	11:05	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:05	19.88	22.06
2019-08-25	11:10	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:10	19.94	22.00
2019-08-25	11:15	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:15	20.44	21.94
2019-08-25	11:20	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:20	20.62	22.00
2019-08-25	11:25	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:25	20.25	22.06
2019-08-25	11:30	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:30	20.00	21.94
2019-08-25	11:35	up	up	down	up	up	up	up	2019-08-25	11:35	20.00	22.06

รูปที่ 11 รายงานสถานะการทำงานและรายงานอุณหภูมิ

6. ผลประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่ายและ จำนวน 5 ท่าน ที่ได้ทำการทดสอบใช้งานระบบตรวจสอบ
อุณหภูมิห้องแม่ข่าย จากผู้ดูแลระบบเครือข่ายของภาควิชา ด้วยระยะเวลา 6 เดือน ได้ผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 1 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานระบบ (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

หัวข้อการประเมิน	ผลประเมิน
ประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการตรวจสอบ	4.8
ประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนเมื่อเกิดการขัดข้อง	4.4
ความสะดวกในการเข้าใช้งาน	4.6
การนำข้อมูลที่บันทึกไปใช้งาน	4.4
ความคุ้มค่าในด้านงบประมาณที่ใช้ในการจัดทำระบบ	5
ความพึงพอใจในการทำงานรวมของระบบ	4.6
รวมคะแนนเฉลี่ย	4.63

7. ดัชนีชี้วัดผลสำเร็จของการวิจัยโดยวัดจาก วัดอุปสงค์และความต้องการของผู้ดูแลระบบ

ตารางที่ 2 ดัชนีชี้วัดผลสำเร็จของการวิจัย

รายการดัชนีชี้วัด	ผลลัพธ์	รายละเอียด
1. ระบบที่สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่าย อุปกรณ์เครือข่าย และอุณหภูมิที่สะดวกและรวดเร็วต่อการตรวจสอบ	ทำได้	ระบบแสดงสถานะการทำงาน ระบบเครือข่าย อุปกรณ์เครือข่าย ปริมาณการใช้งานและอุณหภูมิได้ ด้วยการเปิดเพียงหน้าต่างเดียว
2. ระบบที่สามารถแจ้งเตือนได้เมื่ออุปกรณ์เกิดขัดข้อง หรืออุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายสูงเกิน	ทำได้	สามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบด้วยอีเมล เฟสบุ๊ค ทวิตเตอร์ได้ เมื่ออุปกรณ์ขัดข้อง หรือ อุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายสูงเกิน
3. ระบบบันทึกข้อมูลสถานะและปริมาณการใช้งานระบบเครือข่ายที่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้	ทำได้	ระบบบันทึกสถานะการใช้งานสามารถเปิดดูข้อมูล ภายหลังได้ โดยแสดงแบบกราฟและข้อมูลตัวเลข
4. ระบบที่ใช้งบประมาณในการจัดทำที่ประหยัด	ทำได้	ใช้งบประมาณสำหรับเซิร์ฟเวอร์อุณหภูมิไม่เกินห้า ร้อยบาทและคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง
5. ระบบที่สามารถเข้าดูได้ผ่านอินเทอร์เน็ต ทั้งบนคอมพิวเตอร์และ อุปกรณ์มือถือ	ทำได้	สามารถดูได้ผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์มือถือและแท็บเล็ต



อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาค้นคว้าและพัฒนากระบวนการตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่ายและอุณหภูมิห้องแม่ข่ายสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากผลการทดลองหน้าจอแสดงผล พบว่าโปรแกรมสามารถแสดงข้อมูลสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย ปริมาณการใช้งานระบบเครือข่าย และอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่าย โดยแสดงผลข้อมูลทั้งหมดไว้ในหน้าจอเดียวช่วยให้สะดวกต่อการตรวจสอบ อีกทั้งยังสามารถเปิดดูได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สมาร์ทโฟน จึงทำให้ผู้ดูแลระบบเครือข่ายและผู้ที่มีส่วนร่วมสามารถเข้ามาช่วยทำการตรวจสอบได้

2. ผลการทดลองโปรแกรมตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายที่สร้างด้วยภาษา PHP ทำงานร่วมกับโปรแกรม Cacti พบว่าโปรแกรมช่วยสนับสนุนการทำงานของผู้ดูแลระบบด้วยการลดขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานของระบบเครือข่าย อีกทั้งยังสามารถรับทราบข้อมูลปริมาณการใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยโปรแกรมจะบันทึกข้อมูลทั้งหมดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประกอบการวิเคราะห์และวางแผนปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Munyanon and Vanitchatchavan (2015) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบและแจ้งผลการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษา PHP ทำงานร่วมกับโปรแกรม Cacti ซึ่งให้ผลการทดสอบที่สอดคล้องเช่นเดียวกัน คือ สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายได้อย่างสะดวกและยังสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ใช้ในการบริหารจัดการระบบเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพ

3. ผลการทดลองโปรแกรมตรวจสอบอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่าย โดยใช้หัตถ์แบบ DS1820 ส่งผ่านข้อมูลด้วยโปรโตคอล SNMP และแสดงผลในรูปแบบเว็บเพจที่สร้าง

ด้วยภาษา PHP พบว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลอุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายและสามารถตรวจสอบอุณหภูมิย้อนหลังในช่วงเวลาที่ผู้ดูแลระบบไม่อยู่ เช่น ในเวลากลางคืนหรือในวันหยุด ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อวางแผนป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายได้ อีกทั้งเมื่ออุณหภูมิภายในห้องแม่ข่ายสูงเกินกว่าที่กำหนดไว้โปรแกรมจะส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบด้วยอีเมลและเฟสบุ๊คได้ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบรับทราบและทำการแก้ไขในทันที เป็นการป้องกันอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายไม่ให้เสียหายจากความร้อนที่สูงเกินไป ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับ Puangnil (2014) ที่ได้ทดสอบระบบตรวจจับและแจ้งเหตุผิดปกติอุณหภูมิของเครื่องแม่ข่ายผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยใช้หัตถ์แบบเทอร์มิสเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด ET-BASE GSM SIM900 เพื่อประมวลผลค่าอุณหภูมิและแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบ ซึ่งได้ผลการทดสอบ คือ ระบบสามารถตรวจจับและแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบได้ทันทีเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมภายในห้องแม่ข่ายสูงกว่าปกติ ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของห้องแม่ข่ายและยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานในห้องแม่ข่าย อีกทั้งยังสอดคล้องกับการทดลองของ Saicheua (2011) ได้ทดสอบระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเซิร์ฟเวอร์แจ้งเตือนผ่านระบบ SMS โดยใช้หัตถ์แบบ SHT15 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผล ซึ่งหากอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องแม่ข่ายไม่มีความปลอดภัยต่ออุปกรณ์ภายในห้องเซิร์ฟเวอร์ ระบบจะแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบด้วย SMS ซึ่งได้ผลการทดสอบคือ ระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบให้เข้ามาตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเซิร์ฟเวอร์และแก้ไขปัญหาได้ทันทีทั้งที่นอกจากนั้นโปรแกรมยังทำการเก็บข้อมูลเพื่อให้ผู้ดูแลสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้อีกด้วย

จุดแข็งของระบบ

- 1) สามารถตรวจสอบได้หลากหลายภายในระบบเดียว ได้แก่ สถานะการทำงาน ปริมาณการใช้งาน และอุณหภูมิ
 - 2) แจ้งเตือนได้หลายรูปแบบได้แก่ อีเมล เฟสบุ๊ค ทวิตเตอร์
 - 3) ใช้งบประมาณในการจัดทำระบบน้อย
- จุดอ่อนของระบบ
- 1) การติดตั้งระบบค่อนข้างยุ่งยาก

2) ระบบเป็นแบบแจ้งเตือนอย่างเดียว ซึ่งผู้ดูแลระบบยังคงต้องเดินทางมายังห้องแม่ข่ายเพื่อแก้ไขปัญหา

ข้อเสนอแนะ

1) ควรเพิ่มระบบปิดหรือหยุดการทำงานของเครื่องอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน

2) ควรทำให้ระบบให้สามารถติดตั้งได้แบบครบทุกโปรแกรมในครั้งเดียว

การนำงานวิจัยไปใช้งาน

1) งานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ องค์กร หน่วยงาน สถานศึกษา หรือบริษัทเอกชน ที่มีการให้บริการระบบเครือข่ายภายในหน่วยงาน ซึ่งต้องการตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่าย ปริมาณการใช้งานเครือข่าย และอุณหภูมิห้องแม่ข่าย

2) การนำผลข้อมูลอุณหภูมิไปวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบปรับอากาศห้องแม่ข่าย

3) การนำผลข้อมูลปริมาณการใช้งานระบบเครือข่ายไปประกอบการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาหรือเจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน

4) การนำผลข้อมูลสถานะการอัปเดตของอุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่าย ประกอบการวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องและวางแผนแก้ไขปัญหา

สรุปผลการศึกษา

ระบบตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบเครือข่ายและอุณหภูมิห้องแม่ข่ายสามารถช่วยสนับสนุนการทำงานให้กับผู้ดูแลระบบเครือข่ายในการเฝ้าติดตามการทำงานของระบบเครือข่าย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการระบบเครือข่ายของหน่วยงานได้ดียิ่งขึ้น และยังเป็นการช่วยลดงบประมาณสำหรับจัดซื้อโปรแกรมตรวจสอบการทำงานของระบบเครือข่ายเข้ามาใช้งาน อีกทั้งโปรแกรมแจ้งเตือนช่วยให้ผู้ดูแลระบบรีบทราบปัญหาอุณหภูมิห้องแม่ข่ายและเข้าไปทำการแก้ไขได้ทันที ช่วยป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์เครือข่ายและเครื่องแม่ข่ายราคาแพงที่ทำงานอยู่ภายในห้องระบบแม่ข่าย นอกจากนี้ผลข้อมูลที่บันทึกไว้ยังสามารถนำไปใช้วิเคราะห์และศึกษา เช่น ใช้ข้อมูลปริมาณการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆ ไปประกอบการศึกษาพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษา หรือใช้ข้อมูลอุณหภูมิเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศของห้องแม่ข่าย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับทุนสนับสนุนการทำโครงการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ให้การสนับสนุนการทำโครงการวิจัยนี้ทั้งในส่วนของวัสดุอุปกรณ์ และสถานที่สำหรับใช้ทำโครงการวิจัย และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.วิจักขณ์ ศรีสัจจะเลิศวาจา ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ ที่คอยให้คำปรึกษาและตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยนี้จนมีความถูกต้องสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

Chomsiri, T. (2010). *Computer & Network Security*. Bangkok: Se-education.

Chotrattanaamonkit, S. (2010). *A Development of Inventory System for IP Network*. (Master's Thesis). Mahanakorn University of Technology, Bangkok.

Department of Computer Technology Phatthalung Technical College. (2010). Temperature detect for server room with DS18B20 digitemp and cacti (August 2015). Retrieved from http://attasit.ptl.ac.th/Jml/index.php?option=com_content&view=article&id=59:-server-ds1820-digitemp-cacti-&catid=10:2010-02-11-15-46-39&Itemid=22

Doungpamorn, T. (2013). *Program check server and link internet*. (Master's Thesis). Mahanakorn University of Technology, Bangkok.

DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. (n.d.). Retrieved from <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>



- Gilmore, W. J. (2010). *Beginning PHP and MySQL: From Novice to Professional* (4th ed.). New York: Apress.
- Information Technology Service Center Chiang Mai University. (2014). Network Monitoring System. Retrieved from http://network.cmu.ac.th/wp-content/uploads/2014/05/cmu_network_monitoring_best_practice.pdf
- Jintakosonwit, P. (2012). Know the ICMP Protocol. Retrieved from http://thailandindustry.com/industrynewweb/articles_preview.php?cid=15948
- MacIntyre, P. B. (2010). *PHP: The Good Parts*. California: O'Reilly Media.
- Munyanon, P., & Vanitchatchavan, V. (2015). Network device monitoring system and show result. *DPU Graduate Studies Journal*, 3(3), 1263–1270.
- Noidonpri, P. (2013). *PHP Web Programming with MySQL*. Surat Thani: Suratthani Rajabhat University.
- Puangnil, S. (2014). Server temperature detection and abnormal-alarm informing system via mobile. *EAU Heritage Journal Science and Technology*, 8(1), 148–154.
- Saicheua, C. (2011). *Temperature and moisture monitoring system with SMS alert*. (Bachelor's Thesis). Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Bangkok.
- Urban, T. (2011). *Cacti 0.8 Beginner's Guide*. Birmingham: Packt.