ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

ปริญญา

วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง เทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลของ SNMP ในเครือข่าย IP หลักขนาดใหญ่

SNMP Polling Quantity Reduction Technique in Large Core IP Network

นามผู้วิจัย นายสุรเดช วัฒนอุดมโรจน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์ประดนเดช นีละคุปต์, M.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์อนันต์ ผลเพิ่ม, Ph.D.)

รักษาราชการแทน หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ รุ่งสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

เทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลของ SNMP ในเครือข่าย IP หลักขนาดใหญ่

SNMP Polling Quantity Reduction Technique in Large Core IP Network

โดย

นายสุรเดช วัฒนอุดมโรจน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

พ.ศ. 2554

สุรเดช วัฒนอุดมโรจน์ 2554: เทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลของ SNMP ในเครือข่าย IP หลักขนาดใหญ่ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ประดนเดช นีละคุปต์, M.Eng. 74 หน้า

การบริหารจัดการเครือข่ายขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการบริหารจัดการ โดยทั่วไปเครื่องมือที่ใช้จะทำงานภายใต้พื้นฐานมาตรฐาน Simple Network Management Protocol (SNMP) โดยกระบวนการร้องขอข้อมูลถูกใช้ใน SNMP เพื่อทำการร้องขอข้อมูลจากอุปกรณ์ตามคาบเวลาที่ต้องการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายการบริหารจัดการเครือข่ายขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนจะทำให้มีปริมาณการร้องขอข้อมูลที่สูง ทำให้ค่าคาบเวลาที่ต้องการใช้ในกระบวนการสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งถ้าเพิ่มสูงขึ้นเกินค่าคาบเวลาที่ต้องการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายจะทำให้เกิดปัญหาภาวะการสูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล โดยนำเสนอแบบจำลองเพื่อทดสอบการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล และการพิจารณาความสัมพันธ์ความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายโดยพิจารณาจากบริการกับปริมาณการร้องขอข้อมูลจากการเก็บข้อมูลในเครือข่ายจริง ณ ภาระการใช้งานเครือข่ายแบบต่างๆ จากการจำลองพบว่าในกรณีที่มีความสัมพันธ์กันจะสามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 71.25 ถึง 75 โดยประมาณ และปริมาณการร้องขอข้อมูล ค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่ายเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าคาบเวลาที่ต้องการใช้ในกระบวนการมีค่าสูงขึ้น โดยอัตราการเพิ่มสูงขึ้นจะมีค่าโดยประมาณเท่ากับ อัตราการเพิ่มสูงขึ้นของตัวแปรทั้งสองดังกล่าวอีกด้วย

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Suradech Watthana-udomrot 2011: SNMP Polling Quantity Reduction Technique in Large Core IP Network. Master of Engineering (Computer Engineering), Major Field: Computer Engineering, Department of Computer Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Pradondet Nilagupta, M.Eng. 74 pages.

Management of large and complex networks efficiently needs a tool to manage. In general, a tool works on Simple Network Management Protocol (SNMP) standard which is the polling process used in the SNMP to enable information enquiry from an agent periodically. For large and complex networks management require a high volume of information requested. If the quantity of information requested exceeds the designated monitoring period, it will affect a loss of a monitoring data. The propose of this thesis is SNMP polling quantity reduction technique to reduce the amount of information requested and to review relationship of a periodical real time monitoring based on network services as SNMP polling quantity form real network information via different of interface utilization. The simulation shows that if data has a relationship, the data requested could be reduced by 71.25%.to 75 %. The quantity of information requested and network delay are important factors that make up the time period required in the process was high. The rate of increase is approximately equal to the rate of increase of these two variables as well.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ประดนเดช นีละคุปต์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ. ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการศึกษา การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปดำเนินชีวิตเพื่อกิจอันเป็นประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ อีกทั้งบุคลากร นิสิต ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ และท้ายสุดขอขอบคุณ บมจ.ทีโอที ที่ให้การสนับสนุน อีกทั้งเป็นสถานที่ทำการศึกษาวิจัย

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ อีกทั้งคนในครอบครัวที่ได้อบรม สั่งสอนและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

สุรเดช วัฒนอุดมโรจน์

กุมภาพันธ์ 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

เทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลของ SNMP ในเครือข่าย IP หลักขนาดใหญ่

SNMP Polling Quantity Reduction Technique in Large Core IP Network

คำนำ

การเติบโตของระบบเครือข่ายเพื่อรองรับปริมาณการใช้งานอินเทอร์เนตในปัจจุบัน มีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น ทำให้การบริหารจัดการ เครือข่าย ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากการใช้เพียงทรัพยากรมนุษย์ ยังต้ องมีเครื่องมือเพื่อช่วยในการบริ หารจัดการ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ก็มีหลากหลายมาตรฐาน Simple Network Management Protocol (SNMP) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ถูกเลือกใช้ ซึ่งมีความเป็นมาตรฐานและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยการออกแบบอ้างอิงมาตรฐานการสื่อสาร TCP/IP (Transition Control Protocol/Internet Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้งานอย่างแพร่หลายในการสื่อสารของระบบเครือข่าย โดยมี การทำงานที่อาศัยกระบวนการร้องขอข้อมูล (Polling) จากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (Management Station: MS) ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (Management Agent: MA) ตามคาบเวลาที่ กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงต่างๆของเครือข่าย อธิเช่น การเปลี่ยนแปลงค่าการติดตั้ง (Configuration change) การเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Utilization) ค่าการใช้งานหน่วยความจำ (Memory Utilization) ค่าการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface Utilization) ซึ่งจะมีคาบเวลาที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละเครือข่าย ในเครือข่ายที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ถ้าต้องการตรวจสอบให้ทราบการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ คาบเวลาการตรวจสอบก็จะต้องมีความถี่สูง ในทางตรงกันข้ามเครือข่ายที่มีการเปลี่ยนแ ปลงน้อย คาบเวลาการตรวจสอบก็จะมีความถี่ต่ำ

ในกระบวนการร้องขอข้อมูลจำเป็นต้องใช้เวลาเพื่อให้กระบวนการทำงาน ซึ่งค่าเวลาที่ใช้นี้จะขึ้นอยู่กับเวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการร้องขอข้อมูล 1 ครั้งกับปริมาณ ข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ดังนั้น ในเครือข่ายใดๆที่เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการร้องขอข้อมูล 1 ครั้งมีค่าคงที่ เวลาที่ใช้ในกระบวนการก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณ ข้อมูล อุปกรณ์ ที่ต้องการร้องขอ แต่เวลาที่ใช้จะถูกจำกัดด้วยคาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง ทำให้ปริมาณ ข้อมูล อุปกรณ์ ที่ต้องการบ ริหารจัดการ ก็จะถูกจำกัดไปด้วย ฉะนั้นในเครือข่ายใดๆที่เวลาโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการร้องขอข้อมูล 1 ครั้ง และคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง มีค่าคงที่ ปริมาณ ข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการร้อง

ขอก็จะถูกจำกัดและมีค่าเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง ตามไปด้วย ซึ่งถ้ามีความต้องกา รที่จะเพิ่มปริมาณ ข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการร้องขออีก จนทำให้คาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการมีค่ามากกว่า คาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงก็จะเกิดภาวะการสูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอ หรือถ้ามีการลดความถี่ที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลเพื่อยังคงให้คาบเวลาที่ใช้ในกระบวนก ารมีค่าไม่มากกว่า คาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงจะเกิดภาวะการสูญหายข้อมูลการตรวจสอบเครือข่าย เนื่องจากการลดความถี่ลงทำให้เกิดการร้องขอข้อมูลล่าช้าจนไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายได้ หรือจะกล่าวได้ว่าคาบเวลาที่กระบวนการต้องการแปรผันแบบผ กผันกับคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง การแก้ปัญหาดังกล่าวในปัจจุบัน จะต้องเพิ่มอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายให้กับองค์กร ดังนั้น ในการวิจัยนี้จึงทำการพิจารณาลดปริมาณการร้องขอข้อมูลของ SNMP เพื่อทำให้คาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลลดลงมีผลทำให้สามารถเพิ่มปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการร้องขอได้โดยไม่ส่งผลให้เกิดภาวะการสูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอหรือภาวะการสูญหายข้อมูลการตรวจสอบเครือข่าย และ ในความเป็นจริงคาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงมีค่าไม่คงที่ซึ่งขึ้นอยู่ กับความต้องการ แต่ละเครือข่าย ในงานวิจัยนี้จึงศึกษาความต้องการ ในการตรวจสอบเครือข่าย โดยพิจารณาจากบริการที่เครือข่ายรองรับ นำมาเป็นคาบเวลาที่กำหนดเพื่อ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง เพราะถ้าการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายนั้นไม่มีผลต่อบริการที่เครือข่ายรองรับ ย่อมไม่มีควา มจำเป็นในการตรวจสอบ

วัตถุประสงค์

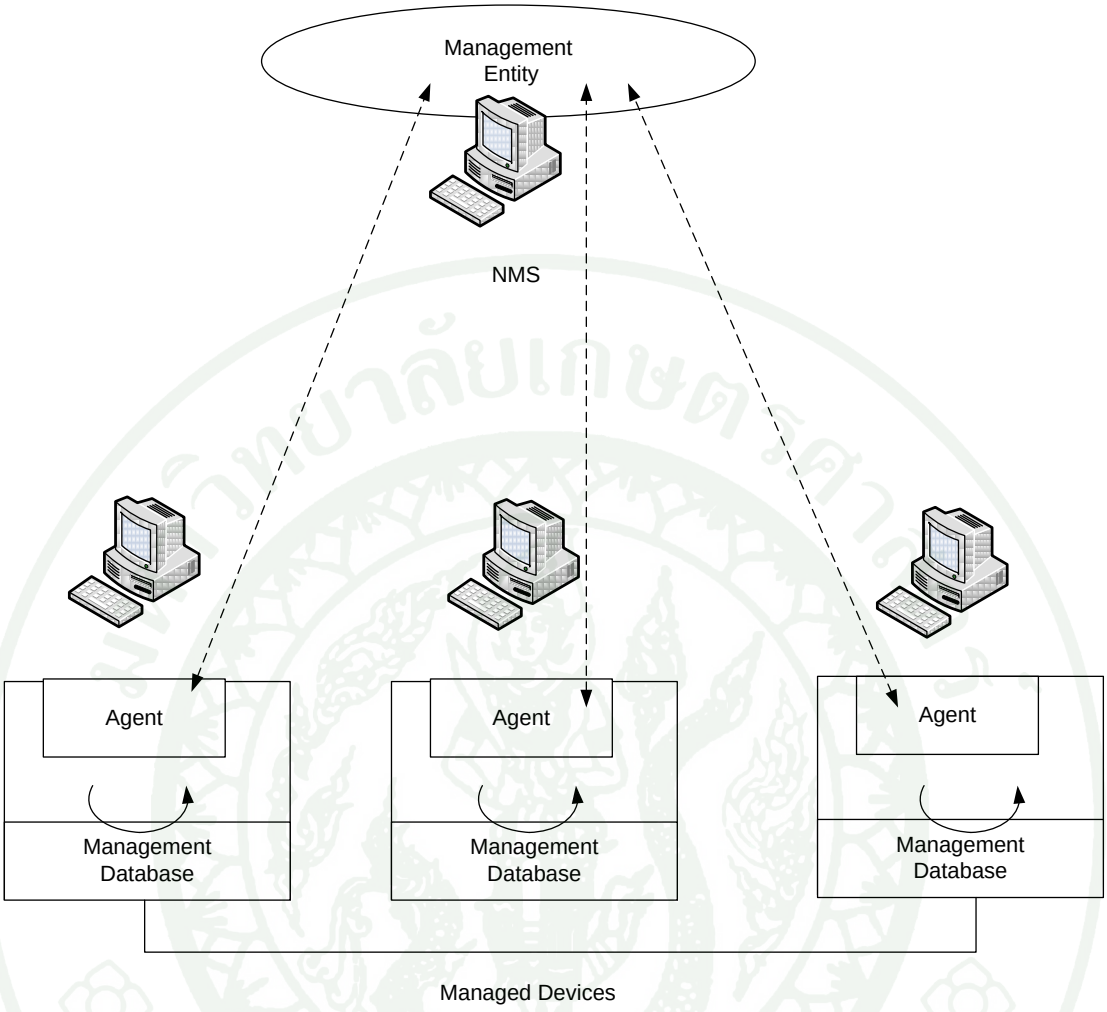
จากการ ศึกษาเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนและมีอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆพบว่าการเพิ่มปริมาณของข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการมีผลทำให้เกิดปัญหาต่อกระบวนการการร้องขอข้อมูลที่เรียกว่า ภาวะการ สูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอและ ภาวะการสูญหายข้อมูลการตรวจสอบเครือข่าย ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มปริมาณของข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ คาบเวลาที่กระบวนการต้องการและ คาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง อันเป็นเหตให้เกิดปัญหาดังกล่าว และพิจารณานำเสนอเทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลของ SNMP ในแบบจำลองเครือข่าย แกนกลางไอพี ที่มีการพัฒนาอยู่บน CACTI Application แล้วศึกษาความต้องการในการตรวจสอบเครือข่าย โดยพิจารณาจากบริการที่เครือข่ายรองรับแล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณการร้องขอข้อมูล

การตรวจเอกสาร

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกับงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อการศึกษาออกเป็นห้าหัวข้อหลักอันประกอบไปด้วย ความรู้พื้นฐาน SNMP ที่ใช้ในงานวิจัย ชนิดของข้อมูลที่บริหารจัดการ กระบวนการร้องขอข้อมูลที่ใช้ในปัจจุบัน ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและ CACTI application

1. ความรู้พื้นฐาน SNMP ที่ใช้ในงานวิจัย

SNMP ย่อมาจาก Simple Network Management Protocol ถูกประกาศเป็นมาตรฐานโดย Internet Engineering Task Force (IETF) อ้างอิง RFC 1157 ซึ่งทำงานอยู่บนพื้นฐานของ TCP/IP (Transition Control Protocol/Internet Protocol) ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนหลัก คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (Management Station) อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (Management Agent) โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล (Management Information Base: MIB) และมาตรฐานการสื่อสาร (Network Management Protocol) ดังแสดงในภาพที่ 1 (Internet Engineering Task Force, 1990) ได้แก่



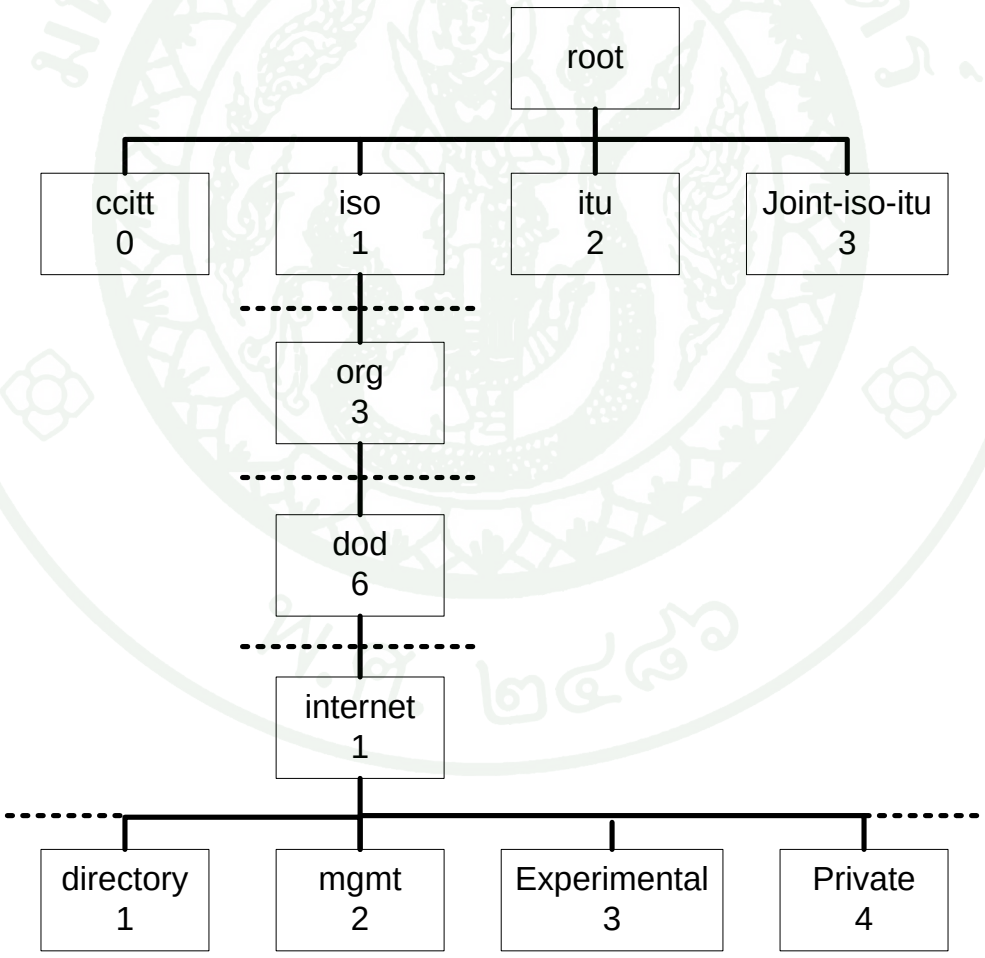
ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบของ SNMP โดยทั่วไป

ที่มา: Said (2008)

1.1 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (Management Station) เป็นอุปกรณ์กลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการการบริหารจัดการ ทั้งในด้านการควบคุมและการร้องขอข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการเครือข่าย

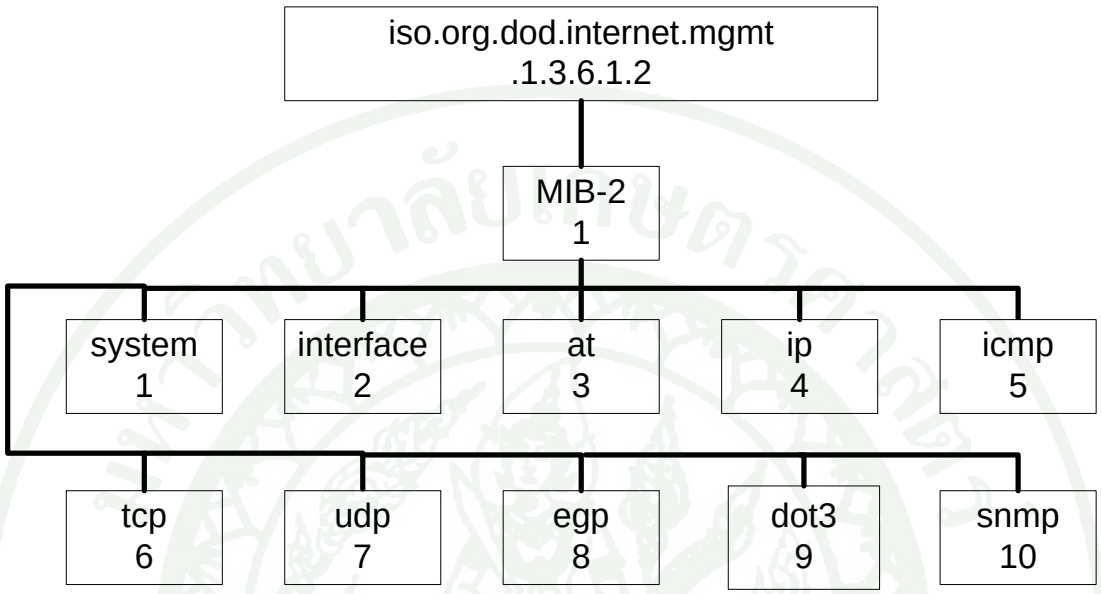
1.2 อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (Management Agent) เป็นอุปกรณ์ที่ต้องการการ บริหารจัดการมีการจัดเก็บข้อมูลอ้างอิงตามโครงสร้าง การจัดเก็บข้อมูล (Management Information Base: MIB)

1.3 โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล (Management Information Base: MIB) เป็นมาตรฐานที่ว่าด้วยโครงสร้างการอ้างอิงการเก็บข้อมูลมีลักษณะเป็ นโครงสร้างต้นไม้แบบลำดับชั้น และมีการแบ่งการเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มๆ การอ้างอิงข้อมูลจะใช้หมายเลข Object Identifier (OID) ซึ่งการนิยาม Object มีกฎเกณฑ์ข้อกำหนดตามโครงสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศการจัดการ (Structure of Management Information: SMI) (Internet Engineering Task Force, 1991) โดยโครงสร้าง SMI นี้เกิดขึ้นมาจากความร่วมมือกันระหว่างองค์กร International Organization for Standardization(ISO) และ International Telegrap and Telephone Consultative Committee (CCITT) โดยลักษณะของโครงสร้างจะเป็นแบบ Tree คือมีส่วนที่เรียกว่า Root และแตกย่อยออกมาเป็น Node ย่อย โดยแต่ละ Node ก็คือ Object ดังแสดงในภาพที่ 2 อ้างอิงมาตรฐาน RFC (Request for Comments) 1156: MIB 1



ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างโครงสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศการจัดการ

และเพิ่มกลุ่มข้อมูลอีก 12 กลุ่มใน RFC 1213: MIB2 (Internet Engineering Task Force, 1991) ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งเป็นโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในปัจจุบัน



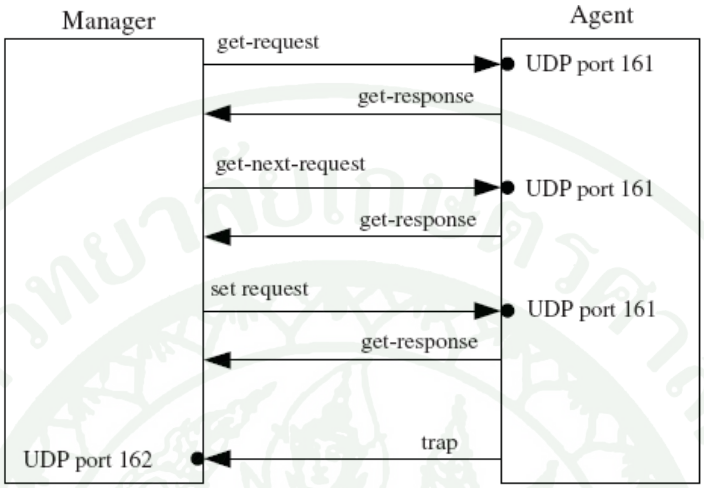
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างโครงสร้างฐานข้อมูลสารสนเทศการจัดการส่วนเพิ่มเติมใน MIB2

ในการเข้าถึงข้อมูลก็จะทำการอ้างอิงผ่าน Object เป็นลำดับเริ่มจาก Root ยกตัวอย่าง เช่น การเข้าถึงข้อมูลการเชื่อมต่อแต่ละการเชื่อมต่อจะ อ้างอิง .1.3.6.1.2.1.2.0 ซึ่งรายละเอียดของหมายเลขแต่ละลำดับแสดงดังนี้

- .1 คือ iso
- .1.3 คือ org
- .1.3.6 คือ dod
- .1.3.6.1 คือ internet
- .1.3.6.1.2 คือ mgmt
- .1.3.6.1.2.1 คือ MIB 2
- .1.3.6.1.2.1.2 คือ interface

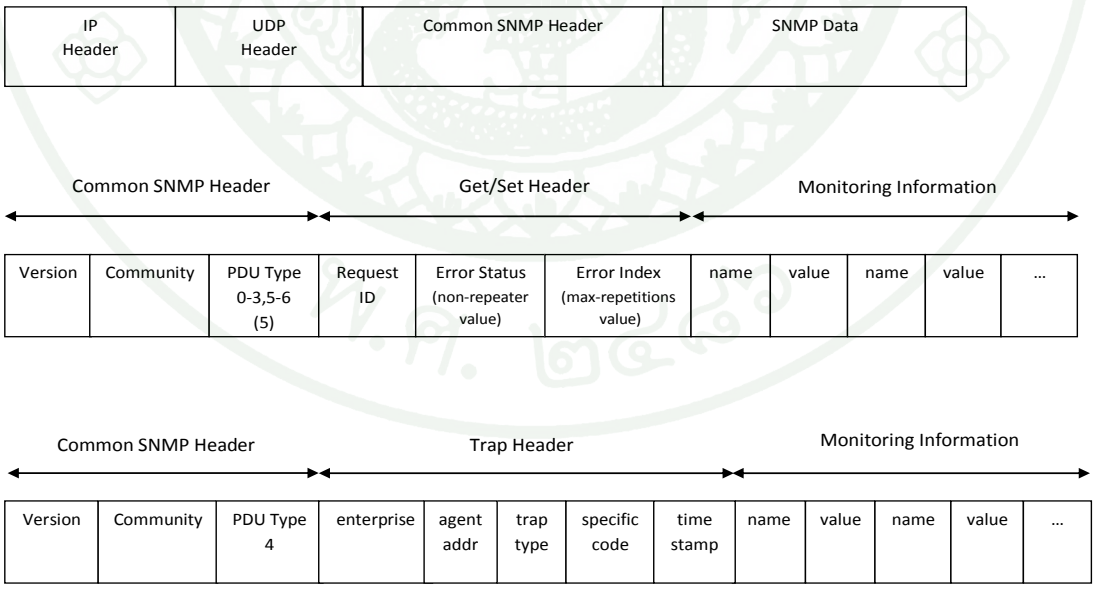
1.4 มาตรฐานการสื่อสาร (Network Management Protocol) เป็นมาตรฐานที่ว่าด้วยการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ผ่าน Port UDP (User Datagram Protocol) 161 และ 162 ดังแสดงในภาพที่ 4 และได้นิยามรูปแบบข้อความที่ใช้

สื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการดังแสดงในภาพที่ 5 ตามการสื่อสารกลางของการบริหารจัดการ ที่เรียกว่า Abstract Syntax Notation One (ASN.1)



ภาพที่ 4 แสดงข้อความที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลของ SNMPv1

ที่มา: Shin et al. (2007)



ภาพที่ 5 แสดงโครงสร้างของข้อความ SNMP

ที่มา: Shin et al. (2007)

ซึ่งในแต่ละช่องมีความหมายดังนี้

1) Version เป็นตัวระบุว่าข้อความที่ส่งไปเป็น SNMP รุ่นอะไร

2) Community เป็นการตรวจสอบสิทธิการสื่อสารแบ่งออกเป็นสองระดับ คือ Read สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างเดียวกับ Write สามารถอ่านและแก้ไขข้อมูลได้ ซึ่งจะใช้ใน ข้อความชนิด get-request และ get-next-request

3) PDU Type เป็นข้อมูลที่บอกให้ทราบ ถึงชนิดของข้อความ PDU โดยข้อความชนิดต่างๆถูกกำหนดหมายเลขไว้ดังนี้ (Stalling, 1999)

- PDU type 0 คือ get-request
- PDU type 1 คือ get-next-request
- PDU type 3 คือ set-request
- PDU type 2 คือ get-response
- PDU type 4 คือ trap

4) Request-ID เป็นหมายเลขใช้อ้างอิงข้อความ

5) Error-Status และ Error-Index เป็นข้อมูลบอกถึงสาเหตุของ Error ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการกับอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ

6) Monitoring Information(Variable- binding) ประกอบด้วยรายชื่อ กับค่าของ Object Identifier ในข้อความชนิด get-request และ get-next-request โดยเริ่มต้นค่าของ Object Identifier จะกำหนดให้เป็น "null"

7) Enterprise เป็นชนิดของอุปกรณ์ที่สร้าง Trap ขึ้นมา

8) agent-addr เป็นที่อยู่ของอุปกรณ์ที่สร้าง Trap ขึ้นมา

9) Generic-Trap แสดงประเภทของ Trap ได้แก่

- coldStart (0)
- warmStart (1)
- linkDown (2)
- linkUp (3)
- authenticationFailure (4)
- egpNeighborLoss (5)
- enterpriseSpecific (6)

10) specific-trap คือหมายเลขของ Trap ที่สร้างขึ้น

11) time-stamp ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทำงานของอุปกรณ์ถึงเวลาที่ Trap ถูกสร้างขึ้น

โดยการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการถูกแบ่งออกเป็นห้าชนิด คือ

1) get-request เป็นข้อความใช้ในการให้ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ ร้องขอข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

2) get-next-request เป็นข้อความใช้ในการค้นหาตำแหน่งข้อมูลชุดถัดไป

3) set-request เป็นข้อความใช้ในการเซตค่าข้อมูล

4) get-response เป็นข้อความใช้ในการให้ อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ตอบกลับไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ

5) trap เป็นข้อความใช้ในการให้ อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ส่งข้อมูลเหตการณ์ที่ทำการตรวจสอบไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการร้องขอข้อมูล

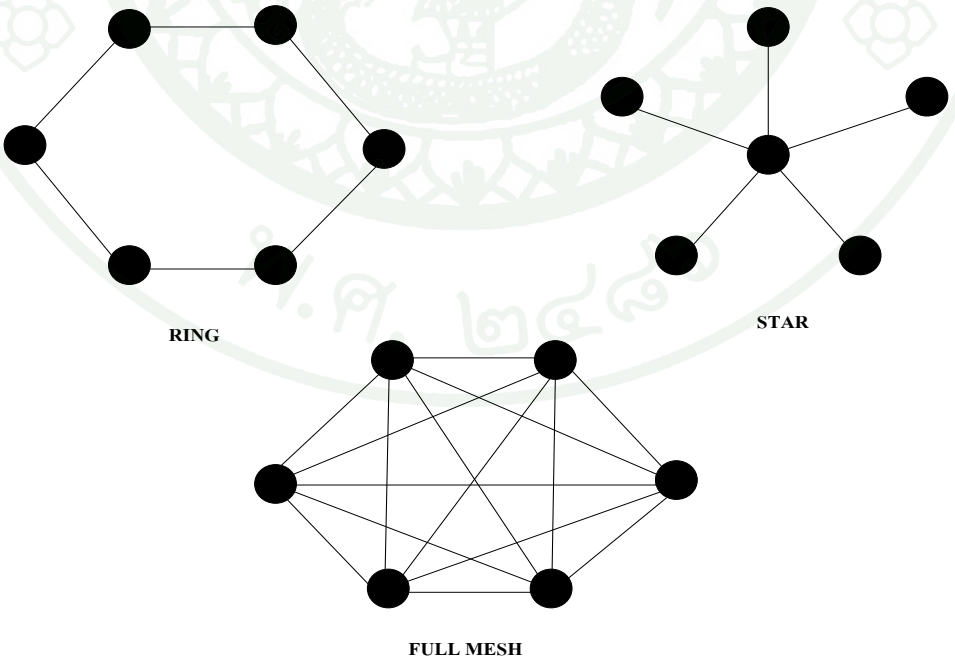
2. ชนิดของข้อมูลที่บริหารจัดการ

ในลักษณะการเชื่อมต่อของเครือข่ายที่พบได้โดยทั่วไป 3 แบบ คือ Full mesh, Ring และ Star ดังแสดงลักษณะการเชื่อมต่อในภาพที่ 6 การบริหารจัดการเครือข่ายดังกล่าวจะทำการบริหารจัดการ โดยผ่านอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการซึ่งเป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการอุปกรณ์ที่ต้องการการบริหารจัดการต่างๆ ข้อมูลที่ถูกบริหารจัดการสา มารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด (Stalling, 1999) คือ

2.1 Static information เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณลักษณะการเซตค่าหรือข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

2.2 Dynamic information เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับเหตการณ์การเปลี่ยนแปลงต่างๆของเครือข่ายซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสูง

2.3 Statistic information เป็นข้อมูลที่ได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยหรือเป็นการนำค่าข้อมูลชนิด Dynamic information มาคำนวนทางสถิติ



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของเครือข่าย 3 แบบ คือ Full mesh, Ring และ Star

จากลักษณะข้อมูลที่ต้องทำการร้องขอ ข้อมูลชนิด Dynamic information มีความถี่ในการร้องขอข้อมูลมากที่สุดเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงกว่าข้อมูลชนิดอื่น และพบได้บ่อยในการร้องขอข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการ อันได้แก่ ข้อมูลการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU utilization) ข้อมูลหน่วยความจำที่ใช้งานได้ (Available memory space) และข้อมูลการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) (Shin et al, 2007)

การร้องขอข้อมูลชนิด Dynamic information ในลักษณะการเชื่อมต่อของเครือข่าย 3 แบบ จะสังเกตได้ว่าข้อมูลการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) จะเป็นข้อมูลที่ทำการร้องขอมากกว่าข้อมูลอื่นๆ โดยเฉพาะลักษณะการเชื่อมต่อของเครือข่ายแบบ Full mesh และในลักษณะการเชื่อมต่อของเครือข่าย แบบ Full mesh นี้ เมื่อทำการเพิ่มอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ เข้าไป ข้อมูล การใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU utilization) ข้อมูลหน่วยความจำที่ใช้งานได้ (Available memory space) จะเพิ่มขึ้นอีก 1 แต่ข้อมูล การใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนการต่อเชื่อมของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการซึ่งมีค่าสูงกว่าข้อมูลชนิดอื่นมาก และในการเพิ่มอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการเข้าไปใน ในลักษณะการเชื่อมต่อของเครือข่าย 3 แบบ พบว่า อัตราการเพิ่มการร้องขอข้อมูล การใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ใน Full mesh จะมีค่าสูงกว่าลักษณะการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบอื่นๆ แต่ถ้าเป็น ข้อมูลการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU utilization) และข้อมูลหน่วยความจำที่ใช้งานได้ (Available memory space) จะมีอัตราที่เท่ากันซึ่งสามารถสรุปเป็นข้อๆได้ว่า

1) เมื่อเครือข่ายมีการขยายตัวข้อมูลการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) จะเป็นข้อมูลที่ถูกร้องขอมากที่สุดเมื่อเทียบกับ ข้อมูลการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU utilization) และข้อมูลหน่วยความจำที่ใช้งานได้ (Available memory space)

2) เมื่อเครือข่ายมีการข ยายตัว อัตราการเพิ่มการร้องขอข้อมูล การใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ใน Full mesh จะมีค่าสูงกว่าลักษณะการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ Ring และ Star

ซึ่งการได้มาของข้อมูล การใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ที่ประกอบไปด้วยค่าปริมาณข้อมูลขาออก (outbound) และค่าปริมาณข้อมูลขาเข้า (inbound) ซึ่งจะต้อง ทำการร้องขอข้อมูลทั้งหมดสิบสี่ข้อมูล ดังนี้

- $ifOutOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ

- $ifOutOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $ifInOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ
- $ifInOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $sysUpTime_t$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ
- $sysUpTime_{t-1}$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $ifSpeed$ (ค่าขนาดของช่องสัญญาณ) ของอุปกรณ์เอ
- $ifOutOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $ifOutOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี
- $ifInOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $ifInOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี
- $sysUpTime_t$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $sysUpTime_{t-1}$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี
- $ifSpeed$ (ค่าขนาดของช่องสัญญาณ) ของอุปกรณ์บี

นำไปคำนวนหาข้อมูลค่าการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าปริมาณข้อมูลขาออก (outbound) และค่าปริมาณข้อมูลขาเข้า (inbound) จากสมการที่ 1 และ 2

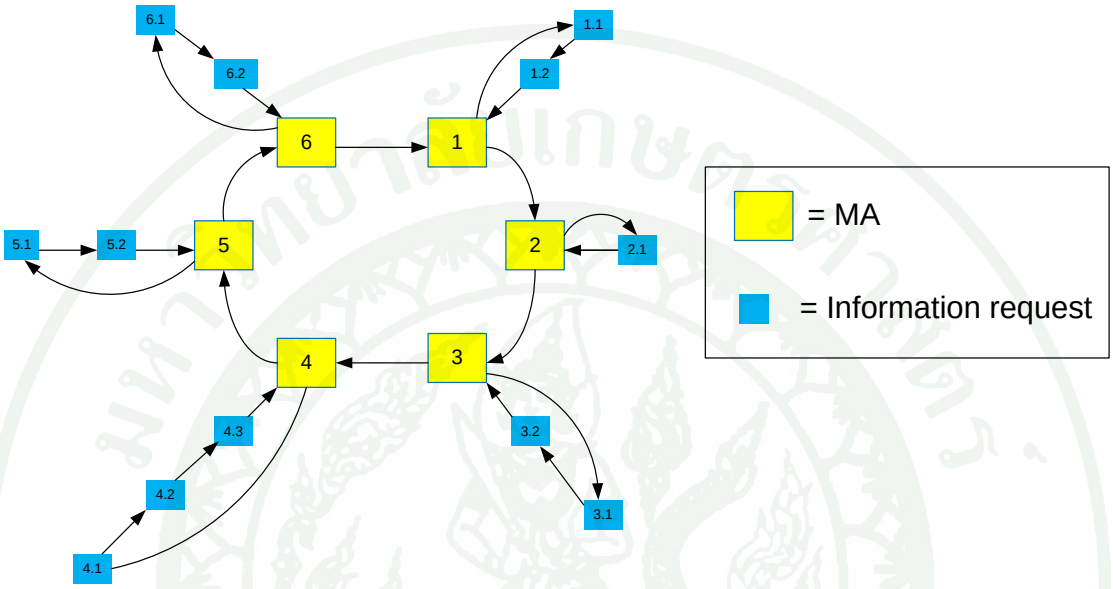
$$\text{Outbound} = \frac{(ifOutOctet_{\ t} - ifOutOctet_{\ t-1}) \times 8}{(sysUpTime_{\ t} - sysUpTime_{\ t-1}) \times ifSpeed} \quad (1)$$

$$\text{Inbound} = \frac{(ifInOctet_{\ t} - ifInOctet_{\ t-1}) \times 8}{(sysUpTime_{\ t} - sysUpTime_{\ t-1}) \times ifSpeed} \quad (2)$$

3. กระบวนการร้องขอข้อมูลที่ใช้ในปัจจุบัน

ในกระบวนการร้องขอข้อมูล อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ จะทำการร้องขอข้อมูลโดยใช้ข้อความชนิด get-request และข้อความชนิด get-response เพื่อให้อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ใช้ในการส่งข้อมูลที่ทำการร้องขอกลับมา ซึ่งข้อความทั้งสองชนิดนี้เป็นข้อความส่วนใหญ่ที่ใช้ในการบริหารจัดการ (Schonwalder, 2007) เพราะต้องใช้ในการร้องขอข้อมูลตามคาบเวลาที่กำหนดจึงมีอัตราการใช้งานตลอดเวลาโดยกระบวนการร้องขอข้อมูลจะทำการร้องขอข้อมูล ตั้งแต่อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ข้อมูลชุดแรกจนถึง อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ข้อมูลชุดสุดท้ายตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 7 โดยในภาพที่ 7 กระบวนการร้องขอข้อมูลจะเริ่มต้นจาก อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

(Management Agent: MA) หมายเลขที่ 1 ข้อมูลชุดที่ 1.1 เรียงลำดับไปจนถึงหมายเลขที่ 6 ข้อมูลชุดที่ 6.2 ถือเป็น 1 รอบหรือ 1 คาบเวลา แล้วเริ่มกระบวนการอีกครั้งในคาบเวลาที่กำหนดต่อไป (Sam Mohan, 2008)



ภาพที่ 7 แสดงลำดับของกระบวนการร้องขอข้อมูล

ที่มา: Sam Mohan. (2008)

4. ปัญหาที่เกิดขึ้นจากปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการที่เพิ่มขึ้น

การเพิ่มปริมาณของข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการมีผลทำให้เกิดปัญหาต่อกระบวนการการร้องขอข้อมูลที่เรียกว่า ภาวะการ สูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอและ ภาวะการสูญหายข้อมูลการตรวจสอบเครือข่าย

- ภาวะการสูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอ คือ ปริมาณของข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้ค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการสูงขึ้นจนมีค่ามากกว่าค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ค่าของข้อมูลการร้องขอที่เวลาเกินค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในการนำเสนอหายไป ยกตัวอย่างเช่น การร้องขอข้อมูล Interface Utilization ทำการร้องขออุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ทั้งหมด 10 อุปกรณ์ แต่เนื่องจากค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเป ลี่ยนแปลงมีเวลาพอสำหรับให้ทำการร้องขออุปกรณ์ที่ถูก

บริหารจัดการเพียง 5 อุปกรณ์ ฉะนั้น อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการตั้งแต่ อุปกรณ์ที่ 6 ถึงอุปกรณ์ที่ 10 กราฟที่นำเสนอข้อมูล Interface Utilization จะหายไป

- ภาวะการสูญหายข้อมูลการตรวจสอบเครือข่าย คือ ค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายที่เกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่าย เท่ากับ 5 นาที ถ้าเกิดเหตการณ์เครือข่ายล้มเป็นระยะเวลา 3 นาที ตั้งแต่ นาทีที่ 1 จนถึง 4 ระบบการบริหารจัดการ จะไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายดังกล่าวได้

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มปริมาณของข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ คาบเวลาที่กระบวนการต้องการและ คาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงอันเป็นเหตให้เกิดปัญหาดังกล่าว

4.1 ค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลโดยพิจารณาจากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการแทนด้วยตัวแปร T_{delay} ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าได้ดังสมการที่ 3 (Stalling, 1999)

$$T_{delay} \geq N \times \Delta \quad (3)$$

โดยที่ N = จำนวนอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ , Δ = ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูล 1 ข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการร้องขอ ซึ่งค่า Δ จะขึ้นอยู่กับ

- เวลาที่ใช้ในกระบวนการสร้างข้อความร้องขอที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ
- เวลาที่ใช้ในการส่ง ข้อความ จาก อุปกรณ์ที่ทำ หน้าที่บริหารจัดการ ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ
- เวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ
- เวลาที่ใช้ในกระบวนการสร้างข้อความตอบกลับที่อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ
- เวลาที่ใช้ในการส่งข้อความจากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ
- เวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ
- จำนวนข้อมูลของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการแต่ละอุปกรณ์

4.2 คาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง แทนด้วยตัวแปร T_{sample} เป็นคาบเวลาที่แสดงความถี่ของการร้องขอข้อมูล ซึ่งค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง สามารถหาค่าได้จากสมการที่ 4 (Oppenheim et al., 1999)

$$T_{sample} = \frac{1}{2 \times f_{max}} \quad (4)$$

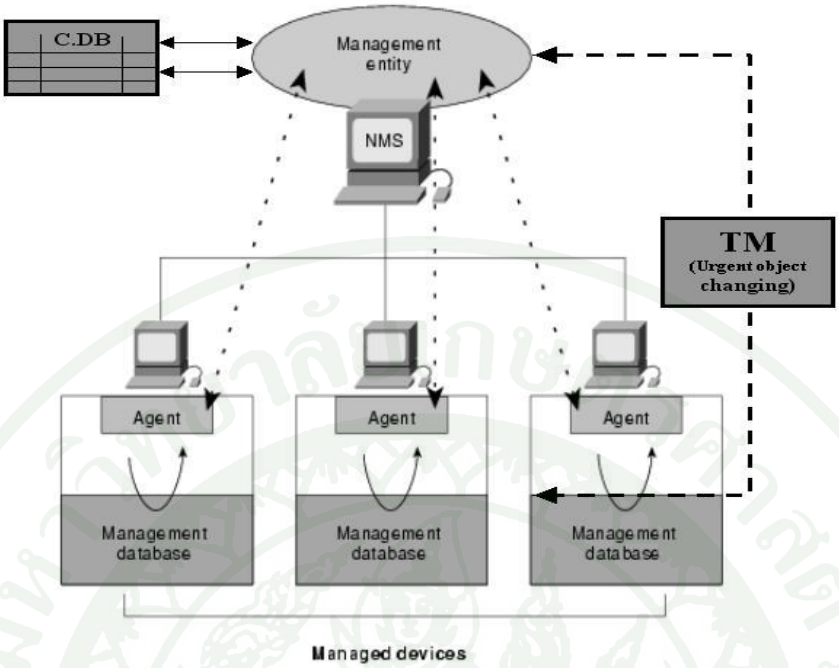
โดยที่ f_{max} คือ ค่าความถี่มากที่สุดที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลการตรวจสอบ

ซึ่งความสัมพันธ์ของค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลโดยพิจารณาจากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการกับคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง สามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 5 (Shin et al., 2007)

$$T_{sample} \geq T_{delay} \quad (5)$$

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยชื่อ A Novel Technique for SNMP Bandwidth Reduction: Simulation and Evaluation โดย O. Said โดยเสนอฐานข้อมูล C.DB เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลด้วยแนวคิดที่ว่าถ้าข้อมูลในอุปกรณ์ที่ถูกร้องขอข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลงก็ไม่จำเป็นต้องส่งการร้องขอข้อมูลออกไปให้มานำข้อมูลจากฐานข้อมูล C.DB แทน ซึ่งมีกระบวนการทำงานว่าให้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการส่งการร้องขอข้อมูลมายัง C.DB แล้ว C.DB จะเป็นตัวพิจารณาว่าจะส่งการร้องขอข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการหรือไม่ ถ้าข้อมูลที่ถูกร้องขอมีอยู่ในฐานข้อมูลก็จะทำการส่งข้อมูลนั้นกลับไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการโดยไม่ทำการส่งการร้องขอข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการแต่ถ้าไม่มี ในฐานข้อมูลก็ทำการส่งการร้องขอข้อมูลครั้งนั้นออกไปตามปกติ รวมถึงข้อความที่ตอบกลับจากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ เมื่ออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการได้รับแล้วจะต้องทำการส่งมาที่ C.DB เพื่อทำการจัดเก็บค่าของข้อมูลลงในฐานข้อมูล และมีข้อความ TM ไว้สำหรับเปลี่ยนแปลง แก้ไขโครงสร้างของฐานข้อมูล MIB อีกด้วย ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงกระบวนการทำงานของระบบฐานข้อมูล C.DB

ที่มา: Said (2008)

และแสดง โครงสร้าง ของฐานข้อมูล C.DB ดังแสดงในภาพที่ 9 จะประกอบไปด้วย คอลัมน์ทั้งหมด 5 คอลัมน์ ได้แก่ OID, OV, AC, CC และ CT ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- OID (Object Identify) = หมายเลขระบุตำแหน่งของข้อมูลตามโครงสร้างฐานข้อมูล MIB
- OV (Object Value) = ค่าของข้อมูล
- AC (Access Counter) = จำนวนครั้งที่อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการเข้าถึงฐานข้อมูล
- CC (Change Counter) = จำนวนครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ
- CT (Change Time) = ค่าความแตกต่างของเวลาที่ได้รับแจ้งการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการปัจจุบันกับค่าที่ส่งมาก่อนหน้า

OID	OV	AC	CC	CT
1.3.6.1.2.1.4.9	10	12	7	2.51 S
1.3.6.1.2.1.4.5	5	10	4	2.31 S
-	-	-	-	-

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างโครงสร้างฐานข้อมูล C.DB

ที่มา: O. Said (2008)

ด้วยแนวคิดของนักวิจัยท่านนี้สามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 20.35 เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไป

5.2 งานวิจัยชื่อ Real-time network monitoring scheme based on SNMP for dynamic information โดย K.S. Shin et al. ได้ทำการเสนอการเปลี่ยนแบบแผนการร้องขอข้อมูลสำหรับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย ด้วยแนวคิดที่ว่าให้อุปกรณ์ที่ถูกร้องขอข้อมูลส่งข้อมูลกลับมาโดยปราศจากการร้องขอจากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล โดยก่อนการเริ่มการร้องขอข้อมูลอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจั ดการและอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการจะทำการตกลงกันก่อนว่า อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการจะต้องส่งข้อมูลทุกๆคาบเวลาเท่าไร (Agent Monitoring Periods, AMP) ซึ่งคำนวณจาก ½ f-max โดยที่ f-max คือ ค่าความถี่สูงสุดในการเปลี่ยนแปลงของเครือข่าย และ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหาร จัดการ ยอมรับคาบเวลานั้นได้หรือไม่ (Manager Monitoring Period, MMP) ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 6 (Shin et al., 2007)

$$\begin{aligned} MMP_1 &= NF \times AMP_1 \\ MMP_2 &= NF \times AMP_2 \\ &\vdots \\ MMP_n &= NF \times AMP_n \end{aligned} \tag{6}$$

โดยที่ NF = อัตราส่วนของแบนวิธด์ใช้งานที่ยอมรับได้ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 7 (Shin et al., 2007)

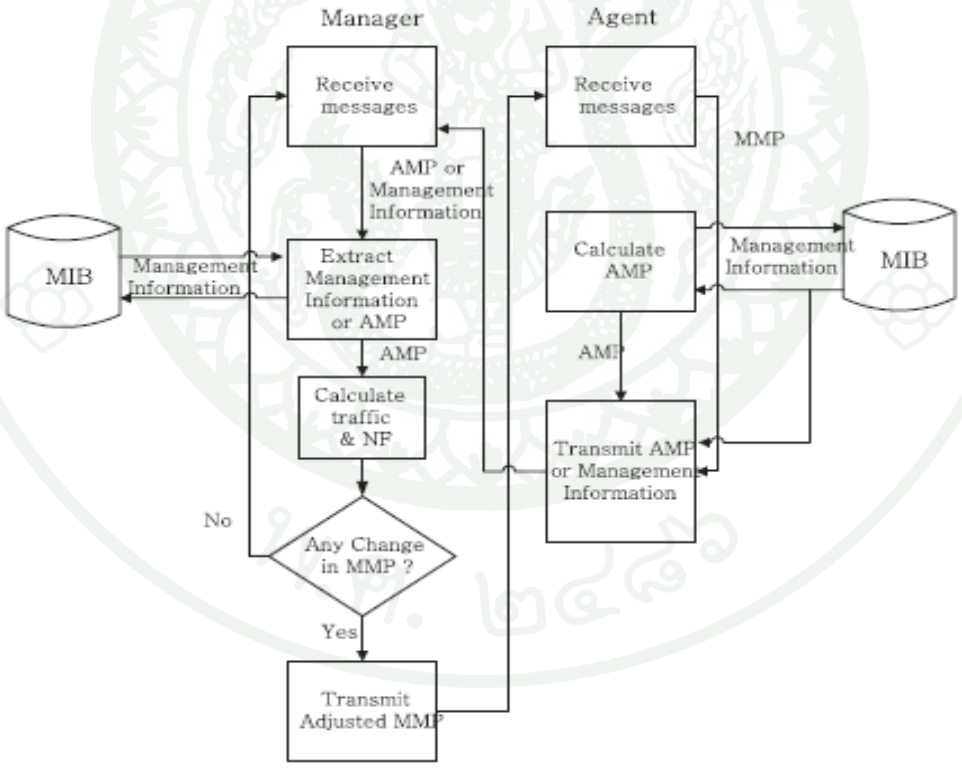
$$NF = \frac{\sum(PS_1/AMP_1 + PS_2/AMP_2 + \cdots + PS_n/AMP_n}{Allocated\ \ network\ \ bandwidt\ h} \tag{7}$$

โดยที่ PS = ขนาดเฉลี่ยของข้อความมีหน่วยเป็นบิต , AMP = คาบเวลาที่ต้องการส่งข้อมูลและได้นิยามค่า Expected traffic ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 8 (Shin et al., 2007)

$$Expercted\ traffic = \sum(PS_1/AMP_1 + PS_2/AMP_2 + \cdots + PS_n/AMP_n) \quad (8)$$

โดยที่ Expected traffic = แบนวิธด์ที่คาดว่าจะใช้งาน, PS คือ ขนาดเฉลี่ยของข้อความมีหน่วยเป็นบิตและ AMP = คาบเวลาที่ต้องการส่งข้อมูล

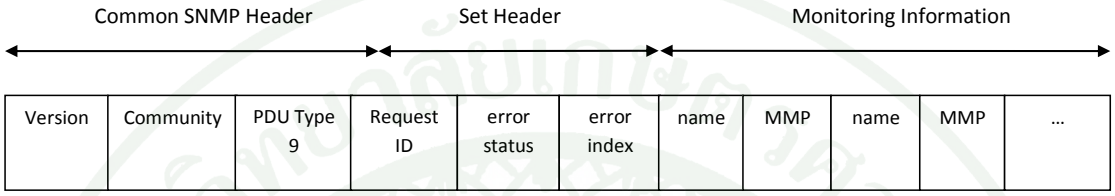
เมื่อทำการตกลงกันเรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการก็จะทำการส่งข้อมูลให้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการตามคาบเวลาที่ตกลงไว้โดยที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการไม่ต้องทำการร้องขอข้อมูลอีกโดยมีกระบวนการทำงานดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงกระบวนการทำการตกลงระหว่าง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ และอุปกรณ์ที่ถูกร้องขอข้อมูล

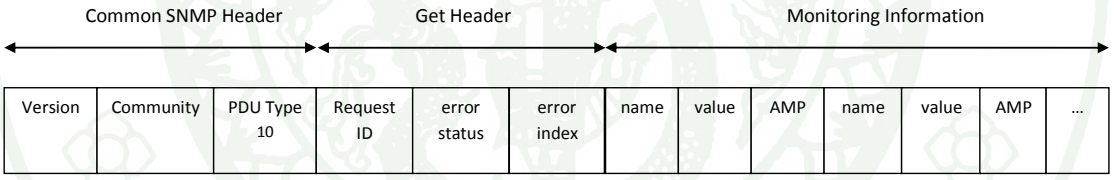
ที่มา: Shin et al. (2007)

และได้นิยามชนิดของข้อความขึ้นมาใหม่ 2 ชนิด คือ PDU type 9 ใช้สำหรับส่งค่า MMP จาก อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ และ PDU type 10 ใช้สำหรับส่งค่า AMP จากอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ โดยมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 11 และ 12



ภาพที่ 11 แสดงโครงสร้าง PDU type 9

ที่มา: Shin et al. (2007)



ภาพที่ 12 แสดงโครงสร้าง PDU type 10

ที่มา: Shin et al. (2007)

ด้วยแนวคิดของนักวิจัยท่านนี้สามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 40 เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไป

6. CACTI application

CACTI application เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ใช้ในการบริหารจัดการเครือข่ายภายใต้มาตรฐาน SNMP ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย เป็นเครื่องมือฟรีที่สามารถหามาใช้งานได้ง่าย มีแหล่งข้อมูลให้ศึกษาค้นคว้า และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จะถูกติดตั้งที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (Management Station: MS) ซึ่งมีส่วนประกอบในการทำงาน ดังนี้

- Web Interface ใช้สำหรับรับและแสดงผล
- RRD Tool ใช้สำหรับประมาลด้านกราฟ
- PHP ใช้สำหรับสร้างรหัสเทียม(source code)เพื่อควบคุมการทำงาน
- My SQL ใช้สำหรับเก็บข้อมูลพื้นฐานการทำงานของระบบ
- Net SNMP ใช้สำหรับประมวลผลโปรโตคอล SNMP

กระบวนการร้องขอข้อมูลของ CACTI application

1. เมื่อระบบได้รับคำสั่งหรือรายชื่ออุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการแล้วผ่าน Web Interface ระบบจะส่งข้อความร้องขอการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้นผ่าน Net SNMP ถ้าค่าติดตั้งทุกอย่างถูกต้อง การเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (Management Station: MS) กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (Management Agent: MA) การเชื่อมต่อก็จะถูกจัดตั้งขึ้น ในขั้นตอ นการจัดตั้งระบบจะทำการร้องขอข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการเก็บไว้ในฐานข้อมูล My SQL ตาราง host_snmp_cache ดังแสดงโครงสร้างดังภาพ ที่ 13 เพื่อนำไปแสดงผล ผ่าน Web Interface เพื่อรอรับคำสั่งว่าจะทำการบริหารจัดการอย่างไรบ้างต่อไป

Field	Type	Attributes	Null	Default	Extra	Links to	Comments	MIME
host_id	mediumint(8)	UNSIGNED	No	0		host -> id		
snmp_query_	mediumint(8)	UNSIGNED	No	0		snmp_query -		
field_name	varchar(50)		No					
field_value	varchar(255)		Yes	NULL				
snmp_index	varchar(60)		No					
oid	varchar(255)		No					

ภาพที่ 13 แสดงโครงสร้าง ตาราง host_snmp_cache

ที่มา: Cacti Database Schema (0.8.6)

2. เมื่อระบบได้รับคำสั่งหรือรายชื่อข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการแล้วผ่าน Web Interface ระบบจะเก็บรายชื่อข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการไว้ในฐานข้อมูล My SQL ตารางชื่อ poller_item ดังแสดงโครงสร้างดังภาพ ที่ 14 แล้วเริ่มกระบวนการการร้องขอข้อมูลเรียงตามรายชื่อตาม ตารางชื่อ poller_item

Field	Type	Attributes	Null	Default	Extra	Links to	Comments	MIME
local_data_id	mediumint(8)	UNSIGNED	No	0		data_local ->		
poller_id	smallint(5)	UNSIGNED	No	0		poller -> id		
host_id	mediumint(8)		No	0		host -> id		
action	tinyint(2)	UNSIGNED	No	1				
hostname	varchar(250)		No					
snmp_community	varchar(100)		No					
snmp_version	tinyint(1)	UNSIGNED	No	0				
snmp_username	varchar(50)		No					
snmp_password	varchar(50)		No					
snmp_port	mediumint(5)	UNSIGNED	No	161				
snmp_timeout	mediumint(8)	UNSIGNED	No	0				
rrd_name	varchar(19)		No					
rrd_path	varchar(255)		No					
rrd_num	tinyint(2)	UNSIGNED	No	0				
arg1	varchar(255)		Yes	NULL				
arg2	varchar(255)		Yes	NULL				
arg3	varchar(255)		Yes	NULL				

ภาพที่ 14 แสดงโครงสร้าง ตารางชื่อ poller_item

ที่มา: Cacti Database Schema (0.8.6)

3. เมื่อได้ค่าข้อมูลของแต่ละข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการแล้วจะนำค่าไปประมวลผลเพื่อนำเสนอผ่าน Web Interface ซึ่งถ้าค่าข้อมูลเป็นชนิดกราฟค่าข้อมูลก็จะถูกส่งไปประมวลกับ RRD Tool เพื่อนำเสนอต่อไป ซึ่งโครงสร้างฐานข้อมูลสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากภาคผนวก ก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการศึกษาระบบเครือข่าย กระบวนการทำงานของ SNMP

1.1 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งซอฟแวร์ในการตรวจจับระบบเครือข่ายและ CACTI Application

1.2 สายแลนเพื่อใช้เชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย

2. อุปกรณ์ในระบบเครือข่ายจำลอง

2.1 อุปกรณ์เร้าเตอร์ Cisco 1841 จำนวน 5 เครื่อง

2.2 สายแลนเพื่อใช้เชื่อมต่อจำลองระบบเครือข่าย

วิธีการ

ในงานวิจัยสนใจในการศึกษาการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ต่อจากแบบแผนของ K.S. Shin et al. เนื่องจากการร้องขอข้อมูลจำพวกนี้มีความถี่ในการร้องขอสูงและมีจำนวนมากจึงส่งผลต่อปริมาณการร้องขอข้อมูลค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงทำพิจารณาการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลจำพวกนี้ วิธีการในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็นส าม ขั้นตอนหลัก คือ

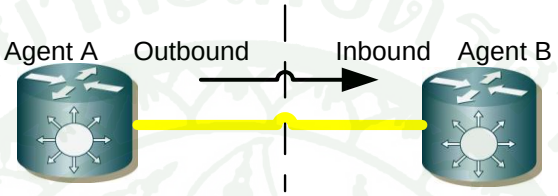
1.ขั้นตอนการนำเสนอเทค นิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล ซึ่งถูกพัฒนาบน Cacti Application ถูกจำลองในสถาวะแวดล้อมแบบปิด โดยในระบบเครือข่ายไม่มีการให้บริการใดๆ

2. ขั้นตอนการพิจารณาความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล

3. ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

1. ขั้นตอนการนำเสนอเทคนิคการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยการพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อุปกรณ์มีการเชื่อมต่อกันโดยตรงซึ่งแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ กระบวนการตรวจสอบความสัมพันธ์และกระบวนการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล ดังนี้

1.1 กระบวนการตรวจสอบความสัมพันธ์เป็นกระบวนการ ตรวจสอบการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ว่าเป็นไปในลักษณะจุดต่อจุด (point to point) หรือไม่



ภาพที่ 15 แสดงโครงสร้างความสัมพันธ์จุดเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

เนื่องจากการเชื่อมต่อในลักษณะนี้ ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไป ($ifOutOctet$) จะมีค่าเท่ากับค่านับจำนวนไบต์ที่รับเข้ามา ($ifInOctet_t$) ดังแสดงในภาพที่ 15 ต้องการร้องขอข้อมูลค่าการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ของอุปกรณ์เอ (Agent A) และอุปกรณ์บี (Agent B) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าปริมาณข้อมูลขาออก (outbound) และค่าปริมาณข้อมูลขาเข้า (inbound) ของแต่ละอุปกรณ์เอ และบี จากข้อเท็จจริงในการเชื่อมต่อลักษณะนี้ ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไป ($ifOutOctet$) ของอุปกรณ์ เอ จะมีค่าเท่ากับ ค่านับจำนวนไบต์ที่รับเข้ามา ($ifInOctet_t$) ของอุปกรณ์บี และค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไป ($ifOutOctet$) ของอุปกรณ์บี จะมีค่าเท่ากับค่านับจำนวนไบต์ที่รับเข้ามา ($ifInOctet_t$) ของอุปกรณ์เอ ซึ่งในการคำนวน ณ คาบเวลาเดียวกัน จะทำให้ค่าปริมาณข้อมูลขาออกของอุปกรณ์เอ จะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณข้อมูลขาเข้าของอุปกรณ์บี และค่าปริมาณข้อมูลขาออกของอุปกรณ์บี จะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณข้อมูลขาเข้าของอุปกรณ์เอ ดังนั้น ในกระบวนการทำงานการร้องขอข้อมูลค่าการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ของอุปกรณ์เอ (Agent A) และอุปกรณ์บี(Agent B) โดยทั่วไปจะต้องทำการร้องขอข้อมูลทั้งหมดสิบสี่ข้อมูล ดังนี้

- $ifOutOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ
- $ifOutOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $ifInOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ

- $ifInOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $sysUpTime_t$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ
- $sysUpTime_{t-1}$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $ifSpeed$ (ค่าขนาดของช่องสัญญาณ) ของอุปกรณ์เอ
- $ifOutOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $ifOutOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี
- $ifInOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $ifInOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี
- $sysUpTime_t$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $sysUpTime_{t-1}$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี
- $ifSpeed$ (ค่าขนาดของช่องสัญญาณ) ของอุปกรณ์บี

นำไปคำนวนหาข้อมูลค่าการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface utilization) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าปริมาณข้อมูลขาออก (outbound) และค่าปริมาณข้อมูลขาเข้า (inbound) จากสมการ ที่ 1 และ 2

$$\text{Outbound} = \frac{(ifOutOctet_{\ t} - ifOutOctet_{\ t-1}) \times 8}{(sysUpTime_{\ t} - sysUpTime_{\ t-1}) \times ifSpeed} \quad (1)$$

$$\text{Inbound} = \frac{(ifInOctet_{\ t} - ifInOctet_{\ t-1}) \times 8}{(sysUpTime_{\ t} - sysUpTime_{\ t-1}) \times ifSpeed} \quad (2)$$

จากความสัมพันธ์ของการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดในแนวคิดที่กล่าวมาว่า ค่าปริมาณข้อมูลขาออกของ อุปกรณ์เอ จะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณข้อมูลขาเข้าของ อุปกรณ์บี ก็ต่อเมื่อ $ifOutOctet_t - ifOutOctet_{t-1}$ ของ A มีค่าเท่ากับ $ifInOctet_t - ifInOctet_{t-1}$ของ B, ค่า $sysUpTime_t - sysUpTime_{t-1}$ ของ A และ B เท่ากัน, ค่าตัวแปร $ifSpeed$ ของ A และ B เท่ากัน แบ่งพิจารณาเป็นข้อๆดังนี้

- $ifOutOctet_t - ifOutOctet_{t-1}$ ของ A มีค่าเท่ากับ $ifInOctet_t - ifInOctet_{t-1}$ของ B เนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (point to point) ทำให้ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปของ A ย่อมเท่ากับค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาของ B

- ค่า $sysUpTime_t - sysUpTime_{t-1}$ ของ A และ B เท่ากัน ถึงแม้ว่าค่าของ $sysUpTime$ ของแต่ละอุปกรณ์ไม่เท่ากัน แต่เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่เท่ากัน ดังนั้น ค่าความต่างของคาบเวลาปัจจุบันและก่อนหน้าจะมีค่าเท่ากัน
- ค่าตัวแปร $ifSpeed$ ของ A และ B เท่ากัน เนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (point to point) ทำให้ค่าขนาดช่องสัญญาณทั้งสองเท่ากัน

และค่าปริมาณข้อมูลขาออกของอุปกรณ์บี จะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณข้อมูลขาเข้าของอุปกรณ์เอ ก็ต่อเมื่อ $ifOutOctet_t - ifOutOctet_{t-1}$ ของ B มีค่าเท่ากับ $ifInOctet_t - ifInOctet_{t-1}$ของ A, ค่า $sysUpTime_t - sysUpTime_{t-1}$ ของ A และ B เท่ากัน, ค่าตัวแปร $ifSpeed$ ของ A และ B เท่ากัน แบ่งพิจารณาเป็นข้อๆดังนี้

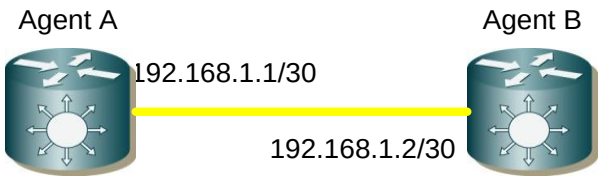
- $ifOutOctet_t - ifOutOctet_{t-1}$ ของ B มีค่าเท่ากับ $ifInOctet_t - ifInOctet_{t-1}$ของ A เนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (point to point) ทำให้ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปของ A ย่อมเท่ากับค่านับจำนวนไบต์ที่รับมาของ B
- ค่า $sysUpTime_t - sysUpTime_{t-1}$ ของ A และ B เท่ากัน ถึงแม้ว่าค่าของ $sysUpTime$ ของแต่ละอุปกรณ์ไม่เท่ากัน แต่เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่เท่ากัน ดังนั้น ค่าความต่างของคาบเวลาปัจจุบันและก่อนหน้าจะมีค่าเท่ากัน
- ค่าตัวแปร $ifSpeed$ ของ A และ B เท่ากัน เนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด (point to point) ทำให้ค่าขนาดช่องสัญญาณทั้งสองเท่ากัน

จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าปริมาณข้อมูลขาออกของอุปกรณ์เอ จะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณข้อมูลขาเข้าของอุปกรณ์บี และค่าปริมาณข้อมูลขาออกของอุปกรณ์ บี จะมีค่าเท่ากับค่าปริมาณข้อมูลขาเข้าของอุปกรณ์เอ ดังนั้น ในการร้องขอข้อมูลตามแนวคิดของผู้วิจัยจะเหลือการร้องขอข้อมูลเพียงเจ็ดข้อมูล ดังนี้

- $ifOutOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ
- $ifOutOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ
- $sysUpTime_t$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์เอ
- $sysUpTime_{t-1}$ (ค่านับเวลาที่ใช้งานคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์เอ

- $ifSpeed$ (ค่าขนาดของช่องสัญญาณ) ของอุปกรณ์เอ
- $ifOutOctet_t$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาปัจจุบัน) ของอุปกรณ์บี
- $ifOutOctet_{t-1}$ (ค่านับจำนวนไบต์ที่ส่งออกไปคาบเวลาก่อนหน้า) ของอุปกรณ์บี

ในกระบวนการตรวจสอบความสัมพันธ์ จะใช้ค่า IP Address ของ Interface ทุกอุปกรณ์ นำมาใช้ตรวจสอบความสัมพันธ์ เนื่องจากการเชื่อมต่อในลักษณะนี้ตามหลักการบริหารจัดการ IP Address จะใช้ IP Address ในกลุ่ม subnet mask 255.255.255.250 (/30) พิจารณาภาพที่ 16 อุปกรณ์เอ(Agent A) และ อุปกรณ์เอ(Agent B) มีการเชื่อมต่อกันในลักษณะแบบจุดต่อจุด (Point to point) ตามหลักการบริหารจัดการ IP Address จะใช้ IP Address ในกลุ่ม subnet mask 255.255.255.250 (/30) เช่น 192.168.1.0/30 ซึ่งจะประกอบไปด้วย IP Address 192.168.1.1 และ IP Address 192.168.1.2 จะถูกตั้งค่าการเชื่อมต่อแต่ละการเชื่อมต่อ (Interface) ของแต่ละอุปกรณ์ ในภาพ อุปกรณ์เอ ได้รับการตั้งค่า IP Address 192.168.1.1/30 อุปกรณ์บีได้รับการตั้งค่า IP Address 192.168.1.2/30 ในการทดสอบตามหลักการบริหารจัดการ IP Address ค่า IP Address จะอยู่ในเครือข่ายเดียวกันก็ต่อเมื่อ นำค่า IP Address ที่ต้องการทดสอบแปลงให้อยู่ในระบบเลขฐานสอง แล้วทำ Operation ADD bit กับค่า sutnet mask ถ้าอยู่ในเครือข่ายเดียวกันจะได้ค่าที่ออกมาเท่ากัน ในภาพ IP Address อุปกรณ์เอ คือ 192.168.1.1 ทำ Operation ADD bit กับค่า sutnet mask คือ 255.255.255.252(/30) จะได้ค่า 192.168.1.0 IP Address อุปกรณ์บี คือ 192.168.1.2 ทำ Operation ADD bit กับค่า sutnet mask คือ 255.255.255.252(/30) จะได้ค่า 192.168.1.0 ซึ่งได้ค่าที่ออกมาเท่ากัน คือ 192.168.1.0 และเนื่องจากการเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุดตามหลักการบริหารจัดการ IP address จะใช้ sutnet mask คือ 255.255.255.252(/30) ซึ่งจะประกอบไปด้วย IP Address สองค่าโดยมีค่าความต่างระหว่างบิตเท่ากับหนึ่ง ดังนั้น ในการเขียน รหัสเทียม (source code) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์จะใช้ข้อสังเกตความต่างระหว่างบิตเท่ากับหนึ่งนี้ แทนการนำค่า IP Address ที่ต้องการทดสอบแปลงให้อยู่ในระบบเลขฐานสอง แล้วทำ Operation ADD bit กับค่า sutnet mask



ภาพที่ 16 แสดงการบริหารจัดการ IP address ณ จุดเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

จากการศึกษา Cacti Application พบว่ากระบวนการเชื่อมต่อครั้งแรกระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (Management Station) กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (Management Agent) ค่าข้อมูล IP Address ของ Interface ทุกอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ จะถูกร้องขอมาเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยที่ในกระบวนการตรวจสอบความสัมพันธ์ไม่ต้องทำการร้องขอข้อมูลใหม่ ในการพัฒนาบน Cacti Application จะนำข้อมูลจากตา รางในฐานข้อมูล สองตารางเพื่อนำมาใช้ในการพิจารณา คือ ตารางที่ชื่อว่า host_snmp_cache เป็นตารางเก็บรายละเอียด interface ของอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการโดยมีโครงสร้างดังแสดงตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงโครงสร้างตารางที่ชื่อว่า host_snmp_cache

host_id	snmp_query_id	field_name	field_value	snmp_index	Oid

ที่มา: Cacti Database Schema (0.8.6)

และ poller_item เป็นตารางเก็บรายละเอียดข้อมูลอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องการบริหารจัดการโดยมีโครงสร้างดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงโครงสร้างตารางที่ชื่อว่า poller_item

local_data_id	poller_id	host_id	action	hostname	snmp_community	snmp_version

snmp_username	snmp_password	snmp_port	snmp_timeout	rrd_name	rrd_path

rrd_num	rrd_step	rrd_next_step	arg1	arg2	arg3

ที่มา: Cacti Database Schema (0.8.6)

โดยเริ่มต้นด้วย การรวมตารางที่ชื่อว่า host_snmp_cache กับ poller_item ณ ตำแหน่งที่ค่าในคอลัมม์ host id ของทั้งสองตารางเท่ากันและค่าในคอลัมม์ oid ของตารางที่ชื่อว่า

host_snmp_cache เท่ากับ ค่าในคอลัมม์ arg1 ของตารางที่ชื่อว่า poller_item ซึ่งในการรวมจะเลือกเฉพาะคอลัมม์ field_value ของตารางที่ชื่อว่า host_snmp_cache เข้ามาตารางที่ชื่อว่า poller_item จะได้ตารางที่มีโครงสร้างดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงโครงสร้างตารางที่ชื่อว่า poller_item ที่ผ่านการรวมตาราง

local_data_id	poller_id	host_id	action	hostname	snmp_community	snmp_version
snmp_username	snmp_password	snmp_port	snmp_timeout	rrd_name	rrd_path	
rrd_num	rrd_step	rrd_next_step	arg1	arg2	arg3	field_value

แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบความสัมพันธ์ว่ามีการเชื่อมต่อในลักษณะจุดต่อจุดหรือไม่ โดยมีนำค่าในคอลัมม์ field_value ของตาราง ที่ชื่อว่า poller_item ที่ได้หลังจากการรวมตารางกันแล้ว ซึ่งค่าที่อยู่ภายในก็คือค่า IP address ของแต่ละอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ความสัมพันธ์ที่ได้จากการพิจารณาจะถูกเก็บไว้ในตารางที่ชื่อว่า relation ซึ่งเป็นตารางที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีโครงสร้างดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงโครงสร้างตารางที่ชื่อว่า relation

hostname	arg1	hostname_relation	arg1_relation

หมายเหตุ Hostname คือ IP address ของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

Arg1 คือ ค่า object identify ของข้อมูลที่ถูกร้องขอ

Hostname_relation คือ IP address ของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการที่มีความสัมพันธ์กัน

Arg1_relation คือ ค่า object identify ของข้อมูลที่ถูกร้องขอที่มีความสัมพันธ์กัน

1.2 กระบวนการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล

จากกระบวนการตรวจสอบความสัมพันธ์เมื่อได้ตารางชื่อ relation แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อุปกรณ์มีการเชื่อมต่อกัน แล้ว จะลดปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยการลบแถวในตารางชื่อ poller_item ออก ในการพิจารณาว่าจะลบแถวใดออกจะ พิจารณาจากค่าในตารางชื่อ relation คอลัมม์ hostname_relation และ arg1_relation ถ้าตรวจสอบแล้วมีค่าทั้งสองเท่ากับค่าใน ตารางชื่อ poller_item คอลัมม์ hostname และ arg1 ตามลำดับ จะพิจารณา ลบแถวในตาราง poller_item นั้นออก ซึ่งการลบแถวในตารางชื่อ poller_item ออกก็ หมายถึงการลด ปริมาณการร้องขอข้อมูล นั้นออกไปด้วย ซึ่งสามารถศึกษารหัสเทียมทั้งหมดในภาคผนวก ข

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการในกา รตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล

2.1 ความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายโดยพิจารณาจากบริการที่ใช้งานในเครือข่าย

ความต้องการในการตรวจสอบ เครือข่าย คือ การตรวจสอบการ เปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเครือข่าย อธิเช่น การเปลี่ยนแปลงค่าการติดตั้ง (Configuration change) การเปลี่ยนแปลงค่าการใช้งานหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Utilization) ค่าการใช้งานหน่วยความจำ (Memory Utilization) ค่าการใช้งานการเชื่อมต่อ (Interface Utilization) ซึ่งจะมีคาบเวลาที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละเครือข่าย ถ้าเครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลง บ่อย คาบเวลาที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงก็จะมีความถี่ที่สูง ในทางตรงกันข้ามถ้าเครือข่า ยมีการเปลี่ยนแปลงน้อยคาบเวลาที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงก็จะมีความถี่ที่ต่ำ ในงานวิจัยได้พิจารณาข้อมูล ชนิด Dynamic information ข้อมูลการใช้งานการเชื่อมต่อ (interface utilization) เนื่องด้วยการร้องขอข้อมูลจำพวกนี้มีการเปลี่ยนแปลงสูง ทำให้คาบเวลาที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงก็จะมีความถี่ที่สูงตามไปด้วย แต่ความถี่ที่สูงจะทำให้คาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลลดลง และเนื่องด้วยข้อมูลจำพวกนี้ยังมีจำนวนมาก ทำให้คาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลสูงขึ้น ซึ่งเป็นการแปรผันแบบผกผันกัน ดังนั้น การพิจารณาคาบเวลาที่ใช้ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงจึงควรพิจารณาตามความเหมาะสมของแต่ละเครือข่าย ในการพิจารณาผู้วิจัยได้เลือกพิจารณาจากบริการที่ใช้งานในเครือข่าย เพราะถ้าการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายนั้นไม่มีผลต่อ

บริการที่เครือข่ายรองรับ ย่อมไม่มีความจำเป็นในการตรวจสอบ ซึ่งในแต่ละบริการจะได้รับผลกระทบก็ต่อเมื่อ เครือข่ายเกิดการเปลี่ยนแปลงมากว่าค่าความล่าช้า (delay) ที่แต่ละบริการรับได้ จึงใช้ค่าความล่าช้า (delay) แต่ละบริการนี้เป็นตัวแปรเพื่อคำนวนหาคาบเวลาที่ใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง โดยค่าความล่าช้า (delay) ที่แต่ละบริการอ้างอิงตามมาตรฐาน ITU-T group 12 โดยนำมาเฉพาะในส่วนคอลัมน์บริการต่างๆและคอลัมน์ One-way delay แล้วนำค่า One-way delay ของแต่ละบริการแปลงเป็นค่าความถี่ (f_{max}) แล้วนำมาคำนวณหาค่า คาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง (T_{sample}) ดังแสดงค่าที่คำนวนได้ของแต่ละบริการในตารางที่ 5 โดยยกตัวอย่างการคำนวนดังนี้ Conversational, voice service มีค่า One-way delay เท่ากับ 150 ms preferred นำมาแปลงเป็นค่าความถี่ (f_{max}) ในหน่วยของมิลลิวินาที จะได้ 1/0.15 แล้วนำมาคำนวณหาค่าคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง (T_{sample})

จากสมการที่ 4, $$T_{sample} = \frac{1}{2 \times f_{max}}$$

$$= \frac{1}{2 \times (\frac{1}{0.15})}$$

$$= 0.075$$

$$= 75 \text{ ms}$$

ดังแสดงค่าในตารางที่ 5 (International telecommunication Union, 2001) ค่าของคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง จะแสดงในคอลัมน์ชื่อ T_{sample} (ms) บริการใดที่ค่าในคอลัมน์ชื่อ One-way delay เป็น Can be several minutes ค่าในคอลัมน์ชื่อ T_{sample} (ms) จะไม่มีค่าแสดง

ตารางที่ 5 แสดงมาตรฐาน ITU-T group 12 และค่า f_{max} และ T_{sample} ที่คำนวณได้

Services	**One-way delay**	f_{max} (Hz)	T_{sample} (ms)
Conversational, voice	<150 ms preferred	1/0.15	75
Conversational, voice	<400 ms limit	1/0.4	200
Voice, messaging	< 2 sec for record	½	1000
High quality, streaming audio	< 10 sec	1/10	5000
Videophone	<400 ms limit	1/0.4	200
One-way	< 10 sec	1/10	5000
Web-browsing -HTML	Acceptable < 4 sec/page	¼	2000
Transaction services	Acceptable < 4 sec	¼	2000
Command/control	< 250 ms	1/0.25	125
Interactive games	< 200 ms	1/0.2	100
Telnet	< 200 ms	1/0.2	100
E-mail (server access)	Acceptable < 4 sec	¼	2000
Bulk data transfer/retrieval	Acceptable < 60 sec	1/60	30000
Still image	Acceptable < 60 sec	1/60	30000
E-mail (server to server transfer)	Can be several minutes	-	-
Fax (“real-time”)	< 30 sec/page	1/30	15000
Fax (store & forward)	Can be several minutes	-	-
Low priority transactions	< 30 sec	1/30	15000
Usenet	Can be several minutes	-	-

2.2 ความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล

จากความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายโดยพิจารณาจากบริการที่ใช้งานในเครือข่ายในข้อ 2.1 จะได้ค่าของคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง (T_{sample}) ของแต่ละบริการ ซึ่งจะใช้ในการกำหนดค่าขอบบนของคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการ จากสมการที่ 9

$$T_{delay} \geq N \times \Delta \quad (9)$$

กำหนดให้

t_1 คือ เวลาที่ใช้ในกระบวนการสร้างข้อความร้องขอที่ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS)

t_2 คือ เวลาที่ใช้ในการส่ง ข้อความจากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA)

t_3 คือ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA)

t_4 คือ เวลาที่ใช้ในกระบวนการสร้างข้อความตอบกลับที่ อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA)

t_5 คือ เวลาที่ใช้ในการส่งข้อความจาก อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) ไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS)

t_6 คือ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS)

n คือ จำนวนข้อมูลของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการแต่ละอุปกรณ์ (MA)

จะได้ว่า

$$T_{delay} \geq N \times n(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6) \quad (10)$$

พิจารณาสมการที่ได้ ค่า $n(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6)$ เป็นค่าเวลาที่ใช้ต่อ 1 อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) การนำค่า N ซึ่งเป็นจำนวน อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) เข้ามาคูณได้ แสดงว่าค่า$(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6)$ มีเท่ากันทุกอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) แต่เมื่อพิจารณาค่า $(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6)$ ในแต่ละครั้งการเข้าถึง อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) มีค่าไม่เท่ากันและให้

i คือ อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการอุปกรณ์ที่ N

n_i คือ จำนวนข้อมูลของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการอุปกรณ์ที่ i

Δ_i คือ $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$ อุปกรณ์ที่ i

จะสามารถเขียนสมการขึ้นใหม่ได้ว่า

$$T_{delay} \geq \sum(n_i \, \Delta_i) \quad (11)$$

จากหัวข้อ 2.1 จะได้ค่าของคาบเวลาที่กำหนดเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง (T_{sample}) ของแต่ละบริการ เป็นค่าคงที่ การเพิ่มปริมาณการร้องขอข้อมูลขึ้นไปเรื่อยจนถึงจุดที่เหมาะสม คือ สามารถมีปริมาณการร้องขอข้อมูลมากที่สุดโดยยังไม่ทำให้เกิดปัญหานั้นก็คือ เมื่อค่า T_{delay} มีค่าเท่ากับ T_{sample} นั่นเอง และให้ j คือ บริการใดๆในเครือข่าย จะได้ว่า

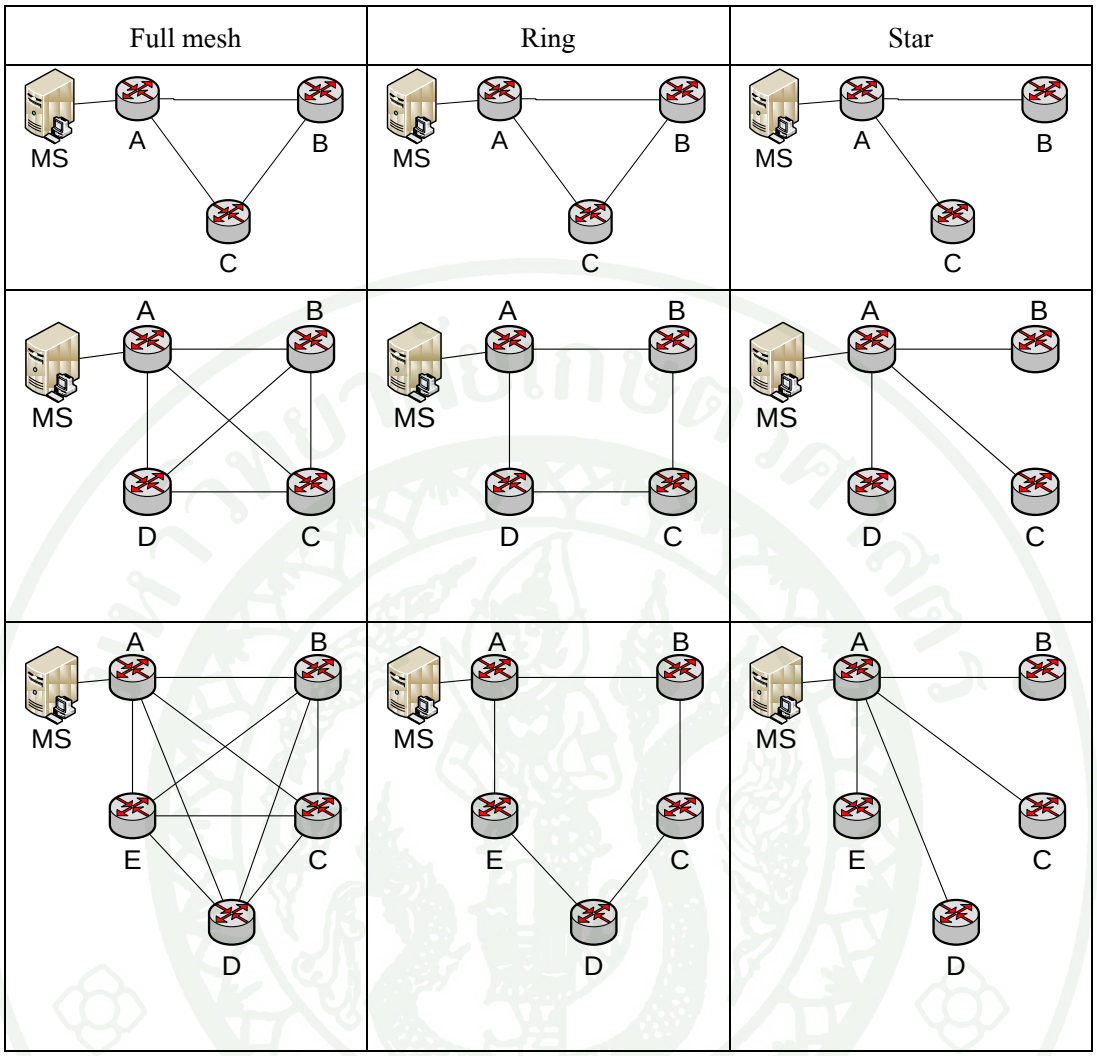
$$T_{sample\ at\ j} \geq T_{delay} \tag{12}$$

$$T_{sample\ at\ j} \geq \sum(n_i\, \Delta_i) \tag{13}$$

3. ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

การทดลอง แบ่งออกเป็นสาม การทดลอง คือ การจำลองเครือข่าย เพื่อทดสอบการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล การนำเครือข่ายจริงมาพิจารณาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล และศึกษาคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลเมื่อระบบมีปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ และความล่าช้าในเครือข่ายมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นจากการวิเคราะห์ตามสมการที่ 11

3.1 การจำลองเครือข่าย เพื่อทดสอบการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ (MS) 1 อุปกรณ์กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) 3, 4 และ 5 อุปกรณ์ตามลำดับ เพื่อให้ทราบว่าลักษณะการเชื่อมต่อ มีผลต่อเทคนิคที่นำเสนอหรือไม่ จึง พิจารณาการทดลองแบ่งลักษณะการเชื่อมต่อออกเป็นสามแบบ คือ Full mesh Ring และ Star แสดงดังภาพที่ 17 เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไป ปริมาณการร้องขอข้อมูลตามแบบแผนการร้องขอข้อมูลโดย K.S. Shin et al. และปริมาณการร้องขอข้อมูลตามแบบแผนการร้องขอข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ ซึ่งมีค่าคาบเวลาความต้องการในการตรวจสอบเครือข่าย เท่ากับ หกนาที และการนับปริมาณการร้องขอข้อมูลเป็นระยะเวลาหกสิบนาที



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะที่เชื่อมต่อเครือข่ายในแบบจำลอง

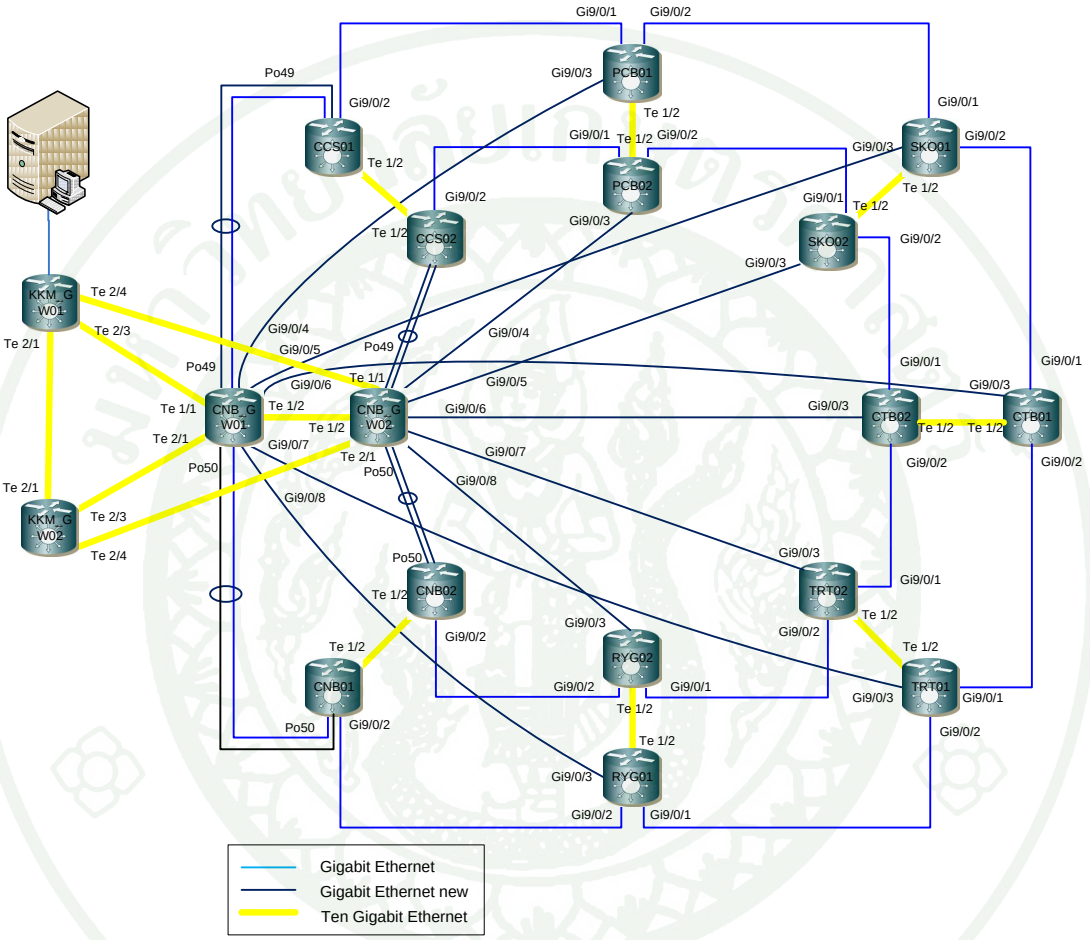
โดยมีรายละเอียดของเครือข่าย ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงรายละเอียด IP address การเชื่อมต่อของเครือข่ายจำลอง

Full mesh				
จำนวนอุปกรณ์ (อุปกรณ์)	อุปกรณ์	IP address(/32)	interface	IP address(/30)
3	A	192.168.0.1	AB	192.168.1.0
	B	192.168.0.2	BC	192.168.1.4
	C	192.168.0.3	AC	192.168.1.8
4	A	192.168.0.1	AB	192.168.1.0
	B	192.168.0.2	BC	192.168.1.4
	C	192.168.0.3	CD	192.168.1.8
	D	192.168.0.4	AC	192.168.1.20
			AD	192.168.1.24
			BD	192.168.1.28
5	A	192.168.0.1	AB	192.168.1.0
	B	192.168.0.2	BC	192.168.1.4
	C	192.168.0.3	CD	192.168.1.8
	D	192.168.0.4	DE	192.168.1.12
	E	192.168.0.5	AE	192.168.1.16
			AC	192.168.1.20
			AD	192.168.1.24
			BD	192.168.1.28
			BE	192.168.1.32
			CE	192.168.1.36

หมายเหตุ ในการเชื่อมต่อ ของเครือข่ายจำลองลักษณะ Ring และ Star มีรายละเอียด ข้อมูลเหมือนกับเครือข่ายจำลองลักษณะ Full mesh แตกต่างกันที่จำนวนการเชื่อมต่อที่น้อยกว่า

3.2 การนำเครือข่ายจริงซึ่งข้อมูลบางอย่างจำลองขึ้นเพื่อความปลอดภัยมาพิจารณาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล ซึ่งเครือข่ายที่นำมามีการเชื่อมต่อดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อเครือข่ายจริง

ที่มา: บมจ.ทีโอที (2009)

- รายละเอียด IP address อุปกรณ์ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงรายละเอียด IP address อุปกรณ์

อุปกรณ์	IP address loopback0
KKM_GW01	172.21.0.3
KKM_GW02	172.21.0.4
CNB_GW01	172.21.0.7
CNB_GW02	172.21.0.8
CCS01	172.21.7.1
CCS02	172.21.7.2
CTB01	172.21.7.3
CTB02	172.21.7.4
CNB01	172.21.7.5
CNB02	172.21.7.6
PCB01	172.21.7.7
PCB02	172.21.7.8
RYG01	172.21.7.9
RYG02	172.21.7.10
SKO01	172.21.7.11
SKO02	172.21.7.12
TRT01	172.21.7.13
TRT02	172.21.7.14

- รายละเอียด IP address การเชื่อมต่ออุปกรณ์ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงรายละเอียด IP address การเชื่อมต่อของอุปกรณ์

อุปกรณ์	interfaces	IP address	อุปกรณ์	interfaces	IP address
KKM_GW01	Te 2/1	172.31.0.25	KKM_GW02	Te 2/1	172.31.0.26
	Te 2/3	172.31.0.29		Te 2/3	172.31.0.129
	Te 2/4	172.31.0.33		Te 2/4	172.31.0.133
CNB_GW01	Gi 9/0/4	172.31.8.1	CNB_GW02	Gi 9/0/4	172.31.8.129
	Gi 9/0/5	172.31.8.5		Gi 9/0/5	172.31.8.133
	Gi 9/0/6	172.31.8.9		Gi 9/0/6	172.31.8.137
	Gi 9/0/7	172.31.8.13		Gi 9/0/7	172.31.8.141
	Gi 9/0/8	172.31.8.17		Gi 9/0/8	172.31.8.145
	Te 1/1	172.31.0.30		Te 1/1	172.31.0.34
	Te 1/2	172.31.7.33		Te 1/2	172.31.7.34
	Te 2/1	172.31.0.130		Te 2/1	172.31.0.134
	Po 49	172.31.7.1		Po 49	172.31.7.129
	Po 50	172.31.7.30		Po 50	172.31.7.158
CCS01	Gi 9/0/2	172.31.7.5	CCS02	Gi 9/0/2	172.31.7.133
	Te 1/2	172.31.7.37		Te 1/2	172.31.7.38
	Po 49	172.31.7.2		Po 49	172.31.7.130
CTB01	Gi 9/0/1	172.31.7.14	CTB02	Gi 9/0/1	172.31.7.142
	Gi 9/0/2	172.31.7.17		Gi 9/0/2	172.31.7.145
	Gi 9/0/3	172.31.8.10		Gi 9/0/3	172.31.8.138
	Te 1/2	172.31.7.49		Te 1/2	172.31.7.50
CNB01	Gi 9/0/2	172.31.7.26	CNB02	Gi 9/0/2	172.31.7.154
	Te 1/2	172.31.7.61		Te 1/2	172.31.7.62
	Po 50	172.31.7.29		Po 50	172.31.7.157
PCB01	Gi 9/0/1	172.31.7.6	PCB02	Gi 9/0/1	172.31.7.134
	Gi 9/0/2	172.31.7.9		Gi 9/0/2	172.31.7.137

ตารางที่ 8 (ต่อ)

อุปกรณ์	interfaces	IP address	อุปกรณ์	interfaces	IP address
	Gi 9/0/3	172.31.8.2		Gi 9/0/3	172.31.8.130
	Te 1/2	172.31.7.41		Te 1/2	172.31.7.42
RYG01	Gi 9/0/1	172.31.7.22	RYG02	Gi 9/0/1	172.31.7.150
	Gi 9/0/2	172.31.7.25		Gi 9/0/2	172.31.7.153
	Gi 9/0/3	172.31.8.18		Gi 9/0/3	172.31.8.146
	Te 1/2	172.31.7.57		Te 1/2	172.31.7.58
SKO01	Gi 9/0/1	172.31.7.10	SKO02	Gi 9/0/1	172.31.7.138
	Gi 9/0/2	172.31.7.13		Gi 9/0/2	172.31.7.141
	Gi 9/0/3	172.31.8.6		Gi 9/0/3	172.31.8.134
	Te 1/2	172.31.7.45		Te 1/2	172.31.7.46
TRT01	Gi 9/0/1	172.31.7.18	TRT02	Gi 9/0/1	172.31.7.146
	Gi 9/0/2	172.31.7.21		Gi 9/0/2	172.31.7.149
	Gi 9/0/3	172.31.8.14		Gi 9/0/3	172.31.8.142
	Te 1/2	172.31.7.53		Te 1/2	172.31.7.54

โดยที่ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) คือ Intel Xeon processor 3600 series หน่วยความจำ 4 GB และอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) คือ เร้าเตอร์ Cisco 7609 จำนวน 18 อุปกรณ์ ซึ่งสามารถศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพได้จากภา คผนวก ค จำนวนข้อมูลที่ต้องการร้องขอทั้งหมดประกอบไปด้วยข้อมูลการใช้งานเครือข่าย (interface utilization) 78 ข้อมูล แบ่งเป็นขาเข้า (Inbound) และขาออก (outbound) ของแต่ละอุปกรณ์ รวมจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการร้องขอ 156 ข้อมูล ในการเก็บข้อมูลใช้แอปพลิเคชั่นที่ชื่อว่า Wire shark เก็บข้อมูล ณ ตำแหน่งการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) กับ อุปกรณ์ KKM_GW01 เป็นเวลาหกสิบนาที ร้องขอข้อมูลทุก 300 วินาที แบ่งเก็บสามครั้งคือ ขณะที่มีการใช้งานเครือข่ายไม่เกิน 20 % (Light-weight) ขณะที่มีการใช้งานเครือข่ายระหว่าง 20 % ถึง 80 % (Medium-weight) และขณะที่มีการใช้งานเครือข่าย 80 % ขึ้นไป (Heavy-weight) ดังแสดงตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลจากแอปพลิเคชั่นในภาคผนวก ง ซึ่งผลที่ได้จะประกอบไปด้วยคอลัมม์จำนวนหกคอลัมม์ คือ

- No. คือ ลำดับของข้อความ
- Time คือ เวลาการส่งรับข้อความ
- Source คือ ที่อยู่อุปกรณ์ที่ส่งข้อความ
- Destination คือ ที่อยู่อุปกรณ์ปลายทางข้อความ
- Protocol คือ ชนิดของมาตรการสื่อสาร
- Info คือ ชนิดของข้อความ

โดยการนำค่าข้อมูลมาใช้ค่าตัวแปร $t_1 + t_6$ ซึ่งเป็นเวลาความล่าช้าที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล (MS)ได้จากค่าความแตกต่างระหว่างเวลาของข้อความตอบกลับ (Get response) กับข้อความร้องขอ (Get request) ของข้อมูลถัดไป ของทุกลำดับนำมาหาค่าเฉลี่ย และค่าตัวแปร $t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ ซึ่งเป็นเวลาความล่าช้าที่เกิดจาก เตรือข่าย ได้จากค่าความแตกต่างระหว่างเวลาของข้อความร้องขอ (Get request) กับข้อความตอบกลับ (Get response) ของข้อมูลชุดนั้น หรือก็คือ ที่อยู่อุปกรณ์ที่ส่งข้อความร้องขอ เท่ากับ ที่อยู่อุปกรณ์ปลายทางข้อความตอบกลับ และที่อยู่อุปกรณ์ปลายทางข้อความร้องขอ เท่ากับ ที่อยู่อุปกรณ์ที่ส่งข้อความตอบกลับ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยทุกครั้งการร้องขอข้อมูล ได้ค่าเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยที่ได้จากการเก็บข้อมูลเครือข่ายจริง

ภาระของเครือข่าย	ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่ MS (ms)	ค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย (ms)
Light-weight	0.987	2.718
Medium-weight	0.101	2.722
Heavy-weight	0.104	6.778

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่ายแสดงแยกแต่ละอุปกรณ์ในส่วนผลการทดลองตารางที่ 12

จากค่าข้อมูลในตารางที่ 9 พบว่าการเก็บข้อมูล ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล (MS) ครั้งที่หนึ่ง คือ ขณะที่มีภาระการใช้งานเครือข่าย แบบต่างๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ในส่วนค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย ขณะที่มีภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Light-weight และ Medium-weight มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นสองครั้ง คือ ขณะที่มีภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Medium-weight จะใช้ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่อุปกรณ์ที่ทำ

หน้าที่ร้องขอข้อมูล : MS($t_1 + t_6$) เท่ากับ 1 มิลลิวินาที และค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย ($t_2 + t_3 + t_4 + t_5$) เท่ากับ 2.72 มิลลิวินาที ขณะที่มีภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Heavy-weight จะใช้ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล : MS($t_1 + t_6$) เท่ากับ 1 มิลลิวินาที และค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย($t_2 + t_3 + t_4 + t_5$) เท่ากับ 6.778 มิลลิวินาที

3.3 ศึกษาคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล จากสมการที่ 10 โดยพื้นฐานค่าตัวแปรจากเครือข่ายจริงในข้อ 3.2 คือ ปริมาณอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เท่ากับ 18 อุปกรณ์ ปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เท่ากับ 156 ข้อมูล ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล (MS) เท่ากับ 1 มิลลิวินาที และค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย เท่ากับ 2.72 และ 6.778 มิลลิวินาที เพื่อวิเคราะห์ระบบเมื่อ มีปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการและความล่าช้าในเครือข่ายมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นโดยการพิจารณา เปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นจะพิจารณาเพิ่มขึ้นทุกอุปกรณ์ในระบบด้วยอัตราที่เท่ากัน โดยในการพิจารณาจะทำกา รพิจารณาเพิ่มอัตรา ปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เป็น 0% 25% 50% และ 75% ยกตัวอย่างเช่น เพิ่มขึ้น 25% คือการเพิ่มจำนวนข้อมูลของอุปกรณ์ ที่ถูกบริหารจัดการทุกอุปกรณ์ อุปกรณ์ละ 25% จากจำนวนข้อมูลเดิม ดังแสดงในตารางที่ 10 และในการเพิ่มอัตราปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ ในแต่ละครั้งจะเพิ่ม ความล่าช้าในเครือข่ายซึ่งอัตราการเพิ่มขึ้นจะพิจารณาเพิ่มขึ้น ทั้งเส้นทางตั้งแต่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) ยกตัวอย่างเช่น ระหว่างทาง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) เกิดการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายที่มีผลกระทบต่อความล่าช้าของเครือข่าย อาธิเช่น อุปกรณ์ระหว่างทางเกิดภาระการประมวลผลเพิ่มขึ้น มีการใช้ขนาดช่องสัญญาณ ขนาดช่องสัญญาณ ระยะทางระหว่างอุปกรณ์ เพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดผลกระทบต่อต่อความล่าช้าของเครือข่ายเดิมเพิ่มขึ้น 25 % หมายถึง เกิดความล่าช้าในทุกเส้นทาง ระหว่างทางอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) เพิ่มขึ้นเส้นทางละ 25 %

ตารางที่ 10 แสดงรายละเอียดอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลที่ต้องการร้องขอ

อัตราการเพิ่มขึ้น (%)	Interface ทั้งหมดในระบบ	ปริมาณข้อมูลที่ต้องการร้องขอ
0	78	156
25	98	195
50	117	234
75	137	273

หมายเหตุ ณ อัตราที่ 25% และ 75% จะมี 1 interface ที่ร้องขอข้อมูลขาเข้าหรือขาออกเพียง 1 ข้อมูล

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลการทดลองการจำลองเครือข่ายเพื่อทดสอบการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล นำเสนอในลักษณะตารางเปรียบเทียบปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไป ปริมาณการร้องขอข้อมูลตามแบบแผนการร้องขอข้อมูลโดย K.S. Shin et al. และปริมาณการร้องขอข้อมูลตามแบบแผนการร้องขอข้อมูลที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ ในลักษณะการเชื่อมต่อออกเป็นสามแบบ คือ Full mesh Ring และ Star ดังแสดงในตารางที่ 11 ผลการทดลองที่แสดงจะแสดงจำนวนของข้อความ (Number of SNMP messages) ที่ใช้ติดต่อรหว่าง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ กับอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ แทนการแสดงปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยตรง เนื่องจากในแบบแผน การร้องขอข้อมูลโดยทั่วไปประกอบไปด้วยการส่งข้อความร้องขอ (get-request) และข้อความตอบกลับ (get-response) นับเป็นการร้องขอข้อมูลหนึ่งครั้ง ในแบบแ ผนของ K.S. Shin et al. ได้เสนอแนวคิดลด การส่งข้อความร้องขอ (get-request) ทำให้เหลือเพียงการส่ง ข้อความตอบกลับ (get-response) เพียงอย่างเดียว ถ้าพิจารณาปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยตรง การร้องขอข้อมูลด้วยแบบแผนนี้จะมีค่าเท่ากับปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไป เนื่อง จากการส่งข้อความตอบกลับ (get-response) หนึ่งครั้งนับเป็น การร้องขอข้อมูลหนึ่งครั้ง

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณการร้องขอข้อมูลเป็นระยะเวลา 60 นาที

Full mesh

Number of MA	Number of SNMP messages		
	General polling	K.S. Shin et al.	Proposed method
3	240	126	66
4	480	248	128
5	800	410	210

Ring

Number of MA	Number of SNMP messages		
	General polling	K.S. Shin et al.	Proposed method
3	240	126	66
4	320	168	88
5	400	210	110

Star

Number of MA	Number of SNMP messages		
	General polling	K.S. Shin et al.	Proposed method
3	160	86	46
4	240	128	68
5	320	170	90

2. ผลการทดลองการนำเครือข่ายจริงมาพิจารณาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล ในเครือข่ายจริงต้องรองรับบริการทุกบริการ ในภาพที่ 18 เครือข่ายมีอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการทั้งหมด 18 อุปกรณ์ จำนวนข้อมูลที่ต้องการร้องขอทั้งหมดประกอบไปด้วยข้อมูลการใช้งานเครือข่าย (interface utilization) 78 ข้อมูลแบ่งเป็นขาเข้า (Inbound) และขาออก (outbound) ของแต่ละอุปกรณ์ รวมจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการร้องข อ 156 ข้อมูล จากสมการความความสัมพันธ์ ระหว่างความต้องการในการตรวจสอบโดยพิจารณาจากบริการที่ใช้งานในเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูลเมื่อเพิ่มปริมาณการร้องขอข้อมูลขึ้นไปเรื่อยจนถึงจุดที่เหมาะสม จากสมการที่ 11 คำนวนหาคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการ โดยเวลาการเข้าถึงอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) มีค่าไม่เท่ากัน

$$T_{delay} \geq \sum(n_i \Delta_i) \tag{11}$$

พิจารณาเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลแต่ละ อุปกรณ์ อุปกรณ์ (Δ_i) ที่ถูกบริหารจัดการจากการเก็บข้อมูลเครือข่ายจริง โดยค่าเวลาความล่าช้าในอุปการณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ ($t_1 + t_6$) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1 ms ความล่าช้าในเครือข่าย ($t_2 + t_3 + t_4 + t_5 : t_{RTT}$) โดยเฉลี่ยซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละเส้นทาง แสดงดังตารางที่ 12 และการพิจารณาเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลแต่ละอุปกรณ์อุปกรณ์ แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 แสดงค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่ายโดยเฉลี่ยของแต่ละอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ	ค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่ายโดยเฉลี่ย : t_{RTT} (ms)	
	การใช้งานเครือข่ายไม่เกิน 80 %	การใช้งานเครือข่ายเกิน 80 %
KKM_GW01	1	3
KKM_GW02	2	3
CNB_GW01	2	5
CNB_GW02	2	5
CCS01	3	7
CCS02	3	7
CTB01	3	6
CTB02	3	6
CNB01	3	8
CNB02	3	8
PCB01	3	8
PCB02	3	8
RYG01	3	6
RYG02	3	6
SKO01	3	9
SKO02	3	9
TRT01	3	9
TRT02	3	9

หมายเหตุ t_{RTT} เท่ากับ $t_2 + t_3 + t_4 + t_5$

ตารางที่ 13 แสดงการคำนวนหาค่าเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลแต่ละอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ

อุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ	Δ (ms)	n	$n\Delta$ (ms)
KKM_GW01	2	6	12
KKM_GW02	3	6	18
CNB_GW01	3	20	60
CNB_GW02	3	20	60
CCS01	4	6	24
CCS02	4	6	24
CTB01	4	8	32
CTB02	4	8	32
CNB01	4	6	24
CNB02	4	6	24
PCB01	4	8	32
PCB02	4	8	32
RYG01	4	8	32
RYG02	4	8	32
SKO01	4	8	32
SKO02	4	8	32
TRT01	4	8	32
TRT02	4	8	32

หมายเหตุ Δ เท่ากับ $t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$ คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูล 1 ข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการร้องขอ

n คือ จำนวนข้อมูลของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการแต่ละอุปกรณ์

$n\Delta$ คือ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลของอุปกรณ์ที่ต้องการร้องขอทั้งหมดในแต่ละอุปกรณ์

$$T_{delay} \geq \sum(n_i\, t_i) \quad (11)$$

$$T_{delay} \geq 566 \text{ ms}$$

ในส่วนการใช้งานเครือข่ายเกิน 80% วิธีคำนวนดังตารางที่ 13 ซึ่งจะได้ค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการ (T_{delay}) เท่ากับ 1180 ms จากสมการที่ 12 ความความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการในการตรวจสอบโดยพิจารณาจากบริการที่ใช้งานในเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูล เมื่อเพิ่มปริมาณการร้องขอข้อมูลขึ้นไปเรื่อยจนถึงจุดที่เหมาะสม นำมาพิจารณาเครือข่ายว่าสามารถรองรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายโดยไม่เกิดปัญหาได้ในแต่ละบริการ ดังแสดงในตารางที่ 14 เมื่อค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการเท่ากับ 566 มิลลิวินาที และตารางที่ 15 เมื่อค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการเท่ากับ 1180 มิลลิวินาที

$$T_{sample} \geq T_{delay} \quad (5)$$

ตารางที่ 14 แสดงการพิจารณาเครือข่ายว่าสามารถรองรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงบริการของเครือข่ายโดยไม่เกิดปัญหาเมื่อภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Medium-weight

บริการ	T_{sample} (ms)	$T_{sample} \geq T_{delay}$
Conversational, voice	75	N
Conversational, voice	200	N
Voice, messaging	1000	Y
High quality, streaming audio	5000	Y
Videophone	200	N
One-way	5000	Y
Web-browsing -HTML	2000	Y
Transaction services	2000	Y
Command/control	125	N
Interactive games	100	N
Telnet	100	N
E-mail (server access)	2000	Y
Bulk data transfer/retrieval	30000	Y
Still image	30000	Y
E-mail (server to server transfer)	-	Y
Fax (“real-time”)	15000	Y
Fax (store & forward)	-	Y
Low priority transactions	15000	Y
Usenet	-	Y

หมายเหตุ Y คือ ไม่เกิดปัญหา และ N คือ เกิดปัญหา

ตารางที่ 15 แสดงการพิจารณาเครือข่ายว่าสามารถรองรับการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงบริการของเครือข่ายโดยไม่เกิดปัญหาเมื่อภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Heavy-weight

บริการ	T_{sample} (ms)	$T_{sample} \geq T_{delay}$
Conversational, voice	75	N
Conversational, voice	200	N
Voice, messaging	1000	N
High quality, streaming audio	5000	Y
Videophone	200	N
One-way	5000	Y
Web-browsing -HTML	2000	Y
Transaction services	2000	Y
Command/control	125	N
Interactive games	100	N
Telnet	100	N
E-mail (server access)	2000	Y
Bulk data transfer/retrieval	30000	Y
Still image	30000	Y
E-mail (server to server transfer)	-	Y
Fax (“real-time”)	15000	Y
Fax (store & forward)	-	Y
Low priority transactions	15000	Y
Usenet	-	Y

หมายเหตุ Y คือ ไม่เกิดปัญหา และ N คือ เกิดปัญหา

3. ศึกษาคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลเมื่อระบบมีปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการและความล่าช้าในเครือข่ายมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นจากการวิเคราะห์ตามสมการที่ 11 โดยพื้นฐานค่าตัวแปรจากเครือข่ายจริงในข้อ 3.2 คือ ปริมาณอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เท่ากับ 18 อุปกรณ์ปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เท่ากับ 156 ข้อมูล ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล เท่ากับ 1 มิลลิวินาที และค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย เท่ากับ 2.72 และ6.778 มิลลิวินาที ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 16 และ 17 แล้วนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay}) กับอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่าย (t_{RTT})ณ อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการอัตราต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 19 และ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay})กับอัตราการเพิ่มขึ้นของ ปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ ณ ค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่ายเท่ากับ 2.72 และ6.778 มิลลิวินาที ดังแสดงในภาพที่ 21

ตารางที่ 16 แสดงค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลจากเครือข่ายจริงเมื่อมีการจำลองค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการและค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่ายเมื่อภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Medium-weight

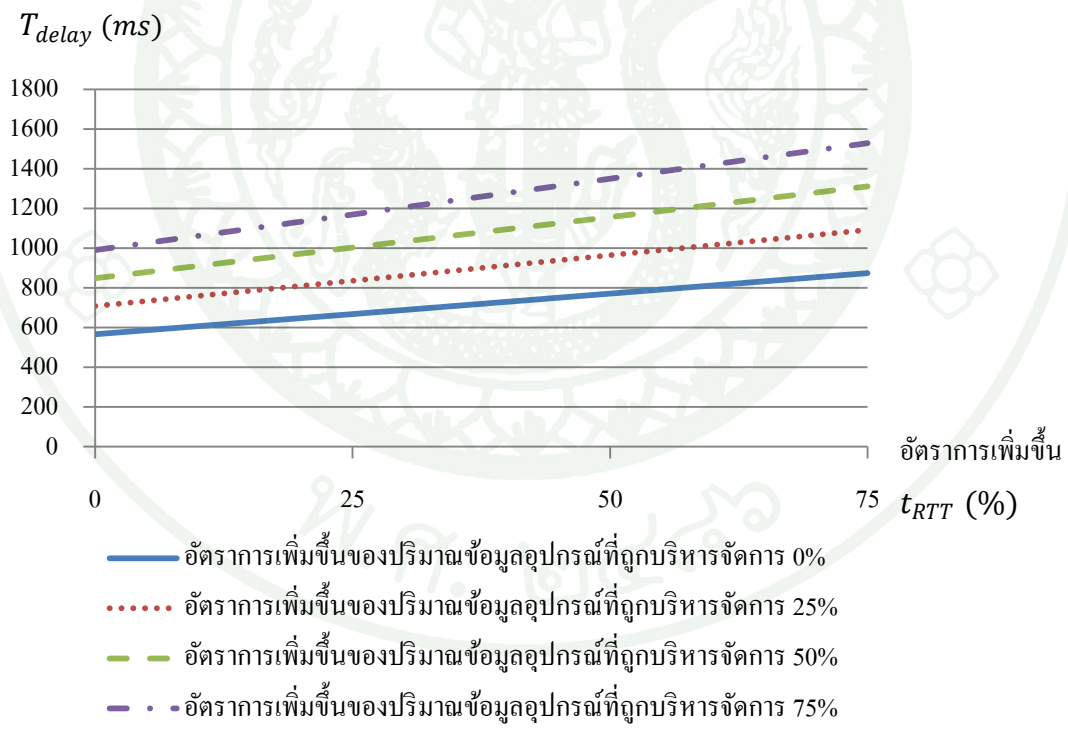
อัตราการเพิ่มขึ้นจากเครือข่ายจริงของ t_{RTT} (%) ในแต่ละเส้นทาง	อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ(%)			
	0	25	50	75
0	566	707.5	849	990.5
25	668.5	835.625	1002.75	1169.875
50	771	963.75	1156.5	1349.25
75	873.5	1091.875	1310.25	1528.625

หมายเหตุ t_{RTT} เท่ากับ $t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ คือ ค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่าย

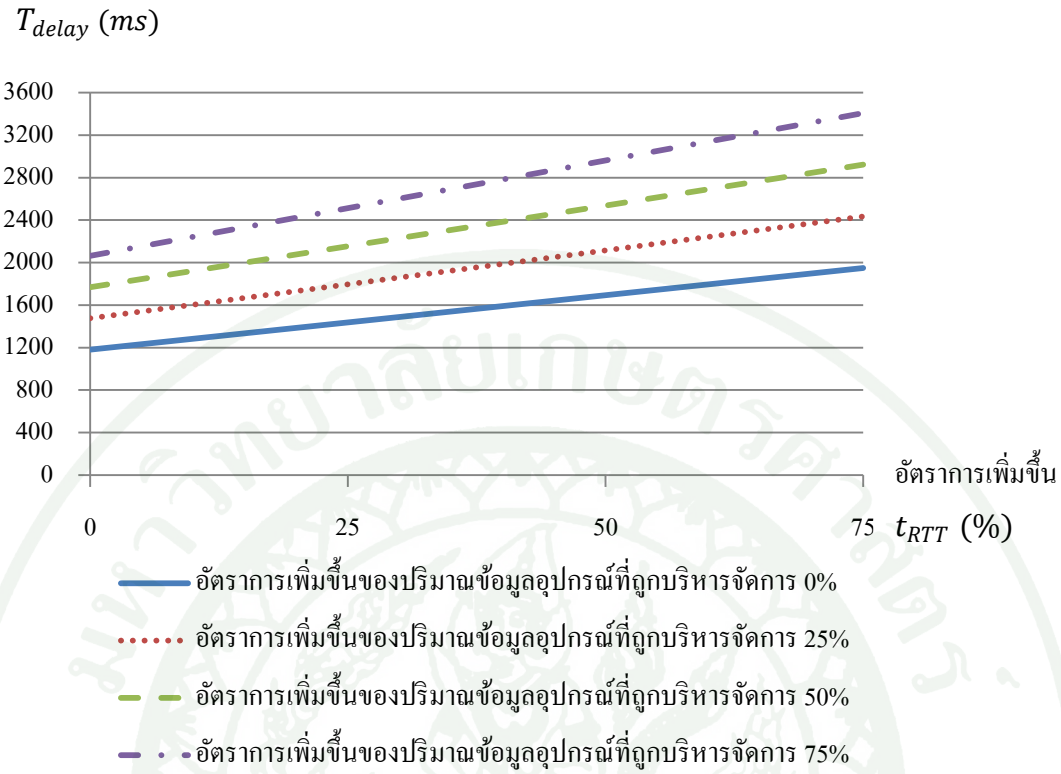
ตารางที่ 17 แสดงค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลจากเครือข่ายจริงเมื่อมีการจำลองค่าอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการและค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่ายเมื่อภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Heavy-weight

อัตราการเพิ่มขึ้นจากเครือข่ายจริงของ t_{RTT} (%) ในแต่ละเส้นทาง	อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ(%)			
	0	25	50	75
0	1180	1475	1770	2065
25	1436	1795	2154	2513
50	1692	2115	2538	2961
75	1948	2435	2922	3409

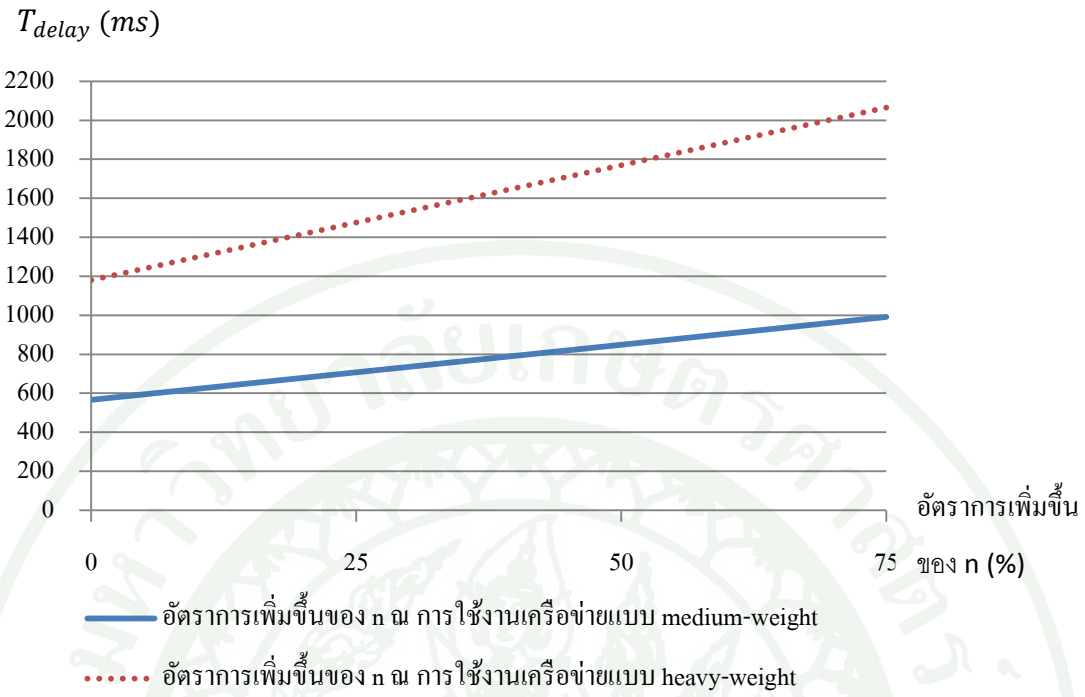
หมายเหตุ t_{RTT} เท่ากับ $t_2 + t_3 + t_4 + t_5$ คือ ค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่าย



ภาพที่ 19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay}) กับอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่าย (t_{RTT})ณ อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการอัตราต่างๆ เมื่อภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Medium-weight



ภาพที่ 20 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay}) กับอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าเวลาความล่าช้าในเครือข่าย (t_{RTT})ณ อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการอัตราต่างๆ เมื่อภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Heavy-weight

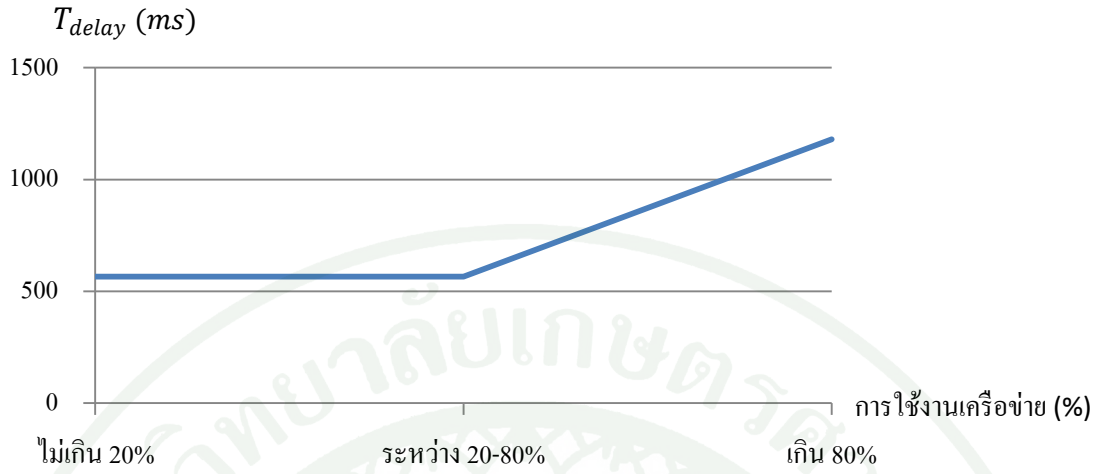


ภาพที่ 21 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay}) กับอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ (n) ที่ต้องการบริหารจัดการ ณ ภาระการใช้งานเครือข่ายแบบ Medium-weight และ Heavy-weight

วิจารณ์

1. วิจารณ์ผลทดลองการจำลองเครือข่ายเพื่อทดสอบการลดปริมาณการร้องขอข้อมูลพบว่า การร้องขอข้อมูลด้วยแบบแผนของผู้วิจัยสามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 72.5 เมื่อเทียบกับการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไปเมื่อมีการ เชื่อมต่อแบบ Full mesh ร้อยละ 72.5 เมื่อเทียบกับการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไปเมื่อมีการเชื่อมต่อแบบ Ring และร้อยละ 71.25 เมื่อเทียบกับการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไปเมื่อมีการ เชื่อมต่อแบบ Star และมีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการเพิ่มขึ้น (MA) ผลการทดลองที่ได้เกิดจากแนวคิดของ K.S. Shin et al. ซึ่งสามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 47.5 โดยประมาณและแนวคิดของผู้วิจัย ซึ่งสามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 50 เมื่อพัฒนาแนวคิดรวมกันจึงได้ผลการทดลองดังกล่าวขึ้นมา

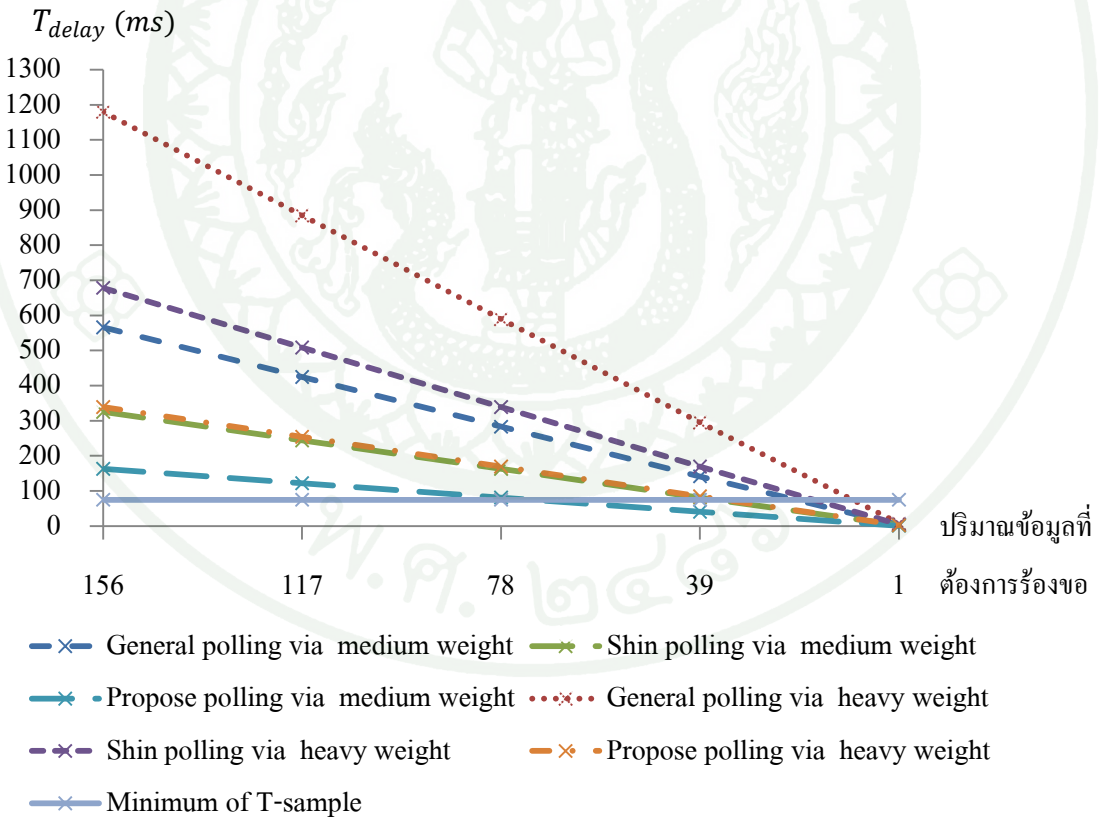
2. วิจารณ์ผลการทดลองการนำเครือข่ายจริงมาพิจารณาความสัมพันธ์ ระหว่าง ความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายกับปริมาณการร้องขอข้อมูลพบว่าผลการทดลองที่ออกมาเป็นการพิจารณาเพื่อใช้อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากปริมาณการร้องขอข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและความสามารถในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหา จากการเก็บข้อมูลเครือข่ายจริง ปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการ เท่ากับ 18 อุปกรณ์ค่าเฉลี่ยความล่าช้าที่อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ร้องขอข้อมูล เท่ากับ 1 มิลลิวินาที และค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่าย เท่ากับ 2.718 มิลลิวินาที ในขณะที่มีการใช้งานเครือข่าย แบบ Light-weight 2.722 มิลลิวินาที ในขณะที่มีการใช้งานแบบ Medium-weight และ 6.778 มิลลิวินาที ในขณะที่มีการใช้งาน แบบ Heavy-weight เมื่อคำนวนเวลาที่กระบวนการร้องขอข้อมูลที่ต้องการใช้ทั้งหมดเพื่อให้ได้ข้อมูลอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการทั้งหมด คือ 566 มิลลิวินาที และ 1180 มิลลิวินาที ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นค่าตัวแปรที่ใช้ตัดสินว่าสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายบริการใดได้บ้างโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหา ดังนั้นเครือข่ายใดที่มีปริมาณการร้องขอข้อมูลคงที่ ในขณะที่มีค่าการ ใช้งานเครือข่ายแตกต่างกัน ค่าคาบเวลาที่ใช้ในการร้องขอ ข้อมูลก็จะแตกต่างกันไปด้วย จากเครือข่ายจริงพบว่า ในขณะที่มีการใช้งานเครือข่ายแบบ Light-weight และแบบ Medium-weight ค่าคาบเวลาที่ใช้ในการร้องร้องข้อมูลไม่แตกต่างกัน แต่ในขณะที่มีการใช้งานเครือข่าย แบบ Heavy-weight จะมีค่าคาบเวลาที่ใช้ในการร้องร้องข้อมูลเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากค่าเฉลี่ยความล่าช้าในเครือข่ายที่มีค่ามากกว่า ดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay}) กับภาระการใช้งานเครือข่ายแบบต่างๆ

3. วิจารณ์ผลการทดลองการ ศึกษาคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลเมื่อระบบมีปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการและ เวลาความล่าช้าในเครือข่ายมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น จากการวิเคราะห์ตามสมการที่ 10 และจากภาพที่ 19 ,20 พบว่า ณ การเพิ่มอัตรา จำนวนข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ เมื่อเวลาความล่าช้าของเครือข่ายมีอัตราการเพิ่มขึ้น พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าคาบเวลาที่กระบวนการต้อง การ จะมีอัตราการเพิ่มขึ้น ในแต่ละ อัตราการเพิ่มขึ้น ของเวลาความล่าช้าของเครือข่าย มีค่าเท่ากัน ไม่ว่าจะเป็น จำนวนข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ที่แตกต่างกันหรือ ความล่าช้าในเครือข่าย แตกต่างกัน และจากภาพที่ 21 พบว่าการเพิ่มอัตราจำนวนข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ทุกๆ 25% จะทำให้ อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าคาบเวลาที่กระบวนการต้องการเพิ่มขึ้น 25% ตามไปด้วย ซึ่งในแนวคิดของผู้วิจัย สามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยละ 71.25 โดยประมาณ นั้นหมายถึงอัตราจำนวนข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ลดลง 71.25% ซึ่งทำให้ค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการ ลดลงไป 71.25% ตามไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น จาก 566 มิลลิวินาที เป็น 162.725 มิลลิวินาที และจาก 1180 มิลลิวินาที เป็น 339.25 มิลลิวินาที ซึ่งจะใช้ค่านี้เป็นค่าตัวแปรที่ใช้ตัดสินว่าสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายบริการใดได้บ้างโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหา แทนค่าเดิม ซึ่งจากการลดลงของค่า 1180 มิลลิวินาที เป็น 339.25 มิลลิวินาที ทำให้สามารถ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายบริการโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญห าได้เพิ่มขึ้น และถ้าต้องการ ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายบริการโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหา ได้ทุกบริการ ในขณะที่มีการใช้งานเครือข่าย แบบ Light-weight และแบบ

Medium-weight จะต้องมีค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการ น้อยกว่า 75 มิลลิวินาที ซึ่งหมายถึงการลดลง 86.75% ของปริมาณข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ดังนั้น ในการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไปจะต้องลดปริมาณข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ จาก 156 ข้อมูล เป็น 20 ข้อมูล และ ในการร้องขอข้อมูล ตามแนวคิดของผู้วิจัย จะต้องลด ปริมาณ ข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการจาก 156 ข้อมูล เป็น 71 ข้อมูล หรือถ้าต้องการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายบริการโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหา ได้ทุกบริการ ในขณะที่มีการใช้งานเครือข่าย แบบ Heavy-weight จะต้องมีค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการน้อยกว่า 75 มิลลิวินาทีซึ่งหมายถึงการลดลง 93.65% ของปริมาณ ข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ดังนั้น ในการร้องขอข้อมูลโดยทั่วไปจะต้องลด ปริมาณ ข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ จาก 156 ข้อมูล เป็น 9 ข้อมูล และในการร้องขอข้อมูล ตามแนวคิดของผู้วิจัย จะต้องลดปริมาณข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการจาก 156 ข้อมูล เป็น 34 ข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 23 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูล (T_{delay}) กับปริมาณข้อมูลที่ต้องการร้องขอในการร้องขอข้อมูลแบบต่างๆ

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากกระบวนการทำงานตามมาตรฐาน SNMP ในการบริหารจัดการเครือข่าย คาบเวลาที่ใช้ในการร้องขอข้อมูลจะแปรผันตามปริมาณการร้องขอข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการ (MS) ไปยังอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ (MA) ดังนั้น ยิ่งเครือข่ายมีขนาดใหญ่ อุปกรณ์มีจำนวนมาก มีการเชื่อมต่อที่ซับซ้อน คาบเวลาที่ใช้ในก ารร้องขอข้อมูลย่อมเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย การเพิ่มปริมาณของข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการมีผลทำให้เกิดปัญหาต่อกระบวนการการร้องขอข้อมูลที่เรียกว่า ภาวะการสูญหายข้อมูลที่ต้องการร้องขอและภาวะการสูญหายข้อมูลการตรวจสอบเครือข่าย ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอเทคนิคกา รลดปริมาณการร้องขอข้อมูลโดยนำเสนอแบบจำลองเพื่อทดสอบการลดปริมาณการร้องขอข้อมูล ซึ่งถูกพัฒนาบน Cacti Application จำลองในสถาวะแวดล้อมแบบปิด โดยในระบบเครือข่ายไม่มีการให้บริการใดๆ จากการจำลองพบว่าในกรณีที่มีความสัมพันธ์กันจะสามารถลดปริมาณการร้องขอข้อมูลได้ร้อยล ะ 71.25 ถึง 75 โดยประมาณและการพิจารณาความสัมพันธ์ความต้องการในการตรวจสอบเครือข่ายโดยพิจารณาจากบริการกับปริมาณการร้องขอข้อมูลและการนำเครือข่ายจริงมาพิจารณา เพื่อใช้อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากปริมาณการร้องขอข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและความสามารถในการตรวจสอบการเปลี่ยน แปลงของเครือข่ายโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหาซึ่งในการพิจารณาจะเก็บข้อมูลค่าตัวแปรต่างๆจากเครือข่ายจริง ในภาระการใช้งานเครือแบบต่างๆ คือ ขณะที่มีการใช้งานเครือข่าย แบบ Light-weight Medium-weight และ Heavy-weight นำแต่ละครั้ง มาคำนวนหาค่าคาบเวลาที่กระบวนการต้องการใช้เพื่อใช้อธิบายความสามารถในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายโดยที่ไม่ทำให้เกิดปัญหาสำหรับแต่ละบริการ พบว่า ขณะที่มีการใช้งานเครือข่ายแบบ Heavy-weight จะมี ค่าคาบเวลาที่กระบวนการต้องการใช้สูงกว่าภาระการใช้งานเครือข่ ายแบบอื่น แล้วศึกษาคาบเวลาที่ใช้ในกระบวนการร้องขอข้อมูลเมื่อระบบมีปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการและ เวลาความล่าช้าในเครือข่าย มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น พบว่า เมื่อระบบมีปริมาณข้อมูลอุปกรณ์ที่ต้องการบริหารจัดการเพิ่มสูงขึ้นด้วยอัตราค่าคงที่ค่าหนึ่ง ค่าคาบเวลาที่กระบวนการต้องการใช้ก็จะมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นด้วยค่าคงที่ดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็น จำนวนข้อมูลทั้งหมดของอุปกรณ์ที่ถูกบริหารจัดการ ที่แตกต่างกันหรือ ความล่าช้าในเครือข่าย แตกต่างกัน ดังนั้น จากผลการทดลอง ในการนำเสนอเทคนิคของผู้วิจัยจึงพิจารณาลดปริมาณการร้องขอข้อมูลซึ่งส่งผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ด้วยอัตราการลดลงของปริมาณการร้องขอข้อมูล ในอนาคตผู้วิจัยสนใจศึกษาการพัฒนาเทคนิคเข้าไปในแอปพลิเคชั่นเพื่อการใช้งานจริง และพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ต้องการในการร้องขอข้อมูลอื่นๆอีก

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Hwang KC. A SNMP group polling for the management traffic, pp. 797–800. **In: Proceedings of IEEE TENCON'99**, vol. 2, September 1999.

Internet Engineering Task Force. 1990. **RFC1157**. Available Source: http://www.ietf.org/rfc/rfc1157.txt, June 17, 2010.

Internet Engineering Task Force. 1991. **RFC1213**. Available Source: http://www.ietf.org/rfc/rfc1213.txt, June 17, 2010.

International telecommunication Union. 2001. **ITU-T Group 12**. Available Source: http://www.ITU.com, June 17, 2010.

Oppenheim AV, Schafer RW, Buck JR. **Discrete-time signal processing, 2nd ed.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1999.

Said Sayed Ahmed, O. 2008. A Novel Technique for SNMP Bandwidth Reduction: Simulation and Evaluation**. International Journal of Computer Science and Network Security**. Vol.8 No.2.

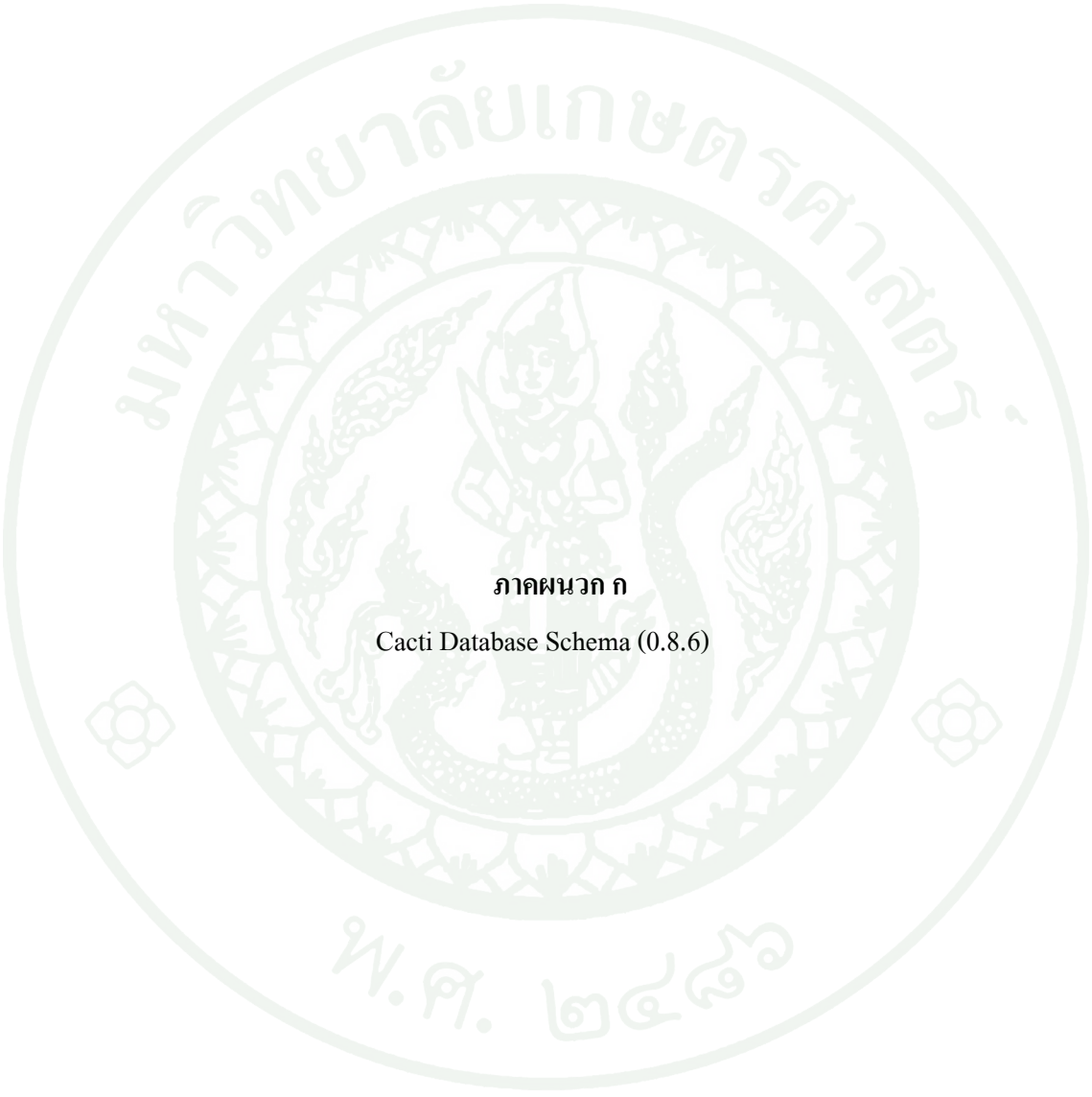
Mohan S. 2008. **Time Division Polling Scheme for Network Management Systems**. In United States Patent, Patent. No.: US 7319671 B1.

Schonwalder, J., Pras, A., Harven, M., Schippers, J. and van de Meent, R. 2007. **SNMP Traffic Analysis: Approaches, Tools, and First Results**. Computer Scient thesis, International University Bremen and University of Twente.

Sik Shin, K., Ha Jung, J., Young Cheon, J. and Bang Choi, S. 2007. Real-time network monitoring scheme based on SNMP for dynamic information. **Journal of Network and Computer Application**. 30: 331-353.

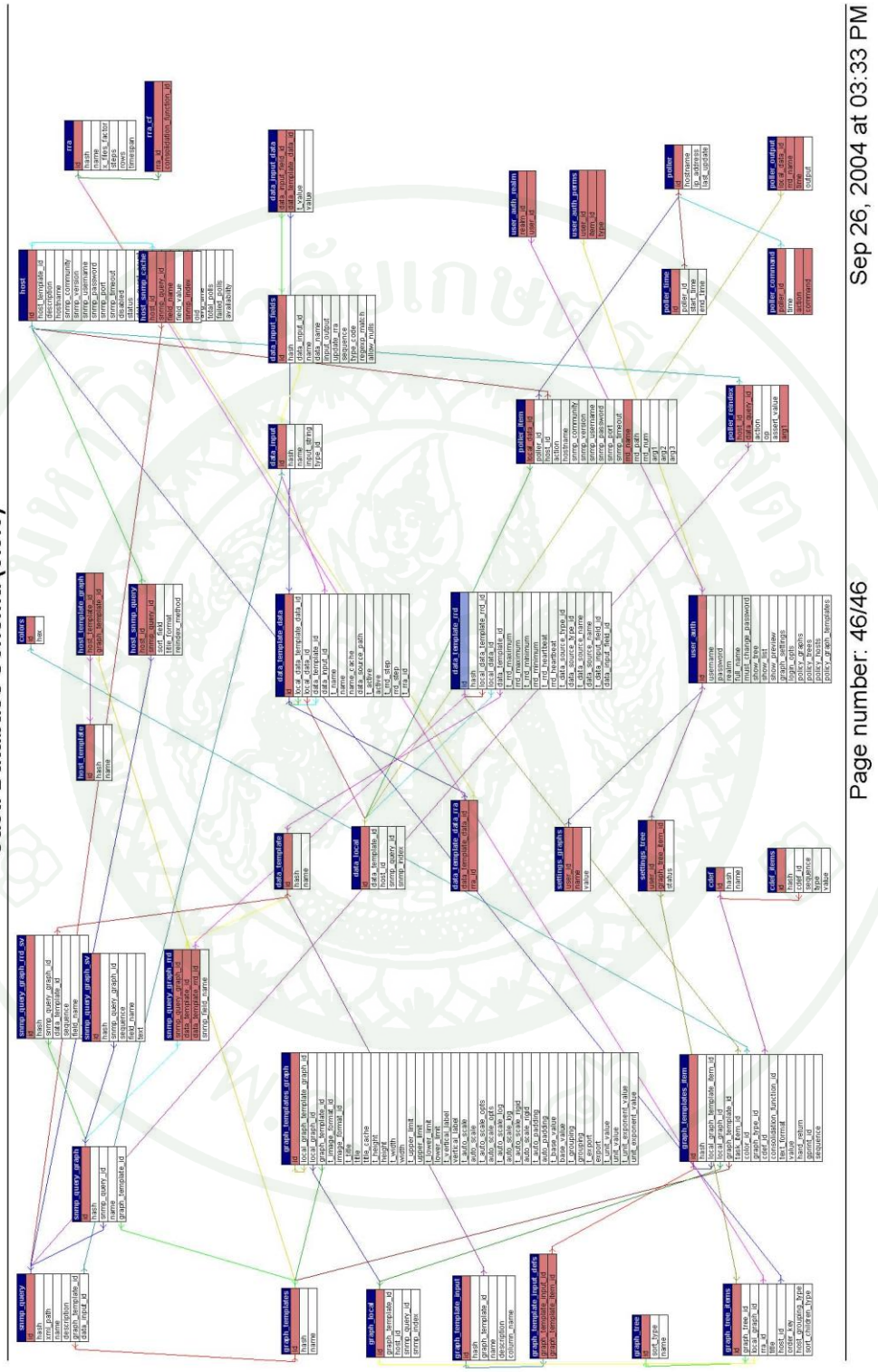
Stallings W. 1999. **SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2.** Third ed. ed. Addison-Wesley, MA.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

Cacti Database Schema (0.8.6)



ภาพผนวกที่ ก1 แสดงแบบแผนฐานข้อมูล Cacti

ภาคผนวก ข

รหัสเทียม

ขั้นตอนการเรียนรู้ความสัมพันธ์และการตรวจสอบความสัมพันธ์

```
<?php
$host = "****";
$user = "****";
$password = "****";

$link = mysql_connect($host, $user, $password);
mysql_query("USE cacti;");
$sql = "CREATE TABLE poller_item_copy SELECT * FROM poller_item";
mysql_query( $sql, $link );
$sql1 = "SELECT * FROM poller_item order by INET_ATON(ip)";
$result = mysql_query($sql1);

$e = 1;
$f = 1;
$g = 1;
$h = 1;
$x = 1;
$y = 1;
while ( $rs = mysql_fetch_array ( $result ) )
{
$arr = explode(".",$rs[ip]);
$a = $arr[0];
$b = $arr[1];
$c = $arr[2];
$d = $arr[3];

if ($a == $e and $b == $f and $c == $g and $d - $h == 1){
```

```
        $sql2 = "DELETE FROM poller_item_copy WHERE ip = '$rs[ip]' AND rrd_name =
'$rs[rrd_name]' ";
        $sql3 = "INSERT INTO relation (hostname,arg1,hostname_relation ,arg1_relation)
values('$x','$y','$rs[hostname]','$rs[arg1]');";
        mysql_query( $sql2, $link );
        mysql_query( $sql3, $link );
}
$arr1 = explode(".",$rs[ip]);
$e = $arr[0];
$f = $arr[1];
$g = $arr[2];
$h = $arr[3];
$x = $rs[hostname];
$y = $rs[arg1];
}

/* ========= Revert =========*/

$sql1 = "SELECT * FROM poller_item order by INET_ATON(ip) desc";
$result = mysql_query($sql1);

$e = 1;
$f = 1;
$g = 1;
$h = 1;

while ( $rs = mysql_fetch_array ( $result ) )
{
$arr = explode(".",$rs[ip]);
$a = $arr[0];
```

```
$b = $arr[1];
$c = $arr[2];
$d = $arr[3];

if ($a == $e and $b == $f and $c == $g and $d - $h == -1){
        $sql2 = "DELETE FROM poller_item_copy WHERE ip = '$rs[ip]' AND rrd_name =
'$rs[rrd_name]' ";
        $sql3 = "INSERT INTO relation (hostname,arg1,hostname_relation ,arg1_relation)
values('$x','$y','$rs[hostname]','$rs[arg1]');";
        mysql_query( $sql2, $link );
        mysql_query( $sql3, $link );
}
$arr1 = explode(".",$rs[ip]);
$e = $arr[0];
$f = $arr[1];
$g = $arr[2];
$h = $arr[3];
$x = $rs[hostname];
$y = $rs[arg1];
}

mysql_close($link);

?>
```

ขั้นตอนการพิจารณานำค่าข้อมูลที่ไม่ได้ถูกทำการร้องขอกลับมา

```
<?php
$packettype = $_POST[pk_type];
$hostname = $_POST[hostname];
$oid = $_POST[oid];
$value = $_POST[value];
$host = "****";
$user = "****";
$password = "****";
$link = mysql_connect($host, $user, $password);
mysql_query("USE cacti;");
$sql1 = "SELECT * FROM relation WHERE hostname = '$hostname' AND arg1 = '$oid'";
$result = mysql_query($sql1);
if ( $num_row = mysql_num_rows($result) ) {
while ( $rs = mysql_fetch_array ( $result ) )
{
echo "Match"."<br>"."Packet Type = " .$packettype. "|---|" ."Hostname = " . $rs["hostname"] . "|--
-|" . "OID = " . $rs["arg1"] . "|---|" . "Value = " . $value."<br>". "Packet Type = " .$packettype. "|--
-|" ."Hostname = " . $rs["hostname_relation"] . "|---|" . "OID = " . $rs["arg1_relation"] . "|---|" .
"Value = " . $value."<br>" ;
}
}
else {
        echo "Not Match"."Packet Type = " .$packettype. "|---|" ."Hostname = " . $hostname . "|--
-|" . "OID = " . $oid . "|---|" . "Value = " . $value."<br>";
}
mysql_close($link);
?>
```

ภาคผนวก ค

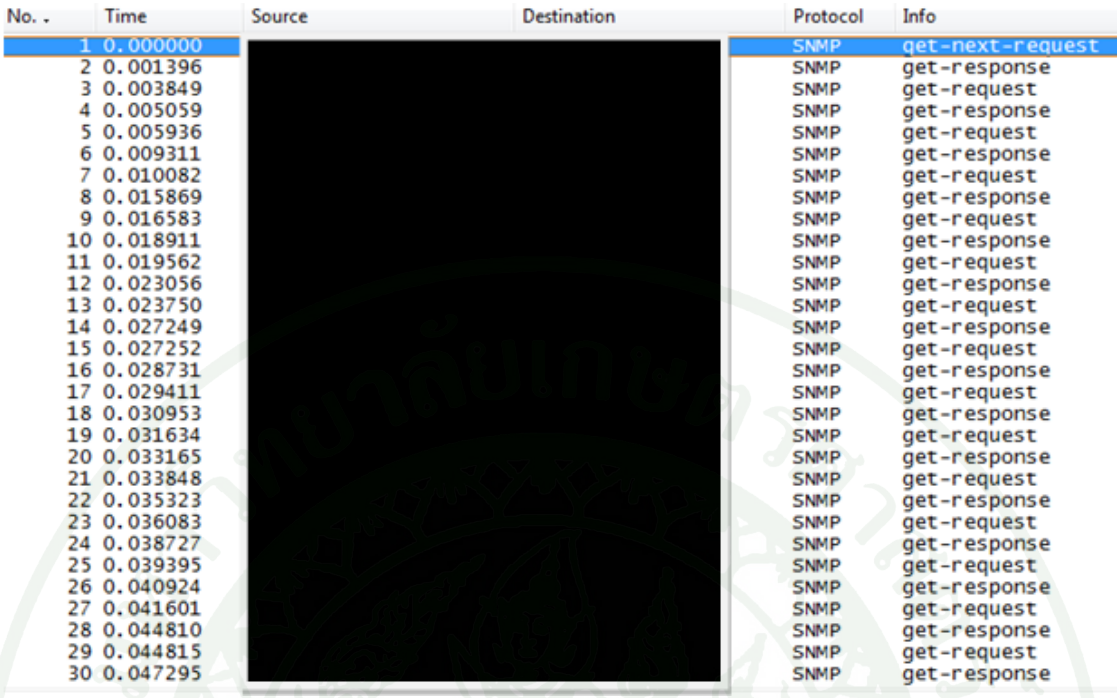
ข้อมูลประสิทธิภาพ Cisco router

Platform	Process Switching		Fast/CEF Switching		EOS?
	PPS	Mbps	PPS	Mbps	
7304-NSE-150			3,500,000(PXF) 800,000(RP)	1,792 409.6	No
7304-NPE-G100			1,099,000	562.69	No
7301	79,000	40.448	1,018,000	521.22	No
7401	20,000	10.24	300,000 (Also has PXF)	153.6	30-Dec-04
7000-RP	2,500	1.28	30,000	15.36	31-Jul-97
7500-RSP2	5,000	2.56	220,000	112.64	16-Feb-03
7500-RSP4/4+	8,000	4.096	345,000	176.64	15-Dec-07
7500-RSP8	22,000	11.264	470,000	240.64	15-Dec-07
7500-RSP16	29,000	14.848	530,000	271.36	15-Dec-07
7500-VIP2/40	Punts to RSP[1]		60,000 – 95,000	30.7 – 48.6	30-Apr-04
7500-VIP2/50	Punts to RSP[1]		90,000 – 140,000	46.1 – 71.7	15-May-03
7500-VIP4/50	Punts to RSP[1]		90,000 – 140,000	46.1 – 71.7	15-Dec-07
7500-VIP4/80	Punts to RSP[1]		140,000 – 210,000	71.7 – 107.5	15-Dec-07
7500-VIP6/80	Punts to RSP[1]		140,000 – 219,000	71.7 – 112.1	15-Dec-07
7600-MSFC2(Sup2)	20,000 (500,000 for software-switched CEF)	10.24 (256.00)	30,000,000 for central forwarding of non-DFC traffic - 15,000,000 for central forwarding on non-DFC traffic with classic line cards[2]	15,360.00 or 7,680.00	1-Mar-07
7600-MSFC2A(Sup32)			15,000,000[2]	7,680.00	No
7600-MSFC3(Sup720)	20,000 (500,000 for software switched CEF)	10.24 (256.00)	30,000,000 for central forwarding of non-DFC traffic – 15,000,000 for central forwarding on non-DFC traffic with classic line cards[2]	15,360.00 or 7,680.00	No
7600-CEF256			15,000,000 per slot[2]	7,680.00	No
7600-dCEF256 (6816)			24,000,000 per slot[2]	12,288.00	No
7600-dCEF720(6724)			24,000,000 per slot[2]	12,288.00	No
7600-dCEF720(67xx)			48,000,000 per slot[2]	24,576.00	No
(ASR1002-F)-ESP2.5			4,420,000	2,263.04	No
ASR1000-ESP5			8,840,000	4,526.08	No
ASR1000-ESP10			17,690,000	9,057.28	No
ASR1000-ESP20			25,430,000	13,020.16	No
10000-PRE1			2,800,000 (Also has 2xPXF)	1,433.60	17-Aug-06
10000-PRE2			6,200,000 (Also has a 4xPXF)	3,174.40	1-Jan-10
10000-PRE3			9,500,000 (Also has a 4xPXF)	4,864.00	No
10000-PRE4			10,000,000(Also has a 4xPXF)	5,120.00	No
10720	50,000	25.6	2,000,000 (Also has a 2xPXF)	1,024.00	No
12000 (Engine 0)			400,000	622.00	No
12000 (Engine 1)			700,000	2,500.00	No
12000 (Engine 2)			4,000,000	2,500.00	No
12000 (Engine 3)			4,000,000	2,500.00	No
12000 (Engine 4/4+)			25,000,000	10,000.00	No

ภาพผนวกที่ ค1 แสดงข้อมูลประสิทธิภาพ Cisco router

ภาคผนวก ง

แสดงตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลจากแอปพลิเคชั่น Wire shark



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	[redacted]		SNMP	get-next-request
2	0.001396			SNMP	get-response
3	0.003849			SNMP	get-request
4	0.005059			SNMP	get-response
5	0.005936			SNMP	get-request
6	0.009311			SNMP	get-response
7	0.010082			SNMP	get-request
8	0.015869			SNMP	get-response
9	0.016583			SNMP	get-request
10	0.018911			SNMP	get-response
11	0.019562			SNMP	get-request
12	0.023056			SNMP	get-response
13	0.023750			SNMP	get-request
14	0.027249			SNMP	get-response
15	0.027252			SNMP	get-request
16	0.028731			SNMP	get-response
17	0.029411			SNMP	get-request
18	0.030953			SNMP	get-response
19	0.031634			SNMP	get-request
20	0.033165			SNMP	get-response
21	0.033848			SNMP	get-request
22	0.035323			SNMP	get-response
23	0.036083			SNMP	get-request
24	0.038727			SNMP	get-response
25	0.039395			SNMP	get-request
26	0.040924			SNMP	get-response
27	0.041601			SNMP	get-request
28	0.044810			SNMP	get-response
29	0.044815			SNMP	get-request
30	0.047295			SNMP	get-response

ภาพผนวกที่ ง1 แสดงตัวอย่างผลการเก็บข้อมูลจากแอปพลิเคชั่น Wire shark

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายสุรเดช วัฒนอุดมโรจน์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	13 ธันวาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (วิศวกรรมศาสตร์คอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกร 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บมจ.ทีโอที 89/2 หมู่ 3 ถ.แจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพ 10210
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนการศึกษาสำหรับพนักงานประจำปี 2552