



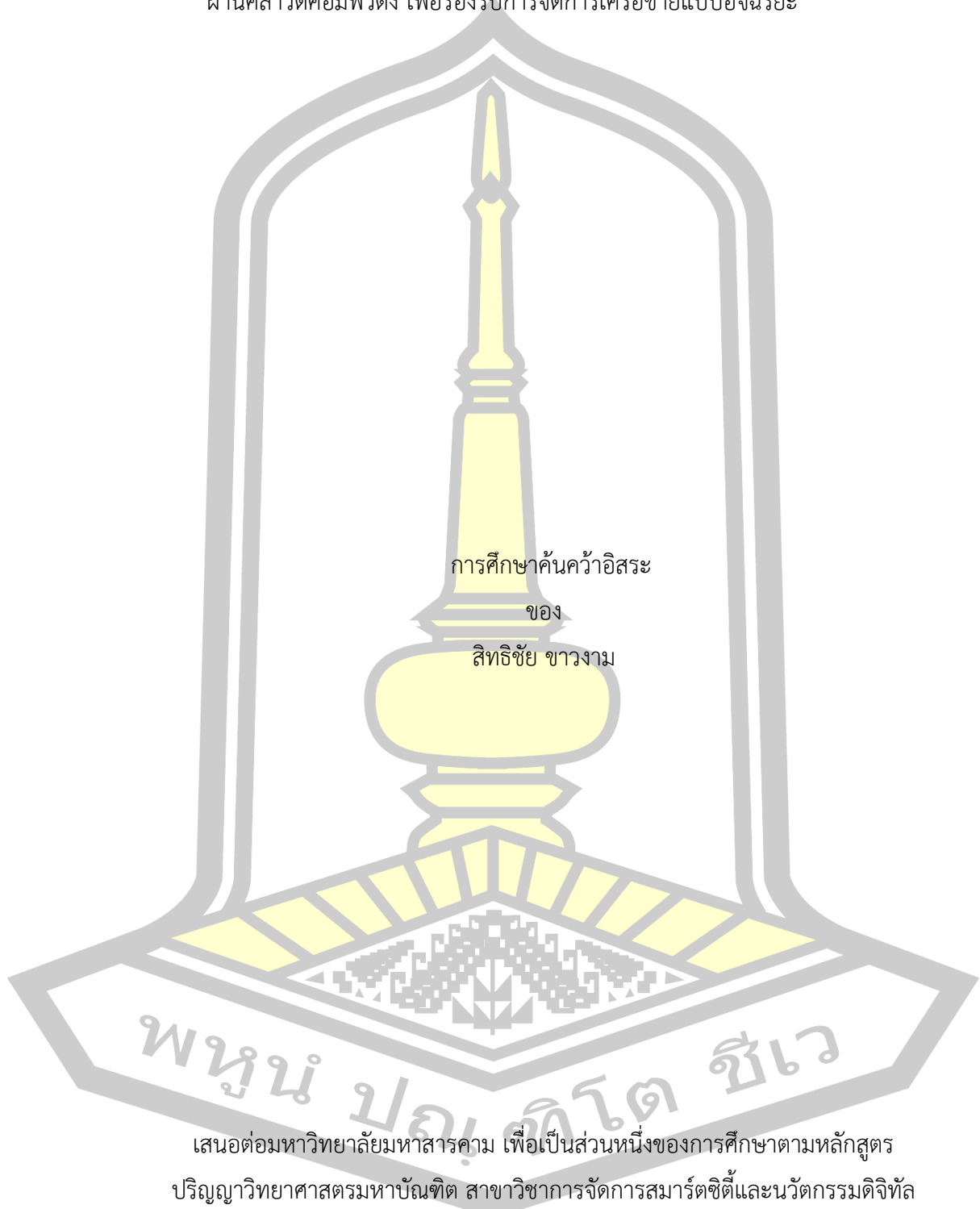
การวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net)
ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ

การศึกษาค้นคว้าอิสระ
ของ
สิทธิชัย ขาวงาม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตีและนวัตกรรมดิจิทัล
ธันวาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net)
ผ่านคลาวด์คอมพิวติง เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ



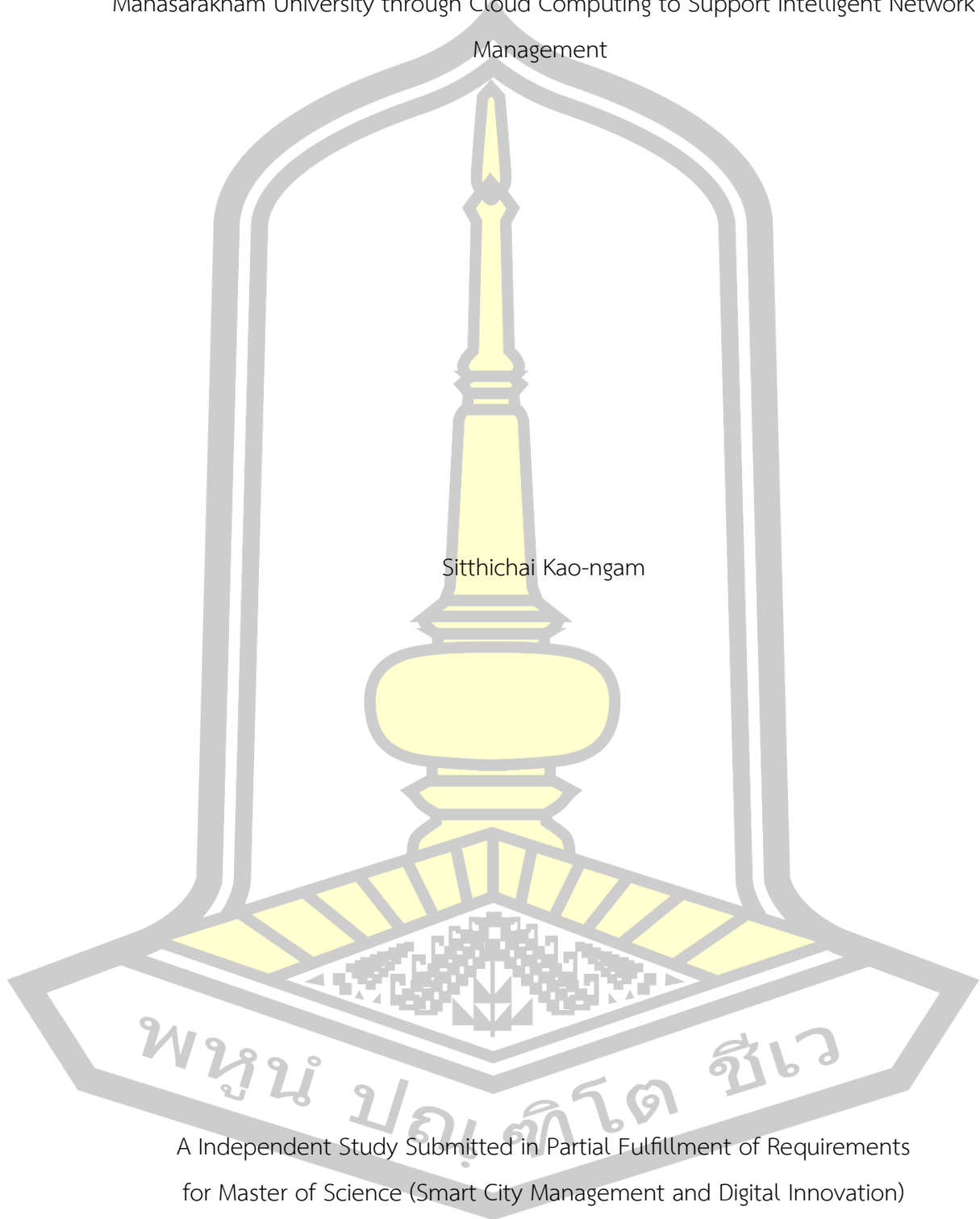
การศึกษาค้นคว้าอิสระ
ของ
สิทธิชัย ขาวงาม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตีและนวัตกรรมดิจิทัล

ธันวาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Efficiency Measuring for Computer Network Management System (MSU-Net) of
Mahasarakham University through Cloud Computing to Support Intelligent Network
Management



Sitthichai Kao-ngam

A Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Science (Smart City Management and Digital Innovation)

December 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระของนาย สิทธิชัย ขาวงาม แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. มณีรัตน์ วงษ์ขี้ม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. จรรยา สาวีถี)

กรรมการ

(อ. ดร. อนุพงศ์ สุขประเสริฐ)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. ชัดชัย แก้วตา)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ผศ. ดร. จรรยา สาวีถี)

คณบดีคณะการบัญชีและการจัดการ

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัย มหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่าย แบบอัจฉริยะ		
ผู้วิจัย	สิทธิชัย ขาวงาม		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรวย สาวิติ		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรม ดิจิทัล
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศที่กำลังได้รับการกล่าวถึงอย่างแพร่หลายในยุคปัจจุบัน การประมวลผลแบบคลาวด์เป็นการให้บริการกับสมาชิกที่เป็นผู้ใช้งานหรือบริการทุกคนสามารถเข้าใช้บริการร่วมกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลและประมวลผลด้วยฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิภาพจากแอปพลิเคชันและบริการต่าง ๆ ในลักษณะที่มีระบบการจัดการด้านความปลอดภัยที่น่าเชื่อถือ ช่วยองค์กรในการจัดสรรการใช้ทรัพยากรข้ามเซิร์ฟเวอร์ เดสก์ท็อปและแอปพลิเคชันได้ สามารถลดต้นทุนเซิร์ฟเวอร์ ฮาร์ดแวร์ และระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ทำให้การจัดการระบบคอมพิวเตอร์ในสถาบันการศึกษาทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ปรับปรุงการเข้าถึงแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ และสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในทุกที่ทุกเวลาได้อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาแนวทางการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผ่านการประมวลผลแบบคลาวด์ เพื่อประเมินและเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะทำให้บุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีความสะดวกในการจัดการและแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพผ่านการประมวลผลแบบคลาวด์ สามารถรองรับการจัดการระบบเครือข่ายแบบอัจฉริยะ และนำเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่ายไปประเมินประสิทธิภาพระบบจัดการกับผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่าย MSU-Net ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อนำเสนอรายงานวิจัยต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเพศ พบว่า ส่วนมากเป็นเพศชาย จำนวน 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 90 เพศหญิง 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 10 อายุ พบว่า ส่วนมากอายุ 41-50 ปี จำนวน 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 40 และอายุ 31-40 อยู่ 51-50 ปี จำนวน 3 ราย คิด

เป็นร้อยละ 30 เท่ากัน ตำแหน่งงาน พบว่า ส่วนมากเป็นนักวิชาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 70 และผู้บริหารจำนวน 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 อายุการทำงาน พบว่า ส่วนมากอายุ 6-10 ปี อายุ 21-25 ปี จำนวนละ 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 และอายุ 11-15 ปี อายุ 16-20 ปี จำนวนละ 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 สาขาที่สำเร็จการศึกษา พบว่า ส่วนมากเป็นสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ คอมพิวเตอร์ศึกษา อื่น ๆ จำนวนละ 1 คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับการศึกษา พบว่า ส่วนมากเป็นปริญญาตรี จำนวน 4 ราย รองลงมาปริญญาโท และปริญญาเอก จำนวนละ 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 ประสบการณ์ทำงาน พบว่า ส่วนมาก อายุ 6-11 ปี จำนวน 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาอายุ 11-15 ปี อายุ 21-25 ปี จำนวนละ 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 และน้อยที่สุด อายุ 16-20 ปี จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ

ระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.89$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า พึงพอใจในการจัดการความปลอดภัย ระดับมากที่สุด ($\mu = 4.52$) และระบบอัตโนมัติ ระดับมากที่สุด ($\mu = 4.50$) รองลงมา คือ การจัดการการตั้งค่า ระดับมาก ($\mu = 4.43$) การปรับขนาดทรัพยากร ระดับมาก ($\mu = 4.42$) การจัดการบัญชี ระดับมาก ($\mu = 4.36$) การจัดการการตั้งค่า ระดับมาก ($\mu = 4.27$) การตรวจสอบตามเวลาจริง ระดับมาก ($\mu = 4.20$) การจัดการประสิทธิภาพ ระดับมาก ($\mu = 4.13$) และการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ ระดับมาก ($\mu = 4.10$) ตามลำดับ

คำสำคัญ : เครือข่ายคอมพิวเตอร์, คลาวด์คอมพิวเตอร์, การจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์

พูน ปณ ทิโต ชีเว

TITLE	Efficiency Measuring for Computer Network Management System (MSU-Net) of Mahasarakham University through Cloud Computing to Support Intelligent Network Management		
AUTHOR	Sitthichai Kao-ngam		
ADVISORS	Assistant Professor Charuay Savithi , Ph.D.		
DEGREE	Master of Science	MAJOR	Smart City Management and Digital Innovation
UNIVERSITY	Mahasarakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

Cloud computing technology is another information technology that is widely discussed in the present era. Cloud computing provides services to members or users, allowing everyone to share services through the internet. It offers data storage and processing capabilities using high-performance hardware, applications, and various services with reliable security management systems. This technology aids organizations in allocating resources across servers, desktops, and applications, helping to reduce server, hardware, and network costs. It simplifies computer system management in educational institutions, making it more efficient, enhancing access to learning applications, and enabling access to information anytime, anywhere. The researcher is therefore interested in studying network management through cloud computing to assess and improve the management efficiency of the university's computer network. This approach would facilitate network administrators in managing and solving issues quickly and efficiently through cloud computing, supporting intelligent network management and enabling the tools used for network management to assess system performance with experts and network administrators responsible for managing the MSU-Net at Mahasarakham University. The research findings will be presented in a report.

The research results show that the general information of respondents

regarding gender reveals that most are male, totaling 9 people (90%), and 1 person is female (10%). Regarding age, most respondents are between 41-50 years old, totaling 4 people (40%), followed by those between 31-40 and 51-60, with 3 people each (30%). Job position findings show that most are computer scientists, totaling 7 people (70%), and 3 are executives (30%). As for years of work experience, the majority have worked between 6-10 and 21-25 years, with 3 people each (30%), followed by those with 11-15 and 16-20 years, with 2 people each (20%). Regarding fields of education, most respondents graduated in computer science, totaling 6 people (60%), with 1 respondent each in computer engineering, business computer, computer education, and other fields (10%). Regarding educational level, most respondents hold a bachelor's degree, totaling 4 people, followed by 3 each with master's and doctoral degrees (30%). Work experience findings reveal that most respondents have 6-11 years of experience, totaling 5 people (50%), followed by those with 11-15 and 21-25 years, with 2 people each (20%), and the least, 16-20 years, with 1 person (10%).

The satisfaction level with the efficiency of cloud-based computer network management tools (MSU-Net) is at the highest level overall ($\mu = 4.89$). When considering each item, satisfaction with security management is at the highest level ($\mu = 4.52$), followed by automation at the highest level ($\mu = 4.50$). The next highest scores are in configuration management ($\mu = 4.43$), resource scaling ($\mu = 4.42$), account management ($\mu = 4.36$), configuration management ($\mu = 4.27$), real-time monitoring ($\mu = 4.20$), performance management ($\mu = 4.13$), and predictive analysis ($\mu = 4.10$), respectively.

Keyword : Computer Network, Cloud Computing, Computer Network Management

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระ(Independent Study) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเสร็จสมบูรณ์ได้จากความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างสูงจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา สาวิติ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่คอยดูแลให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาต่าง ๆ ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ซึ่งผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณในความเมตตาของท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระทุกท่าน ซึ่งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องและให้ข้อคิดเห็นต่อการศึกษานำให้การศึกษาที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ จันทินอก อาจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ชูติมารังสรรค์ อาจารย์ ดร.อริศพัชร สุทธิติ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบสอบถามแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยให้สมบูรณ์ซึ่งผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของคณาจารย์ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ที่ให้ความรู้ให้คำแนะนำและคอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับสถิติที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตอบแบบสอบถามในการศึกษาครั้งนี้คุณค่าและประโยชน์อันมีต่อผู้ที่สนใจศึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้

สิทธิชัย ขาวงาม



สารบัญ

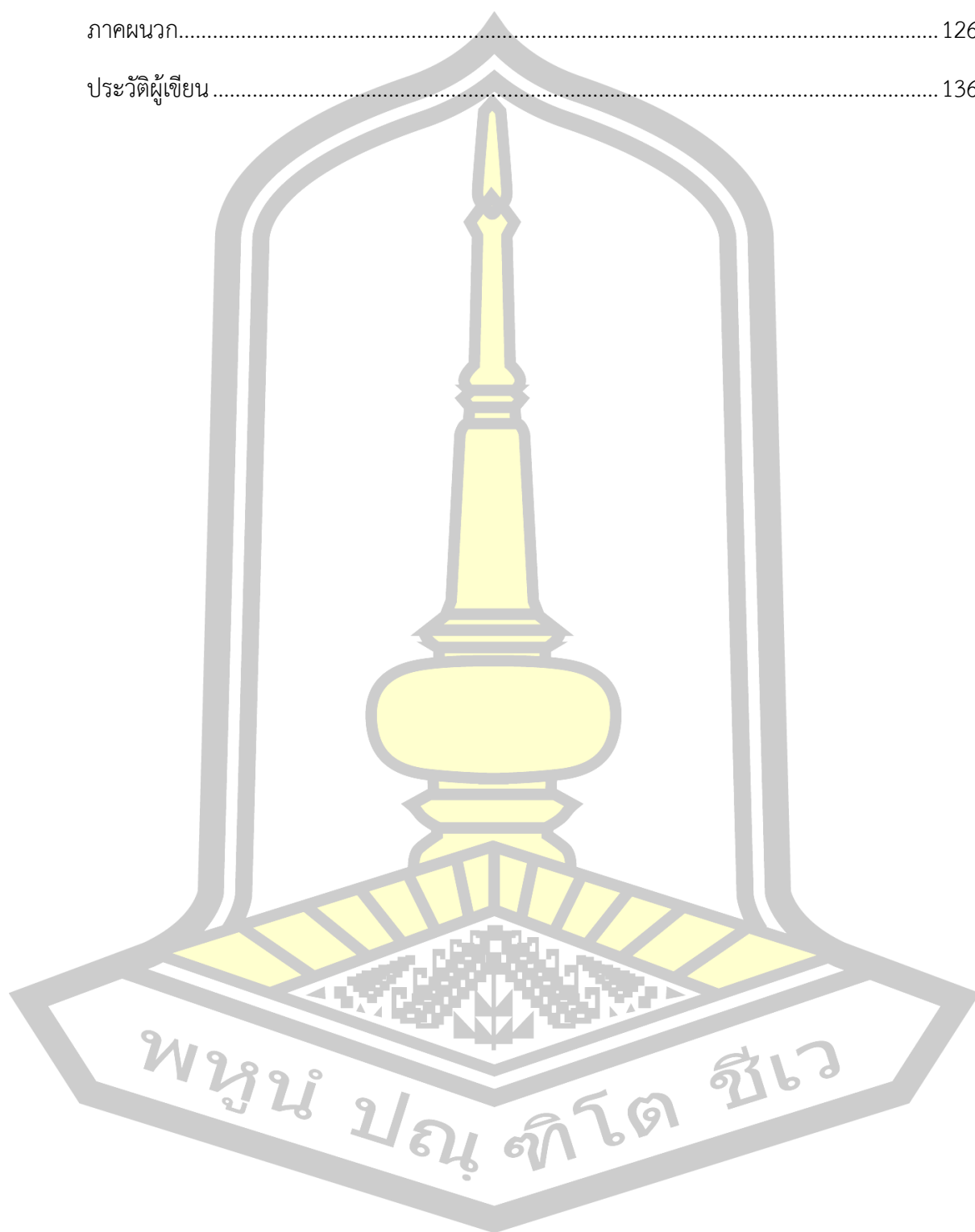
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.6 สมมุติฐานในการวิจัยวิจัย.....	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (Mahasarakham University)	8
2.2 มหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart University).....	10
2.3 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks).....	14
2.4 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net).....	22
2.5 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing).....	26
2.6 การจัดการเครือข่ายอัจฉริยะ (Smart Network Management).....	39

2.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ	46
2.8 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพ.....	51
2.8 โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการเครือข่าย.....	54
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ	71
3.1 ประชากร.....	71
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	71
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	72
3.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย	75
3.6 พื้นที่การดำเนินงานโครงการวิจัย.....	75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม	77
4.2 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	79
4.3 ข้อมูลความสัมพันธ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพ เครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	80
4.4 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัย.....	84
4.5 อธิบายผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์จากโปรแกรม Cacti	85
4.6 อธิบายผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์จากโปรแกรม LibreNMS	99
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	113
5.1 สรุป อภิปรายผลการวิจัยเชิงปริมาณ.....	113
5.2 สรุป อภิปรายผลการทดสอบสมมติฐาน	114
5.3 สรุป อภิปรายผลการวิจัยเชิงคุณภาพ.....	115

บรรณานุกรม..... 118

ภาคผนวก..... 126

ประวัติผู้เขียน..... 136



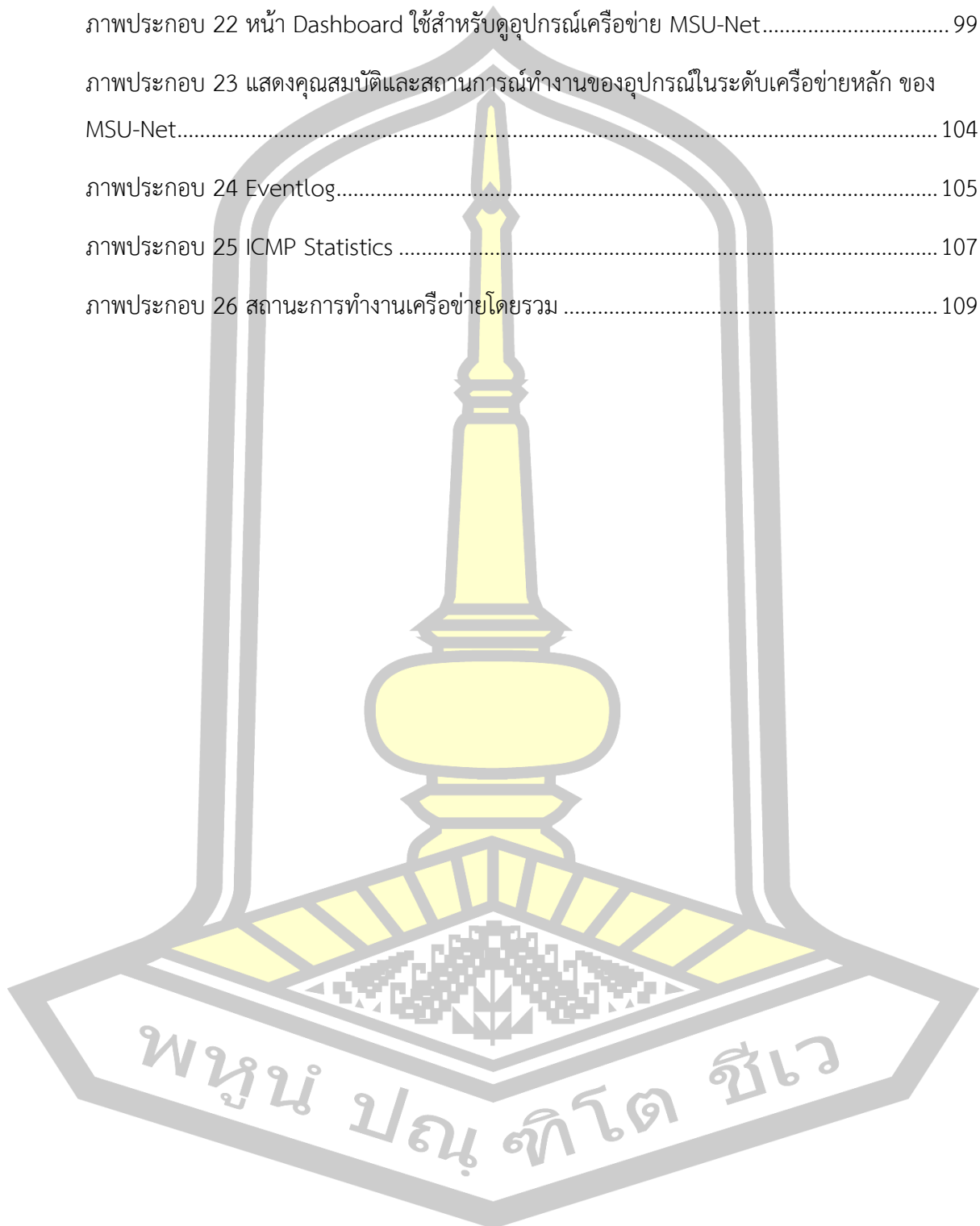
สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ขอบเขตระยะเวลาการวิจัย	6
ตาราง 2 เปรียบเทียบประเภทการใช้คลาวด์คอมพิวเตอร์	34
ตาราง 3 สถิติวิเคราะห์ความสัมพันธ์	74
ตาราง 4 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม	77
ตาราง 5 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์รายข้อโดยรวม	79
ตาราง 6 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง เพศกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	80
ตาราง 7 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	81
ตาราง 8 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง สาขาที่สำเร็จการศึกษากับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	81
ตาราง 9 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง อายุกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	82
ตาราง 10 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง อายุการทำงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	83
ตาราง 11 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับการศึกษากับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	83
ตาราง 12 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ประสบการณ์ทำงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์	84

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดวิจัย	5
ภาพประกอบ 2 โครงสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ใหม่	23
ภาพประกอบ 3 รูปแบบการทำงาน ระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ระบบเครือข่ายแบบเดิมและ แบบ SDN	24
ภาพประกอบ 4 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่าย	28
ภาพประกอบ 5 การให้บริการของคลาวด์คอมพิวเตอร์	29
ภาพประกอบ 6 สถาปัตยกรรมทั่วไปของเครือข่ายคลาวด์	35
ภาพประกอบ 7 โครงสร้างแบบครบวงจรของบริการซอฟต์แวร์บนคลาวด์	36
ภาพประกอบ 8 การจัดการระบบคลาวด์	38
ภาพประกอบ 9 การจัดการเครือข่ายอัจฉริยะ	40
ภาพประกอบ 10 หน้าจอเมนูหลัก	55
ภาพประกอบ 11 หน้าเมนูหลัก Dashboard Default	61
ภาพประกอบ 12 รูปภาพรวมเครือข่าย	62
ภาพประกอบ 13 หน้า Dashboard Devices ใช้สำหรับดูอุปกรณ์เครือข่าย MSU-Net	86
ภาพประกอบ 14 หน้า Multi-vendor ใช้ดูรายละเอียดและการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายทุก ผลิตภัณฑ์บน MSU-Net	88
ภาพประกอบ 15 หน้า Dashboard แสดงรายละเอียดสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย	90
ภาพประกอบ 16 ภาพแสดง Diagram Network ของ Data Center	91
ภาพประกอบ 17 MSU-WLAN Overview	92
ภาพประกอบ 18 MSU FULL MAP	93
ภาพประกอบ 19 MSU-WLAN Overview	94
ภาพประกอบ 20 หน้าจอ monitor	95

ภาพประกอบ 21 Host Status.....	96
ภาพประกอบ 22 หน้า Dashboard ใช้สำหรับดูอุปกรณ์เครือข่าย MSU-Net.....	99
ภาพประกอบ 23 แสดงคุณสมบัติและสถานะการทำงานของอุปกรณ์ในระดับเครือข่ายหลัก ของ MSU-Net.....	104
ภาพประกอบ 24 Eventlog.....	105
ภาพประกอบ 25 ICMP Statistics	107
ภาพประกอบ 26 สถานะการทำงานเครือข่ายโดยรวม	109



บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญต่อประชาชนทุกคนอย่างยิ่งสำหรับโลกในยุคดิจิทัล ทั้งในด้านการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือการดำเนินงานในระดับองค์กรทั้งในภาครัฐ และภาคเอกชน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีดิจิทัลถือเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต คือมีการเปลี่ยนแปลงอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อประชาชน และองค์กรต่าง ๆ รูปแบบของเทคโนโลยีดิจิทัลที่พบในปัจจุบัน ได้แก่ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทุกที่ทุกเวลา (Mobile/Wearable Computing) ผ่านทางเทคโนโลยีสื่อสารที่มีความเร็วและคุณภาพสูงมาก (New Communications Technology) เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) เทคโนโลยีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) เทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง (Internet of Things) การพิมพ์แบบสามมิติ (3 D Printing) และเทคโนโลยีด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์ (Cybersecurity) รวมถึงการเกิดขึ้นของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และเทคโนโลยีบล็อกเชน (Block chain) ซึ่งเทคโนโลยีที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความทันสมัย และมีประสิทธิภาพ ตอบโจทย์การใช้งานของผู้ใช้บริการอย่างสม่ำเสมอ (แผนการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเป็น Smart University, 2022)

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศในปัจจุบันได้ถูกนำมาปรับใช้กับการบริหารงานภายในสถานศึกษามากมาย (พลเดช พิชญาประเสริฐ, 2562) เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีสารสนเทศที่กำลังได้รับการกล่าวถึงอย่างแพร่หลายในยุคของสารสนเทศ ทั้งการใช้งานแบบบุคคล การใช้งานในระดับองค์กร และพบได้ในทุกระบบปฏิบัติการ ระบบ IOS, Android, windows เช่น การให้บริการไอคลาวด์ (iCloud) การใช้งานผ่านการแชร์เอกสารบนพื้นที่จัดเก็บออนไลน์ การใช้งานเอกสารภายในร่วมกันของคนในองค์กร เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการแบบเครือข่ายออนไลน์ทุกรูปแบบ ตั้งแต่หน่วยประมวลผลบริการซอฟต์แวร์ แอปพลิเคชัน รวมถึงบริการด้านโครงสร้างพื้นฐานของระบบสารสนเทศต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับองค์กร อย่างระบบเซิร์ฟเวอร์ หน่วยจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่าย ระบบจำลองคอมพิวเตอร์ ไปจนถึงเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน จึงจำเป็นต้องมีประสิทธิภาพ ตอบโจทย์การใช้งาน และทำให้ผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจให้มากที่สุด

เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2014) เป็นการให้บริการกับสมาชิกที่เป็นผู้ใช้งานหรือบริการทุกคนสามารถเข้าใช้บริการร่วมกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีพื้นที่จัดเก็บข้อมูลและประมวลผลด้วยฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิภาพจากแอปพลิเคชันและบริการต่าง ๆ ในลักษณะที่มีระบบการจัดการด้านความปลอดภัยที่น่าเชื่อถือ ช่วยองค์กรในการจัดสรรการใช้ทรัพยากรข้ามเซิร์ฟเวอร์ เดสก์ท็อปและแอปพลิเคชันได้ ทำให้สามารถลดต้นทุนเซิร์ฟเวอร์และต้นทุนทั้งหมดด้านฮาร์ดแวร์ ทำให้การจัดการระบบคอมพิวเตอร์ในสถาบันการศึกษาทำได้ง่าย สอดคล้องกับความต้องการที่หลากหลายของผู้บริหาร รวมถึงลดความซับซ้อนของระบบคอมพิวเตอร์ สามารถปรับปรุงการเข้าถึงแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ ช่วยเพิ่มความคล่องตัวของสถาบันการศึกษาให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ในทุกที่ทุกเวลาได้อย่างแท้จริง

ผลกระทบจากวิกฤติโควิด-19 ในช่วงระยะเวลา 2 ปีที่ผ่านมา ระบบการศึกษาทั่วโลกจำเป็นต้องมีการปรับตัวครั้งใหญ่ เพื่อให้สามารถดำเนินการด้านการเรียนการสอน รวมถึงการบริหารจัดการให้ได้เป็นไปตามปกติ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต แล็ปท็อป และเดสก์ท็อปเป็นเครื่องมือในห้องเรียนที่ใช้กันทั่วไปมากขึ้นและทั้งหมดนี้สามารถเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลทางการศึกษามากมายด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) การนำระบบคลาวด์มาใช้ทางด้านการศึกษา (Education Cloud) ช่วยอำนวยความสะดวกทั้งผู้เรียน ครู/อาจารย์ และผู้ดูแลระบบ Education Cloud ช่วยให้นักเรียนสามารถทำการบ้านได้ทุกที่ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ครูสามารถอัปโหลดสื่อการเรียนรู้และช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถทำงานร่วมกันได้ทันที เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่น เรียบง่ายไม่ซับซ้อน และประหยัดต้นทุนในการจัดเก็บข้อมูลอีกด้วย โดยทั่วไปแล้ว โครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์ทั่วไปสามารถปรับขนาดบริการสำหรับโรงเรียน/มหาวิทยาลัยหลายสิบหรือหลายพันแห่งได้ หากโรงเรียนหรือสถาบันเหล่านั้นมีโครงสร้างพื้นฐานด้านไอซีทีอยู่แล้ว ระบบคลาวด์เพื่อการศึกษา (Education Cloud) จะอำนวยความสะดวกในการรวมโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่เข้ากับเทคโนโลยีและโซลูชันใหม่ ซึ่งประโยชน์ของการนำคลาวด์มาใช้ในภาคการศึกษาไม่ว่าจะเป็น การลดต้นทุนในการบริหารจัดการเอกสารและดูแลระบบกายภาพ การอัปเดตข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองการใช้งานข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว (KNACKBOX, 2023)

ปัจจุบันพบว่า สำนักคอมพิวเตอร์มีการดูแลและให้บริการเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ ให้กับมหาวิทยาลัยมหาสารคามทั้งเขตพื้นที่ ม.ใหม่ (ขามเรียง) เขตพื้นที่ ม.เก่า (ในตัวเมือง) เขตพื้นที่นาสีนวนและเขตพื้นที่นาคุณ ทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ระบบบริการสำหรับนิสิตประกอบไปด้วย 6 บริการ ได้แก่ บริการ MSU App บริการเพื่อการทดสอบ (IT Exitexam) บริการ

บัญชีพิสูจน์ตัวตน (Internet Authentication) บริการโปรแกรมลิขสิทธิ์สำหรับนิสิต บริการ Office365 และบริการอีเมลภายในองค์กร (MSU Mail) ส่วนที่ 2 ระบบบริการสำหรับบุคลากร ประกอบไปด้วย 6 บริการ ได้แก่ บริการการรายงานผลสอบ (IT Exitexam) บริการบัญชีพิสูจน์ตัวตน (Internet Authentication) บริการโปรแกรมลิขสิทธิ์สำหรับบุคลากร บริการ Office365 และบริการอีเมลภายในองค์กร (MSU Mail) ส่วนที่ 3 บริการด้านโครงสร้างพื้นฐาน และระบบเครือข่าย ประกอบด้วย 5 บริการ ได้แก่ บริการ MSU-net Wi-Fi ที่มีการวัดประสิทธิภาพของการให้บริการระบบเครือข่ายที่ครอบคลุมทุกห้องในอาคารไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 70 เพื่อรองรับการก้าวสู่มหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Klangburam & Savithi, 2023) บริการ VPN บริการซ่อมโทรศัพท์ภายใน บริการห้องคอมพิวเตอร์ และบริการประชุมทางไกล ส่วนที่ 4 ระบบบริการสนับสนุนการเรียนการสอน/สนับสนุนองค์กร ประกอบด้วย 5 ระบบย่อย ได้แก่ บริการระบบ MSU IT Exitexam บริการระบบ MSU e-Learning บริการการอบรมบุคลากร-นิสิต บริการนโยบายด้านไอซีที และบริการระบบ MIS จากแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเป็น Smart University ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ระยะเวลา 5 ปี ทำการศึกษาระบบด้านโครงสร้างพื้นฐาน และระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยเพื่อนำมาวางแผนในการปรับปรุงประสิทธิภาพ เพื่อให้เป็นไปตามกรอบการดำเนินงานของแผนพัฒนาดิจิทัลมหาวิทยาลัยมหาสารคามในช่วงระยะปีที่ 1-2 นี้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจทำการศึกษาแนวทางการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อประเมินและเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้บุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีความสะดวกในการจัดการและแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถรองรับการจัดการระบบเครือข่ายแบบอัจฉริยะ และนำเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่ายไปประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานระบบจัดการกับผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่าย MSU-Net ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อนำเสนอรายงานวิจัยต่อไป

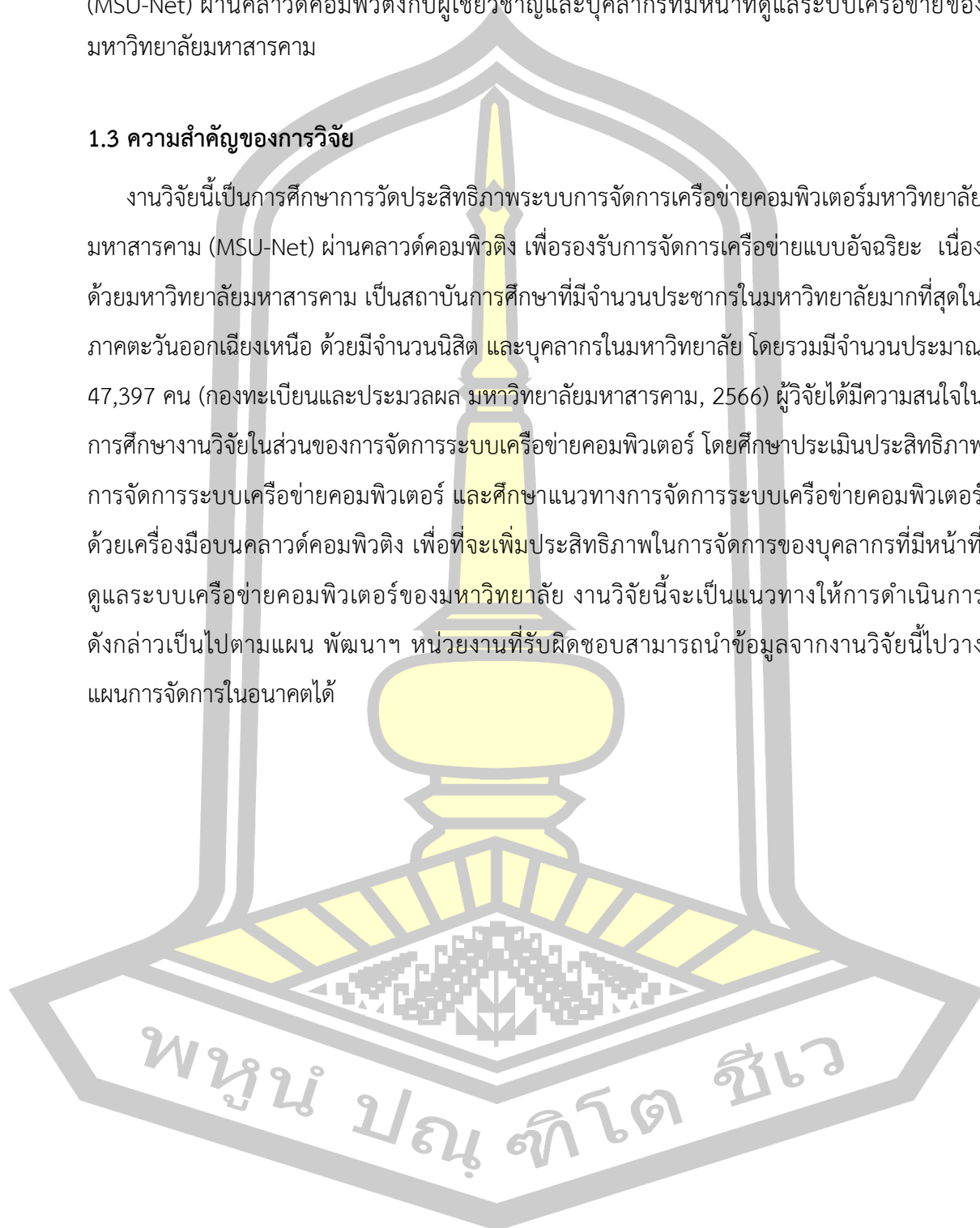
1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสถาปัตยกรรมการออกแบบ การติดตั้ง และการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net)
2. เพื่อเสนอแนวทางการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผ่านระบบการบริหารจัดการด้วยเครื่องมือบนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกในการจัดการระบบเครือข่ายของบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

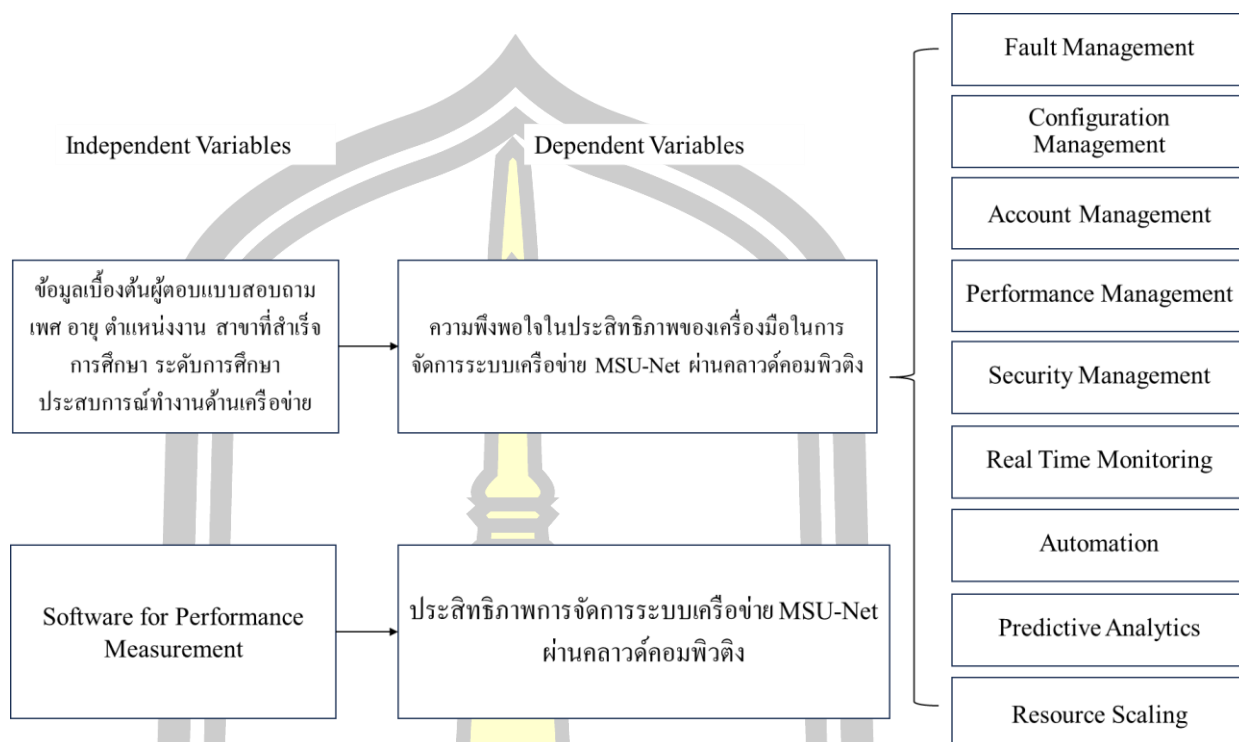
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์กับผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ เนื่องด้วยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นสถาบันการศึกษาที่มีจำนวนประชากรในมหาวิทยาลัยมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยมีจำนวนนิสิต และบุคลากรในมหาวิทยาลัย โดยรวมมีจำนวนประมาณ 47,397 คน (กองทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2566) ผู้วิจัยได้มีความสนใจในการศึกษางานวิจัยในส่วนของจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยศึกษาประเมินประสิทธิภาพการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และศึกษาแนวทางการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ด้วยเครื่องมือบนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการของบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางให้การดำเนินการดังกล่าวเป็นไปตามแผน พัฒนาฯ หน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ไปวางแผนการจัดการในอนาคตได้



1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดวิจัย

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติ้ง เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ เป็นงานวิจัยเชิงผสมผสาน โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศึกษา ประเมิน และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อรองรับมหาวิทยาลัยอัจฉริยะในอนาคตต่อไป ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา เป็นการศึกษาจากทฤษฎี เอกสารทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ความรู้แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing) รวมถึงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ มีการใช้เทคโนโลยีและข้อมูลในการปรับปรุงการทำงานหรือกิจกรรมด้วยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ขอบเขตด้านประชากร คือ บุคลากรผู้เชี่ยวชาญในการดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ผู้วิจัยใช้วิธีการแบบสอบถาม โดยสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ในการทำงาน เป็นผู้ดูแลระบบโดยตรง ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยบันทึกและทำการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ เป็นการประเมินประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค (Technical) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วยการตรวจสอบพื้นที่ที่ให้บริการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์การจัดการเครือข่ายด้วยโปรแกรม acti และโปรแกรม LibreNMS

3. ขอบเขตด้านพื้นที่ การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่การวิจัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบ และเป็นแนวทางให้การดำเนินการดังกล่าวเป็นไปตามแผน พัฒนาฯ

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา โดยใช้ระยะเวลาในการทำวิจัยทั้งสิ้น ประมาณ 7 เดือนระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณผ่านแบบสอบถาม ใช้ระยะเวลาในการศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูล มีระยะเวลาทั้งสิ้น 7 เดือน ระหว่างเดือนมีนาคม 2567 และสิ้นสุดภายในกันยายน 2567

ตาราง 1 ขอบเขตระยะเวลาการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการ	เดือน						
	1	2	3	4	5	6	7
1. สืบค้นข้อมูลเบื้องต้น	←→						
2. ออกแบบกรอบการศึกษา		←→					
3. ทบทวนวรรณกรรม		←→			→		
4. ออกแบบกระบวนการสืบค้นข้อมูล			←→	→			
5. การเก็บข้อมูล			←				→
6. การประมวลผลข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล				←	→		→
7. นำเสนอผลการศึกษา						←	→

1.6 สมมุติฐานในการวิจัยวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพของเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

2. เป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษาหรือมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ ในการกำหนดกลยุทธ์การจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้เครื่องมือบนคลาวด์คอมพิวเตอร์มาใช้กับระบบเครือข่ายขององค์กร
3. เป็นข้อมูลที่ช่วยประกอบการตัดสินใจในการกำหนดนโยบายของผู้บริหาร เพื่อการนำเอาเทคโนโลยีการจัดการระบบเครือข่ายบนคลาวด์คอมพิวเตอร์มาใช้กับองค์กร
4. นำไปประยุกต์ใช้กับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กรหรือบริษัทอื่น ๆ ที่มีเทคโนโลยีและขนาดของเครือข่ายใกล้เคียงกันได้

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) เป็นการเชื่อมต่อโครงข่ายของชุดอุปกรณ์ที่สามารถสื่อสารกันได้ โดย อุปกรณ์สามารถเป็นได้ทั้งโฮสต์ (Hosts) เช่น คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เดสก์ท็อป แล็ปท็อป เวิร์กสเตชัน โทรศัพท์เซลลูลาร์ หรือระบบรักษาความปลอดภัย

คลาวด์คอมพิวเตอร์ (Cloud Computing) รูปแบบหนึ่งของการใช้บริการและการเข้าถึงระบบเครือข่ายที่ต้องการ โดยใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกันแบบกำหนดค่าได้ เช่น เครือข่าย เซิร์ฟเวอร์ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล แอปพลิเคชัน และบริการที่ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์สามารถจัดการได้ โดยง่ายและเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

การจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network Management) เป็นขั้นตอนของการจัดการเครือข่ายทั้งระดับเครือข่ายแลน เครือข่ายแมน เครือข่ายแวนหรือเครือข่ายแบบอื่นๆ ผ่านเซตของเครื่องมือ ขั้นตอน โพรโทคอลและฟังก์ชัน การจัดการระบบจะรวมถึงการตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบเครือข่าย การดูแลและบำรุงรักษาระบบ การเฝ้าระวังและควบคุมประสิทธิภาพของระบบ ตลอดจนการแก้ไขปัญหาการทำงานและการซ่อมบำรุง

ประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้แก่ การควบคุม การเพิ่มประสิทธิภาพ และการตรวจสอบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพ เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ระบบอัตโนมัติ และการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือของโครงสร้างพื้นฐานเครือข่าย

ค่าปิง (Ping) คือ เครื่องมือทางระบบเครือข่ายประเภทหนึ่งที่ใช้ทดสอบการส่งสัญญาณการเชื่อมต่อเครือข่ายไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ซึ่งเครื่องปลายทางจะส่งสัญญาณตอบกลับมาอีกทอดหนึ่ง ค่าปิงซึ่งอยู่ในหน่วยมิลลิวินาที (ms) จะทำให้ทราบว่าคอมพิวเตอร์ของคุณใช้เวลาเท่าไรในการรับส่งข้อมูล 1 ชุดบนเซิร์ฟเวอร์บนอินเทอร์เน็ต ระยะเวลาดังกล่าวนี้เรียกกันว่าเวลาแฝงระหว่างคอมพิวเตอร์และเซิร์ฟเวอร์

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยในหัวข้อการวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ ผู้วิจัยได้ทำ การศึกษา แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (Mahasarakham University)
- 2.2 มหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart University)
- 2.3 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks)
- 2.4 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net)
- 2.5 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing)
- 2.6 การจัดการเครือข่ายอัจฉริยะ (Smart Network Management)
- 2.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
- 2.8 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพ
- 2.9 โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการเครือข่าย
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (Mahasarakham University)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (อังกฤษ: Mahasarakham University; อักษรย่อ: มมส. – MSU) หรือ ม.สารคาม เป็นสถาบันอุดมศึกษาแห่งที่ 2 และมหาวิทยาลัยแห่งที่ 4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยถือกำเนิดมาจากวิทยาลัยวิชาการศึกษาเมื่อวันที่ 27 มีนาคม 2511 ต่อมาได้ยกฐานะขึ้นเป็นมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตมหาสารคามเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2517 และได้แยกตัวเป็นมหาวิทยาลัยเอกเทศภายใต้ชื่อ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2537 โดยพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราชบรมนาถบพิตร ทรงลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งได้มีการประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 54ก จึงถือว่าวันที่ 9 ธันวาคมของทุกปี เป็นวันสถาปนาสถาบัน ส่วนปี 2511 เป็นปีก่อตั้งสถาบัน (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Mahsarakham University, 2023)

ปัจจุบัน มหาวิทยาลัยมหาสารคามอยู่ภายใต้บังคับพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2541 มีสถานะเป็นมหาวิทยาลัยของรัฐ ตั้งอยู่ที่ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย (ม.ใหม่) และถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม (ม.เก่า) มีรองศาสตราจารย์ ดร.ประยูรต์ ศรีวิไล เป็นอธิการบดีมหาวิทยาลัย โดยมหาวิทยาลัยได้ทำการเรียนการสอนมาแล้วกว่า 53 ปี มหาวิทยาลัยมหาสารคามเปิดการสอนทั้งในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก รวมทั้งสิ้น 203 หลักสูตร ใน 19 คณะและเทียบเท่า ครอบคลุมทั้งสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์การแพทย์ การเกษตร มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ แบ่งได้เป็นหลักสูตรระดับปริญญาตรี 92 หลักสูตร ปริญญาโท 66 หลักสูตร ปริญญาเอก 42 หลักสูตร ประกาศนียบัตร 3 หลักสูตร มีบัณฑิตวิทยาลัยดูแลการเรียนการสอนในระดับปริญญาโทและเอก มหาวิทยาลัยมหาสารคามมีบัณฑิตอยู่ในคณะและวิทยาลัยต่าง ๆ รวมแล้วประมาณ 45,426 คน มีบุคลากรสายวิชาการ 1,223 คน มีตำแหน่งทางวิชาการ ระดับศาสตราจารย์ 6 คน รองศาสตราจารย์ 146 คน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ 491 คน และอาจารย์ 497 คน และบุคลากรสายสนับสนุน 2,329 คน ทำการเรียนการสอนทั้งหลักสูตรภาษาไทยและหลักสูตรนานาชาติ ภาคปกติและภาคพิเศษ (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2565)

หน่วยงานจัดการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (คณะ)

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, คณะการบัญชีและการจัดการ, คณะศิลปกรรมศาสตร์และวัฒนธรรมศาสตร์, คณะการท่องเที่ยวและการโรงแรม, วิทยาลัยการเมืองการปกครอง, วิทยาลัยดุริยางคศิลป์, คณะนิติศาสตร์, คณะพยาบาลศาสตร์, คณะสาธารณสุขศาสตร์, คณะเภสัชศาสตร์, คณะแพทยศาสตร์, คณะสัตวแพทยศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, คณะเทคโนโลยี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์-ผังเมือง-นฤมิตศิลป์, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, คณะวิทยาการสารสนเทศ หน่วยงานส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาในมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บัณฑิตวิทยาลัย, สำนักศึกษาทั่วไป, สถาบันวิจัยวลัยรุชเวช, สถาบันวิจัยศิลปะและวัฒนธรรมอีสาน, สำนักคอมพิวเตอร์, สำนักวิทยบริการ, สำนักงานอธิการบดี, กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ, กองกลาง, ศูนย์ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมใหม่, งานการประชุม, ศูนย์ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม (UIC), กองแผนงาน, ฟาร์มมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, กองการเจ้าหน้าที่, ศูนย์เครื่องมือกลางมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, กองกิจการนิสิต, โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.), กองทุนกู้ยืม

เพื่อการศึกษา, กองประชาสัมพันธ์และกิจการต่างประเทศ, กองคลังและพัสดุ, สำนักตรวจสอบภายใน, กองบริการการศึกษา, สภาคณาจารย์, กองทะเบียนและประมวลผล, กองอาคารสถานที่, งานบริการหอพักนิสิต, อาคารชุดอาศัยบุคลากร

2.2 มหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart University)

แบบจำลองแนวความคิดที่เสนอสำหรับ Smart University เรียกว่า *CM – SmU* สามารถอธิบายได้ (Serdyukova et al., 2016) ดังนี้

$$CM - SmU = < \{SmU_FEATURES\}, \{SmU_STAKEHOLDERS\}, \\ \{SmU_CURRICULA\}, \{SmU_PEDAGOGY\}, \\ \{SmU_CLASSROOMS\}, \\ \{SmU_SOFTWARE\}, \\ \{SmU_HARDWARE\}, \{SmU_TECHNOLOGY\}, \\ \{SmU_RESOURCE\} >$$

โดย

SmU_FEATURES	ชุดคุณสมบัติของลักษณะอัจฉริยะที่สำคัญที่สุดของ Smart University (SmU) รวมถึงการปรับตัว การรับรู้ การอนุมาน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การคาดการณ์ การเพิ่มประสิทธิภาพด้วยตนเอง หรือการปรับโครงสร้างใหม่
SmU_STAKEHOLDERS	เป็นเซตของผู้เกี่ยวข้องกับ Smart University (SmU Stakeholders) เช่น คณาจารย์ใน Smart University (Instructors) ที่เป็นส่วนหนึ่งของ Smart University ผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมและการสอนในห้องเรียนอัจฉริยะ (Smart Classroom) รวมถึงการใช้บอร์ดอัจฉริยะ ระบบอัจฉริยะ และเทคโนโลยีอัจฉริยะ
SmU_CURRICULA	เป็นชุดโปรแกรมของหลักสูตรและรายวิชาอัจฉริยะ และรายวิชาที่สามารถเปลี่ยน หรือปรับให้เหมาะสมกับโครงสร้างหรือรูปแบบการเรียนรู้ เนื้อหา ความเข้าใจกับความต้องการที่กำหนดหรือระบุให้เข้ากับนักศึกษาหรือผู้เรียนทุกรูปแบบ
SmU_PEDAGOGY	ชุดรูปแบบการสอนสมัยใหม่ (กลยุทธ์) ที่จะใช้ใน Smart University (SmU)

SmU_CLASSROOMS	เป็นชุดของห้องเรียนอัจฉริยะ ห้องปฏิบัติการอัจฉริยะ แผนกอัจฉริยะ และสำนักงานอัจฉริยะที่ Smart University (SmU)
SmU_SOFTWARE	เป็นชุดของระบบซอฟต์แวร์อัจฉริยะที่เป็นเอกลักษณ์ของ Smart University (นอกเหนือจากที่ใช้ในมหาวิทยาลัยแบบดั้งเดิมหรือมหาวิทยาลัยทั่วไป)
SmU_HARDWARE	ชุดของระบบฮาร์ดแวร์อัจฉริยะ อุปกรณ์และเทคโนโลยีอัจฉริยะที่ใช้ใน Smart University (SmU) ที่ดีกว่าที่ใช้ในมหาวิทยาลัยแบบดั้งเดิม
SmU_TECHNOLOGY	เป็นชุดของเทคโนโลยีอัจฉริยะที่ใช้ทั่วทั้งมหาวิทยาลัยเพื่อสนับสนุนฟังก์ชันหลัก อำนวยความสะดวกในการทำงานหลักและคุณสมบัติต่าง ๆ ของ Smart University (SmU)
SmU_RESOURCES	เป็นชุดของทรัพยากรต่าง ๆ ของ Smart University (SmU) เช่น ทรัพยากรทางการเงิน เทคโนโลยี ทรัพยากรมนุษย์ เป็นต้น

แนวคิดของ Smart University มีความเกี่ยวข้องกับการผสมผสานของเทคโนโลยีดิจิทัล นวัตกรรมและเทคโนโลยีบนอินเทอร์เน็ตเพื่อยกระดับการศึกษา การวิจัย และการทำงาน ประสบการณ์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและส่งเสริมการพัฒนาที่ดีขึ้นของสังคมโดยรวม Smart University ประกอบด้วยหลายภาคส่วน ได้แก่ วิทยาเขตอัจฉริยะ การศึกษาอัจฉริยะ และการบริหารอัจฉริยะ งานวิจัยนี้เสนอกรอบงานของระบบอัจฉริยะ สำหรับการปรับเปลี่ยนจากมหาวิทยาลัยแบบเดิมสู่มหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart University) ระบบอัจฉริยะที่นำเสนอกรอบการทำงาน รวมถึงการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เป็นไปได้ การประมวลผลล่วงหน้า การสร้างภาพและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประมวลผลล่วงหน้า และคำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสำหรับผู้เรียน ระบบตัดสินใจสำหรับผู้สอน และระบบคาดการณ์ผลงานของผู้บริหารจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังจากแหล่งข้อมูลของมหาวิทยาลัยทั้งหมดที่มีความเป็นไปได้ (Kyaw, 2019)

(Zainuddin, 2017) ได้ให้ความหมายของ Smart University คือการพัฒนาจากมหาวิทยาลัยดิจิทัลที่ทำให้สภาพแวดล้อมทางการศึกษาของอาจารย์และนักศึกษาดีขึ้น Smart University ช่วยยกระดับการศึกษา วิจัย ออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมระดับสูงโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูงที่สามารถผลักดันการเติบโตและนวัตกรรมขององค์กร Smart University มีสภาพแวดล้อมการทำงานแบบบูรณาการ การศึกษาและการใช้ชีวิตบนฐานของเทคโนโลยี IoT ให้บริการแอปพลิเคชันประเภทต่าง ๆ ในฐานะผู้ให้บริการ และผสมผสานการสอน การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ การบริหาร

จัดการและการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัยเข้าด้วยกัน Smart University คือการสร้างมหาวิทยาลัยที่มั่นคงปลอดภัยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน ด้วย Smart University มีสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอนสำหรับอาจารย์และนักศึกษาที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนวิธีการปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นและในมหาวิทยาลัย โดยมีทรัพยากรและนวัตกรรมต่าง ๆ ให้บริการ คุณสมบัติของ Smart University ประกอบด้วยอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงที่มีให้บริการที่ครอบคลุมทั้งมหาวิทยาลัย มีการใช้อุปกรณ์ทำงานอัจฉริยะอย่างกว้างขวาง มีพื้นที่สำหรับการทำงานเป็นทีมหรือกลุ่มที่สะดวก มีศูนย์บริการแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น เอกสาร งานวิจัย ความคิดที่สร้างสรรค์ Smart University จะผสมรวมเข้ากับชุมชน เพื่อให้เกิดการผสมผสานของพื้นที่ทางกายภาพกับเทคโนโลยีดิจิทัล ต้องสร้างระบบเครือข่ายที่มีการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่เป็นแกนกลาง รวมทั้งสร้างโซลูชันอัจฉริยะที่ช่วยแก้ไขปัญหาโดยใช้แอปพลิเคชันเป็นระบบสนับสนุนด้านต่าง ๆ

แนวคิดเกี่ยวกับ Smart University มุ่งเน้นการให้บริการบุคคลผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในรั้วมหาวิทยาลัย อาทิ นิสิต นักศึกษา คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ ทั้งในด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพ การรับรู้ การเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารของนิสิต/นักศึกษา การสนับสนุนกระบวนการวิจัย และค้นคว้าข้อมูลของคณาจารย์ การวิเคราะห์ในกระบวนการเรียนการสอน ตลอดจนการจัดการทรัพยากรภายในมหาวิทยาลัยอย่างมีประสิทธิภาพและ ประสิทธิภาพ (Wang, 2017) ซึ่งมหาวิทยาลัยอัจฉริยะมีคุณลักษณะที่สำคัญ 6 ประการ (Guofeng & Mingzhu, 2021; Tang, 2017; Xiong, 2017) ดังนี้

1. มีระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการสื่อสารบรอดแบนด์ (Broadband) เพื่อกระจายสัญญาณการสื่อสารข้อมูล และตอบสนองการใช้งานทั้งรูปแบบโมบายอินเทอร์เน็ต หรืออินเทอร์เน็ตในรูปแบบอื่นที่สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา
2. มีช่องทางในการใช้งานที่กว้างขวางและหลากหลาย เพื่อรองรับข้อมูลที่รับ-ส่งอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยไม่ติดขัดและตอบสนองการใช้งานของนิสิต/นักศึกษาและคณาจารย์ในหลายรูปแบบ
3. มีความร่วมมือในการทำงานเป็นทีมหรือกลุ่มผ่านเครื่องมือสนับสนุนต่าง ๆ เช่น การติดต่อสื่อสารระหว่างกลุ่ม การแชร์กำหนดการและรายละเอียดของงาน การให้ความร่วมมือในการบริการทั้งในและนอกชั้นเรียนในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์
4. มีกระบวนการจัดการความรู้ เช่น การสร้าง รวบรวม จัดเก็บ แชรและนำความรู้ไปใช้ ซึ่ง Smart University ต้องมีบทบาทในการช่วยเหลือและให้การสนับสนุนนิสิต/นักศึกษาในการจัดเก็บ

ข้อมูลเพื่อพัฒนาเป็นความรู้หรือภูมิปัญญาหรือต่อยอดเป็นนวัตกรรมอันเป็นแก่นของ Smart University

5. มีโครงสร้างเทคโนโลยีแบบเปิดในการเชื่อมต่อระบบข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ระบบคอมพิวเตอร์แบบคลาวด์ และความต้องการของผู้ใช้งานเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเสริมประสิทธิภาพสูงสุด

6. มีการใช้ภูมิปัญญาเพื่อการพัฒนาชุมชนและสังคม Smart University ไม่ได้สร้างขึ้นเพื่อการพัฒนาเฉพาะภายในมหาวิทยาลัยเท่านั้น แต่อีกด้านหนึ่งเป็นการสร้างขึ้นเพื่อให้ความช่วยเหลือสังคม ด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารทั้งกับมหาวิทยาลัยอื่นและชุมชน การให้ความช่วยเหลือในการให้ความรู้ การอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากร และการสร้างผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อเพิ่มรายได้

(Coccoli et al., 2014) ได้ให้ความหมายของ Smart University คือแพลตฟอร์มที่รวบรวมและส่งข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน โดยการเรียกข้อมูลจากเซ็นเซอร์ การเชื่อมโยงกับข้อมูลแบบเปิด (Open Data) และการใช้ความรู้เกี่ยวกับการสอนที่เป็นทางการมีความเชื่อถือได้ จากความหมายที่กล่าวมานั้น เทคโนโลยีคือตัวแปรเดียวที่ทำให้เกิด Smart University แต่ยังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญและควรนำมาร่วมพิจารณา ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงกฎหมายและนโยบายใหม่ การวิเคราะห์เศรษฐกิจและการตลาด ประเด็นทางสังคม นวัตกรรม และเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์ สภาพแวดล้อมในการเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งมหาวิทยาลัยต้องพัฒนาการบริการด้านการศึกษาให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อการอยู่รอดในโลกของการแข่งขัน เช่น การลดเวลาในการบรรยายในชั้นเรียนแล้วเพิ่มการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระผ่านอินเทอร์เน็ตให้มากขึ้น รวมถึงการนำโซเชียลมีเดียมาใช้ในการเผยแพร่ความรู้ต่าง ๆ ของการเรียน โดยเป็นการกระจายความรู้ในสภาพแวดล้อมแบบใหม่ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมสำหรับการเรียนรู้และทำงานร่วมกันในปัจจุบัน ดังนั้นการเปลี่ยนเป็น Smart University จึงทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในทุก ๆ ด้าน การมีส่วนร่วมของผู้สอนและนักศึกษา และการทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุผลในการเรียนรู้ดีและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น Smart University จึงต้องมีบริการที่หลากหลายมากขึ้น มีปฏิสัมพันธ์และเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตลอดเวลา โดยใช้เทคโนโลยีและบริการต่าง ๆ ที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ต

(Bueno-Delgado & Dolon-Garcia, 2012) ได้ให้ความหมายของ Smart University คือการสร้างสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีที่อาจารย์ นักศึกษา บุคลากร ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวก และทรัพยากรต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเป็นธรรมชาติ ภายใต้สภาพแวดล้อม

Ubiquitous Computing เพื่อป้องกันความทันสมัยของมหาวิทยาลัย โดยการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้อย่างเต็มรูปแบบทุกพื้นที่ของมหาวิทยาลัย

สรุป Smart University หมายถึงการพัฒนามหาวิทยาลัยตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีการเปลี่ยนจากมหาวิทยาลัยแบบดั้งเดิมไปเป็น Smart University โดยการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงใหม่ ๆ สร้างสภาพแวดล้อมทางการศึกษาของอาจารย์และนักศึกษาให้มีคุณภาพดีขึ้น บูรณาการการบริหารจัดการ และการใช้ชีวิตในมหาวิทยาลัยเข้าด้วยกัน จึงต้องมีบริการที่หลากหลาย โดยบริการต่าง ๆ อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วสูงที่ให้บริการอย่างครอบคลุม มีการใช้อุปกรณ์ที่สามารถทำงานอัจฉริยะอย่างกว้างขวาง มีพื้นที่สำหรับการทำงานเป็นทีมที่สะดวกสบาย มีศูนย์บริการแหล่งข้อมูล และสามารถใช้อุปกรณ์สนับสนุนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks)

(จรรยา สาวีถิ, 2566) เครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นการเชื่อมต่อโครงข่ายของชุดอุปกรณ์ที่สามารถสื่อสารกันได้ โดยอุปกรณ์สามารถเป็นได้ทั้งโฮสต์ (Hosts) เช่น คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เดสก์ท็อป แล็ปท็อป เวิร์กสเตชัน โทรศัพท์เซลล์ลูลาร์ หรือระบบรักษาความปลอดภัย และอุปกรณ์ใน ความหมายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ยังนิยามถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ เช่น เราเตอร์ที่เชื่อมต่อ เครือข่ายกับเครือข่ายอื่น สวิตช์ที่เชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน หรือโมเด็มที่เปลี่ยนรูปแบบของข้อมูล ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีมีขนาดใหญ่มากขึ้น เพราะเป็นการเชื่อมต่อเครือข่าย คอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครือข่ายขึ้นไปและเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นๆ เข้าหากันทั่วโลกเรียกว่าเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเวิร์ก (Internetwork) หรืออินเทอร์เน็ต ในช่วงเริ่มต้นคอมพิวเตอร์มีเพียงเครื่องแม่ข่าย หรือเซิร์ฟเวอร์ (Servers) ที่ให้บริการ และเครื่องลูกข่ายที่ขอใช้บริการบนอินเทอร์เน็ตก็เป็นเพียง เดสก์ท็อปเท่านั้น แต่ในปัจจุบันอุปกรณ์ของผู้ใช้บริการที่เชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่าย มีการพัฒนาให้ หลากหลายมากขึ้น เช่น แล็ปท็อป แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน และอุปกรณ์ประมวลผลแบบพกพาขนาด เล็กต่าง ๆ ทำให้นิยามของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่กล่าวมาไม่มีความทันสมัยเท่าที่ควร เพราะว่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ต่าง ๆ จำนวนมากที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต ในทางความหมายของ อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์เหล่านี้เรียกว่าโฮสต์หรือระบบปลายทาง (End Systems) จากการประมาณการ แล้วมีอุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตประมาณ 18 พันล้านเครื่องในปี 2017 ที่ผ่านมา และจะมีจำนวน อุปกรณ์เชื่อมต่อสูงถึง 28.5 พันล้านเครื่องภายในปี 2522

องค์กรต่าง ๆ ได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการจัดการข้อมูลและรองรับการบริหารงานขององค์กรที่มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ทำให้การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลข้อมูลขององค์กรก็มีมากขึ้นตามไปด้วย ประกอบกับเทคโนโลยีทางด้านการติดต่อสื่อสารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล การติดต่อสื่อสารเพื่อการตัดสินใจ การประมวลผลระหว่างหน่วยงานในองค์กร และการขอใช้ข้อมูลตลอดจนทรัพยากรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบร่วมกัน ทำให้องค์กรมองเห็นความจำเป็นในการใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มากขึ้น ดังนั้นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าหากันภายในองค์กรให้เป็นเครือข่าย หรือการเชื่อมต่อเครือข่ายขององค์กรเข้ากับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กรอื่น ๆ จึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ การเชื่อมต่อเหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

องค์ประกอบของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ในการเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายของกลุ่มคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ด้วยตัวกลางทั้งแบบสายสัญญาณและแบบไร้สายนั้น ต้องมีองค์ประกอบพื้นฐานและอุปกรณ์ที่จำเป็นหลายอย่างที่ทำให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมกับองค์กร องค์ประกอบพื้นฐานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีดังต่อไปนี้

คอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่าย เป็นได้ทั้งเครื่องแม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการทรัพยากรต่างๆ และเครื่องลูกข่ายที่ขอใช้บริการ การทำงานทั้ง 2 รูปแบบนี้ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญบนระบบเครือข่าย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องแม่ข่าย (Servers)

เป็นคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นแม่ข่ายหรือเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้บริการต่างๆ กับลูกข่าย เซิร์ฟเวอร์มีหลายประเภทและมีความแตกต่างกันในการให้บริการ บริการบางอย่างถูกติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง บริการของเซิร์ฟเวอร์บางอย่างอาจจะถูกติดตั้งไว้ในอุปกรณ์ (Appliance Server) และบริการบางอย่างในปัจจุบันอยู่ในรูปแบบเซิร์ฟเวอร์เสมือน (Virtual Machine Server) ตัวอย่างของเซิร์ฟเวอร์ในระบบเครือข่าย เช่น ไฟล์เซิร์ฟเวอร์ (File Server) แอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ (Application Server) เซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการฐานข้อมูล (Database Server) เน็ตเวิร์กเซิร์ฟเวอร์ (Network Server) หรืออินเทอร์เน็ตเซิร์ฟเวอร์ (Internet Server) เป็นต้น

2. เครื่องลูกข่าย (Workstations/Clients/Mobile Stations/Stations)

เครื่องลูกข่ายในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ประมวลผลแบบเคลื่อนที่ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายด้วยตัวกลางอย่างใดอย่างหนึ่งได้ ในปัจจุบันมีการพัฒนาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้เพิ่มมากขึ้น เครื่องลูกข่ายที่ขอใช้บริการบนระบบเครือข่ายมีความหมายถึงคำต่างๆ เช่น เวิร์กสเตชัน (Workstations) หรือสถานี (Stations) ไคลเอนต์ (Clients) โมบายล์สเตชัน (Mobile Stations หรือ MS) เป็นต้น

อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network Devices)

อุปกรณ์เครือข่ายเป็นอุปกรณ์สำหรับต่อพ่วงกลุ่มคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูล ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในกลุ่มให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สำคัญและยังมีใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน มีดังนี้

1. เน็ตเวิร์กอะแดปเตอร์ (Network Adapters)

ในอดีตอยู่ในรูปแบบของแลนการ์ดหรือ Network Interface Cards (NICs) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ โดยผ่านตัวกลางต่างๆ เพราะแลนการ์ดหรือเน็ตเวิร์กอะแดปเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบเครือข่าย มีหลักการทำงานคือภายในเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำ (แรม) ของเครื่องเข้าสู่เครือข่าย และสำหรับภายนอกจะควบคุมการเดินทางของข้อมูลที่ผ่านเข้าหรือออกจากคอมพิวเตอร์ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์เครือข่ายและสะดวกในการใช้คอมพิวเตอร์ จึงทำให้มีการรวมแลนการ์ดเข้ากับแผงวงจรหลักของคอมพิวเตอร์ (on board/built-in) มากขึ้น นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาเน็ตเวิร์กอะแดปเตอร์ทั้งแบบใช้สายและแบบไร้สาย ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปส่วนมากมีอัตราส่งของเน็ตเวิร์กอะแดปเตอร์ในระดับกิกะบิต (1000 Mbps)

2. สวิตช์ (Switches)

สวิตช์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คล้ายกับฮับ แต่สามารถให้อัตราส่งข้อมูลกับพอร์ตที่เชื่อมต่อในลักษณะของอัตราความเร็วเฉพาะพอร์ต (Dedicate Bandwidth) ได้ โดยไม่ต้องแบ่งปันอัตราความเร็ว (Share Bandwidth) กับพอร์ตอื่นในการรับส่งข้อมูลสำหรับช่วงเวลาเดียวกัน เพราะว่าสวิตช์จะสามารถสลับเวลาให้กับแต่ละพอร์ตได้ ทำให้การรับส่งข้อมูลในแต่ละพอร์ตที่มีโฮสต์เชื่อมต่ออยู่มีการรับส่งข้อมูลไม่พร้อมกัน และการทำงานของสวิตช์เป็นอิสระจากระบบแอดเดรสของเครือข่ายย่อยหรือซัพเน็ต ในปัจจุบันสวิตช์ที่ใช้งานในระบบเครือข่ายแบ่งเป็น Workgroup Switches

(ประกอบด้วย Desktop Switches, Managed Switches และ Unmanaged Switches), Stackable Switches, Modular Switches และ Core Swtchs เป็นต้น

3. เราเตอร์ (Routers)

เราเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานในระดับชั้นที่ 3 หรือระดับชั้นเครือข่ายของโมเดล OSI เราเตอร์ใช้ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลายเครือข่ายเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ และสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ทั้งระบบ ในการเชื่อมต่อเครือข่ายหลายเครือข่ายเข้าด้วยกันนั้นจะทำให้มีคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ บนเครือข่ายเป็นจำนวนมาก การรับส่งข้อมูลก็มีเป็นจำนวนมาก และมีความสลับซับซ้อนเช่นเดียวกัน ดังนั้นการสื่อสารในเครือข่ายระดับใหญ่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์เราเตอร์เข้ามาช่วยในการติดต่อสื่อสาร และจัดส่งข้อมูลระหว่างเครือข่ายย่อยเหล่านั้น เพราะว่าเมื่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น การรับส่งข้อมูลบนระบบเครือข่ายจะคำนึงถึงอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียวไม่ได้ เราเตอร์จะต้องทำการตรวจสอบแอตเตรสของคอมพิวเตอร์ปลายทาง ตรวจสอบรูปแบบการติดต่อสื่อสารและเส้นทางของการส่งข้อมูลจากตารางเส้นทาง (Routing Table) ที่บันทึกไว้ในเราเตอร์ และในการค้นหาเส้นทาง (Routing) เพื่อใช้ในการส่งข้อมูล เราเตอร์จะเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่งข้อมูลให้กับระบบเครือข่าย

4. อุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connectors)

อุปกรณ์เชื่อมต่อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างสายสัญญาณกับอุปกรณ์เครือข่าย หรือระหว่างสายเข้าพิเศษกับอุปกรณ์เครือข่าย ตัวอย่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อในปัจจุบัน เช่น หัวเชื่อมต่อสายสัญญาณยูทีพี หัวเชื่อมต่อสายใยแสง และทรานซิวเวอร์ (Transceiver) เป็นต้น

ตัวกลางในการส่งข้อมูล (Transmission Media)

ตัวกลางในการส่งข้อมูลเป็นเส้นทางในทางกายภาพ (Physical Path) ระหว่างอุปกรณ์ส่งและอุปกรณ์รับในระบบการสื่อสารข้อมูล คุณลักษณะและคุณภาพของการส่งข้อมูลถูกกำหนดโดยธรรมชาติของสัญญาณและธรรมชาติของตัวกลาง โดยตัวกลางมี 2 ชนิด ดังนี้คือ

1. ตัวกลางนำทาง (Guided Media) เป็นบริการส่งผ่านท่อของสายสัญญาณจากอุปกรณ์หนึ่งไปที่อุปกรณ์อื่นๆ ปลายทาง สายสัญญาณประกอบด้วยสายเคเบิลแกนร่วม (Coaxial Cable) สายคู่บิดเกลียว (Twisted Pair Cable) สายเคเบิลแบบแกนคู่ (Twinaxial Cable) และสายใยแสง (Fiber Optic) เป็นต้น

2. ตัวกลางไม่นำทาง (Unguided Media) เป็นการส่งผ่านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยไม่มีการใช้ตัวนำทางกายภาพ การสื่อสารรูปแบบนี้เรียกว่าการสื่อสารแบบไร้สาย (Wireless Communication) ปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับใช้สื่อสารผ่านตัวกลางแบบไร้สายออกมารองรับเป็นจำนวนมาก ทั้งเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และเครือข่ายการสื่อสารอื่นๆ ตัวอย่างของตัวกลางแบบไร้สาย เช่น คลื่นวิทยุ (Radio Waves) คลื่นแสง (Infrared Waves) เป็นต้น

โพรโทคอล (Protocols)

โพรโทคอลเป็นเซตของกฎที่ใช้ควบคุมการสื่อสารบนระบบเครือข่าย และเป็นข้อตกลงในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง 2 เอนทิตี (หน่วยที่สามารถรับส่งข้อมูล) หรือมากกว่าในระบบการสื่อสาร กิจกรรมทั้งหมดในอินเทอร์เน็ตที่เกี่ยวข้องกับเอนทิตีในการสื่อสารข้อมูลตั้งแต่ 2 รายการขึ้นไปจะถูกควบคุมโดยโพรโทคอล ดังนั้นโพรโทคอลก็คือข้อกำหนดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเอนทิตี 2 เอนทิตี โดยโพรโทคอลประกอบด้วย 3 ส่วนคือ การสร้างรูปแบบข้อมูล (Syntax) การควบคุมการทำงาน (Semantics) การควบคุมด้านเวลา (Timing) โพรโทคอลจะทำให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลและอุปกรณ์รับข้อมูลมีความเข้าใจตรงกันในการรับส่ง ตัวอย่างของโพรโทคอล เช่น โพรโทคอล TCP/IP สำหรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โพรโทคอล HTTP สำหรับบริการเว็บ โพรโทคอล HTTPS ให้บริการเว็บที่มีความปลอดภัย หรือโพรโทคอล FTP สำหรับโอนย้ายไฟล์บนอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนระบบเครือข่ายจะถูกติดตั้งที่เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เรียกว่า โปรแกรมระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System : NOS) เป็นระบบปฏิบัติการที่ทำงานในรูปแบบของไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ ระบบปฏิบัติการบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์มีส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบทำงานอยู่บนเครื่องไคลเอนต์ ระบบปฏิบัติการประเภทนี้มีความสามารถในการจัดการระบบเครือข่ายและการใช้ทรัพยากรต่างๆ ร่วมกันในระบบเครือข่าย นอกจากนี้ยังมีระบบการรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลของผู้ใช้งานในเครือข่ายอีกด้วย ตัวอย่างของระบบปฏิบัติการประเภทนี้ เช่น Windows Server, UNIX (Solaris, AIX, HP-UX) และ Linux Server เป็นต้น ระบบปฏิบัติการเครือข่ายที่ดีจะต้องสามารถรองรับการทำงานต่างๆ ได้ เช่น การบริหารเครือข่าย (Network Administration) การจัดการโทรเลขทอรีและไฟล์ต่างๆ ความปลอดภัย (Security) รองรับความคงทน

ต่อข้อผิดพลาด (Fault Tolerance) รองรับ คลัสเตอร์เซิร์ฟเวอร์ (Server Cluster) และเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) เป็นต้น

ประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

จากจุดเริ่มต้นของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์คือ การเชื่อมต่อกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เข้าหากันโดยผ่านตัวกลางต่างๆ การใช้ประโยชน์จากระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับการออกแบบระบบเครือข่ายและการวางแผนงานขององค์กรนั้น ปัจจุบันสามารถแบ่งประเภทของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การแบ่งเครือข่ายตามขนาดของเครือข่าย

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สามารถแบ่งเครือข่ายตามขนาดของเครือข่ายได้ดังต่อไปนี้

1. เครือข่ายแลน (Local Area Networks หรือ LANs)

เครือข่ายแลน เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่นำคอมพิวเตอร์ที่อยู่ใกล้กันหรือในตึกเดียวกันมาต่อเชื่อมกันเข้าเป็นเครือข่าย เพื่อให้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน ลักษณะของเครือข่ายแลนเป็นเครือข่ายระยะใกล้หรือเครือข่ายบริเวณเดียวกัน อาจจะมีคอมพิวเตอร์เพียง 2-3 เครื่อง หรือเป็นเครือข่ายแลนขนาดใหญ่ที่มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายระดับก็ได้ ตัวอย่างของเทคโนโลยีเครือข่ายแลน เช่น เครือข่ายแลนตามมาตรฐาน IEEE 802.3 ประกอบด้วยเทคโนโลยีเครือข่ายอีเทอร์เน็ต ฟาสต์อีเทอร์เน็ต กิกะบิตอีเทอร์เน็ต และ 10-กิกะบิตอีเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายแลนแบบไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 (Wi-Fi) เป็นต้น

2. เครือข่ายแมน (Metropolitan Area Networks หรือ MANs)

เครือข่ายแมนเป็นเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่กว่าแลน และอาจจะเชื่อมต่อแลนหลายเครือข่ายเข้าด้วยกัน เครือข่ายแมนมีระบบเครือข่ายหลักที่ให้บริการด้วยอัตราสูงที่ครอบคลุมทั้งเมือง ตัวอย่างของเทคโนโลยีเครือข่ายแมน เช่น การให้บริการระบบเคเบิลทีวีและอินเทอร์เน็ตตามบ้านพักอาศัยในเขตตัวเมือง ปัจจุบันการให้บริการเครือข่ายในเขตเมืองจะมุ่งเน้นไปที่บริการอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูงตามมาตรฐาน IEEE 802.16 ซึ่งรู้จักกันในชื่อของ WiMAX นอกจากนั้นยังมีเทคโนโลยีไร้สายอื่น เช่น Long Term Evolution (LTE) และ 5G สามารถให้บริการครอบคลุมทั้งเมืองได้

3. เครือข่ายแวน (Wide Area Networks หรือ WANs)

แวนเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่นำระบบเครือข่ายแลนมาเชื่อมต่อกันตั้งแต่ 2 เครือข่ายขึ้นไป หรือเป็นเครือข่ายระดับประเทศหรือระหว่างประเทศที่เชื่อมต่อเครือข่ายหลายกลุ่มและหลายเทคโนโลยี

เข้าด้วยกันโดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะทาง เครือข่ายแวนมีจุดประสงค์ที่จะแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครือข่ายแลนหรือระหว่างกลุ่มเครือข่ายย่อย ที่อาจจะอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันหรืออาจจะอยู่ห่างไกลกันมาก เช่น ระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อสำนักงานสาขาต่างๆ ขององค์กรขนาดใหญ่เข้าด้วยกัน เครือข่ายที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดหรือระหว่างภาค การเชื่อมต่อเครือข่ายแวนจะต้องมีอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากระบบเครือข่ายแวนมีขอบเขตกว้างใหญ่ ทำให้มีการใช้เทคโนโลยีตัวกลางหลายประเภทในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ตัวอย่างเช่น การใช้เทคโนโลยีเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ (Public Switched Telephone Networks : PSTN) การใช้ระบบดาวเทียม (Satellite) หรือการเชื่อมต่อด้วยระบบสายเช่า (Leased Line) เป็นต้น

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเวิร์ก (Internetworks)

เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเวิร์กหรืออินเทอร์เน็ต เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์จากทั่วโลกเข้าหากัน เครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านี้มีความแตกต่างกันทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ตัวอย่างเช่น การเชื่อมต่อผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตจากที่บ้านเข้ากับผู้ให้บริการ หรือการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทุกประเภทเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้การเชื่อมต่อเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมทั่วทั้งโลก ปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ของผู้ใช้บริการ จำนวนผู้ใช้บริการ และแอปพลิเคชันที่ให้บริการ

เครือข่ายไร้สาย (Wireless Networks)

เครือข่ายไร้สายเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทั้งประสิทธิภาพและอุปกรณ์ของเครือข่าย ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมียาสัญญาณทุกระบบ เครือข่ายก็สามารถเชื่อมต่อและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการใช้เทคโนโลยีแบบไร้สาย ดังนั้นเราจะพบเห็นเครือข่ายไร้สายในองค์กรขนาดใหญ่ สถาบันการศึกษา สำนักงานธุรกิจ และพื้นที่สาธารณะทั่วไป ปัจจุบันองค์กรต่างๆ ได้มีการติดตั้งเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับอุปกรณ์ของผู้ใช้บริการแบบไร้สายที่มีการพัฒนาออกมาอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน ระบบเครือข่ายแบบไร้สาย สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. เครือข่ายไร้สายส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Networks : WPANs) เป็นเทคโนโลยีของเครือข่ายที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ในช่วงสั้นๆ ส่วนมากมีระยะทางในการติดต่อสื่อสารไม่เกิน 10 เมตร มีการใช้ทั้งสัญญาณวิทยุและอินฟราเรดเป็นตัวกลาง เทคโนโลยีของ WPAN ยังรวมถึง

ระบบการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายระยะสั้นภายในบ้าน (Wireless Home Networking) ที่มีคอมพิวเตอร์หลักเชื่อมต่ออยู่กับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตและทำให้อุปกรณ์ประมวลผลอื่นๆ ภายในบ้านสามารถใช้แอปพลิเคชันของอินเทอร์เน็ต ทั้งข้อมูลและทรัพยากรของระบบร่วมกันจากตำแหน่งใดๆ ในบ้านได้ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องแฟกซ์ และอื่นๆ นอกจากนี้ WPAN ยังรวมถึงเทคโนโลยีแบบไร้สายของระบบควบคุมอุปกรณ์และการตรวจสอบด้วย ตัวอย่างของเทคโนโลยี WPAN ในปัจจุบันประกอบด้วยมาตรฐาน IEEE 802.15 เช่น เทคโนโลยี Bluetooth และ ZigBee นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีมาตรฐานแบบอื่นๆ เช่น HomeRF, IrDA และเทคโนโลยี Near Field Communication (NFC) ที่ใช้บนโทรศัพท์มือถือบางรุ่น เป็นต้น

2. เครือข่ายแลนไร้สาย (Wireless Local Area Networks : WLANs) เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายแบบไร้สายที่มีความโดดเด่นในปัจจุบัน มีการนำระบบ WLAN ติดตั้งเพื่อให้บริการตั้งแต่องค์กรขนาดเล็กจนถึงองค์กรขนาดใหญ่ ส่วนมากแล้วเป็นการนำไปขยายการให้บริการเครือข่ายสายสัญญาณแบบเดิม และเนื่องจากมีการใช้บริการกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะ WLAN มาตรฐาน IEEE 802.11 หรือ Wi-Fi ผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จึงได้ติดตั้งรวมเข้ากับอุปกรณ์ของผู้ให้บริการ เช่น แล็ปท็อป แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยี WLAN ประกอบด้วยมาตรฐาน IEEE 802.11 ที่กำลังมีการพัฒนาอัตราส่งให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ และมาตรฐานของ ETSI ที่มีเทคโนโลยี HIPERLAN/1 และ HIPERLAN/2 นอกจากนี้ที่ผ่านมายังมีการพัฒนาเครือข่าย ATM ให้มีสภาพแวดล้อมที่สามารถรองรับระบบการใช้งานแบบเคลื่อนที่ได้คือ Wireless ATM หรือ WATM แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยี WLAN มาตรฐาน IEEE 802.11 หรือ Wi-Fi ได้รับความนิยมในการใช้บริการทั่วโลก และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทั้งอุปกรณ์ มาตรฐาน ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย

3. เครือข่ายแมนไร้สาย (Wireless Metropolitan Area Networks : WMANs) เป็นเครือข่ายเทคโนโลยีของบรอดแบนด์ไร้สายที่ถูกนำมาใช้ในเขตตัวเมือง และมีการใช้งานในส่วนที่ระบบสายสัญญาณไม่สามารถให้บริการถึงได้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้บริการรับส่งข้อมูลทั่วไป การให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยี WMAN มีทั้งรูปแบบของการให้บริการประจำที่เรียกว่าระบบ Fixed Broadband Wireless Access (FBWA) และการให้บริการแบบเคลื่อนที่ได้ ในแบบเคลื่อนที่ที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก และมีความเป็นไปได้ที่จะมีการนำมาตราฐานนี้ติดตั้งลงในอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้ให้บริการ เช่น แล็ปท็อป แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์พกพาอื่นๆ คล้ายกับการติดตั้งเทคโนโลยี WLAN มาตรฐาน IEEE 802.11 ในอุปกรณ์เหล่านี้ WMAN ประกอบด้วย

เทคโนโลยีเครือข่ายมาตรฐาน IEEE 802.16 เช่น WiMAX และ WiBro และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นเทคโนโลยีของ ETSI คือ HIPERMAN, HIPERACCESS และ HIPERLINK เป็นต้น

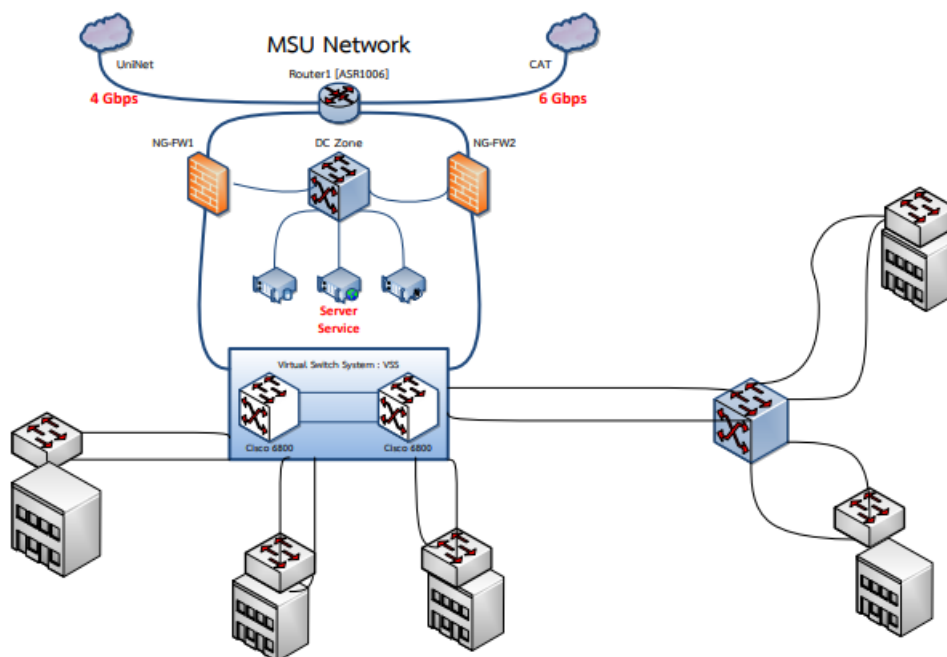
4. เครือข่ายแวนไร้สาย (Wireless Wide Area Networks : WWANs) เป็นเทคโนโลยีของเครือข่ายไร้สายที่สามารถให้บริการได้ในพื้นที่กว้างใหญ่กว่าระดับของเครือข่าย WMAN มุ่งเน้นให้บริการทั้งเสียง ข้อมูล ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และสตรีมมิ่งวิดีโอหรือดีโอ เทคโนโลยี WWAN มีอุปกรณ์สำหรับการติดต่อสื่อสารหลายระดับที่สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้บริการได้ และในปัจจุบันตัวอย่างของ WWAN คือมาตรฐาน IEEE 802.20 ที่เป็นเทคโนโลยีระบบเครือข่ายเคลื่อนที่บรอดแบนด์แบบไร้สาย

5. เครือข่ายไร้สายเซลลูลาร์ (Cellular Networks) หรือระบบเครือข่ายโทรศัพท์ไร้สายแบบเซลลูลาร์ เป็น WWAN อีกเทคโนโลยีหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการใช้งานในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ในระบบเครือข่ายเซลลูลาร์ประกอบด้วยเทคโนโลยีของโทรศัพท์เซลลูลาร์ที่มีความหลากหลายทั้งประเภทของเทคโนโลยีและการให้บริการ เช่น ระบบ GSM, GPRS, EDGE, 3G, 4G และ 5G เป็นต้น

2.4 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net)

เนื่องจากปัจจุบันมหาวิทยาลัยมหาสารคามต้องเตรียมความพร้อมการให้บริการด้านเทคโนโลยีดิจิทัลของมหาวิทยาลัยมหาสารคามให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เข้ามามีผลกระทบต่อการทำงานด้านการบริหารจัดการต่าง ๆ รวมถึงการให้บริการแก่บุคลากร และนิสิตของมหาวิทยาลัย อาทิเทคโนโลยี5G และ IoT ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ในด้านการสื่อสารและการทำงานเทคโนโลยีดิจิทัล จึงได้มีการศึกษาแนวทางการออกแบบพัฒนาระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อนำมาวางแผนในการพัฒนา/ปรับปรุงระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยใหม่ เพื่อให้การดำเนินงานต่าง ๆ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพสูงสุด (แผนการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเป็น Smart University, 2022)

พูน ปณ ทิโต ชีเว



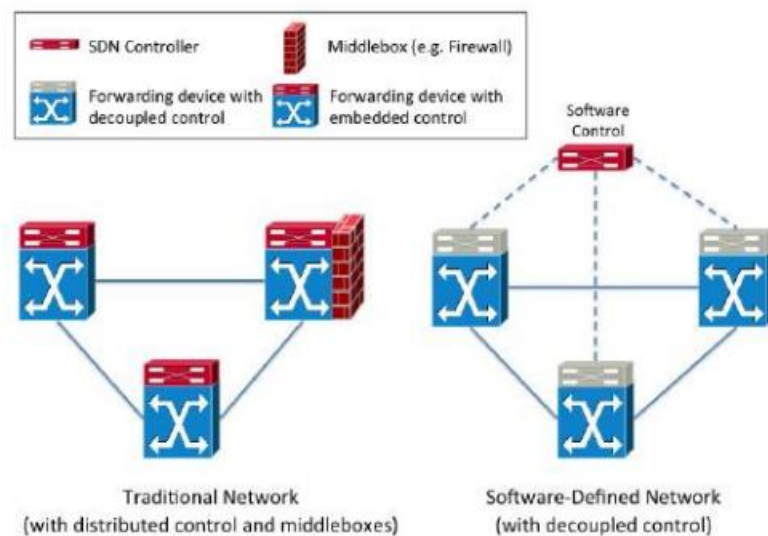
ที่มา : (Mahasarakham University's digital development plan to become a Smart University, 2022)

ภาพประกอบ 2 โครงสร้างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ใหม่

จากภาพประกอบ 2 การออกแบบและปรับปรุงระบบเครือข่ายมหาวิทยาลัยมหาสารคามหรือ MSU-Net แบบใหม่ มีรายละเอียดดังนี้

1. เชื่อมต่อจากศูนย์กลาง โดยให้ทุกคณะหน่วยงานหลัก เชื่อมต่อจาก ศูนย์กลางเพียงที่เดียว โดย
 - 1.1. เขตพื้นที่ ม.ใหม่ ให้ทุกคณะหน่วยงานหลักเชื่อมต่อมายังสำนักคอมพิวเตอร์ดังภาพประกอบที่ 1 โดยตรง ยุบ Node RN / พลาซ่า
 - 1.2. เขตพื้นที่ ม.เก่าให้ทุกคณะหน่วยงานหลัก เชื่อมต่อมายัง ห้องปฏิบัติการเครือข่ายคณะสัตวแพทยศาสตร์ ยุบ Node ขงจื้อ
2. เพิ่มจำนวนช่องทางเชื่อมต่อและขนาดการเชื่อมต่อจากเดิมที่ เชื่อมต่อระหว่างสำนักคอมพิวเตอร์ไปยังคณะหน่วยงาน 1 เส้นทาง (สายใยแก้วนำแสง) เป็นจำนวน 2 เส้นทาง พร้อมเพิ่มขนาดการเชื่อมต่อ จาก 1 Gbps เป็น 40 Gbps คือ เส้นทางละ 20 Gbps โดยใช้เทคนิคการทำงานผ่าน Protocol LCAP หากเส้นทางใด เส้นทาง 1 ชำรุด จะยังเหลือช่องทางเชื่อมต่อ ที่ 20 Gbps

3. ปรับปรุงอุปกรณ์และระบบเครือข่ายสัญญาณ ภายในอาคาร Uplink และ Backbone เลือกใช้สายแบบใยแก้วนำแสง โดยให้ Switch หลัก และสายสัญญาณเชื่อมต่อ 10 Gbps และจุดเชื่อมต่อ (OutletRJ45) 1 Gbps เลือกใช้สายที่สามารถรองรับเทคโนโลยีในอนาคตให้ได้มากที่สุดเพื่อให้ระบบเครือข่ายสามารถอัปเกรดไปใช้มาตรฐานใหม่ ๆ ที่มีความเร็วสูงขึ้นได้และไม่ตก รุ่นเร็วจนเกินไป โดยใช้สายสัญญาณมาตรฐาน CAT6A
4. เพิ่มจุดบริการ Wi-Fi ผ่านโครงข่าย MSU-Net ความเร็วสูงโดยเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายใหม่ที่ได้รับการปรับปรุงประสิทธิภาพแล้ว โดยต้องสามารถทำงานด้วยเทคโนโลยี AC เป็นอย่างน้อย
5. ปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารจัดการระบบเครือข่าย ให้เป็น ในรูปแบบ Software-defined Network หรือ SDN โดย ระบบเครือข่ายแบบ SDN นั้นจะทำหน้าที่ในส่วนของการ Configure ระบบให้เองทั้งหมด ผู้ดูแลไม่จำเป็นต้องยุ่งเกี่ยวกับระบบเครือข่ายเลย สิ่งที่คุณดูแลระบบต้องไปก็คือการกำหนด Policy สำหรับอุปกรณ์หรือระบบ Application ต่าง ๆ ในเครือข่าย แล้วระบบ SDN จะทำการกำหนดค่าให้ตามนั้นเองโดยอัตโนมัติ ดังภาพประกอบ



ที่มา : (จรวย สาวีถึ, 2566)

ภาพประกอบ 3 รูปแบบการทำงาน ระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ระบบเครือข่ายแบบเดิมและแบบ SDN

จากภาพประกอบ 3 จะเห็นได้ว่ารูปแบบการทำงาน ระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ระบบเครือข่ายแบบเดิม และ แบบ SDN จะพบว่าระบบเครือข่ายแบบ SDN นั้นจะทำหน้าที่ในส่วนของการ

Configure ระบบให้เองทั้งหมด ผู้ดูแลไม่จำเป็นต้องยุ่งเกี่ยวกับระบบเครือข่ายเลย สิ่งที่คุณดูแลระบบต้องไปก็คือการกำหนด Policy สำหรับอุปกรณ์หรือระบบ Application ต่าง ๆ ในเครือข่าย แล้วระบบ SDN จะทำการกำหนดค่าให้ตามนั้นเองโดยอัตโนมัติ โดยวิธีการทำงานของ SDN เข้ามาแก้ไขปัญหาของผู้ดูแลเครือข่าย กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน และเป็นแนวคิดที่ช่วยให้บริษัทใหญ่และผู้ให้บริการเครือข่ายหรือระบบเครือข่ายที่มีอุปกรณ์ใน Data center เป็นจำนวนมากนำไปปรับใช้ได้ อย่างง่ายดาย เนื่องจากทำให้โครงสร้างเครือข่ายมีความยืดหยุ่นและเอื้อต่อการขยายตัวของเครือข่าย เมื่อต้องเพิ่มอุปกรณ์ใหม่ ๆ เข้าไป ซึ่งแนวคิด SDN เริ่มจากแนวคิดในการแบ่งชั้นของเครือข่าย โดยแบ่งเป็น control plane ซึ่งก็คือ ชั้นที่ควบคุมเส้นทางของข้อมูล และ data plane ซึ่งเป็นชั้นของข้อมูล ซึ่งกลายมาเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับ SDN

ระบบเครือข่ายมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ระบบ MSU-net Wi-Fi (สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,2565) โครงการระบบเครือข่ายแบบไร้สายมหาวิทยาลัยมหาสารคามเปิดให้บริการแก่นิสิตคณาจารย์และบุคลากรของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาและ อุปกรณ์ไร้สายด้วยมาตรฐาน IEEE 802.11b, IEEE 802.11g IEEE 802.11n และ IEEE 802.11ac หรือที่รู้จักกันในชื่อ Wi-Fi รายชื่อชุดการให้บริการสัญญาณ Wi-Fi (SSID) ของโครงการระบบเครือข่ายแบบไร้สายมหาวิทยาลัยมหาสารคามซึ่งเปิดให้บริการในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยเก่า และใหม่รวมกว่า 90 จุด ได้แก่

1. @MSU-Net สามารถเชื่อมต่อเข้าใช้ระบบเครือข่ายแบบไร้สายผ่านการยืนยันตัวตนด้วย MSU Account
2. @MSU-Net Plus สามารถเชื่อมต่อเข้าใช้ระบบเครือข่ายแบบไร้สายได้อย่างปลอดภัยโดยมีการเข้ารหัสสัญญาณ ต้องสร้างโปรไฟล์การเชื่อมบนอุปกรณ์ก่อนจากนั้นเข้าสู่ระบบด้วย MSU Account (Username และ Password เดียวกันกับระบบพิสูจน์ตัวตนเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต) เมื่อเข้าสู่ระบบเพียงครั้งเดียว หลังจากนั้นอุปกรณ์จะจดจำการเชื่อมต่อและจะเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติเมื่ออยู่ในบริเวณที่มีสัญญาณ และสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้สูงสุด 5 อุปกรณ์
3. eduroam (Education roaming) เป็นบริการเครือข่ายโรมมิ่งเพื่อการศึกษาและวิจัย สำหรับนักศึกษาและบุคลากรของสถาบันการศึกษาที่เป็นสมาชิกเครือข่าย eduroam เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานของสถาบันผู้

ให้บริการเครือข่าย (Service Provider) และเปิดโอกาสให้บุคลากรหรือนักศึกษาสามารถใช้งานเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายในพื้นที่ของสถาบันอื่นได้

2.5 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud Computing)

แนวคิดของระบบประมวลผลแบบคลาวด์ (ซิลป์ณรงค์ ฉวีวัฒน์, 2558) คือ ระบบประมวลผลแบบกลุ่ม (Cluster Computing) ระบบประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) โดยมีกำลังการประมวลผล (Computing Power) พื้นที่หน่วยความจำ (Memory) และพื้นที่ให้สำรองข้อมูล (Storage) ที่มีการใช้งานร่วมกันผ่านเครือข่ายภายในหรือภายนอก ซึ่งทรัพยากรของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ อยู่ในรูปของการบริการที่ตอบสนองความต้องการของ ผู้ใช้งาน (On Demand) ทั้งในแง่ของขนาด ชนิด รวมถึงเวลา ของการใช้ทรัพยากร โดยมีลักษณะการใช้งานคล้ายระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Public Utility) ระบบไฟฟ้า น้ำประปา กล่าวคือ ใช้เท่าไรจ่ายไปเท่านั้น โดยหน่วยงานหรือผู้ที่ใช้งานไม่จำเป็นจะต้องรู้แหล่งที่มาของทรัพยากรนั้น เพียงรับความต้องการของการใช้งานก็สามารถเข้าถึงหรือใช้งาน ทรัพยากรเหล่านั้นได้ทันที

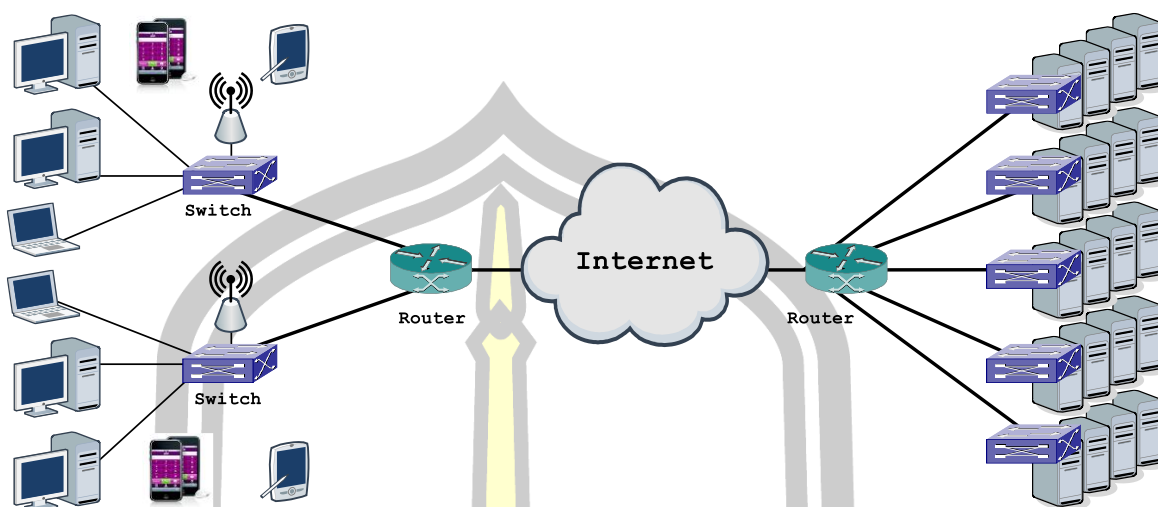
คลาวด์เป็นระบบที่ช่วยให้การใช้งานด้านต่าง ๆ เช่น ระบบการเก็บข้อมูล การติดตั้งฐานข้อมูลหรือระบบภายในให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งสามารถปรับเปลี่ยน-ลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลได้ตามการใช้งานจริง ยืดหยุ่นได้ตลอดเวลา ช่วยลดต้นทุนธุรกิจและรองรับการขยายตัวของธุรกิจในอนาคต คลาวด์จึงกลายมาเป็นตัวช่วยสำคัญที่ตอบโจทย์ อีกทั้งสอดรับการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่ที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้นเรื่อย ๆ

สถาบันมาตรฐานแห่งชาติและเทคโนโลยี (National Institute of Standards and Technology : NIST) ของสหรัฐอเมริกาได้ให้คำนิยามของคลาวด์คอมพิวเตอร์ไว้ใน NIST SP-800-145 (The NIST Definition of Cloud Computing) ว่าคลาวด์คอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการให้บริการและการเข้าถึงระบบเครือข่ายที่ต้องการ โดยใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกันแบบกำหนดค่าได้ เช่น เครือข่าย เซิร์ฟเวอร์ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล แอปพลิเคชัน และบริการที่ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์สามารถจัดการได้โดยง่ายและเป็นไปด้วยความรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีผู้ให้คำนิยามของคลาวด์คอมพิวเตอร์ เช่น คลาวด์คอมพิวเตอร์หมายถึงการส่งมอบบริการคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจรวมถึง เซิร์ฟเวอร์ ฐานข้อมูล ที่จัดเก็บข้อมูล เครือข่าย ซอฟต์แวร์ การวิเคราะห์ข้อมูล การรักษาความปลอดภัย ระบบองค์กร คอมพิวเตอร์เสมือน และอื่นๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตเพื่อให้บริการที่มีความยืดหยุ่นของทรัพยากรและลดต้นทุนการดำเนินงานของผู้ให้บริการ และคลาวด์คอมพิวเตอร์ยังมีความ

หมายถึงการให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ แอปพลิเคชันและข้อมูล โดยเป็นการรวมกันของทรัพยากรเสมือนจริงที่ใช้ร่วมกัน และสามารถปรับขนาดได้แบบไดนามิก ซึ่งอาจอยู่ในระยะใกล้ที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องพิจารณาตำแหน่งทางฟิสิกส์ของเซิร์ฟเวอร์หรือที่จัดเก็บข้อมูลสำหรับรองรับความต้องการของตน คลาวด์คอมพิวเตอร์ยังคงมีความหมายถึงรูปแบบหนึ่งของการประมวลผลที่มีความสามารถด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการปรับขนาดและความยืดหยุ่นของการประมวลผลสามารถรองรับระบบธุรกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเป็นการให้บริการบนเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต (จรรยา สาวีถี, 2566)

จากคำนิยามที่กล่าวมาเหล่านี้เมื่อมีการใช้บริการเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ ทำให้องค์กรสามารถปรับเปลี่ยน เพิ่ม หรือลด การใช้ทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้ทันทีตามนโยบายการดำเนินธุรกิจ โดยไม่ต้องลงทุนในการติดตั้งระบบเครือข่าย อุปกรณ์และแอปพลิเคชันใหม่ เพราะว่าการใช้ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์มีสถาปัตยกรรมการทำงานบนระบบเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization System) หรือระบบเสมือน ที่ได้อธิบายไว้ในบทก่อนหน้านี้ ทำให้สามารถปรับเปลี่ยน เพิ่ม และลดทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้รองรับการทำงานของแอปพลิเคชันได้ทันที นอกจากนี้องค์กรต่างๆ ยังสามารถเลือกใช้คลาวด์คอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ (Cloud Service Provider : CSP) ได้ ทำให้องค์กรมีการลงทุนด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่ค่อนข้างต่ำ ปัจจุบันมีการใช้ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ในงานด้านต่าง ๆ ขององค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนมากขึ้น ด้วยหลักการพื้นฐาน 3 ประการ ประกอบด้วย

1. ยืดหยุ่น (Elastic) ความยืดหยุ่นของคลาวด์คอมพิวเตอร์ หมายความว่าทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่เช่าจากผู้ให้บริการ สามารถเพิ่มหรือลดลงได้แบบไดนามิก และองค์กรต่างๆ จ่ายค่าบริการเพียงทรัพยากรที่มีการใช้งานเท่านั้น
2. รวมกัน (Pooled) เป็นรูปแบบของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ก็คือการรวมกัน โดยทรัพยากรต่างๆ ถูกติดตั้งรวมกันไว้ที่ผู้ให้บริการ โดยใช้สถาปัตยกรรมการทำงานบนระบบเวอร์ชวลไลเซชัน
3. บนอินเทอร์เน็ต (Over the Internet) การใช้บริการทรัพยากรต่างๆ ของระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์เป็นการใช้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพราะเป็นแนวความคิดหลักที่อยู่บนพื้นฐานของการให้บริการอินเทอร์เน็ตตลอดเวลา



เครือข่ายองค์กร

ผู้ให้บริการคลาวด์

ที่มา : (จรรยา สาวิลี, 2566)

ภาพประกอบ 4 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่าย

รูปแบบการให้บริการและประเภทการใช้งานคลาวด์คอมพิวเตอร์

รูปแบบหรือโมเดลของบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ ทั้งรูปแบบบริการหลักและบริการย่อยอื่น ๆ ที่มีมากขึ้นในปัจจุบัน โดยแต่ละแบบจะมีการผสมผสานทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังมีรูปแบบของการใช้งานคลาวด์คอมพิวเตอร์ประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

รูปแบบการให้บริการ

การให้บริการพื้นฐานหลักของคลาวด์คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 3 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service : SaaS)

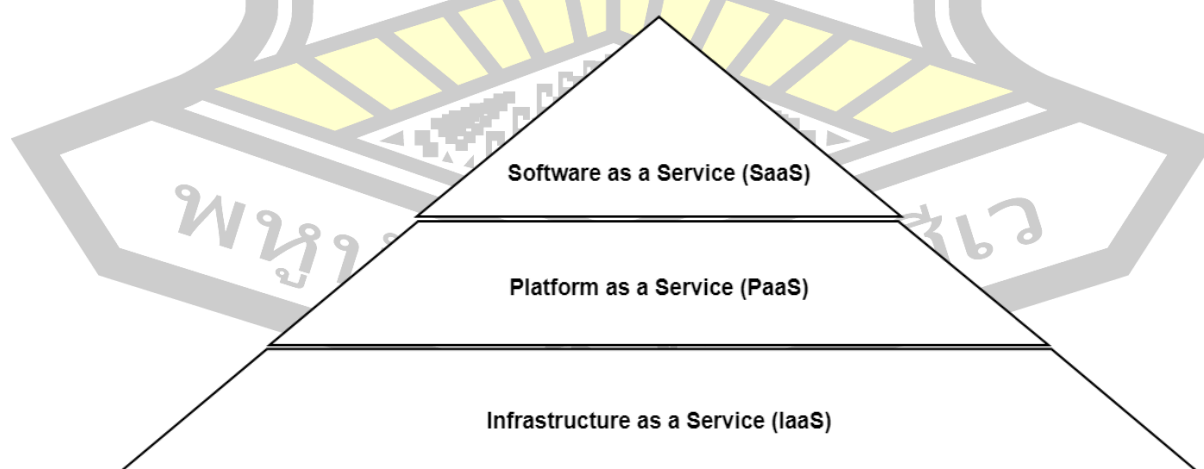
เป็นรูปแบบของการให้บริการแอปพลิเคชันต่างๆ แบบครบวงจรที่ผู้ให้บริการทำหน้าที่พัฒนาแอปพลิเคชันและสร้างบริการใหม่ ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้บริการที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ให้บริการกับผู้ใช้ ตัวอย่างของแอปพลิเคชัน เช่น ระบบ Google Apps, Hotmail, Facebook, Microsoft Office 365, SAP ERP และ SAP CRM เป็นต้น ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องติดตั้งแอปพลิเคชันเหล่านี้บนระบบคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายองค์กร แต่สามารถใช้งานด้วยเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ส่วนการบำรุงรักษาข้อมูลและแอปพลิเคชันถูกจัดการโดยผู้ให้บริการ

บริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service : PaaS)

ในรูปแบบของบริการนี้ผู้ใช้บริการสามารถใช้โครงสร้างพื้นฐานในการพัฒนาแอปพลิเคชันของตนเอง การทดสอบระบบ และทรัพยากรสำหรับการประมวลผลอื่นๆ บนพื้นฐานแพลตฟอร์มที่จัดการโดยผู้ให้บริการคลาวด์ เช่น การใช้ระบบฐานข้อมูล การใช้เครื่องมือในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์จะมีเครื่องมือที่เตรียมไว้สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ ตัวอย่างเช่น รูปแบบการให้บริการ PaaS ของ IBM Cloud (IBM offers a Smart Business Application Development), Oracle Cloud ที่สามารถรองรับทั้ง IaaS, PaaS, SaaS ได้ และ SAP HANA Enterprise Cloud เป็นต้น หลักการของ PaaS ก็คือส่วนขยายของ SaaS โดยผู้ใช้บริการมีค่าใช้จ่ายตามเวลาที่ใช้งานจริงเท่านั้น

บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service : IaaS)

เป็นระดับล่างสุดในระดับชั้นของบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นบริการที่ให้ผู้ใช้งานเข้าถึงโดยตรงไปยังฮาร์ดแวร์เสมือนจริง ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการประมวลผล อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เซิร์ฟเวอร์ ระบบเครือข่าย และทรัพยากรสำหรับการประมวลผลอื่นๆ จากผู้ให้บริการระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ ผู้ใช้บริการมีค่าใช้จ่ายตามจำนวนของการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูลตามความเป็นจริงเท่านั้น ตัวอย่างของ IaaS เช่น Amazon Amazon Web Services (AWS) ที่นำเสนอบริการ Elastic Computer Cloud Service (EC2) สำหรับรันแอปพลิเคชัน และระบบ Simple Storage Service (S3) สำหรับจัดเก็บข้อมูลให้กับผู้ใช้บริการ นอกจากนี้ยังมีบริการของ Microsoft Azure เป็นต้น



ที่มา : (จรรยา สาวีถี, 2566)

ภาพประกอบ 5 การให้บริการของคลาวด์คอมพิวเตอร์

นอกจากบริการหลักทั้ง 3 รูปแบบ คลาวด์คอมพิวเตอร์ดังยังมีการให้บริการรูปแบบเฉพาะอีกหลายอย่าง ซึ่งแต่ละแบบจะมีการผสมผสานทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความแตกต่างกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. Communication as a Service เป็นรูปแบบการสื่อสารระดับองค์กรที่ผู้ใช้บริการสามารถเช่าจากผู้ให้บริการรายใดรายหนึ่ง และมีการทำงานร่วมกันแบบเรียลไทม์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน การสื่อสารหรือบริการดังกล่าวได้แก่ การประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ (Video Teleconferencing) การประชุมผ่านเว็บ (Web Conferencing) การส่งข้อความโต้ตอบแบบทันที (Instant Messaging) และโทรศัพท์บนอินเทอร์เน็ตหรือระบบเสียงบนเครือข่ายไอพี (Voice over IP : VoIP) นอกจากนั้นยังรวมถึงการใช้แอปพลิเคชันและแพลตฟอร์มต่างๆ สำหรับการจัดประชุม โดยใช้อุปกรณ์การสื่อสารพื้นฐานบนระบบเครือข่ายและโทรศัพท์เคลื่อนที่

2. Compute as a Service เป็นบริการจัดหาและการใช้ทรัพยากรการประมวลผลที่จำเป็นในการปรับใช้และรันซอฟต์แวร์ รูปแบบการให้บริการนี้อาจถูกมองว่าเป็น IaaS แบบพื้นฐาน เพราะว่าเป็นการเน้นที่ความสามารถในการประมวลผล

3. Data Storage as a Service เป็นการกำหนดรูปแบบสำหรับการจัดเก็บข้อมูลและความสามารถที่เกี่ยวข้อง โดยอธิบายรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลที่คลเอนต์เช่าพื้นที่จัดเก็บจากผู้ให้บริการหรือผู้ร่วมพัฒนาระบบจากภายนอก ข้อมูลจะถูกถ่ายโอนจากคลเอนต์ไปยังผู้ให้บริการผ่านทางอินเทอร์เน็ต จากนั้นคลเอนต์จะเข้าถึงข้อมูลที่เก็บไว้โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่ผู้ให้บริการให้มา ซึ่งซอฟต์แวร์นี้ถูกใช้เพื่อดำเนินงานทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูล เช่น การทำสำรองข้อมูล และการถ่ายโอนข้อมูล เป็นต้น

4. Network as a Service เป็นบริการเชื่อมต่อการนำส่งข้อมูลหรือบริการเชื่อมต่อเครือข่ายระหว่างคลาวด์ โดยบริการนี้เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดสรรทรัพยากรโดยพิจารณาจากระบบเครือข่ายและทรัพยากรการประมวลผลโดยรวมเป็นหนึ่งเดียว การรวมเครือข่ายส่วนตัวเสมือน (VPN) ให้มีความยืดหยุ่น การให้แบนด์วิดท์ตามความต้องการ การกำหนดเส้นทางเครือข่าย การใช้โพรโทคอลมัลติคาสต์ การใช้ไฟร์วอลล์เพื่อรักษาความปลอดภัย การตรวจจับและป้องกันการบุกรุก การตรวจสอบและการกรองเนื้อหา และการป้องกันไวรัส เป็นต้น

5. Desktop as a Service เป็นความสามารถในการสร้าง กำหนดค่า จัดการ จัดเก็บ ดำเนินการ และส่งมอบฟังก์ชันเดสก์ท็อปของผู้ใช้จากระยะไกล โดยพื้นฐานแล้วเป็นบริการที่จะ

ดำเนินการโหลดแอปพลิเคชันและข้อมูล จากคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปหรือแล็ปท็อปของผู้ใช้บริการ ไปยังคลาวด์คอมพิวติง เพราะว่าบริการนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือสำหรับการใช้งาน โปรแกรม แอปพลิเคชัน กระบวนการ และไฟล์จากระยะไกล

6. E-mail as a Service เป็นรูปแบบการให้บริการอีเมลที่สมบูรณ์แบบ รวมถึงบริการสนับสนุนที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดเก็บ การรับ การส่ง การสำรองข้อมูล และการกู้คืนอีเมล นอกจากนี้ยังสามารถระบุการให้บริการ การจัดการข้อมูลประจำตัว การเข้าถึงที่สามารถขยาย และรวมศูนย์ในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีอยู่ได้ การจัดเตรียม การจัดการโดเมนทอร์ และการดำเนินการของบริการล็อกอินเพียงครั้งเดียว (Single Sign-on Service)

7. Integration Platform as a Service เป็นบริการแพลตฟอร์มเพื่อรองรับแอปพลิเคชัน ข้อมูลและการรวมกระบวนการต่างๆ ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการรวมกันของแอปพลิเคชันและแหล่งข้อมูลบนคลาวด์ทั้ง API และระบบที่ติดตั้งภายในองค์กร

8. Testing as a Service เป็นรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการเอาท์ซอร์ส เป็นการทดสอบกิจกรรมของผู้ร่วมพัฒนาระบบจากภายนอก ที่เน้นการจำลองสภาพแวดล้อมการทดสอบในโลกแห่งความเป็นจริงตามี่ระบุไว้ในความต้องการของผู้ใช้บริการ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งบริการนี้ก็คือรูปแบบของการเอาท์ซอร์ส

9. Management as a Service เป็นรูปแบบของการจัดการแอปพลิเคชัน การจัดการสินทรัพย์และการเปลี่ยนแปลง การจัดการสมรรถนะ การจัดการปัญหา การจัดการพอร์ตโครงการ และการจัดการระดับของการบริการ เป็นต้น

10. Security as a Service เป็นรูปแบบของการผสมรวมชุดบริการความปลอดภัยเข้ากับสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีอยู่โดยผู้ให้บริการระบบคลาวด์คอมพิวติง ซึ่งอาจรวมถึงการพิสูจน์ตัวตน การป้องกันไวรัส มัลแวร์ หรือสไปยาแวร์ การตรวจจับการบุกรุก และการจัดการเหตุการณ์ด้านความปลอดภัย เป็นต้น

11. X as a Service เป็นพัฒนาการล่าสุดในการจัดหาบริการของคลาวด์คอมพิวติงที่มีอยู่ 3 รูปแบบและมีความหมายเหมือนกัน ประกอบด้วย

11.1 Anything as a Service เป็นรูปแบบของการให้บริการใดๆ นอกเหนือจากบริการบนพื้นฐานเดิมที่มีอยู่ 3 รูปแบบคือ SaaS, PaaS และ IaaS

11.2 Everything as a Service การให้บริการรูปแบบนี้ทำให้ผู้ใช้ค่อนข้างเข้าใจผิด เนื่องจากไม่มีผู้ให้บริการรายใดเสนอบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด รูปแบบนี้ถูกนำเสนอขึ้นมาเพื่อแนะนำว่าผู้ให้บริการระบบคลาวด์กำลังให้บริการที่มีความหลากหลาย

11.3 X as a Service โดยที่ X สามารถแสดงตัวเลือกรูปแบบบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่เป็นไปได้

นอกจากนั้นยังมีการบูรณาการร่วมกันระหว่างเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งเรียกว่าคลาวด์ไอโอที (CloudIoT) ซึ่งได้สร้างแอปพลิเคชันอัจฉริยะรูปแบบใหม่ เพื่อจัดการสถานะและสถานการณ์ต่างๆ ในรูปแบบการให้บริการ (Alam, Shakil & Khan, 2020, p. 31) ดังต่อไปนี้

1. Cloud-based Sensing as a Service เป็นการให้บริการกับผู้ใช้หลายราย ทั้งเวอร์ชวลไลเซชันและการจัดสรรแบบไดนามิก ทำให้สามารถสรุปข้อมูลระหว่างผู้ให้บริการอุปกรณ์เซ็นเซอร์และใช้บริการได้ ถึงแม้ว่ามีการใช้โครงสร้างพื้นฐานร่วมกัน

2. Database as a Service เป็นบริการที่อนุญาตให้ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถเข้าถึงและจัดการฐานข้อมูลได้จากทุกที่ทุกเวลา

3. Data as a Service เป็นบริการที่อนุญาตให้ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากทุกที่ทุกเวลา

4. Ethernet as a Service เป็นบริการที่อนุญาตให้ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถเชื่อมต่อกับระดับชั้นที่ 2 (OSI Model) จากทุกที่ทุกเวลาไปยังอุปกรณ์ระยะไกลได้

5. Sensor as a Service เป็นบริการที่อนุญาตให้ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถจัดการอุปกรณ์เซ็นเซอร์ระยะไกลจากทุกที่ทุกเวลาได้

6. Mobile Backend as a Service เป็นการให้บริการเว็บและแอปพลิเคชันเคลื่อนที่เพื่อเชื่อมต่อกับที่จัดเก็บข้อมูลส่วนหลังบนคลาวด์ ซึ่งเป็นการให้บริการจัดการผู้ใช้และบริการเครือข่ายสังคม

7. Video Surveillance as a Service เป็นบริการจัดเตรียมข้อกำหนดในการจัดเก็บข้อมูลวิดีโอทั้งหมด เช่น สื่อที่จัดเก็บไว้มีความปลอดภัย ปรับขนาดได้ ตามความต้องการ ทนต่อข้อผิดพลาด และการประมวลผลวิดีโอ

8. Sensing as a Service เป็นบริการที่อนุญาตให้ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ได้จากทุกที่ทุกเวลา

ประเภทการใช้งานคลาวด์คอมพิวติง

จากการที่ NIST ได้กำหนดรูปแบบของการให้บริการพื้นฐานของคลาวด์คอมพิวติงไว้ 3 รูปแบบ ดังที่อธิบายมาในหัวข้อข้างบน และยังมีประเภทของการใช้งานอีก 4 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. คลาวด์สาธารณะ (Public Cloud)

เป็นระบบคลาวด์คอมพิวติงที่ให้บริการและจัดการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับบุคคลทั่วไป โดยผู้ให้บริการจากภายนอกเครือข่ายองค์กร เช่น AWS, Windows Live และ iCloud เป็นต้น ผู้ใช้บริการสามารถใช้ระบบผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต ทีวี และสมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์ประมวลผลอื่นที่สามารถให้บริการอินเทอร์เน็ตได้

2. คลาวด์ส่วนบุคคล (Private Cloud)

เป็นโครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์คอมพิวติงที่ให้บริการทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ตามที่ผู้ใช้งานร้องขอ และดำเนินการโดยองค์กรหรือเจ้าของระบบเครือข่ายหรือศูนย์ข้อมูลกลาง (Data Center) ที่มีการทำงานร่วมกันของเซิร์ฟเวอร์ ระบบเครือข่าย อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ข้อมูลและแอปพลิเคชันต่างๆ เป็นเซตของระบบบริการแบบเสมือนและเป็นการใช้งานร่วมกันขององค์กร ระบบคลาวด์ส่วนบุคคลเป็นการให้บริการหลังไฟร์วอลล์ขององค์กรเท่านั้น เช่น Nextcloud (<https://nextcloud.com>) เป็นโปรแกรมคลาวด์สตอเรจ (Cloud Storage) ที่องค์กรสามารถติดตั้งและจัดการระบบเพื่อให้บริการสมาชิกภายในองค์กรได้ หรือโปรแกรม OpenStack (<https://www.openstack.org>) ที่เป็นโปรแกรมสร้างระบบคลาวด์ทั้งคลาวด์ส่วนบุคคลและคลาวด์สาธารณะสำหรับองค์กร เป็นต้น

3. คลาวด์ชุมชน (Community Cloud)

เป็นโครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์คอมพิวติงที่ให้บริการสำหรับองค์กรทั่วไป องค์กรต่างๆ สามารถทำงานร่วมกันได้โดยการแชร์สภาพแวดล้อมของคลาวด์ที่มีความต้องการพิเศษร่วมกัน และจัดการโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้โดยองค์กรใดองค์กรหนึ่งหรือผู้ให้บริการคลาวด์

4. คลาวด์แบบผสม (Hybrid Cloud)

เป็นระบบคลาวด์คอมพิวติงที่ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่มีองค์ประกอบของคลาวด์สาธารณะและคลาวด์ส่วนบุคคลทำงานร่วมกัน ในองค์กรมีการใช้คลาวด์ส่วนบุคคลที่ติดตั้งไว้ภายในองค์กรเอง เพื่อเป็นโฮสต์แอปพลิเคชัน การให้บริการ และจัดเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อนทั้งหมด ซึ่งมีระดับของความปลอดภัยที่ค่อนข้างสูง แต่มักจะมีปัญหาความเร็วในการเพิ่มความสามารถและการปรับขนาด คลาวด์สาธารณะให้ความสามารถในการปรับขนาดที่เพียงพอและ

สามารถลดต้นทุนลงได้แต่มีความปลอดภัยลดลงเช่นเดียวกัน ดังนั้น NIST จึงได้ระบุว่าคลาวด์แบบผสมเป็นการใช้ประโยชน์จากทั้งคลาวด์ส่วนบุคคลและ

คลาวด์สาธารณะ โดยมีเป้าหมายที่จะบรรลุความสามารถในการปรับขนาด ลดต้นทุน และความปลอดภัยสูง เพราะว่าเป็นการผสมรวมกันของคลาวด์ส่วนบุคคลและคลาวด์สาธารณะ

จากการอธิบายรูปแบบการนำไปใช้งานของคลาวด์คอมพิวติง ซึ่งมีด้วยกันอยู่ 4 รูปแบบหลัก ดังนั้นจึงสามารถเปรียบเทียบคลาวด์คอมพิวติงจากความยืดหยุ่น ความปลอดภัย ประสิทธิภาพ ความน่าเชื่อถือ และต้นทุน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 เปรียบเทียบประเภทการใช้คลาวด์คอมพิวติง

การเปรียบเทียบ	คลาวด์สาธารณะ	คลาวด์ส่วนบุคคล	คลาวด์ชุมชน	คลาวด์แบบผสม
ความยืดหยุ่น	สูงมาก	จำกัด	จำกัด	สูงมาก
ความปลอดภัย	ปานกลาง	สูงสุด	ดี	ดี
ประสิทธิภาพ	ต่ำถึงปานกลาง	ดีมาก	ดีมาก	ดี
ความน่าเชื่อถือ	ปานกลาง	สูงมาก	สูงมาก	ปานกลางถึงสูง
ต้นทุน	ต่ำ	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง

ที่มา: (จรวัย สาวีถี, 2566)

(Luong et al., 2017) ได้ให้คำจำกัดความของเครือข่ายคลาวด์ หมายถึง

- 1.การจัดสรรแบนด์วิดท์ (Bandwidth Allocation)
- 2.การจัดสรรคำขอ (Request Allocation)
- 3.การจัดสรรขั้นตอนการทำงาน (Workflow Allocation)
- 4.การประยุกต์ใช้รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์และราคาสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรในระบบเครือข่ายคลาวด์รวม

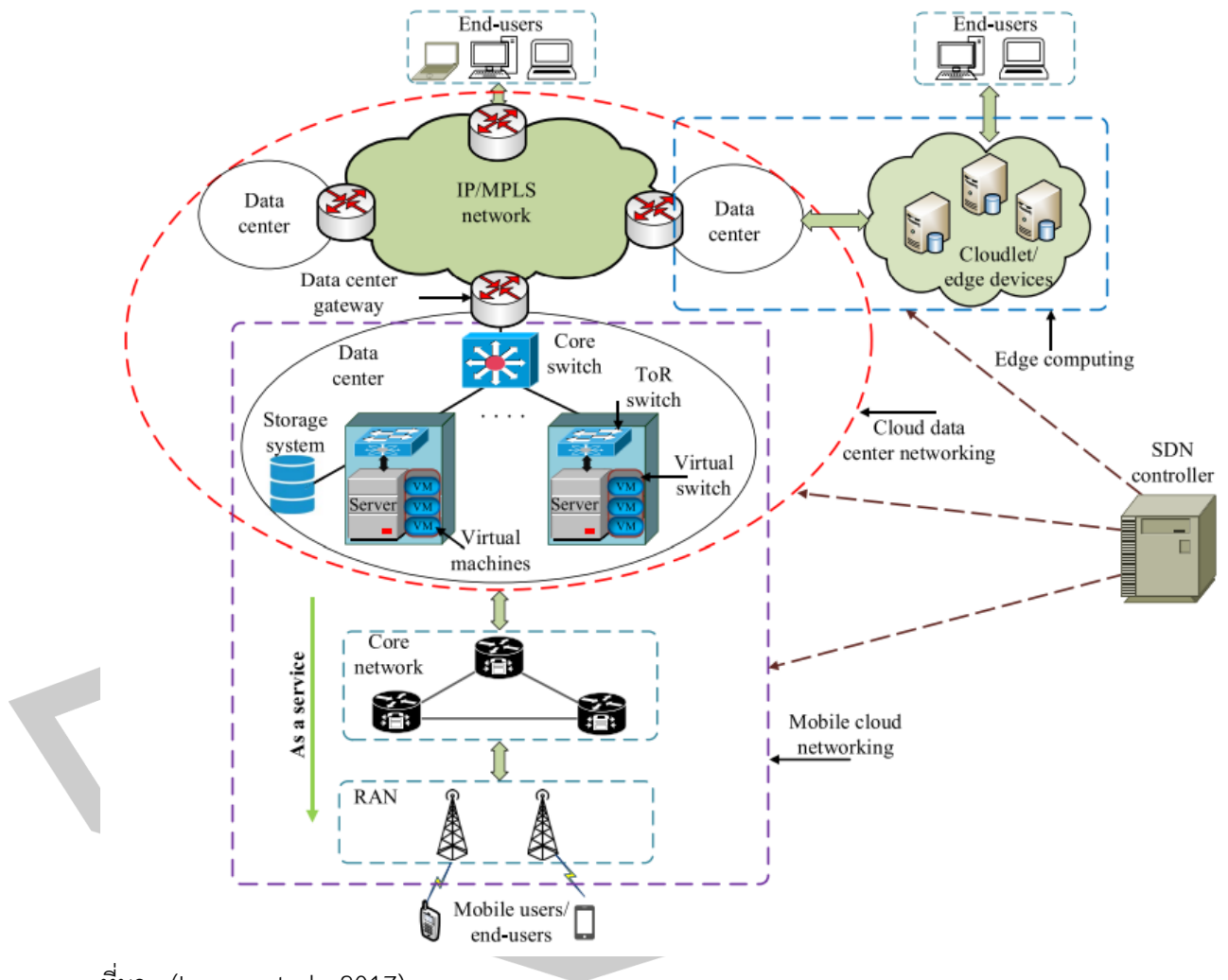
1.การจัดสรรแบนด์วิดท์ (Bandwidth Allocation) เป็นกระบวนการที่กำหนดส่วนของความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายที่สามารถให้บริการให้กับแต่ละรายการหรือผู้ใช้ การจัดสรรนี้มักใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพและการจัดการทรัพยากรเครือข่ายในรูปแบบที่เหมาะสม

2.การจัดสรรคำขอ (Request Allocation) คือกระบวนการกำหนดส่วนที่จะให้บริการต่อคำขอที่เข้ามา ซึ่งสามารถเกี่ยวข้องกับการจัดสรรแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ เช่น พลังประมวลผลหรือ

พื้นที่จัดเก็บข้อมูล

3.การจัดสรรขั้นตอนการทำงาน (Workflow Allocation) เกี่ยวข้องกับการกำหนดทรัพยากรและลำดับขั้นตอนในกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามแผนและได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

4.การประยุกต์ใช้รูปแบบทางเศรษฐศาสตร์และราคาสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรในระบบเครือข่ายคลาวด์รวม เป็นการใช้อย่างจำลองทางเศรษฐศาสตร์และการกำหนดราคาเพื่อการจัดการทรัพยากรในระบบเครือข่ายคลาวด์ที่มีการรวมกัน เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้ระบบทำงานได้ดีขึ้นในมุมมองทางเศรษฐศาสตร์และการบริหารจัดการทรัพยากร.

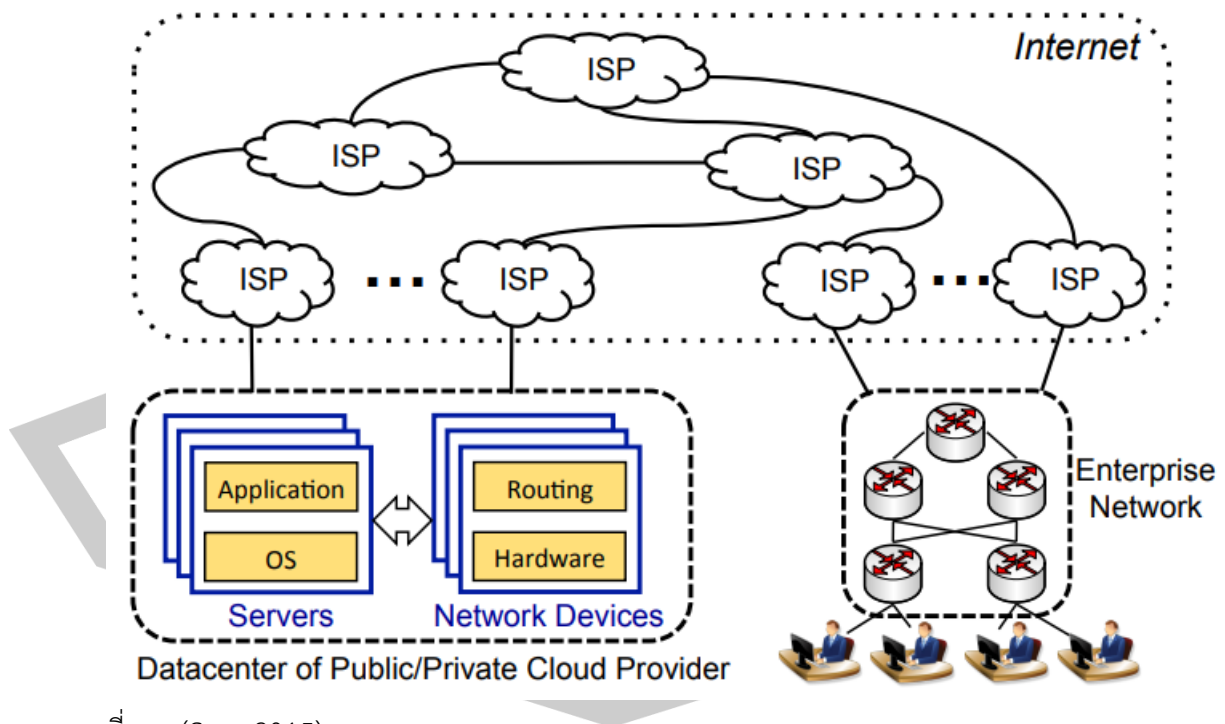


ที่มา : (Luong et al., 2017)

ภาพประกอบ 6 สถาปัตยกรรมทั่วไปของเครือข่ายคลาวด์

การบริหารจัดการคลาวด์คอมพิวติง คือ การรักษาและควบคุมบริการและทรัพยากรคลาวด์ ทั้งแบบสาธารณะ ส่วนตัว หรือผสมรวมกัน (hybrid) โดยมีบางด้านที่ต้องพิจารณา เช่น การทดสอบ โหลด ประสิทธิภาพ การจัดเก็บข้อมูล การสำรองข้อมูล ความจุ การใช้งาน ฯลฯ ในการทำงานนี้ บุคลากรที่ดูแลการบริหารจัดการคลาวด์จำเป็นต้องมีการเข้าถึงทุกระบบฟังก์ชันที่มีในคลาวด์ (GeeksforGeels, 2021)

โครงสร้างคลาวด์ส่วนตัวถูกดำเนินการโดยองค์กรเดียวกัน ซึ่งสามารถจัดการโดยองค์กรเอง หรือจะมีบริษัทบุคคลที่สามได้ บริการคลาวด์สาธารณะถูกส่งผ่านเครือข่ายที่เปิดกว้างและพร้อมสำหรับการใช้งานสาธารณะ ในแบบจำลองนี้ โครงสร้างด้านไอทีเป็นเจ้าของของบริการนั้นและสามารถให้บริการเก็บข้อมูลหรือความจุการคำนวณตามความจำเป็น โดยสาธารณะสามารถซื้อหรือเช่าพื้นที่เก็บข้อมูลหรือความจุการคำนวณตามความต้องการ สภาพแวดล้อมคลาวด์ผสมคือการรวมบริการคลาวด์สาธารณะและส่วนตัวจากผู้ให้บริการที่แตกต่างกัน ส่วนมากองค์กรจะเก็บข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ส่วนตัวเพื่อความปลอดภัย ในขณะที่ใช้แอปพลิเคชันคลาวด์สาธารณะในราคาต่ำเพื่อข้อมูลที่ไม่ไว้วางใจมากนัก การรวมการใช้งานคลาวด์สาธารณะและส่วนตัวถูกเรียกว่าเซิร์ฟเวอร์คลาวด์ผสม



ที่มา : (Sun, 2015)

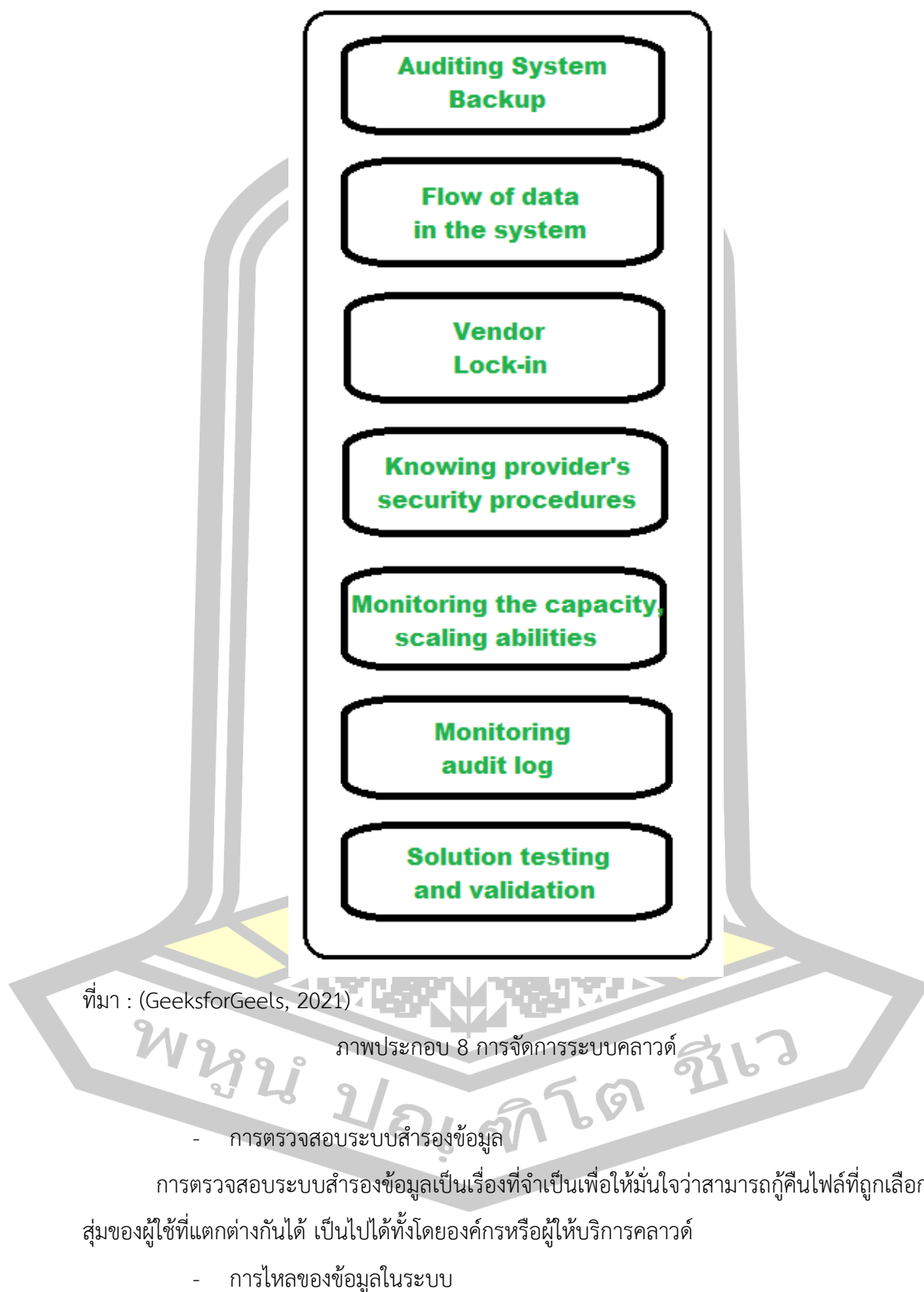
ภาพประกอบ 7 โครงสร้างแบบครบวงจรของบริการซอฟต์แวร์บนคลาวด์

ความจำเป็นของการบริหารจัดการคลาวด์: ปัจจุบัน องค์กรขนาดใหญ่เลือกใช้คลาวด์เป็นที่เก็บข้อมูลหลักของพวกเขา การหยุดชะงักเล็กน้อยหรือข้อผิดพลาดทางเทคนิคสามารถก่อให้เกิดความสูญเสียและไม่สะดวกสบายให้กับองค์กร ดังนั้น เพื่อวางแผน ดูแล และรักษาบริการคลาวด์คอมพิวเตอร์จึงต้องมีผู้รับผิดชอบที่มีการเข้าถึงทุกฟังก์ชันที่มีอยู่ในคลาวด์

แพลตฟอร์มการบริหารจัดการคลาวด์: แพลตฟอร์มการบริหารจัดการคลาวด์ คือ โปรแกรมที่มี API ที่แข็งแกร่งและกว้างขวางที่ช่วยให้มันสามารถดึงข้อมูลจากทุกประเภทเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีในโครงสร้าง IT แพลตฟอร์มการบริหารจัดการคลาวด์ (CMP) ช่วยองค์กร IT ในการสร้างแนวทางโครงสร้างการรักษาความปลอดภัยและการบริหาร IT ที่สามารถนำไปใช้ที่องค์กรทั้งหมด

งานการบริหารจัดการคลาวด์: ภาพประกอบด้านล่างนี้แสดงงานการบริหารจัดการคลาวด์ที่แตกต่างกัน





ผู้จัดการรับผิดชอบในการออกแบบแผนภาพไหลของข้อมูลที่แสดงถึงวิธีที่ข้อมูลควรไหลในองค์กร

- ผู้กข้อมูลกับผู้ให้บริการ

ผู้จัดการควรทราบวิธีการย้ายข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ไปยังเซิร์ฟเวอร์อื่นในกรณีที่ต้องคัดลอกข้อมูลไปเปลี่ยนผู้ให้บริการ

- ทราบขั้นตอนการรักษาความปลอดภัยของผู้ให้บริการ

ผู้จัดการควรทราบแผนการรักษาความปลอดภัยของผู้ให้บริการโดยเฉพาะในการใช้ Multitenant, การประมวลผล E-commerce, การคัดกรองพนักงาน และนโยบายการเข้ารหัส

- การดูแลความสามารถในการจัดเก็บข้อมูล, วางแผน และการเพิ่มขึ้น

ผู้จัดการควรทราบว่าผู้ให้บริการคลาวด์ปัจจุบันจะตอบสนองต่อความต้องการขององค์กรในอนาคตและความสามารถในการขยายตัวของพวกเขา

- การตรวจสอบบันทึกการตรวจสอบ

เพื่อระบุข้อผิดพลาดในระบบ ผู้จัดการตรวจสอบบันทึกการตรวจสอบเป็นประจำ

- การทดสอบและการตรวจสอบความถูกต้องของแนวทาง

มีความจำเป็นต้องทดสอบบริการคลาวด์และตรวจสอบผลลัพธ์และความถูกต้องของแนวทางโดยไม่มีข้อผิดพลาด

2.6 การจัดการเครือข่ายอัจฉริยะ (Smart Network Management)

การจัดการเครือข่ายอัจฉริยะ (Smart Network Management) หมายถึง การควบคุม การเพิ่มประสิทธิภาพ และการตรวจสอบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ชาญฉลาดและมีประสิทธิภาพ เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ระบบอัตโนมัติ และการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือของโครงสร้างพื้นฐานเครือข่าย (SivashankarKK, 2023)

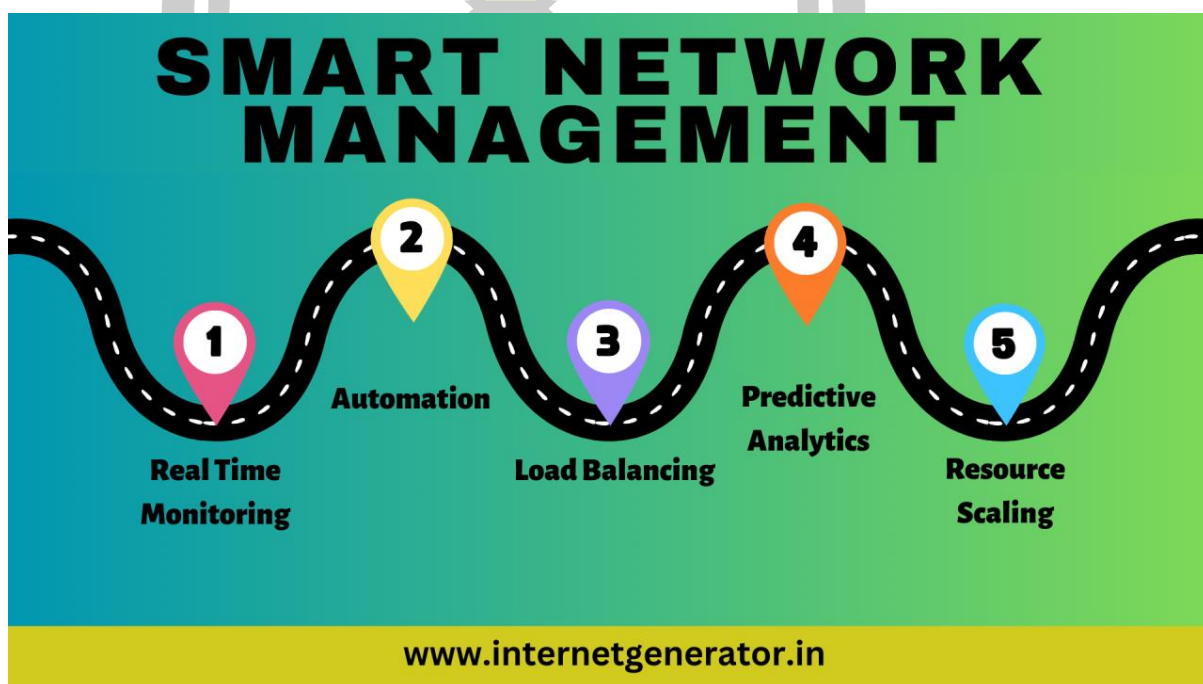
วัตถุประสงค์:

- ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น: การเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วของเครือข่าย
- การรักษาความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น: สร้างความมั่นใจในการป้องกันที่แข็งแกร่งต่อภัยคุกคามทางไซเบอร์
- ความน่าเชื่อถือ: ลดเวลาหยุดทำงานและรับประกันการสื่อสารที่ราบรื่น

- การเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร: การใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

กลยุทธ์:

- การตรวจสอบแบบเรียลไทม์: ติดตามกิจกรรมเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง
- ระบบอัตโนมัติ: การใช้กระบวนการอัตโนมัติสำหรับงานประจำ
- การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์: การใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเชิงรุก
- ความสามารถในการปรับตัว: การทำให้แน่ใจว่าเครือข่ายสามารถขยายขนาดและปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้



ที่มา : (SivashankarKK, 2023)

ภาพประกอบ 9 การจัดการเครือข่ายอัจฉริยะ

การจัดการเครือข่าย

องค์กรธุรกิจทั้งขนาดเล็กและใหญ่กำลังเผชิญการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล รวมทั้งการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลในส่วนของงานขององค์กร ที่จะส่งผลก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินธุรกิจ ซึ่งล้วนเป็นความท้าทายขององค์กร (CIOWORLDBUSINESS, 2023)

HwaCom Systems Inc. บริษัทผู้พัฒนาโซลูชันเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลครบวงจร เปิดเผยข้อมูลถึงความท้าทายกับการเปลี่ยนแปลงยุคดิจิทัล ซึ่งมีด้วยกันสองประเด็นสำคัญคือ การบริหารจัดการ และการตรวจสอบทางไซเบอร์บนเครือข่าย

การมีระบบการตรวจสอบความปลอดภัยของเครือข่ายที่เป็นระบบอัตโนมัติและเครื่องมืออื่น ๆ ที่ไฮสปีดหรือระบบคลาวด์ การจัดการเครือข่ายเป็นการกระทำของการจัดระเบียบการรับส่งข้อมูล เครือข่ายและการเคลื่อนย้ายข้อมูลทั่วทั้งระบบนิเวศขององค์กร ทั้งนี้การจัดการเครือข่ายเป็นสิ่งสำคัญสำหรับธุรกิจ และในช่วงวิกฤต COVID-19 การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล และอุตสาหกรรม 4.0 ทุกองค์กรให้ความสำคัญของเครือข่ายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

การใช้ระบบการจัดการเครือข่ายที่เหมาะสมสำคัญยิ่งกว่า ด้วยระบบการจัดการเครือข่ายที่ไม่เพียงพอธุรกิจต่าง ๆ จึงต้องเสียแรงงานคนหลายชั่วโมง การสูญเสียเวลาเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความไร้ประสิทธิภาพ ทัศนศึกษา จากองค์กรหนึ่งมีอุปกรณ์และสายเคเบิลจำนวนมากในหลายพื้นที่ ผู้ดูแลระบบจะต้องค้นหาข้อผิดพลาดด้วยตนเองเมื่อเกิดขึ้น หลังจากค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาผู้ดูแลระบบยังคงต้องใช้เวลาในการอัปเดตเอกสารที่เกี่ยวข้อง กรณีนี้เมื่อ ตัวบ่งชี้ในระบบการจัดการเครือข่ายไม่แม่นยำ ผู้ดูแลระบบไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์โดยรวมได้ทันที และขาดกลไกการแจ้งเตือนเชิงรุกการตอบสนองจึงไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้สูญเสียและธุรกิจหยุดชะงักได้

การตรวจสอบทางไซเบอร์: การจัดการเครือข่ายเชิงรุก เพิ่มประสิทธิภาพกับธุรกิจ สำหรับระบบการจัดการเครือข่ายอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ จะสามารถช่วยรับมือกับปัญหา การตรวจสอบทางไซเบอร์ ด้วยฟังก์ชันการจัดการเครือข่าย 5 ฟังก์ชัน ดังนี้

1. การจัดการข้อผิดพลาด: ซึ่งรวมถึงคุณสมบัติต่างๆ เช่น การตรวจจับอัตโนมัติ คำเตือนอัตโนมัติ รายงานบันทึก และการติดตามปัญหา
2. การจัดการการกำหนดค่า: ผู้ดูแลระบบสามารถตั้งค่าลักษณะการทำงานบนพอร์ตหรืออุปกรณ์ เช่น พอร์ตสวิตช์ที่เปิดใช้งาน/ปิดใช้งาน และที่อยู่ Mac/IP ที่เลือกที่ถูกบล็อกได้ การกำหนดค่าอุปกรณ์จะได้รับ การสำรองข้อมูลอัตโนมัติ และสามารถส่งสคริปต์ไปยังอุปกรณ์หลายเครื่องได้
3. การจัดการบัญชี: สถิติและการรับส่งข้อมูลของ IP และระบบเฉพาะ สามารถผลิตเพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียกเก็บเงินหรือการขาย

4. การจัดการประสิทธิภาพ: การวัดประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญสำหรับธุรกิจที่จะเติบโต ระบบการตรวจสอบเครือข่ายที่ดี จะช่วยให้สามารถตรวจสอบการวัดทุกประเภทบนอุปกรณ์เช่น การรับส่งข้อมูล CPU, RAM, Jitter, MOS, RTT, CRC และอื่น ๆ
5. การจัดการความปลอดภัย: คุณสมบัติสำหรับการจัดการและการอนุญาตผู้ใช้งานการควบคุมทรัพยากรรวมถึงการวิเคราะห์รายงานบันทึกของไฟร์วอลล์ คือสิ่งจำเป็นของ ระบบการตรวจสอบเครือข่าย

การมีระบบการจัดการเครือข่ายอัจฉริยะที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้ใช้และระบบสามารถมอนิเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ เช่น การตรวจจับอุปกรณ์เครือข่ายอัตโนมัติการสร้างรายการตรวจสอบอัตโนมัติการแจ้งเตือนสิ่งกีดขวางอัตโนมัติและการจัดทำรายงานอัตโนมัติ

ซึ่งกระบวนการอัตโนมัติเหล่านี้ช่วยลดการใช้แรงงานคนของพนักงานช่วยลดภาระงานและความต้องการพนักงานของผู้ดูแลระบบไอทีลงอย่างมากเพื่อให้พวกเขาสามารถไปปฏิบัติงานที่สำคัญกว่า เช่นการมุ่งเน้นที่วิธีที่ดีที่สุดในการขยายธุรกิจ

นอกจากนี้ระบบการจัดการเครือข่ายอัจฉริยะสามารถแจ้งปัญหาและอุปสรรคได้ทันทีเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเริ่มจัดการกับมันได้โดยเร็วที่สุด ระบบที่สามารถให้ข้อมูลที่ครอบคลุมรวมถึงตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพต่างๆ เช่น สถานะฮาร์ดแวร์ Syslog และอื่นๆ ทำให้ผู้ใช้และระบบสามารถทำการวินิจฉัยได้เร็วขึ้นในบรรทัดแรกและขจัดสิ่งกีดขวางหรือแจ้งผู้ดูแลระดับที่สองเพื่อดำเนินการอย่างรวดเร็วเพื่อลดเวลาหยุดทำงาน

ระบบการตรวจสอบเครือข่าย ต้องสามารถตรวจสอบอุปกรณ์อุตสาหกรรม ซึ่งการทำให้องค์กรเป็นดิจิทัล การบรรจบกันของระบบ IT และ OT ให้มุมมองที่เป็นหนึ่งเดียวของโครงสร้างพื้นฐานทั้งหมด จากเครื่องจักร, PLC, ตัวควบคุมลอจิกที่ตั้งโปรแกรมได้, และอุปกรณ์ IoT

การตรวจสอบ โพรโตคอลหรือรูปแบบการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลที่เรียกว่า Modbus ในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม ซึ่ง Modbus มีบทบาทในสภาพแวดล้อมทางอุตสาหกรรมและช่วยให้พนักงานสามารถตรวจสอบอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตอุตสาหกรรมเกตเวย์อุตสาหกรรมอุปกรณ์ OPC UA อุปกรณ์ไอทีและอื่น ๆ

รวมถึงระบบการตรวจสอบแบบเรียลไทม์ของการใช้ทรัพยากรเครือข่ายและแผนภูมิการรับส่งข้อมูลทำให้ระบบมีความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่ใช้งานอยู่และตั้งแต่นั้น ๆ เป็นฟังก์ชันหลัก ๆ ที่ ระบบการตรวจสอบเครือข่ายอัจฉริยะต้องมีความสามารถเหล่านี้

การบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management)

การบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management) เป็นกรอบงานที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบเครือข่ายจะมีประสิทธิภาพเต็มเปี่ยมในการทำงาน (Performance) มีความพร้อมใช้งานอยู่เสมอ (Availability) มีความเชื่อถือได้ (Reliability) และมีความมั่นคงปลอดภัย (Security) เพื่อเอื้อให้การดำเนินงานและธุรกิจขององค์กรเป็นไปอย่างราบรื่น (SUCCESSNetwork, 2023)

ทั้งนี้แบ่งเนื้องาน Network Management ออกเป็นภาคส่วนสำคัญ (Key Area) ได้ 5 ภาคส่วน ตามโมเดล FCAPS (เอฟแคปส์) ซึ่งได้รับการออกแบบโดย “องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน” หรือ “ISO” (International Organization for Standardization) ดังนี้

F : Fault Management – การจัดการความผิดพลาด

ได้แก่ งานที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะส่งผลกระทบต่อระบบเครือข่าย รวมทั้งการแก้ไขเมื่อเกิดปัญหาขึ้นแล้ว เช่น

- การค้นหาและระบุ (identify) จุดที่เกิดความผิดพลาดและเหตุแห่งปัญหา
- การแยกปัญหาออกมาจากระบบเครือข่าย
- การดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ลดระยะเวลาหยุดชะงักของเน็ตเวิร์กให้น้อยที่สุด
- การหามาตรการเพื่อป้องกันและบรรเทาความเสี่ยงที่จะเกิด Downtime
- การเก็บ Log บันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นและรายละเอียดการแก้ไข เพื่อใช้ตรวจสอบย้อนหลังและเป็นแนวทางการแก้ไขในอนาคต เป็นต้น

C : Configuration Management – การจัดการด้านการกำหนดค่าหรือคอนฟิกูเรชัน

ได้แก่ งานด้านการจัดการและกำหนดค่า (Configuration) อุปกรณ์ในเครือข่าย เช่น

- การกำหนด IP Address ไม่ว่าจะแบบ Manual หรืออัตโนมัติผ่าน DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
- การจัดเก็บและบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครือข่าย เช่น ยี่ห้อ รุ่น คุณลักษณะ, version ของ software / firmware
- การจัดทำผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ (Topology View)
- การจัดการเส้นทาง (Path) ของทราฟฟิกข้อมูลในเครือข่าย
- การปรับเปลี่ยน Hardware หรือ Software เช่น การเพิ่มหรือนำสถานีออกจากระบบ, การติดตั้งเครือข่ายย่อย, ลิงค์ และส่วนอื่น ๆ ของระบบเครือข่าย
- การ Reconfigure เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายหรือโครงสร้างของระบบ เป็นต้น

A : Account Management – การจัดการบัญชีผู้ใช้งาน

ได้แก่ งานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบัญชีผู้ใช้งาน และการกำหนดระดับการเข้าถึงและใช้งานทรัพยากรเครือข่ายของผู้ใช้ เช่น

- ด้านการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน, การแบ่งระดับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม
- จัดทำฐานข้อมูลอัตลักษณ์บุคคล (Identity) ไม่ว่าจะเป็น User & Password, PIN, QR code หรือข้อมูลชีวมิติ (Biometrics) เช่น ลายนิ้วมือหรือใบหน้า
- การจัดเก็บและบันทึกข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ในระบบเครือข่าย เพื่อวัดระดับการใช้งาน (Utilization) ของ User ว่าใครใช้บริการอะไร มากน้อยแค่ไหน เพื่อให้สามารถตรวจสอบและนำมาใช้วิเคราะห์ ประเมิน เพื่อกำหนดนโยบายหรือแผนการต่าง ๆ และคำนวณต้นทุนในการใช้งานระบบเครือข่ายแบ่งแยกตามแผนหรือส่วนงานได้

P : Performance Management – การจัดการประสิทธิภาพ

ได้แก่ งานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเพื่อรักษาระดับการให้บริการ (Service Level) ของเครือข่าย ให้มีมาตรฐานมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด และมี bandwidth เพียงพอต่อความต้องการ โดยทดสอบ วิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย เช่น

- ค่า Response Time
- ค่า Traffic in / Traffic out
- ค่า Throughput
- Latency
- อัตรา Packet Loss
- Link Utilization
- Percentage Utilization
- Error Rates เป็นต้น

และดำเนินการเพื่อให้ค่า parameter เหล่านี้อยู่ในระดับมาตรฐานหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

S : Security Management – การจัดการความปลอดภัย

ได้แก่ งานวางแผน ตรวจสอบ ฝ้าระวัง ป้องกัน อดช่องโหว่ เพื่อดูแลรักษาเครือข่าย รวมถึงข้อมูลและกิจกรรมในเครือข่าย ให้มีความมั่นคงปลอดภัยจากการโจมตีหรือภัยคุกคามทางไซเบอร์

ตลอดจนควบคุมการเข้าถึงและการใช้ทรัพยากรในเครือข่ายให้เป็นไปตามนโยบายที่ได้กำหนดไว้ผ่านกระบวนการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption),

- การดำเนินงานตามกรอบ Triple A Security Framework (AAA) อันประกอบด้วย Authentication (การตรวจสอบและพิสูจน์ทราบตัวตน) Authorization (การควบคุมสิทธิ์เข้าใช้งาน) และ Accounting (การเก็บบันทึกว่าแต่ละคนเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขอะไรบ้าง) เพื่อให้แน่ใจว่าเฉพาะกิจกรรมที่ได้รับอนุญาตและอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองความถูกต้องและผู้ใช้สามารถเข้าถึงเครือข่ายได้

รวมถึงการเตรียมอุปกรณ์สำรอง (Equipment Spare) สำหรับอุปกรณ์ที่มีความสำคัญเพื่อสามารถนำมาใช้ได้ทันทีเมื่ออุปกรณ์เกิดความเสียหาย

ระบบบริหารจัดการเครือข่าย NMS (Network Management System)

ระบบบริหารจัดการเครือข่าย หรือ NMS (Network Management System) คือซอฟต์แวร์หรือชุดโปรแกรมประยุกต์ (application) สำหรับใช้ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ในเครือข่ายทั้งระบบเป็นตัวช่วยในการดำเนินงานซึ่งจะทำให้ผู้ดูแลหรือผู้บริหารเครือข่ายสามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาของระบบเครือข่ายที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

ผู้ดูแลเครือข่าย (Network Administrator) สามารถใช้ระบบ NMS เพื่อควบคุม ฝ้าระวัง ตรวจสอบ และติดตามสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเน็ตเวิร์กได้ผ่านทาง NMS Console ซึ่งจะเป็นเสมือนศูนย์บัญชาการส่วนกลาง โดยมีหน้าจอแสดงผล (Dashboard) ที่จะนำเสนอข้อมูลเพื่อให้ผู้ดูแลสามารถเข้าใจภาพรวมของสถานการณ์การทำงานของเครือข่ายได้โดยง่าย

นอกจากนี้ระบบ NMS ยังจะช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลการ log-in เข้าระบบ, ข้อมูลการใช้งาน interface ของอุปกรณ์, ข้อมูล Log การใช้งาน เป็นต้น เพื่อให้ผู้ดูแลใช้ในการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เมื่อมีเหตุการณ์หรือความผิดพลาดเกิดขึ้นจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบให้รับทราบโดยทันที ทำให้การแก้ไขปัญหาสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและทันท่วงที

โพรโตคอลที่ใช้ในการบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management Protocol : NMP)

ในการควบคุมสั่งการอุปกรณ์ในเครือข่าย หรือการมอนิเตอร์สถานะของอุปกรณ์ในเครือข่าย จำเป็นจะต้องมีการรับส่งสื่อสารข้อมูลระหว่างสองฝั่ง

ระบบ NMS (Network management System – ระบบบริหารจัดการเครือข่าย) ที่รันบน เซิร์ฟเวอร์ (ซึ่งจะเรียกว่า NMS Server หรือ NMS Console หรือ Network Management Station) เพื่อทำการมอนิเตอร์และจัดการควบคุมอุปกรณ์ในเครือข่าย

อุปกรณ์เครือข่ายที่ต้องการจัดการ (Managed Devices) เช่น router, access server, switch, hub หรือเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

ซึ่งการสื่อสารระหว่างทั้งสองฝั่งจำเป็นต้องมี Network Protocol มาเป็นสื่อกลางในรับส่งข้อมูล โดยโปรโตคอลด้านการจัดการเครือข่าย (Network Management Protocol : NMP) มีอยู่ด้วยกันหลายตัว ทั้งที่เป็นแบบ proprietary และ non-proprietary (open)

ในส่วนที่เป็นแบบ Non-proprietary NMP (Open NMP) ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ SNMP (Simple Network Management Protocol) และ ICMP (Internet Control Message Protocol)

2.7 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้าง สลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อมโดยการวัด ความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึง สามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2556 กล่าวไว้ว่า พึง เป็นคำ ช่วยกริยาอื่น หมายความว่า ควร เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า พอ หมายความว่า เท่าที่ต้องการ เต็มความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมกัน พึงพอใจ จะหมายถึง ชอบใจ ถูกใจตามที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับ กชกร เบ้าสุวรรณ และคณะ (2550) กล่าวว่าความพึงพอใจเป็น ความรู้สึกยินดี พอใจ ชอบใจของบุคคลหนึ่งที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ต่อเมื่อบุคคล เหล่านั้นได้รับการตอบสนองในสิ่งที่ตนเองต้องการหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ เมื่อความ ต้องการของบุคคลนั้นได้รับการตอบสนองหรือบรรลุมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าว จะ ลดลงหรือไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

(วิระยุต ชัยศร, 2021) อ่างใน (ภาศิริ เขตปิยรัตน์, 2553) ได้อธิบายว่า ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม การจะรู้ว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ ต้องสังเกตอย่าง ละเอียดซับซ้อนไม่สามารถวัดความพึงพอใจโดยตรงได้จึงต้องวัดความพึงพอใจทางอ้อมด้วย แบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ด้วยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น ซึ่งผลของความพึงพอใจ นั้นขึ้นอยู่กับประเมินความเป็นไปได้จากความรู้สึกนึกคิดและการคาดการณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น

การประเมินค่าความพึงพอใจของแต่ละคนยังขึ้นอยู่กับภูมิหลัง ประสบการณ์ ความสนใจการให้คุณค่าแก่สิ่งนั้น ๆ ของแต่ละบุคคล และ สมชาย บุญสุน (2554) อ้างถึง สมศักดิ์ คงเที่ยง และอัญชลี โพธิ์ทอง อธิบายว่า ความพึงพอใจ เกิดจาก 1) ความพึงพอใจเป็นผลรวมของความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับระดับความชอบหรือไม่ชอบต่อสภาพต่าง ๆ 2) ความพึงพอใจเป็นผลของทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ 3) ความพึงพอใจในการทำงานเป็นผลมาจากการปฏิบัติงานที่ดี และสำเร็จจนเกิดเป็นความภูมิใจและได้ผลตอบแทนในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่หวังไว้ หรือความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่ได้รับการตอบสนองเมื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในสิ่งที่ต้องการ

(อติทยา วิมลเมือง, 2562) อ้างใน (วิภาวี คำวงษ์, 2563) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง การทำให้ความรู้สึกของบุคคลที่ได้รับบริการในสิ่งที่ดีเป็นที่ประทับใจ ตามที่ผู้รับบริการตั้งใจไว้หรือมากกว่าที่คิดไว้ การจะทำให้เกิดความรู้สึกพึงพอใจ หน่วยงานให้บริการต้องวางระบบโครงสร้างที่ดีสอดคล้องสัมพันธ์กัน ทุกฝ่าย เช่น ด้านเครื่องมือ เครื่องใช้ที่ทันสมัย ด้านบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถเข้าใจในหน้าที่และต้องมีใจรักในการให้บริการ ด้านสถานที่สะอาดพื้นที่เหมาะสมกับการให้บริการ มีความเชื่อมั่นและมั่นใจเมื่อบริการ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งจากองค์ประกอบอีกหลาย ๆ ด้านที่จะนำไปสู่จุดสูงสุดในเรื่องความพึงพอใจ

(กรรณิการ์ รุจิวิโรจน์, 2563) อ้างใน (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2539) ความพึงพอใจในการบริการมีความสำคัญต่อการดำเนินงานบริการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีลักษณะทั่วไปดังนี้

1. ความพึงพอใจเป็นการแสดงออกทางอารมณ์และความรู้สึกในทางบวกของบุคคลต่อ สิ่งหนึ่งสิ่งใดบุคคลจำเป็นจะต้องปฏิสัมพันธ์ต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว การตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลด้วยการตอบโต้กับบุคคลอื่นและสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันทำให้แต่ละคนมีประสบการณ์ การรับรู้ เรียนรู้สิ่งที่จะได้ตอบแทนแตกต่างกันไปในสถานการณ์การบริการเช่นเดียวกับบุคคลรับรู้หลายสิ่งหลายอย่างเกี่ยวกับการบริการ ไม่ว่าจะเป็นประเภทของการบริการ หรือคุณภาพของการบริการ ซึ่งประสบการณ์ที่ได้รับจากการสัมผัสบริการต่าง ๆ หากเป็นไปตามความต้องการของผู้รับบริการ โดยสามารถทำให้ผู้รับบริการได้รับสิ่งที่คาดหวังก็ย่อมก่อให้เกิดความรู้สึกดีและพึงพอใจ

2. ความพึงพอใจเกิดจากการประเมินความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่ได้รับจริงในสถานการณ์บริการก่อนลูกค้าจะมาใช้บริการใดก็ตาม มักจะมีมาตรฐานของการบริการนั้น ไว้ในใจก่อนอยู่แล้ว ซึ่งมีแหล่งอ้างอิงจากคุณค่าหรือเจตคติที่ยึดถือต่อบริการ ประสบการณ์ดั้งเดิมที่เคยใช้บริการ การบอกเล่าของผู้อื่นการรับทราบข้อมูล การรับประกันการบริการจากโฆษณา การให้คำมั่นสัญญาของผู้ให้บริการเหล่านี้เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ผู้รับบริการใช้เปรียบเทียบกับบริการที่ได้รับในวงจรของการให้บริการตลอดช่วงเวลาของความจริงสิ่งที่คุณรับบริการได้รับรู้เกี่ยวกับการบริการก่อนที่ได้รับบริการ หรือคาดหวังในสิ่งที่คิดควรจะได้รับ (Expectations) นี้ มีอิทธิพลต่อช่วงเวลาของการเผชิญ

ความจริงหรือการพบปะระหว่างผู้ให้บริการและผู้รับบริการเป็นอย่างมากเพราะผู้รับบริการจะประเมินเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้รับจริง ในกระบวนการบริการที่เกิดขึ้น (Performance) กับสิ่งที่คาดหวังเอาไว้ หากสิ่งที่ได้รับเป็นตามความคาดหวังถือว่าเป็นการยืนยันที่ถูกต้อง (Confirmation) กับความคาดหวังที่มีผู้บริการย่อมเกิดความพึงพอใจต่อการบริการดังกล่าว แต่ถ้าไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง อาจจะสูงหรือต่ำกว่านับเป็นการยืนยันที่คลาดเคลื่อน (Disconfirmation) กับความคาดหวังดังกล่าว ทั้งนี้ช่วงความแตกต่าง (Discrepancy) ที่เกิดขึ้นจะชี้ให้เห็นระดับความพึงพอใจ ถ้าการยืนยันเบี่ยงเบนไปในทางบวกแสดงถึงความพึงพอใจ ถ้าไปในทางลบแสดงถึงความไม่พึงพอใจ

(กรรณิการ์ รุจิรวโรชิต, 2563) อ้างใน (วิรุฬ พรรณเทวี, 2542) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึก ภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่งอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมาก แต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่งเมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่ามีมากหรือน้อย

(กรรณิการ์ รุจิรวโรชิต, 2563) อ้างใน (Aday & Andersen, 1978) กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐาน 6 ประเภท ที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการและความรู้สึกที่ผู้ใช้บริการได้รับจากบริการ เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยประเมินระบบบริการว่าได้มีการเข้าถึงผู้ใช้บริการความพึงพอใจ 6 ประเภทนั้น ได้แก่

1. ความพึงพอใจต่อความสะดวกที่ได้รับจากบริการ (Convenience) ได้แก่
 - การใช้เวลารอคอยในสถานที่บริการ (Office Waiting Time)
 - การได้รับการดูแลเมื่อมีความต้องการ (Availability of Care When Needs)
 - ความสะดวกสบายที่ได้รับในสถานบริการ (Base of Getting to Care)
2. ความพึงพอใจต่อการประสานงานของการบริการ (Co-ordination)
 - การได้รับบริการทุกประเภทในสถานที่หนึ่ง คือ ผู้ใช้บริการสามารถขอรับบริการตามความต้องการของผู้ใช้บริการ (Getting all needs met at one place) ได้แก่
 - ผู้ให้บริการให้ความสนใจผู้ใช้บริการ
 - ได้มีการติดตามผลงาน (Follow-up)
3. ความพึงพอใจต่อข้อมูลที่รับจากบริการ (Information)
4. ความพึงพอใจต่ออธยาศัย ความสนใจของผู้ให้บริการ (Courtesy) ได้แก่ การแสดงอธยาศัยท่าทางที่ดีเป็นกันเองของผู้ให้บริการ และความสนใจห่วงใยต่อผู้ใช้บริการ
5. ความพึงพอใจต่อคุณภาพของบริการ (Quality of Care) ได้แก่ คุณภาพของการบริการต่อผู้ใช้บริการ

6. ความพึงพอใจต่อค่าใช้จ่ายเมื่อใช้บริการ (Output-off-pocket cost) ได้แก่ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของผู้ใช้บริการ

(สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2563) อ่างใน (ธีรกิตินวรัตน์ ณ อยุธา, 2547) ได้กล่าวถึงแนวคิดแนวคิดความพึงพอใจของลูกค้าว่า ความพึงพอใจของลูกค้าจะเกิดจากประสบการณ์จากการให้บริการอย่างเต็มที่จนสุดความสามารถ ลูกค้าจะรู้สึกว่าคุณค่าที่ได้มาใช้บริการความพึงพอใจสำหรับการบริการนั้นสร้างได้ยากกว่าสินค้า เนื่องจากคุณภาพของสินค้าที่เป็นสิ่ง ที่พัฒนามาแล้วอยู่นิ่งไม่เปลี่ยนแปลงแต่คุณภาพการบริการ ขึ้นกับพนักงาน ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตาม อารมณ์และสถานการณ์ต่าง ๆ หรือลูกค้าที่มาใช้บริการ บางรายอาจมีความต้องการเฉพาะที่มาก เกินความต้องการที่ต้องการที่พนักงานจะให้บริการได้อย่างเต็มที่จึงทำให้เกิดความไม่พอใจ ดังนั้น ปัจจัยหลักในการสร้างความพึงพอใจมี 3 ประการ ดังนี้

1. ผู้รับบริการมีความต้องการและความคาดหวังสำหรับการบริการที่แตกต่างกันไป ในแต่ละคน รวมทั้งความต้องการนั้นยังเปลี่ยนไปสำหรับการบริการแต่ละครั้ง

2. ผู้ให้บริการความพึงพอใจของลูกค้ามีผลจากความรู้ความสามารถความพร้อมใน ด้านกาย และอารมณ์ในขณะที่ให้บริการรวมถึงความเต็มใจในการให้บริการให้บริการของพนักงาน

3. สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น อากาศแสงแดด เก้าอี้โต๊ะ สิ่งเหล่านี้มีผลต่อ ความพึงพอใจของลูกค้าที่มารับประทานอาหาร หรือเข้ามาใช้บริการในสถานที่ที่มาใช้บริการ ยิ่งไปกว่านั้น ความพึงพอใจของลูกค้ายังมีผลจากจำนวนลูกค้าที่มาใช้บริการด้วยแถวที่ยาวเหยียด ของธนาคารในวันศุกร์ยอมสร้างความสะดวกไม่ยอมใช้บริการ หรือหากจำเป็นต้องใช้บริการธนาคาร ในวันนั้นลูกค้าจะมี แนวโน้มของความไม่พอใจสูงกว่าปกติสิ่งที่ทำได้คือต้องจัดการแถวอย่างมีประสิทธิภาพ

(สำนักสารนิเทศและประชาสัมพันธ์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2555) อ่างใน (Millet :1954, 357) ได้ให้ความหมาย ความพึงพอใจของประชากรที่มีต่อการบริการสาธารณะว่า หมายถึง ระดับของความพึงพอใจของประชาชนที่มีต่อการได้รับบริการในลักษณะของ

1) การให้บริการอย่างเสมอภาค (Equitable Service)

2) การให้บริการอย่างทันเวลา (Time Service)

3) การให้บริการอย่างเพียงพอ (Ample Service)

4) การให้บริการอย่างต่อเนื่อง (Continuous Service)

5) การให้บริการอย่างก้าวหน้า (Progressive Service)

(สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2563) อ่างใน (ศิริพงศ์ พฤทธิพันธุ์ และคณะ, 2547) สรุปประเด็นเกี่ยวกับความพึงพอใจดังนี้

1. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบความรู้สึกกับความคาดหวัง

2. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบความรู้สึกกับสิ่งเร้า

3. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบความรู้สึกหรือทัศนคติกับสิ่งที่ได้รับ

4. ความพึงพอใจเป็นการเปรียบเทียบประสบการณ์กับการคาดหวังทฤษฎีความต้องการ

(สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2563) อ้างใน (Maslow, 1970) ได้เรียงลำดับสิ่งจูงใจ หรือความต้องการของมนุษย์ไว้ 5 ระดับ

โดยเรียงลำดับขั้นของความต้องการไว้ตามความสำคัญ ดังนี้

1. ความต้องการทางร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการทางร่างกายขั้นพื้นฐานของมนุษย์และเป็นสิ่งที่จำเป็นที่สุดสำหรับการดำรงชีวิตความต้องการเหล่านี้ได้แก่อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรคที่อยู่อาศัยความต้องการทางเพศ เป็นต้น มนุษย์จะมีความต้องการในลำดับถัดไปเมื่อความต้องการระดับกายภาพได้รับการตอบสนองแล้วดังนั้นในขั้นแรกองค์กรจะต้องตอบสนองความต้องการของพนักงานโดยการจ่ายค่าจ้างและผลตอบแทนเพื่อให้พนักงานสามารถนำเงินไปใช้จ่ายเพื่อแสวงหาสิ่งจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของแต่ละคน

2. ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Safety or Security Needs) เมื่อความต้องการด้านร่างกายได้รับการตอบสนองแล้วความต้องการความมั่นคงปลอดภัยก็จะเข้ามามีบทบาทในพฤติกรรมของมนุษย์ความปลอดภัยดังกล่าวมี 2 รูปแบบคือความต้องการความปลอดภัยทางด้านร่างกายและความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจซึ่งความต้องการความปลอดภัยทางด้านร่างกายได้แก่การมีความปลอดภัยในชีวิตการมีสุขภาพดีเป็นต้นส่วนความมั่นคงทางเศรษฐกิจได้แก่การมีอาชีพการงานมั่นคงการทำงานที่มีหลักประกันอย่างเพียงพอจะมีผลต่อการตัดสินใจในการทำงานต่อไปอันจะเป็นข้อมูลในการตัดสินใจลาออกจากงานหรือการพิจารณาเลือกงานใหม่แต่ตราบไต่ที่ความต้องการด้านร่างกายยังไม่ได้รับการตอบสนองความต้องการที่จะได้รับความมั่นคงปลอดภัยก็ค่อนข้างน้อย

3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เมื่อความต้องการทั้ง 2 ประการได้รับการตอบสนองแล้วความต้องการในระดับที่สูงกว่าจะเข้ามามีบทบาทต่อพฤติกรรมของมนุษย์ความต้องการทางสังคมได้แก่ ความต้องการการยอมรับในผลงานความเอื้ออาทรความเป็นมิตรที่ดีความมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีและความรักจากผู้บังคับบัญชาและเพื่อนร่วมงานองค์การสามารถตอบสนองความต้องการของพนักงานได้โดยการให้ลูกจ้างมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นให้ลูกจ้างทำงานเป็นกระบวนการกลุ่ม (Group Process) และมีลักษณะเป็นการร่วมมือร่วมใจ (Collaboration) ในการทำงานมากกว่าที่จะมุ่งการแข่งขัน (Competition) ตลอดจนองค์กรต้องมองเห็นคุณค่าของบุคลากรยอมรับความคิดเห็นของเขาเหล่านั้นด้วยการยกย่องชมเชยเมื่อมีโอกาสอันควร

4. ความต้องการได้รับการยกย่องสรรเสริญในสังคม (Esteem Needs) หมายรวมถึงความเชื่อมั่นในตนเองความสำเร็จความรู้ความสามารถนับถือตนเองความเป็นอิสระและเสรีภาพในการทำงานตลอดจนต้องการมีฐานะเด่นและเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลายการมีตำแหน่งสูงในองค์กรหรือการที่สามารถใกล้ชิดบุคคลสำคัญ ๆ ล้วนเป็นการส่งเสริมให้ฐานะของบุคคลเด่นขึ้นทั้งสิ้น

5. ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self-actualization Needs) เมื่อมนุษย์ได้รับการตอบสนองทั้ง 4 ระดับ แล้วมนุษย์จะทำงานเพื่องานคืออยากรู้ว่าตนมีศักยภาพแค่ไหนและพยายามพัฒนาศักยภาพของตนไปสู่จุดสูงสุดการทำงานเกิดจากสนใจและรักในงานที่ทำและทำเพราะได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนให้ถึงจุดสูงสุด

วิธีการวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ

วิธีการวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บริการสามารถทำได้หลายวิธี ในการวัดนั้นอาจใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง หรือใช้หลายวิธีประกอบกัน เพื่อให้ผลที่แน่นอนขึ้น นักวิชาการได้ให้เสนอแนวคิดในการวัดความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ไว้ดังนี้

(ชนกนันท์ ทรวงรัมย์ & นเรศ ชันชะรี, 2563) ได้กล่าวไว้ว่าวิธีการวัดความพึงพอใจต่อการบริการอาจกระทำได้หลายวิธีต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง โดยการขอร้องหรือขอความร่วมมือจากบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้ เลือกตอบ หรือเป็นคำตอบอิสระ โดยคำตอบที่ถามอาจจะถามถึงความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ที่หน่วยงานกำลังให้บริการอยู่ เช่น ลักษณะของการให้บริการ สถานที่ให้บริการ ระยะเวลาในการให้บริการ บุคลากรที่ให้บริการ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจงใจให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีสัมภาษณ์นับเป็นวิธีการที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพมากอีกวิธีหนึ่ง

3. การสังเกต เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการได้โดยวิธีการสังเกตจากพฤติกรรม ทั้งก่อนมารับบริการ ขณะรอรับบริการ และหลังจากการได้รับการบริการแล้ว เช่น การสังเกตกิริยาท่าทาง การพูด สีหน้า และความถี่ของการมาขอรับบริการ เป็นต้น

2.8 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพ

ความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลากหลาย ได้แก่

(John D Millet, 1954) ได้ให้ทัศนะที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ผลการปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดความพอใจแก่มวลมนุษย์และให้ผลกำไรจากการปฏิบัติงานนั้นด้วย

(Herbert A. Simon, 1960) ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับประสิทธิภาพไว้คล้ายคลึงกับ Millet คือ พิจารณาว่างานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น ให้ดูจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (input) กับ ผลผลิต (output) ที่ได้รับออกมา เพราะฉะนั้นตามทัศนะนี้ประสิทธิภาพจึงเท่ากับผลผลิตลบด้วย ปัจจัยนำเข้าและเป็นการบริการของราชการและองค์กรของรัฐ ก็ควรบวกถึงความพึงพอใจของผู้รับบริการ เข้าไปด้วย ซึ่งอาจเขียนสูตรได้ดังนี้

$$E = O - I / S$$

E= Efficiency คือ ประสิทธิภาพของงาน

O= Output คือ ผลผลิตหรือที่ได้รับออกมา

I= Input คือ ปัจจัยนำเข้าหรือทรัพยากรทางการบริหารที่ใช้ไป

S= Satisfaction คือ ความพึงพอใจในผลงานที่ออกมา

(Ryan & Smith, 1954) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของบุคคลไว้ว่า เป็นความสัมพันธ์ในแง่บวกกับสิ่งที่ทุ่มเทให้กับงาน ซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานนั้น นอกจากแง่มุมของการทำงานของแต่ละบุคคลโดยพิจารณาเปรียบเทียบกับสิ่งที่ให้กับงาน

(Petersen & Plowman, 1953) ได้กล่าวถึงความหมายของคำว่า ประสิทธิภาพในการบริหารงานด้านธุรกิจในความหมายอย่างแคบว่า หมายถึง การลดต้นทุนในการผลิตและในความหมายอย่างกว้างหมายถึงคุณภาพ (quality) ของการมีประสิทธิภาพ (effectiveness) และความสามารถ (competence and capacity) ในการผลิตการดำเนินงานทางด้านธุรกิจที่ถือว่า ประสิทธิภาพสูงสุดนั้นก็เพื่อสามารถผลิตสินค้าหรือบริการในปริมาณ และคุณภาพที่ต้องการในเวลาที่เหมาะสม และต้นทุนน้อยที่สุดเมื่อคำนึงถึงสถานการณ์และข้อผูกพันด้านการเงินที่มีอยู่ ดังนั้น แนวความคิดของคำว่า ประสิทธิภาพทางด้านธุรกิจในที่นี้จึงมีองค์ประกอบ 5 อย่างคือ ต้นทุน คุณภาพ ปริมาณ เวลา และวิธีการ ในการผลิต

สำหรับนักวิชาการไทยที่ได้ให้คำนิยามของประสิทธิภาพไว้มีดังนี้ คือ

(ชาญวิทย์ ยิกุสังข์, 2545) ได้กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพหมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานที่ทำให้บรรลุผลสำเร็จโดยวิธีทางที่ดีที่สุด เพื่อใช้ปัจจัยต่างๆ น้อยที่สุด ประหยัดทั้งเวลา แรงงาน วัสดุและอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

(กนกรัตน์ คุ่มบัว และคณะ, 2542) กล่าวว่า การทำงานที่ต้องการให้ได้ประโยชน์สูงสุด และการที่จะพิจารณาว่างานใดมีประสิทธิภาพหรือไม่นั้นพิจารณาได้จากผลงานที่ประหยัดเงิน ประหยัดแรงงาน ประหยัดเวลา และคนปฏิบัติงานมีความพึงพอใจ

(ดิน ปรัชญพฤทธิ & ไกรยุทธ ธีรตยาสินันท์, 2537) พบว่า ความหมายของประสิทธิภาพ อาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ประสิทธิภาพจากแง่มุมของค่าใช้จ่าย หมายถึง การใช้ต้นทุนน้อยกว่าผลลัพธ์หรือการใช้ต้นทุนอย่างคุ้มค่าหรือการทำให้มากขึ้นโดยมีการสูญเสียน้อยลง
2. ประสิทธิภาพจากแง่มุมของกระบวนการการบริหาร หมายถึง การทำงานด้วยวิธีการหรือเทคนิคที่สะดวกสบายกว่าเดิม หรือทำงานด้วยความรวดเร็ว หรือการทำงานที่ถูกต้องตามระบบระเบียบขั้นตอนของทางราชการ
3. ประสิทธิภาพจากแง่มุมของผลลัพธ์ หมายถึง การทำงานที่มีผลกำไรหรือการทำงานให้ทันเวลาหรือการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือการสร้างความพึงพอใจให้เกิดขึ้นในบรรดาข้าราชการด้วยกันหรือการทำงานให้สัมฤทธิ์ผล

(ภิญโญ สาร, 2539) กล่าวว่าประสิทธิภาพหมายถึง การกระทำให้เกิดรายได้สูงสุดแต่มีรายจ่ายต่ำสุด ซึ่งผู้บริหารจะเป็นผู้ตัดสินใจในการกระทำต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้ร่วมงานด้วย คือ สวัสดิการต้องดีและประชาชนในสังคมต้องได้รับประโยชน์ไม่เสียหายซึ่งหมายความว่า องค์กรจะต้องลดต้นทุนเพื่อให้ค่าใช้จ่ายต่ำแต่จะเอาภาษีจากสังคมมาจ่ายแทนไม่ได้ เช่น การปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่เกิดจากการผลิตแต่ไม่ได้หมายความว่า เงินเดือนหรือสวัสดิการของพนักงานต้องต่ำเพื่อลดต้นทุน

(สมใจ ลักษณะ, 2553) ได้กล่าวถึงความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า การทำงานให้เสร็จโดยสูญเสียเวลาและเสียพลังงานน้อยที่สุด ได้แก่ การทำงานได้เร็วและได้งานที่ดีบุคลากรที่มีประสิทธิภาพ ในการทำงาน เป็นบุคลากรที่ตั้งใจในการปฏิบัติงานเต็มความสามารถใช้กลวิธีหรือเทคนิคการทำงาน ที่จะสร้างผลงานได้มาก เป็นผลงานที่มีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจ โดยสิ้นเปลืองต้นทุนค่าใช้จ่าย พลังงาน และเวลาน้อยที่สุด

(ศาสตราจารย์ ทองแรง, 2557) อธิบายว่า ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน หมายถึง การปฏิบัติงานให้เป็นไปตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่องค์กรได้วางไว้เกิดการทำงานที่เหมาะสมโดยมีการประสานงานให้เกิดความร่วมมือ ความสามัคคีสร้างความเข้าใจ มีทัศนคติที่ดีในการปฏิบัติงาน ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จ

(จิราพร ชุมบางหม้ง, 2566) อธิบายว่า ประสิทธิภาพการทำงานหรือประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน หมายถึง การกระทำของแต่ละบุคคลที่มีความสามารถและความพร้อมพยายามทุ่มเทอย่าง

เต็มใจในการปฏิบัติงานของตนอย่างคล่องแคล่ว ด้วยความมีระเบียบ มีกฎเกณฑ์ปฏิบัติงานให้เสร็จทันเวลา รวดเร็ว ถูกต้อง มีคุณภาพ มาตรฐาน โดยสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

(จิตรศรัชมชญา พิพัฒน์เพ็ญ, 2557) ได้ให้ความหมายว่าประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง กระบวนการดำเนินงานที่เมืองค์ประกอบดังนี้

1. ประหยัด (Economy) ได้แก่ ประหยัดต้นทุน (Cost) ประหยัดทรัพยากร (Resources)
2. เสร็จทันตามกำหนดเวลา (Speed) และประหยัดเวลา (Time)
3. คุณภาพ (Quality) ได้แก่ กระบวนการตั้งแต่ปัจจัยนำเข้า (Input) หรือวัตถุดิบ

มีการคัดสรรอย่างดีกระบวนการผลิต (Process) มีการดำเนินงานอย่างดีและผลผลิต (Output) ที่ได้รับดีดังนั้นในความหมายนี้การมีประสิทธิภาพจึงต้องพิจารณากระบวนการดำเนินงานว่าประหยัด รวดเร็วและคุณภาพหรือมีกระบวนการดำเนินงานที่ดีหรือไม่

(จิตรวารรณ ถาวรวงษ์สกุล, 2554) อธิบายว่า ประสิทธิภาพในการทำงาน หมายถึง การทำงานให้บรรลุเป้าหมายโดยใช้ทรัพยากรในการดำเนินงานน้อยที่สุด และผลลัพธ์ที่ออกมา คือ องค์กรประสบความสำเร็จมีกำไร ดังนั้น ประสิทธิภาพในการทำงานจึงมีความสำคัญมากเพราะจะเป็นตัวในการขับเคลื่อนในองค์กรเดินหน้าต่อไปและประสบความสำเร็จ

2.8 โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการเครือข่าย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเครือข่าย โดยมีโปรแกรมที่จะใช้ในการตรวจสอบวัด ประสิทธิภาพเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ด้วยโปรแกรม Cacti และ LibreNMS โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. โปรแกรม Cacti

โปรแกรม Cacti เป็นเครื่องมือฟรี หรือโปรแกรมสำหรับตรวจสอบระบบเครือข่าย (Network Monitoring) และแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของกราฟ เหมาะสำหรับการดำเนินงานด้านธุรกิจ IT โดยโปรแกรม Cacti เป็นโปรแกรมฟรี (Open Source) โดยโปรแกรม Cacti มีการทำงานร่วมกับโปรแกรม RRDTool สำหรับการจัดการด้านข้อมูลที่เชื่อมโยงกับข้อมูล CUP Load, Network Bandwidth เป็นต้น โดยโปรแกรม Cacti นั้นสามารถตรวจสอบระบบเครือข่ายได้หลากหลายชนิด และหลายหลายรูปแบบ เช่น network bandwidth utilization, CPU load, running processes, disk space และอื่น ๆ อีกมากมาย โดยตัว Cacti สามารถติดตั้งได้ในตัว Linux ต่าง ๆ ได้ เช่น Ubuntu , CentOS เป็นต้น (Cacti, 2023)

Cacti เป็น web-based application ประเภทที่ทำงานร่วมกับ RRDTool สำหรับการสร้างกราฟ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ และติดตามการทำงานของระบบ ไม่ว่าจะเป็นสถิติด้านการใช้งาน CPU, Memory, จำนวนผู้ใช้งานในเครือข่าย, จำนวนการเชื่อมต่อข้อมูลภายในเครือข่าย, อัตราการรับ/ส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย ซึ่ง Cacti มีความพร้อม และสะดวกในการจัดการเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว และสำหรับ Cacti รุ่นที่มีการปรับปรุงให้สามารถเพิ่มเติม Plugin ได้ ก็สามารถที่จะเขียน Plugin หรือดึง Plugin ที่มีผู้พัฒนาอยู่แล้ว มาใช้งานเพิ่มเติมได้อีก เป็นการขยายความสามารถของ Cacti ออกไปได้อย่างไม่จำกัด

Cacti เป็นเฟรมเวิร์กการจัดการข้อผิดพลาดและประสิทธิภาพที่แข็งแกร่ง โดยเป็นส่วนหนึ่งของ RRDTool ฐานข้อมูลอนุกรมเวลา a Time Series Database (TSDB) ที่จัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อสร้างกราฟการจัดการประสิทธิภาพใน MariaDB หรือ MySQL และจะใช้ประโยชน์จากตัวรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเติม TSDB ที่ใช้ RRDTool ด้วยข้อมูลเหล่านั้น

Device Description	Hostname	ID	Graphs	Data Sources	Status	In State	Uptime	Poll Time	Current (ms)	Average (ms)	Availability	Created
Cacti Server	localhost	1	4	5	Up	N/A	N/A	0.1	0	0	100 %	2020-09-06 21:43:06
Central NAS	192.168.11.105	56	12	19	Up	120	42	0.26	0.35	1.15	99.36 %	2020-09-06 21:43:06
HP Printer	192.168.11.174	55	22	22	Up	137	54	0.65	1.04	1.8	99.81 %	2020-09-06 21:43:06
vhost01	192.168.11.201	46	12	19	Up	120	4	0.38	1.45	1.61	99.99 %	2020-09-06 21:43:06
vhost02	192.168.11.202	45	12	19	Up	120	4	0.34	0.56	0.94	99.99 %	2020-09-06 21:43:06
vhost03	192.168.11.203	44	12	19	Up	120	4	0.24	0.9	2.09	99.98 %	2020-09-06 21:43:06
vhost04	192.168.11.204	43	12	19	Up	120	4	0.26	1.01	0.76	100 %	2020-09-06 21:43:06
vhost05	192.168.11.205	42	12	19	Up	120	4	0.33	0.83	1.25	99.99 %	2020-09-06 21:43:06
vhost06	192.168.11.206	41	12	19	Up	120	4	0.39	0.74	0.79	100 %	2020-09-06 21:43:06
vhost07	192.168.11.207	40	12	19	Up	267	4	0.4	0.52	1.06	98.93 %	2020-09-06 21:43:06
vhost08	192.168.11.208	39	12	19	Up	120	4	0.19	0.89	1.24	99.99 %	2020-09-06 21:43:06
vhost09	192.168.11.209	38	12	19	Up	267	4	0.15	0.7	1.07	98.93 %	2020-09-06 21:43:06
vhost10	192.168.11.210	37	12	19	Up	120	4	0.22	0.77	0.77	100 %	2020-09-06 21:43:06
vhost11	192.168.11.211	36	12	19	Up	120	4	0.09	2.61	1.01	99.98 %	2020-09-06 21:43:06
vhost12	192.168.11.212	35	12	19	Up	120	4	0.32	1.14	1.09	99.99 %	2020-09-06 21:43:06
vhost13	192.168.11.213	34	12	19	Up	120	4	0.25	2.63	1.05	99.98 %	2020-09-06 21:43:06
vhost14	192.168.11.214	33	12	19	Up	267	4	0.26	3.99	1.02	98.93 %	2020-09-06 21:43:06
vhost15	192.168.11.215	32	12	19	Up	120	4	0.31	1.11	0.93	99.99 %	2020-09-06 21:43:06

ภาพประกอบ 10 หน้าจอเมนูหลัก

Cacti เป็น LAMP stack Web Application คำว่า LAMP เดิมหมายถึง Linux, Apache, MySQL และ PHP ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้เปลี่ยนแปลงเป็น Cacti ได้รับการสนับสนุนการใช้งานบน Windows และสามารถใช้ Nginx หรือ IIS เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ และขณะที่ MariaDB เป็นฐานข้อมูลเริ่มต้นบนแพลตฟอร์ม Linux หลายๆ แพลตฟอร์ม หลักการสำคัญของ LAMP ยังคง

เหมือนเดิม ยังคงสอดคล้องกันกับข้อมูลโครงสร้างที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ชุดข้อมูลถูกจัดเก็บไว้ใน Round Robin Archives (RRA) ของ RRDTOOL และเว็บไซต์ที่ขับเคลื่อนด้วย PHP

ศูนย์กลางของ Cacti และฐานข้อมูล คือ อุปกรณ์ (Device) และเทมเพลต (Template) โดยจะต้องสร้างอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติบางอย่างที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน เช่น Template, SNMP community, and other meta information such as Site, Location, and GPS location จากข้อมูลดังกล่าว Cacti จะสร้างกราฟและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ กราฟเหล่านี้จะสามารถวางไว้บนต้นไม้ที่ช่วยให้การจัดเรียงเป็นระเบียบและยืดหยุ่นซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบนิเวศปฏิบัติการขององค์กรได้อย่างเต็มที่

Ian Berry สร้าง Cacti ครั้งแรกในปี 2001 โดยไม่มีจุดมุ่งหมายที่จะก้าวไปไกลกว่าการจัดการประสิทธิภาพการทำงาน ตลอดหลายปีที่ผ่านมา นักพัฒนาปลั๊กอินได้รับการคัดเลือกได้ขยาย Cacti ให้กลายเป็นกรอบการจัดการการปฏิบัติงานที่ค่อนข้างครอบคลุม ในทุก ๆ ด้าน ในการจัดการการปฏิบัติงาน การใช้ Plugins Cacti ไม่เพียงแต่เป็นเครื่องมือการจัดการประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังใช้สำหรับการจัดการข้อผิดพลาด การจัดการบันทึก การค้นหาอุปกรณ์ การสำรองข้อมูล การกำหนดค่าเราเตอร์ การแมปเครือข่าย การรวบรวมและแสดงข้อมูล NetFlow เป็นต้น ด้วยการใช้สถาปัตยกรรมปลั๊กอิน โดย Cacti สามารถขยายออกไปได้เกินกว่าจุดประสงค์เดิม

Cacti สามารถปรับขนาดได้ตั้งแต่ไม่กี่เครื่องถึงเครื่องหลักพัน โครงสร้างการเก็บข้อมูลเป็นระบบ มีการกระจายแจกแจงข้อมูล และมีการจัดการต่อข้อผิดพลาดอย่างมีรูปแบบ บริการหลักสามารถปรับใช้งานได้หลังจาก load balancers โดยมีการจัดการเซสชันมาจากฐานข้อมูล และฐานข้อมูลเชิงโครงสร้างถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีการที่ครอบคลุมอย่างสมบูรณ์ ระบบฐานข้อมูลของ RRDTOOL สามารถกระจาย เผยแพร่ได้โดยใช้เทคโนโลยี เช่น GlusterFS, RRDPProxy และ GPFS เป็นต้น

ข้อดีของโปรแกรม Cacti เป็นเครื่องมือโอเพนซอร์สที่ได้รับความนิยมสำหรับการเฝ้าระวังเครือข่ายและแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ มีข้อดีหลายประการที่ทำให้โปรแกรมนี้เป็นตัวเลือกที่ดีในหลาย ๆ สถานการณ์ ดังนี้

1. ใช้งานง่ายและอินเทอร์เฟซที่เป็นมิตร

Cacti มีอินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่าย ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสร้างและดูกราฟต่าง ๆ ได้อย่างสะดวก ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญทางด้านเครือข่ายมากก็สามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ยังมีการ

จัดการผ่าน GUI (Graphical User Interface) ทำให้ไม่ต้องใช้คำสั่งจาก CLI (Command Line Interface) มากเกินไป

2. โอเพนซอร์สและไม่มีค่าใช้จ่าย

เนื่องจาก Cacti เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส ทำให้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและใช้งาน นอกจากนี้ยังมีชุมชนผู้ใช้งานที่คอยช่วยเหลือและพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างต่อเนื่อง

3. การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟอย่างละเอียด

Cacti มีความสามารถในการแสดงข้อมูลแบบกราฟที่มีความละเอียดสูง สามารถปรับแต่งการแสดงผลข้อมูลได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการแสดงสถานะกราฟิก, CPU usage, Memory usage และอื่น ๆ เพื่อให้มองเห็นข้อมูลเครือข่ายได้ง่ายและชัดเจน

4. การรองรับ SNMP

Cacti รองรับ SNMP (Simple Network Management Protocol) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการดึงข้อมูลจากอุปกรณ์เครือข่าย เช่น เราต์เตอร์ สวิตช์ และเซิร์ฟเวอร์ ช่วยให้สามารถดึงข้อมูลจากอุปกรณ์หลายชนิดได้โดยอัตโนมัติ

5. การจัดการและสร้างกราฟอัตโนมัติ

Cacti สามารถสร้างกราฟอัตโนมัติจากอุปกรณ์ที่ถูกเพิ่มเข้าระบบผ่าน SNMP นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดให้สร้างกราฟตามข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดเองได้ ซึ่งสะดวกต่อการติดตามการทำงานของเครือข่ายในลักษณะต่าง ๆ

6. ความยืดหยุ่นในการตั้งค่าและการขยายระบบ

Cacti มีความยืดหยุ่นสูงในการปรับแต่งการตั้งค่า เช่น การตั้งค่าช่วงเวลาการเก็บข้อมูล การตั้งค่าการแสดงผลกราฟ และการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องการเฝ้าระวัง นอกจากนี้ยังสามารถขยายระบบเพื่อรองรับการเฝ้าระวังเครือข่ายที่ซับซ้อนหรือมีอุปกรณ์จำนวนมากได้

7. การรองรับปลั๊กอิน (Plugins)

Cacti รองรับการติดตั้งปลั๊กอินเสริมเพื่อเพิ่มฟีเจอร์ เช่น ระบบการแจ้งเตือน (Alerting), การตรวจสอบสถานะของเครือข่าย (Network Monitoring) และฟีเจอร์อื่น ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้ ทำให้ Cacti สามารถปรับปรุงและเพิ่มความสามารถได้ตลอดเวลา

8. การเก็บข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ (RRD)

Cacti ใช้ Round Robin Database (RRD) ในการจัดเก็บข้อมูล ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพื้นที่จัดเก็บ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเก็บข้อมูลเก่าเกินไปโดยอัตโนมัติ

9. ความสามารถในการตรวจสอบและติดตามข้อมูลระยะยาว

สามารถใช้ Cacti เพื่อติดตามข้อมูลและตรวจสอบแนวโน้มการใช้งานเครือข่ายในระยะยาว ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถวิเคราะห์และวางแผนการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. รองรับการใช้งานบนแพลตฟอร์มหลากหลาย

Cacti สามารถติดตั้งและใช้งานได้บนหลายแพลตฟอร์ม เช่น Linux, Windows, FreeBSD และอื่นๆ ทำให้เป็นโปรแกรมที่ยืดหยุ่นในการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

โดยรวมแล้ว Cacti เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการแสดงผลข้อมูลเครือข่ายในรูปแบบกราฟอย่างละเอียด ใช้งานง่าย มีความยืดหยุ่นในการปรับแต่งและการขยายระบบ ทำให้เป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่ต้องการเฝ้าระวังเครือข่ายและตรวจสอบการทำงานของระบบ

2. โปรแกรม LibreNMS

LibreNMS คือซอฟต์แวร์ตรวจสอบเครือข่าย มีคุณสมบัติต่างๆ เช่น การค้นหาอัตโนมัติ การแจ้งเตือน การรองรับเซนเซอร์สภาพแวดล้อมหลายตัว การรวบรวมข้อมูลโปรโตคอลหลายตัว แดชบอร์ดที่ปรับแต่งได้ การบูรณาการการสำรองข้อมูลอุปกรณ์ การโพลล์แบบกระจาย วิธีการตรวจสอบสิทธิ์หลายแบบ การตรวจสอบบริการ Syslog การตรวจสอบสิทธิ์สองปัจจัยสำหรับการเรียกเก็บเงิน ปริมาณการใช้งาน และการอัปเดตอัตโนมัติ รองรับการบูรณาการกับ NfSe, collectd, SmokePing, RANCID และ Oxidized เข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์เครือข่ายและระบบปฏิบัติการต่างๆ รวมถึง Cisco, Linux, FreeBSD, Juniper, Brocade, Foundry และ HP

(LibreNMS, 2024) เป็นเครื่องมือตรวจสอบเครือข่ายแบบโอเพ่นซอร์สสำหรับการตรวจสอบ Network ซึ่งมีคุณสมบัติและความสามารถในการตรวจสอบที่หลากหลายสำหรับอุปกรณ์เครือข่ายมีคุณสมบัติที่สำคัญ ได้แก่ :

- ค้นพบเครือข่ายทั้งหมดโดยอัตโนมัติโดยใช้โปรโตคอล ARP, SNMP, BGP, OSPF, LLDP และ FDP

- มีระบบแจ้งเตือนที่ปรับ ตั้งค่าได้ และสามารถส่งการแจ้งเตือนผ่านทางอีเมล Slack และช่องทางอื่น ๆ ได้
- Dashboard ที่มีความเรียบง่าย แสดงรายละเอียดโดยรวม เช่น รายละเอียดของตัวเครื่อง CPU Graphs, Traffic, Graphs, storage และ Recent Events ใช้งานได้ง่าย ผู้ใช้สามารถเลือกโฟกัสไปยังจุดต่าง ๆ โดยคลิกไปหัวข้อนั้น ๆ เช่น Processors, Memory Pools, Storage ตัวโปรแกรมก็จะแสดงเนื้อหาเฉพาะในส่วนนั้น ๆ
- API ที่ครอบคลุมเต็มรูปแบบสำหรับการจัดการและสร้างกราฟข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์การตรวจสอบ
- มีการสนับสนุนอุปกรณ์อย่างกว้างขวาง
- รองรับผู้จำหน่ายฮาร์ดแวร์ที่หลากหลาย เช่น Cisco, Juniper, HP และอีกมากมาย
- มีการอัปเดตอัตโนมัติและการแก้ไขข้อบกพร่อง
- ข้อมูลเครือข่ายถูกต้อง แม่นยำ มีประสิทธิภาพ
- สามารถรองรับสนับสนุนสำหรับแอป Android และ iOS และอื่น ๆ อีกมากมาย

โปรแกรม LibreNMS เป็นระบบเฝ้าระวังเครือข่ายแบบโอเพนซอร์สที่มีฟีเจอร์หลากหลายและใช้งานง่าย เหมาะสำหรับการตรวจสอบและจัดการเครือข่ายในองค์กร โดยมีข้อดีดังนี้

1. โอเพนซอร์สและไม่มีค่าใช้จ่าย

LibreNMS เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่ไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งหมายความว่าสามารถติดตั้งและใช้งานได้โดยไม่ต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ ทำให้เหมาะสำหรับองค์กรที่ต้องการลดต้นทุนด้านซอฟต์แวร์

2. การตรวจสอบเครือข่ายแบบอัตโนมัติ

LibreNMS สามารถค้นหาและเพิ่มอุปกรณ์เครือข่ายโดยอัตโนมัติผ่านการใช้โปรโตคอล SNMP, ICMP และอื่น ๆ ซึ่งช่วยลดเวลาในการตั้งค่าระบบและการบำรุงรักษา นอกจากนี้ยังรองรับการเฝ้าระวังระบบที่ใช้ IPv4 และ IPv6

3. การแจ้งเตือนที่ยืดหยุ่น

LibreNMS มีฟีเจอร์การแจ้งเตือนที่สามารถปรับแต่งได้ตามต้องการ เช่น การส่งการแจ้งเตือนผ่านทางอีเมล, SMS, Slack หรือ Telegram นอกจากนี้ยังรองรับการสร้างเงื่อนไขการแจ้งเตือนเฉพาะเพื่อตรวจสอบเหตุการณ์ที่สำคัญ

4. การสนับสนุนอุปกรณ์ที่หลากหลาย

LibreNMS รองรับอุปกรณ์เครือข่ายหลายประเภทจากผู้ผลิตต่าง ๆ เช่น Cisco, Juniper, HP, Dell, และ Mikrotik รวมถึงอุปกรณ์ IoT และระบบเซิร์ฟเวอร์ ทำให้สามารถใช้ตรวจสอบทั้งเครือข่ายและระบบได้อย่างครอบคลุม

5. อินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่ายและมีแดชบอร์ดที่สวยงาม

อินเทอร์เฟซของ LibreNMS ใช้งานง่ายและดูทันสมัย ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ผ่านแดชบอร์ดที่ปรับแต่งได้เอง เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะเครือข่ายแบบเรียลไทม์ได้ง่ายดาย

6. ความสามารถในการสร้างกราฟและรายงาน

LibreNMS สามารถสร้างกราฟแสดงข้อมูลเครือข่ายแบบละเอียด รวมถึงการสร้างรายงานเชิงสถิติ ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถติดตามสถานะการทำงานของเครือข่ายและวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างละเอียด

7. รองรับการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้

LibreNMS รองรับการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้แบบละเอียด (User Roles) ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถควบคุมการเข้าถึงข้อมูลและการจัดการเครือข่ายได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

8. การขยายระบบและการบูรณาการ

สามารถขยายระบบเพื่อรองรับเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ และยังสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องมืออื่น ๆ ผ่าน API เช่น Grafana, Nagios และ Elasticsearch เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการจัดการเครือข่าย

9. รองรับหลายแพลตฟอร์ม

LibreNMS รองรับการติดตั้งบนหลายแพลตฟอร์ม เช่น Linux (Ubuntu, CentOS) และ FreeBSD ทำให้มีความยืดหยุ่นในการเลือกใช้งานตามสภาพแวดล้อมของผู้ใช้

10. การสนับสนุนจากชุมชนที่แข็งแกร่ง

เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่มีชุมชนผู้ใช้งานขนาดใหญ่ จึงมีการพัฒนาและการปรับปรุงซอฟต์แวร์อย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีเอกสารการใช้งานและฟอรัมช่วยเหลือที่สามารถช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

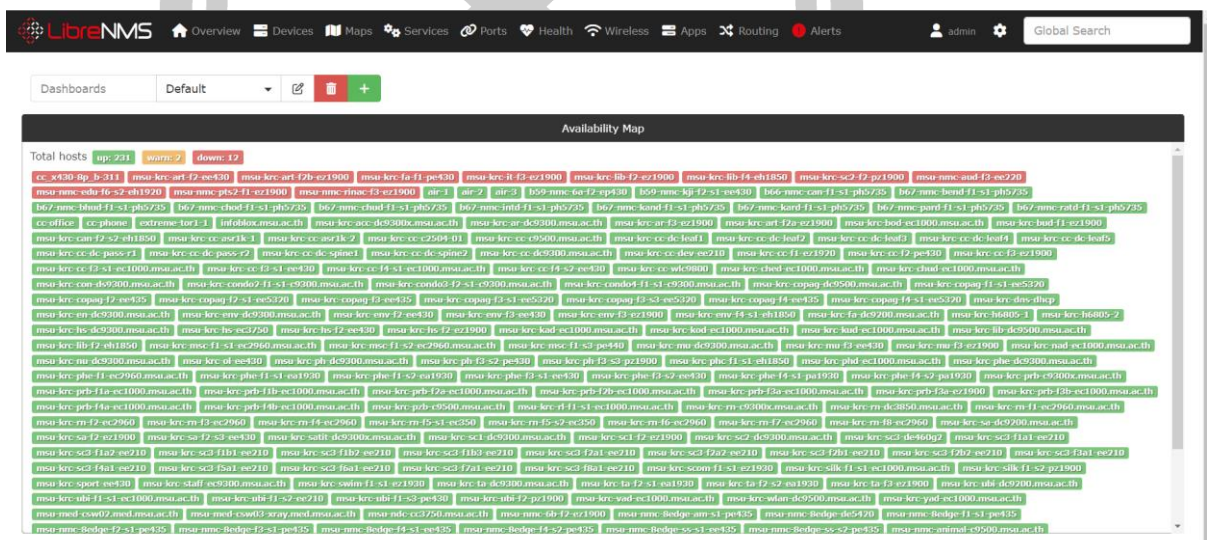
11. การจัดการหลายไซต์ (Multi-Site Support)

LibreNMS รองรับการจัดการหลายไซต์เครือข่าย (Distributed Pollers) ทำให้สามารถจัดการและเฝ้าระวังระบบที่มีหลายสถานที่หรือหลายสาขาได้จากศูนย์กลาง

12. ระบบเฝ้าระวังเชิงรุก (Proactive Monitoring)

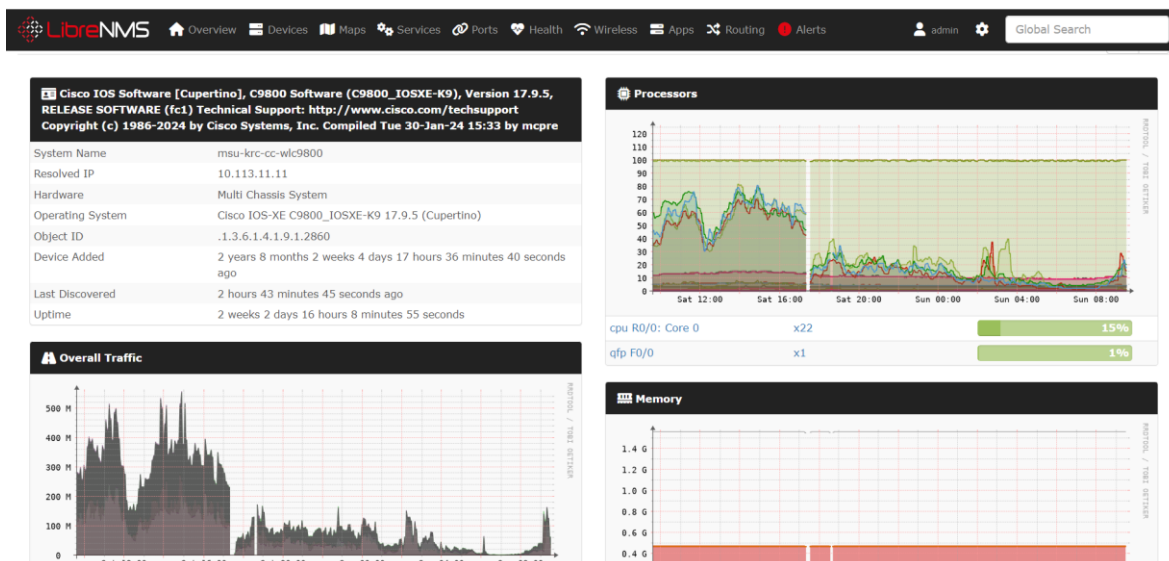
LibreNMS รองรับการตรวจสอบเครือข่ายเชิงรุก เช่น การตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์เครือข่ายอย่างต่อเนื่องและการแจ้งเตือนปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถดำเนินการแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว

โดยรวมแล้ว LibreNMS เป็นโปรแกรมที่ครบเครื่องสำหรับการเฝ้าระวังและจัดการเครือข่าย ด้วยความสามารถในการขยายระบบ การสนับสนุนอุปกรณ์ที่หลากหลาย และพีเจอร์ที่สามารถปรับแต่งได้ ทำให้เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับองค์กรที่ต้องการการจัดการเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพประกอบ 11 หน้าเมนูหลัก Dashboard Default





ภาพประกอบ 12 ภาพรวมเครือข่าย

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

(มัชฌิมา อุนุชิตา, 2561) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง ระบบจัดการเครือข่ายเพื่อกระจายการจราจรบนเครือข่ายโดยใช้โครงสร้างตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น

ปัจจุบันระบบเครือข่ายมีการขยายตัวมากขึ้นส่งผลให้การบริหารจัดการเครือข่ายเป็นไปด้วยความยุ่งยาก และ ซับซ้อน เพื่อให้การจัดการระบบเครือข่ายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงมีการนำเสนอสถาปัตยกรรมสำหรับการจัดการระบบ เครือข่ายแบบรวมศูนย์ที่มีชื่อว่า Software Defined Networks (SDN) ขึ้น ซึ่งเอสดีเอ็นเป็นแนวคิดที่จะนำซอฟต์แวร์มาช่วย ควบคุมการทำงาน และบริหารจัดการเครือข่าย แต่อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวจะสามารถทำงานได้เฉพาะบนอุปกรณ์เครือข่ายยุคใหม่ที่รองรับสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นเท่านั้น เพื่อให้อุปกรณ์เครือข่ายแบบดั้งเดิม (Legacy device) ทำงาน บนสถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็นได้ ผู้วิจัยจึงมีการสร้างระบบต้นแบบซึ่งอ้างอิงการทำงานจากสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็นขึ้นมา เพื่อช่วยตรวจสอบสถานะการทำงาน กระจายภาระงานในระบบเครือข่าย และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย งานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์ที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการกระจายภาระงานภายใต้ระบบต้นแบบที่กลุ่มผู้วิจัยได้ พัฒนาขึ้น จากผลการทดสอบระบบพบว่าระบบเครือข่ายที่นำระบบต้นแบบมาใช้นั้น สามารถ

กระจายการจราจรที่เกิดขึ้นบน เครือข่ายให้มีความสมดุลมากยิ่งขึ้นส่งผลให้เกิดการใช้แบนด์วิดท์อย่างมีประสิทธิภาพ

(แดงน้อย สถาพร, 2560) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง ระบบจัดการเครือข่ายและควบคุมการจราจรบนเครือข่ายโดยใช้สถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็น

บทความนี้กล่าวถึงการพัฒนาการจัดการและควบคุมการจราจรสำหรับเครือข่ายที่มีรูปแบบของการหาเส้นทางด้วยหมายเลขแอดเดรส (IP-based routing) เพื่อให้สามารถรองรับการจัดการเครือข่ายและการกระจายการรับส่งข้อมูล โดยไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ภายในเครือข่ายเดิมผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบระบบดังกล่าว โดยเริ่มจากการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบตามแนวคิดเอสดีเอ็น (SDN) ผสมกับแนวคิดวิศวกรรมจราจร และการประยุกต์ใช้เทคนิคการกำหนดเส้นทางโดยใช้นโยบาย (Policy-based Routing) ซึ่งจะมีการทำงานหลัก คือ สังเกตการณ์ ตรวจสอบ และเก็บสถานะการทำงานของเครือข่าย ถ้าพบเส้นทางที่มีการใช้งานคับคั่ง ระบบจะย้ายการรับส่งข้อมูลบางส่วนไปยังเส้นทางใหม่ที่สามารถรองรับข้อมูลชุดนั้นได้ ซึ่งจะช่วยกระจายการรับส่งข้อมูล ลดความคับคั่งบนเส้นทางใดเส้นทางหนึ่ง และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แบนด์วิดท์ของเครือข่าย ทำให้ความเร็วในการรับส่งข้อมูลโดยรวมเพิ่มสูงขึ้น

(เชษฐ ศรีแย้ม, 2557) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบติดตามสถานะเครือข่ายคอมพิวเตอร์

กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาระบบติดตามสถานะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อประเมินผลของระบบติดตามสถานะเครือข่ายคอมพิวเตอร์กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรีโดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใช้ใน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 40 อุปกรณ์ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง และมีอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์แกนหลักที่แตกต่างกัน 4 ชนิดเป็นกรณีศึกษาโดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) โปรแกรมติดตามสถานะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรมภาษา PHP อ่านค่าความเปลี่ยนแปลงแบบเรียลไทม์ผ่านSNMP โพรโทคอล 2) แบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบเครือข่ายจำนวน 3 ท่าน

ผลการวิจัยพบว่า 1.การทำงานของระบบมี 4 ระบบย่อย ประกอบด้วย 1) ระบบติดตามสถานะอุปกรณ์เครือข่าย, 2) ระบบติดตามสถานะเครื่องแม่ข่าย, 3 ระบบติดตามการให้บริการเครื่องแม่ข่าย, 4) ระบบการจัดการข้อมูลผู้ใช้และอุปกรณ์ 2.การประเมินระบบมีประสิทธิภาพในระดับดี

ด้วยค่าเฉลี่ย ($X = 4.19$, $S.D. = 0.72$) บุคลากรมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย ($X = 4.17$, $S.D. = 0.78$) และมีความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย ($X = 4.06$, $S.D. = 0.68$)

(รัช อารีราษฎร์, 2557) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การบริหารจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลาวด์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาสภาพของการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2) เพื่อพัฒนาระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และ 3) เพื่อศึกษาการยอมรับระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 25 คน โดยเป็นผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นคณะกรรมการดำเนินงานส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ฝ่ายบริการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และฝ่ายประสานงานด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์และเครือข่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้ระบบสารสนเทศในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 2) แบบวัดการยอมรับที่มีต่อระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผลการวิจัย พบว่า 1) ศูนย์ข้อมูลของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประกอบด้วยเครื่องให้บริการหรือเซิร์ฟเวอร์ จำนวน 42 เครื่อง เช่น ระบบสารสนเทศต่าง ๆ สำหรับการบริหารงานในมหาวิทยาลัย เป็นต้น ในขณะที่เดียวกัน มหาวิทยาลัยจัดหาคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ พร้อมติดตั้งโปรแกรมที่เรียกว่า VM Ware จำนวน 1 ระบบ และยังไม่ได้ดำเนินการใดใดสำหรับระบบดังกล่าว ทั้งนี้การติดตั้งให้บริการหรือเซิร์ฟเวอร์ เป็นแบบแยกแต่ละเครื่องโดยไม่ขึ้นแก่กัน 2) รูปแบบการพัฒนาระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มีแนวทางให้ดำเนินการให้ระบบเครื่องให้บริการต่าง ๆ ในศูนย์ข้อมูลให้บริการแบบแยกส่วนที่ไม่ขึ้นแก่กัน นำเข้าสู่ในระบบ VM Ware ทุก ๆ เครื่อง เรียกว่า ระบบเซิร์ฟเวอร์เสมือน (Server Virtualization) โดยในการติดตั้งระบบ มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการต่าง ๆ ในศูนย์ข้อมูล จำนวน 42 เครื่องได้ถูกติดตั้งบนระบบ VMware เพื่อพัฒนาระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และมีจำนวนขอบเขตชื่อหรือ DNS ที่ติดตั้งจำนวน 168 ชื่อ กระจายไปยังคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการ ต่าง ๆ และเมื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้ระบบสารสนเทศในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏที่เป็นผู้กลุ่มเป้าหมาย มีความเห็นต่อประสิทธิภาพ

การใช้ระบบสารสนเทศใน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยรวมในระดับมากที่สุด และ 3) ผลการศึกษาการยอมรับระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า การยอมรับระบบเครือข่ายการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยรวมในระดับมากที่สุด

(พรรณศิริ วัยอัศว, 2555) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง ระบบควบคุมการทำงานเครือข่ายไร้สาย ขนาดย่อม Junior Wireless Controller

การขยายตัวของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน ส่งผลให้องค์กรต่าง ๆ ที่มีขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดกลางต้องติดตั้งเครื่องแอคเซสพอยต์ให้มีจำนวนมากเพียงพอต่อความต้องการทำให้เกิดความยุ่งยากและเสียเวลาในการจัดการของผู้ดูแลโครงการนี้ได้นำเสนอระบบควบคุมการทำงานของเครือข่ายไร้สายขนาดย่อม ที่ใช้เป็นศูนย์กลางในการควบคุมและจัดการเครื่องแอคเซสพอยต์ในระบบให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบนี้ประกอบไปด้วยเครื่องแอคเซสพอยต์ และเครื่องแม่ข่ายที่ใช้ในการดูแลระบบทั้งหมด โดยระบบนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีราคาย่อมเยาและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมือนอุปกรณ์ควบคุมแลนไร้สายที่มีราคาสูง การทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วเวลาที่ใช้ในการตอบสนองในการจัดการข้อมูลการตั้งค่าพร้อมกันผ่านทางระบบจะน้อยกว่าระยะเวลารวมจากการจัดการข้อมูลการตั้งค่าทีละเครื่อง รวมทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดการต่าง ๆ สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง และพบว่า ค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการใช้งานระบบของโครงการนี้มีราคาที่น้อยกว่าค่าอุปกรณ์ควบคุม แลนไร้สายพร้อมลิขสิทธิ์เป็นจำนวนหลายเท่าตัวมาก แสดงให้เห็นว่าผู้ที่ใช้งานผ่านทางระบบจะสามารถประหยัดเวลาในการดำเนินงานอีกทั้งลดภาระในการทำงานได้มากขึ้น รวมถึงสามารถ ประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

(ประสิทธิ์ จิยะพานิชกุล, 2552) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาต้นแบบบริหารจัดการเครือข่ายไร้สายท้องถิ่น

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาต้นแบบระบบบริหารจัดการเครือข่ายท้องถิ่น เพื่อให้ผู้จัดการเครือข่ายสามารถทำงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น โดยผู้จัดการเครือข่ายสามารถที่จะสอดส่องดูแลจุดเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้จากทุกที่ทุกเวลา โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้จัดการเครือข่ายสามารถดูสถานะปัจจุบันของจุดเชื่อมต่อไร้สายจุดต่าง ๆ ได้ ทำให้ทราบหากจุดเชื่อมต่อไร้สายใดมีปัญหา ระบบยังแสดงจำนวนผู้ใช้งานปัจจุบันในแต่ละจุดเชื่อมต่อ รวมถึงเก็บข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานไว้ในฐานข้อมูล และนำมาแสดงในรูปแบบของกราฟให้ผู้จัดการเครือข่ายสามารถนำมาวิเคราะห์ว่าจุด

เชื่อมต่อได้มีการใช้งานมากหรือน้อย เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนขยายเครือข่ายในอนาคต ระบบบริหารจัดการเครือข่ายท้องถิ่นถูกพัฒนาขึ้นบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ โดยใช้ภาษา 1 PHP และ Freeware ต่าง ๆ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา และติดตั้งอยู่ในระดับต่ำ

(ชนิทร์ มหารักษ์, 2547) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง ระบบจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บแบบฝังตัว

การจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยเอสเอ็นเอ็มพีได้รับความนิยมอย่างสูงเพราะอุปกรณ์เครือข่ายหลายชนิดสนับสนุนการจัดการผ่านข้อตกลงเอสเอ็นเอ็มพี ในปัจจุบันได้มีการนำเสนอการจัดการเครือข่ายผ่านเว็บเพื่อการใช้งานที่สะดวกยิ่งขึ้นของผู้ดูแลระบบด้วยการพัฒนาเอสเอ็นเอ็มพีเอเจนต์ขึ้นมาใหม่ให้มีความสามารถติดต่อผ่านเอชทีทีพีได้ส่งผลให้การดูแลจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถทำได้จากทุกที่ที่มีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนอกจากนี้ยังสามารถปิดกั้นข้อมูลเอสเอ็นเอ็มพีจากภายนอกเครือข่ายด้วยไฟร์วอลล์โดยไม่กระทบกับการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์จากระยะไกล วิทยานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาระบบจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามข้อตกลงเอสเอ็นเอ็มพีผ่านเว็บซึ่งทำงานอยู่บนระบบฝังตัวเพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้ระบบจัดการเครือข่ายที่ได้พัฒนามีระบบรักษาความปลอดภัยโดยอาศัยการพิสูจน์ตนของเอชทีทีพีไอดีเอสและการเข้ารหัสข้อมูลด้วยเอไอเอส ระบบดังกล่าวช่วยเพิ่มความสามารถในการจัดการเครือข่ายกับระบบฝังตัวซึ่งผู้ดูแลระบบสามารถนำระบบฝังตัวเข้าไปใช้งานกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์เดิมโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ใด ๆ

งานวิจัยต่างประเทศ

(Anis Aziz, 2023) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Design and Implementation of Network Management System for Cloud Applications

การประมวลผลแบบคลาวด์ได้ปฏิวัติวิธีการดำเนินธุรกิจ โดยการจัดการทรัพยากรการประมวลผลที่ปรับขนาดได้ ยืดหยุ่น และคุ้มค่า อย่างไรก็ตามการจัดการทรัพยากรเครือข่ายในสภาพแวดล้อมคลาวด์อาจเป็นเรื่องท้าทายเป็นอย่างมาก เนื่องมาจากธรรมชาติของการประมวลผลของคลาวด์แบบไดนามิก ระบบ Network Management System (NMS) เป็นองค์ประกอบสำคัญของการประมวลผลแบบคลาวด์ ช่วยให้ผู้ใช้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถตรวจสอบ ควบคุม และจัดการทรัพยากรเครือข่ายในสภาพแวดล้อมแบบคลาวด์ได้ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำเสนอโซลูชัน NMS ที่

ครอบคลุมสำหรับแอปพลิเคชันระบบคลาวด์ที่สามารถจัดการทรัพยากรเครือข่ายแบบไดนามิกและเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายได้ นอกจากนี้ยังนำเสนอกรณีศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโซลูชัน NMS ในสภาพแวดล้อมการประมวลผลบนคลาวด์ในโลกแห่งความเป็นจริง ผลลัพธ์ของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าโซลูชัน NMS สามารถจัดการทรัพยากรเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพและปรับปรุงประสิทธิภาพเครือข่ายในสภาพแวดล้อมของคลาวด์

(Nabil, 2021) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Network Management, Optimization and Security with Machine Learning Applications in Wireless Networks

เครือข่ายการสื่อสารแบบไร้สายกำลังแพร่หลายอย่างรวดเร็ว พร้อมกับความท้าทายอีกหลายอย่าง ข้อกำหนดต่าง ๆ ที่คาดว่าจะได้รับจากเครือข่ายแบบไร้สายสมัยใหม่มีความซับซ้อน หลายมิติ และบางครั้งก็มีความขัดแย้งกัน ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการตรวจสอบเครือข่ายไร้สายที่เกิดขึ้นใหม่หลายประเภท และได้จัดการกับความท้าทายบางประการกับเครือข่ายต่าง ๆ เหล่านี้ โดยงานวิจัยได้มุ่งเน้นไปที่ความท้าทายหลัก 3 ประการ ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร การจัดการเครือข่ายและความปลอดภัยทางไซเบอร์ งานวิจัยได้นำเสนอหลายมุมมองของทั้ง 3 ประเด็นนี้และเสนอแนวทางแก้ไขในสถานการณ์ที่เป็นไปได้ ความท้าทายแรก (การเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร) มีการศึกษาในระบบเครือข่ายการสื่อสารไร้สายแบบเคลื่อนที่ (WPCN) เพราะว่า WPCN ถือเป็นแนวทางที่มีแนวโน้มการใช้บริการที่มากขึ้น โดยเฉพาะเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่มีประสิทธิภาพเพียงพอและยั่งยืน มีการพิจารณา WPCN ที่มีการเข้าถึงหลายมุม (NOMA) และศึกษารูปแบบการถอดรหัส 2 รูปแบบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยมีและไม่มีกรยกเลิกสัญญาณรบกวน และนำไปสู่การแก้ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพ ความท้าทายประการที่ 2 (การจัดการเครือข่าย) คือศึกษาสำหรับเครือข่ายเซลลูลาร์และจัดการโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (ML) มีการพิจารณา 2 สถานการณ์ประการแรก กำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานโดยเสนอแนวทางที่ใช้ ML เพื่อเปิด/ปิดเทคโนโลยี Multiple Input Multiple Output (MIMO) โดยให้ขึ้นอยู่กับตามเกณฑ์ที่กำหนด การปิด MIMO สามารถประหยัดพลังงานได้มากจากการใช้ไซต์ทั้งหมด เพื่อควบคุมการเปิดและปิดการใช้งาน MIMO ซึ่งเป็นเครือข่ายประสาทเทียม (NN) ด้วยการใช้แนวทางเรียนรู้คุณลักษณะเครือข่ายบางอย่าง และตัดสินใจว่าไซต์สามารถทำได้หรือไม่ สามารถบรรลุประสิทธิภาพที่น่าพอใจโดยปิด MIMO หรือไม่ ในสถานการณ์ที่ 2 ได้มองลึกเข้าไปในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยมีเป้าหมายเพื่อการควบคุมเครือข่ายที่มีคุณสมบัติมากขึ้น ได้เสนอแนวทางการเรียนรู้แบบเสริมพลังงานเพื่อควบคุมคุณลักษณะ 3 ประการของเครือข่าย (CIO เซิงสัมพันธ์ กำลังส่ง และคุณลักษณะ MIMO) แนวทางที่นำเสนอทำให้

เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่มีสถานะที่มั่นคงและเปิดใช้งานเครือข่ายได้เพื่อรักษาสถานะตนเอง หลังจากการเปลี่ยนแปลง ในงานทำทนายครั้งที่ 3 (ความปลอดภัยทางไซเบอร์) ได้เสนอแนวทางแบบ NN โดยมีเป้าหมายการตรวจจับเท็จในการฉ้อข้อมูล (FDI) ในข้อมูลทางด้านอุตสาหกรรม FDI สามารถโจมตีการวัดผลจากเซ็นเซอร์ที่เสียหาย เพื่อหลอกลวงแพลตฟอร์มอุตสาหกรรมได้ แนวทางที่นำเสนอใช้ระบบเข้ารหัสอัตโนมัติ (AE) สำหรับการตรวจจับ FDI นอกจากนี้ยังมีการใช้ Denoising AE (DAE) เพื่อล้างข้อมูลที่เสียหายและเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

(Khan et al., 2015) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Using cloud computing to improve network operations and management

เทคโนโลยีการจำลองเสมือนในรูปแบบของการประมวลผลแบบคลาวด์นั้นมีการใช้งานที่ก้าวหน้า เนื่องจากบริษัทต่าง ๆ เป็นจำนวนมากได้นำมาใช้งาน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมและการนำไปใช้ มีบางอย่างที่เหมือนกันคือ การลดความเสียหายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ การดำเนินงานของระบบภายในองค์กรแบบเดิมในบริษัทต่าง ๆ เนื่องจากในรูปแบบการประมวลผลทั่วไป บริษัทต่าง ๆ ต้องการทรัพยากรทางด้านไอทีเฉพาะ เพื่อจัดการระบบทั้งหมด (เครือข่าย ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และบริการด้านไอทีอื่น ๆ) อย่างไรก็ตามด้วยหลักการการทำงานของเครือข่ายคลาวด์ ผู้ให้บริการจึงลดภาระของพนักงานฝ่ายไอทีภายในเพื่อมุ่งเน้นไปที่สิ่งอื่นที่เป็นประโยชน์ รวมถึงความปลอดภัยที่ได้รับการปรับปรุง ประสิทธิภาพการทำงาน ความสามารถในการขยายขนาด ความคล่องตัว การจัดการต้นทุน การอัปเดตระบบ และอื่นๆ ผู้ดูแลระบบคลาวด์รับรองว่าการจัดการ ข้อผิดพลาด บัญชีผู้ใช้งาน ประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และการกำหนดค่าได้รับการจัดการสำหรับ โคลเอ็นต์ของระบบคลาวด์ทั้งหมด ซึ่งช่วยให้บริษัทต่าง ๆ ทำงานโดยไม่ต้องกังวลอีกต่อไป โมเดลคลาวด์แบบไฮบริดที่นำเสนอช่วยให้อุ่นใจถึงประโยชน์สูงสุดจากการจำลองเสมือน ความทนทานต่อ ข้อผิดพลาด และการลดต้นทุน โมเดลดังกล่าวส่งเสริมการทำงานแบบเรียลไทม์และสามารถทำงานได้จากทุกที่ เข้าถึงแอปพลิเคชันในระบบคลาวด์ด้วยประสิทธิภาพที่ดีขึ้นและลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดการ

(Sun, 2015) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Integrating Network Management For Cloud Computing Services

เป็นที่รู้กันว่าการประมวลผลแบบคลาวด์ช่วยลดต้นทุนด้านไอทีขององค์กรลง ดังนั้นองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนจึงมีความกระตือรือร้นในการย้ายแอปพลิเคชันไอทีไปยังคลาวด์สาธารณะหรือไพรเวทคลาวด์ เพราะกระแสนี้ทำให้เครือข่ายการเชื่อมต่อระหว่างองค์กรและผู้ให้บริการคลาวด์มี

บทบาทสำคัญในการส่งมอบแอปพลิเคชันคลาวด์คุณภาพสูง การซื้ออุปกรณ์ที่ดีกว่าเพียงอย่างเดียว นั้นไม่สามารถปรับปรุงคุณภาพเครือข่ายได้ เนื่องจากมีต้นทุนที่สูง แนวทางที่น่าสนใจยิ่งขึ้นคือ การใช้ทรัพยากรเครือข่ายให้ดีขึ้นด้วยการจัดการเครือข่ายที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันมีปัญหายุ่ง 2 ประการในการจัดการเครือข่ายคือ การจัดการส่วนประกอบเครือข่ายแยกกันตามเส้นทาง end-to-end และอาศัยอินเทอร์เน็ตเฉพาะของผู้จำหน่ายกับอุปกรณ์ต่าง ๆ

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการปฏิบัติจริงซึ่งขับเคลื่อนโดยประสบการณ์การปฏิบัติงานของบริการคลาวด์ เพื่อแก้ไขปัญหาทั้ง 2 นี้ ด้วยความรู้เกี่ยวกับความท้าทายในโลกแห่งความเป็นจริง ผู้วิจัยได้ออกแบบ นามธรรมที่เหมาะสมสำหรับการโต้ตอบกับอุปกรณ์ระดับต่ำ และได้สร้างระบบที่มีประสิทธิภาพขึ้นมา สามารถปรับขนาดได้เพื่อบริหารจัดการเครือข่ายต่าง ๆ ด้วยการปรับใช้เชิงพาณิชย์ ประสบการณ์การดำเนินงานของผู้วิจัยจะถูกป้อนกลับเข้าไปการแก้ไขนามธรรมและการออกแบบ ระบบ

(Al-Rousan & Abualese, 2015) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Impact of Cloud Computing on Educational Institutions: A Case Study

พบว่า สถาบันการศึกษายังคงมองหาโอกาสที่จะลดวิธีการจัดการทรัพยากรของตนเอง การ ประมวลผลแบบคลาวด์เป็นกระบวนทัศน์การประมวลผลรูปแบบใหม่ ที่ให้บริการด้านการประมวลผล ที่หลากหลายในแบบที่ไม่เคยมีมาก่อน ในบทความนี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของการประมวลผล แบบคลาวด์ต่อสถาบันการศึกษาและระบุปัจจัยสำคัญที่ทำให้การประมวลผลแบบคลาวด์มีความ น่าสนใจสำหรับสถาบันการศึกษา กรณีศึกษาที่ University Sains Malaysia ถูกนำเสนอเพื่อแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้การประมวลผลแบบไพรเวทคลาวด์ในการศึกษาสำหรับสถานการณ์จริง ผลการวิจัยพบว่าทรัพยากรของระบบคลาวด์ให้ความยืดหยุ่นแก่นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ ให้ความ สะดวกในการเข้าถึง ช่วยให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้นภายใน มหาวิทยาลัย และระหว่างกลุ่มวิจัยในมหาวิทยาลัย

(Mathur & Madan, 2014) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง Cloud Network Management Model – a novel Approach to Manage Cloud Traffic

ระบบคลาวด์กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ มีทั้งองค์กรและบุคคลทั่วไปที่มีการ เชื่อมต่อกับคลาวด์ด้วยเหตุผลหลายประการ ในบทความนี้จะกล่าวถึงข้อจำกัดของโพรโทคอลการ จัดการเครือข่ายหลัก ในปัจจุบันคือ Simple Network Management Protocol (SNMP) ตลอดจน การจัดการเครือข่าย ในปัจจุบัน ระบบการจราจรของเครือข่ายกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อพูดถึง

สภาพแวดล้อมที่เชื่อมต่อกับคลาวด์ เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความสามารถจัดการกับระบบจราจรของเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแสดงภาพรวมสภาพของเครือข่ายได้อย่างถูกต้อง

โมเดลที่นำเสนอ Cloud Network Management Model (CNMM) เป็นการนำเสนอการจัดการที่ทันสมัยกับการเติบโตของการจราจรในคลาวด์ และพยายามปรับปรุงการสื่อสารระหว่างผู้จัดการและเอเจนต์เช่นเดียวกับ SNMP (โพรโทคอลการจัดการเครือข่ายของ TCP/IP) ตัว CNMM มุ่งเน้นในการลดการแลกเปลี่ยนข้อมูลแพ็กเก็ตระหว่างผู้จัดการและเอเจนต์ นอกจากนี้ยังจัดการปัญหาที่มีอยู่ใน SNMP โดยการรับข้อมูลอัปเดตจากเอเจนต์เป็นประจำโดยไม่ต้องถามผู้จัดการระบบ เพื่อการจัดการที่ดีขึ้นมีการรวมผู้จัดการโดยใช้จากเทคโนโลยีเวอร์จูลายเซชัน CNMM เป็นโมเดลที่นำเสนอการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เป็นการส่งข้อมูลแพ็กเก็ตที่ปลอดภัยและลดการจราจรลง ถึงแม้ว่าโมเดลที่นำเสนอจะได้รับการจัดการการจราจรในคลาวด์ได้ดีและมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่โมเดลนี้ยังเป็นการศึกษาทฤษฎีและการปฏิบัติจริงแล้วยังคงต้องค้นหาผลลัพธ์ โมเดลนี้อยู่ในขั้นตอนแรกของการพัฒนาอัลกอริทึมและโพรโทคอลที่รองรับ การศึกษาเพิ่มเติมของจะมุ่งที่การพัฒนาอัลกอริทึมที่รองรับต่อไป

(Panneerselvam et al., 2012) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง An Investigation of the Effect of Cloud Computing on Network Management

การตรวจสอบผลกระทบของ Cloud Computing ต่อการจัดการเครือข่ายการประมวลผลแบบคลาวด์เป็นหนึ่งในความก้าวหน้าที่น่าสนใจในเทคโนโลยีการประมวลผล ด้วยคุณสมบัติที่ทันสมัยการใช้งานระบบคลาวด์จึงแพร่กระจายไปในแอปพลิเคชันที่หลากหลาย การจัดการสภาพแวดล้อมคลาวด์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนเนื่องจากธรรมชาติของระบบคลาวด์เสมือนจริง การจัดการระบบคลาวด์แตกต่างจากการจัดการเครือข่ายแบบเดิม ๆ ในหลายด้าน บทความนี้สรุปฟังก์ชันการทำงานและความสำคัญของการจัดการเครือข่าย และเปิดเผยผลกระทบของการประมวลผลแบบคลาวด์เหนือการจัดการเครือข่ายแบบเดิม ๆ ขอบเขตการทำงานทั้ง 5 ส่วนที่กำหนดโดย ISO สำหรับการจัดการเครือข่าย ส่วนใหญ่แล้วจะเน้นไปที่ ข้อบกพร่อง การกำหนดค่า การบัญชีผู้ใช้ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัย มีการอธิบายถึงปัญหาบางประการที่การประมวลผลบนคลาวด์ต้องเผชิญ และมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของคลาวด์ หลักการบางประการสำหรับการจัดการเครือข่ายเพื่อรองรับการประมวลผลแบบคลาวด์ และเพื่อแก้ไขปัญหาของการประมวลผลแบบคลาวด์ก็มีการแนะนำเช่นกัน จากผลลัพธ์ที่สำคัญของงานวิชาการนี้ ทำให้ทราบว่าผลกระทบของคลาวด์คอมพิวเตอร์อยู่นอกเหนือนโยบายการจัดการเครือข่าย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

ในงานวิจัยในหัวข้อการวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ และเพื่อศึกษาแนวทาง ข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน ผู้ศึกษาแบ่งวิธีการศึกษาตามแนวคิดและกระบวนการ โดยรายละเอียดการศึกษารอบคลุมดังหัวข้อต่อไปนี้

- 3.1 ประชากร
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย
- 3.5 พื้นที่การดำเนินงานโครงการวิจัย

3.1 ประชากร

ประชากร หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) จำนวน 10 คน ได้จากผู้ดูแลระบบเครือข่าย (MSU-Net) 7 คน ผู้บริหารสำนักคอมพิวเตอร์ 3 คน ซึ่งในงานวิจัย ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลของประชากรทั้งหมด

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการวัดประสิทธิภาพการระบบเครือข่าย (MSU-Net) ด้วยโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการเครือข่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปริมาณครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้เครื่องมือแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลประเมินความพึงพอใจในด้านประสิทธิภาพของเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่าย (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์
- ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ

ซึ่งกำหนดค่าคำตอบของความพึงพอใจตามวิธีของ (Likert, 1967) ระดับโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายความว่าระดับความคาดหวังและความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายความว่าระดับความคาดหวังและความพึงพอใจมาก
- 3 หมายความว่าระดับความคาดหวังและความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายความว่าระดับความคาดหวังและความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายความว่าระดับความคาดหวังและความพึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การประเมินค่าวัดระดับเป็นการแปลความหมายเพื่อจัดค่าเฉลี่ยออกเป็นช่วงดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน 4.50-5.00 หมายความว่ามีความคาดหวังและความพึงพอใจระดับมากที่สุด

ระดับคะแนน 3.50-4.49 หมายความว่ามีความคาดหวังและความพึงพอใจระดับมาก

ระดับคะแนน 2.50-3.49 หมายความว่ามีความคาดหวังและความพึงพอใจระดับปานกลาง

ระดับคะแนน 1.50-2.49 หมายความว่ามีความคาดหวังและความพึงพอใจระดับน้อย

ระดับคะแนน 1.00-1.49 หมายความว่ามีความคาดหวังและความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสำหรับการวิจัยไปทำการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ 2 ส่วน คือค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Validity) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามดังนี้

1. ค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Validity) โดยการนำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นปรึกษากับ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ ช่วยตรวจสอบความถูกต้องและความครอบคลุมของเนื้อหาที่ต้องการศึกษา โดยมีผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ จันทร์นอก อาจารย์ ดร.อริศพัชร สุทธิดี และอาจารย์ ดร.ณัฐกานต์ ชุติมารังสรรค์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 มาใช้เป็นข้อคำถาม

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } \text{IOC} &= \frac{\sum R}{N} \\ \text{กำหนดให้ } \text{IOC} &= \text{ดัชนีความสอดคล้อง} \\ R &= \text{คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ} \\ N &= \text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญ} \end{aligned}$$

โดยผู้วิจัยมีการกำหนดคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้ดังต่อไปนี้

- +1 หมายถึง คำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา
- 1 หมายถึง คำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เกณฑ์การแปลความหมายมีดังต่อไปนี้

ค่า IOC ≥ 0.50 หมายความว่า คำถามตรงวัตถุประสงค์ของการศึกษา

ค่า IOC < 0.50 หมายความว่า คำถามไม่ตรงวัตถุประสงค์ของการศึกษา

2. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาไปทำการทดสอบ (Try Out) จำนวน 30 ชุด กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบว่าคำถามสามารถสื่อความหมายตรงตามความต้องการและมีความเหมาะสมหรือไม่ จากนั้นจึงนำมาทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ทดสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ดังนี้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเมื่อได้รับข้อมูลเพียงพอ ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้รับมาออกแบบเพื่อสร้างเครื่องมือแบบสอบถามสำหรับการเก็บข้อมูลเพื่อนำเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษา จากนั้นตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach's alpha coefficient; α) ("Cronbach, L. J.," 1970) ซึ่งการประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาได้มีการพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) การแปลความหมายระดับความเที่ยง

มากกว่า 0.9 ดีมาก

มากกว่า 0.8 ดี

มากกว่า 0.7 พอใช้

มากกว่า 0.6 ค่อนข้างพอใช้

มากกว่า 0.5 ต่ำ

น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 0.5 ไม่สามารถรับได้

ผู้วิจัยทำการทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability) โดยใช้แบบสอบถามจำนวน 30 ชุดเพื่อหาค่าของครอนบาค เพื่อหาค่า (Cronbach) เท่ากับ 0.977 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

3. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยทั่วไปนิยมใช้สัญลักษณ์ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง (บางชนิดจะใช้สัญลักษณ์ C , W หรืออื่น ๆ) และ ρ แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของประชากร ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ที่ใช้วัดขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 โดยเครื่องหมาย + หรือ - แสดงทิศทางความสัมพันธ์ ความหมายของขนาดความสัมพันธ์สามารถตีความหมายได้ (Evans, 1996) ดังนี้

0.80-1.00 มีความสัมพันธ์สูงมาก

0.60-0.79 มีความสัมพันธ์สูง

0.40-0.59 มีความสัมพันธ์ปานกลาง

0.20-0.39	มีความสัมพันธ์ต่ำ
0.00-0.19	มีความสัมพันธ์ต่ำมาก

ตาราง 3 สถิติวิเคราะห์ความสัมพันธ์

มาตรวัดของตัวแปร		สถิติที่ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์
ตัวแปรตัวที่ 1	ตัวแปรตัวที่ 2	
Nominal scale สองกลุ่ม	Nominal scale สองกลุ่ม	Phi Correlation
Nominal scale	Nominal scale Ordinal scale	Chi-Square test
Interval scale หรือ Ratio scale	Interval scale หรือ Ratio scale	Pearson Correlation (linear correlation)
Ordinal scale	Ordinal scale	Spearman Rank Correlation Kendal Tau
Ordinal scale สองอันดับ	Ordinal scale สองอันดับ	Tetrachoric correlation
Ordinal scale มากกว่าสองอันดับ	Ordinal scale มากกว่าสองอันดับ	Polychoric correlation Polyserial correlation
Nominal scale มากกว่าสองกลุ่ม	Nominal scale มากกว่าสองกลุ่ม	Cramer's V, Contingency Coefficient
Nominal scale สองกลุ่มตามธรรมชาติ เช่น เพศ	Interval scale หรือ Ratio scale	Polyserial correlation
Nominal scale สองกลุ่มที่เกิดจากสรจัดกระทำ เช่น แบ่งตามช่วงอายุ	Interval scale หรือ Ratio scale	Biserial correlation
Nominal scale	Ordinal scale	Phi Cramer's V Rank biserial correlation

ที่มา : (Somtawin Wjitwanna, 2022; สุภมาส อังคุโชติ, 2567)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean), ร้อยละ (Percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบ สถิติสัมประสิทธิ์สเปียร์แมน (Spearman's Rank Coefficient)

สถิติประเภทความสัมพันธ์ (Phi Coefficient)

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ การหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability Test โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient Method) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach)

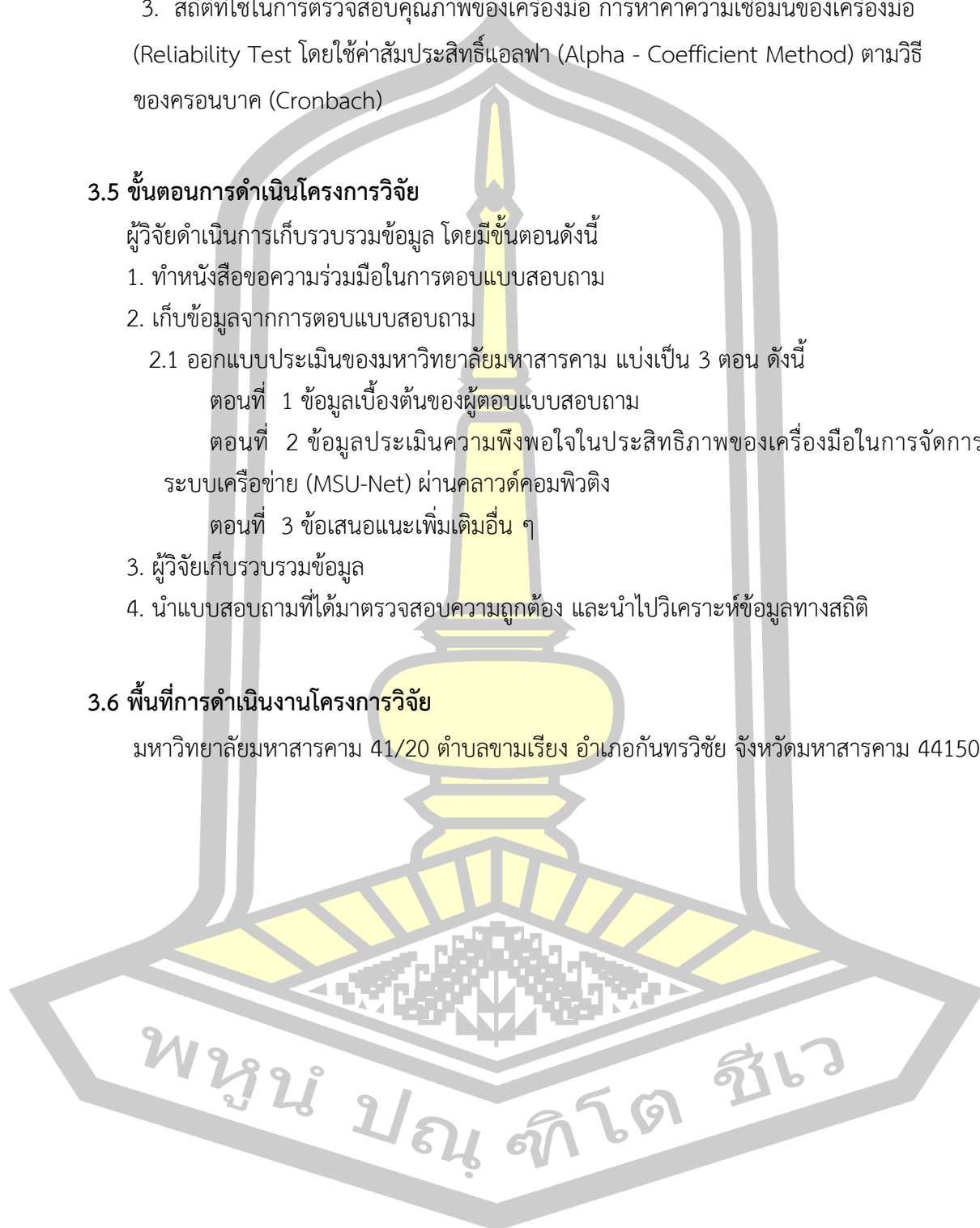
3.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
2. เก็บข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม
 - 2.1 ออกแบบประเมินของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 ข้อมูลประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพของเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่าย (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์
 - ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ
3. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล
4. นำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้อง และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.6 พื้นที่การดำเนินงานโครงการวิจัย

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 41/20 ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150



บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยในหัวข้อการวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ เป็น การวิจัยเชิงผสม (Mixed Methods Research) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบาย และทดสอบสมมติฐาน และอธิบายผลการสำรวจจากโปรแกรมทางด้านเทคนิค ซึ่งข้อมูลดังกล่าว ผล การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แปลผลข้อมูลจากแบบสอบถามที่มีคำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ จำนวน 10 ชุด

ส่วนที่ 2 อธิบายผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์จากโปรแกรม Cacti และ LibreNMS

ส่วนที่ 1 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามที่มีคำตอบครบถ้วนสมบูรณ์ จำนวน 10 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนแบบสอบถามทั้งหมด มีข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม
- วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์รายข้อโดยรวม
- ทดสอบสมมติฐานการวิจัย
- วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามกับความพึงพอใจใน ประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่าน คลาวด์คอมพิวเตอร์

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

4.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ตาราง 4 จำนวนร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	9	90.0
หญิง	1	10.0
รวม	10	100.0
อายุ		
31-40 ปี	3	30.0
41-50 ปี	4	40.0
51-60 ปี	3	30.0
รวม	10	100.0
ตำแหน่งงาน		
ผู้บริหาร	3	30.0
นักวิชาการคอมพิวเตอร์	7	70.0
รวม	10	100.0
อายุการทำงาน		
6-10 ปี	3	30.0
11-15 ปี	2	20.0
16-20 ปี	2	20.0
21-25 ปี	3	30.0
รวม	10	100.0

ตาราง 4 (ต่อ)

สาขาที่สำเร็จ		
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	1	10.0
วิทยาการคอมพิวเตอร์	6	60.0
คอมพิวเตอร์ธุรกิจ	1	10.0
คอมพิวเตอร์ศึกษา	1	10.0
อื่น ๆ	1	10.0
รวม	10	100.0
ระดับการศึกษา		
ปริญญาตรี	4	40.0
ปริญญาโท	3	30.0
ปริญญาเอก	3	30.0
รวม	10	100.0
ประสบการณ์ทำงาน		
6-11 ปี	5	50.0
11-15 ปี	2	20.0
16-20 ปี	1	10.0
21-25 ปี	2	20.0
รวม	10	100.0

จากตารางที่ 3 แสดงผลข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลเพศ พบว่า ส่วนมากเป็นเพศชาย จำนวน 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 90 เพศหญิง 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 10 อายุ พบว่า ส่วนมากอายุ 41-50 ปี จำนวน 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 40 และอายุ 31-40 อายุ 51-50 ปี จำนวน 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 เท่ากัน ตำแหน่งงาน พบว่า ส่วนมากเป็นนักวิชาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 70 และผู้บริหารจำนวน 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 อายุการทำงาน พบว่า ส่วนมากอายุ 6-10 ปี อายุ 21-25 ปี จำนวนละ 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 และอายุ 11-15 ปี อายุ 16-20 ปี จำนวนละ 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 สาขาที่สำเร็จการศึกษา พบว่า ส่วนมากเป็นสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ

คอมพิวเตอร์ศึกษา อื่น ๆ จำนวนละ 1 คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับการศึกษา พบว่า ส่วนมากเป็นปริญญาตรี จำนวน 4 ราย รองลงมาปริญญาโท และปริญญาเอก จำนวนละ 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 ประสบการณ์ทำงาน พบว่า ส่วนมาก อายุ 6-11 ปี จำนวน 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมาอายุ 11-15 ปี อายุ 21-25 ปี จำนวนละ 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 และน้อยที่สุด อายุ 16-20 ปี จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 10 ตามลำดับ

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติง

ตาราง 5 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติงรายข้อโดยรวม

	μ	σ	ระดับความพึงพอใจ
การจัดการการตั้งค่า (Configuration Management)	4.43	0.49	ระดับมาก
การจัดการบัญชี (Account Management)	4.36	0.45	ระดับมาก
การจัดการประสิทธิภาพ (Performance Management)	4.13	0.72	ระดับมาก
การจัดการความปลอดภัย (Security Management)	4.52	0.47	ระดับมากที่สุด
การตรวจสอบตามเวลาจริง (Real Time Monitoring)	4.20	0.82	ระดับมาก
ระบบอัตโนมัติ (Automation)	4.50	0.52	ระดับมากที่สุด
การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analytics)	4.10	0.75	ระดับมาก
การปรับขนาดทรัพยากร (Resource Scaling)	4.42	0.51	ระดับมาก
การจัดการการตั้งค่า (Configuration Management)	4.27	0.54	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.89	0.48	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติงโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.89$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า พึงพอใจในการจัดการความปลอดภัย ระดับมากที่สุด ($\mu = 4.52$) และระบบอัตโนมัติ ระดับมากที่สุด ($\mu = 4.50$) รองลงมา คือ การจัดการการตั้งค่า ระดับมาก ($\mu = 4.43$) การปรับขนาดทรัพยากร ระดับมาก ($\mu = 4.42$) การจัดการบัญชี ระดับมาก ($\mu = 4.36$) การจัดการการตั้งค่า ระดับมาก ($\mu = 4.27$) การตรวจสอบตามเวลาจริง ระดับมาก ($\mu = 4.20$) การ

จัดการประสิทธิภาพ ระดับมาก ($\mu = 4.13$) และการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ ระดับมาก ($\mu = 4.10$) ตามลำดับ

4.3 ข้อมูลความสัมพันธ์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

4.3.1 ข้อมูลความสัมพันธ์ระดับความพึงพอใจ ที่มีมาตรวัด Nominal scale กับ Ordinal scale

ทดสอบความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

ตาราง 6 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง เพศกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวม		Phi	p-value
	มาก	มากที่สุด		
ตำแหน่งงาน			-0.333	0.292
ผู้บริหาร	0(0.0)	3(30.0)	3(30.0)	
นักวิชาการคอมพิวเตอร์	5(50.0)	2(20.0)	7(70.0)	
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)	

Sig* < 0.05

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เพศกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบค่า Phi มีค่าเท่ากับ -0.333 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.292 เป็นการยอมรับ H_0 ซึ่งมีค่ามากกว่า α (0.05) หมายความว่า เพศไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.292

ตาราง 7 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ตำแหน่งงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวมที่จัดกลุ่ม			Phi	p-value
	มาก	มากที่สุด			
ตำแหน่งงาน				-0.655	0.038*
ผู้บริหาร	0(0.0)	3(30.0)	3(30.0)		
นักวิชาการคอมพิวเตอร์	5(50.0)	2(20.0)	7(70.0)		
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)		

Sig* < 0.05

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบค่า Phi มีค่าเท่ากับ -0.655 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.038 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α (0.05) เป็นการปฏิเสธ H_0 (ยอมรับสมมติฐานทางเลือก H_1) หมายความว่า ตำแหน่งงานมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.038

ตาราง 8 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง สาขาที่สำเร็จการศึกษากับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวมที่จัดกลุ่ม			Phi	p-value
	มาก	มากที่สุด			
ตำแหน่งงาน				0.632	0.406
ผู้บริหาร	0(0.0)	3(30.0)	3(30.0)		
นักวิชาการคอมพิวเตอร์	5(50.0)	2(20.0)	7(70.0)		
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)		

Sig* < 0.05

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาขาที่สำเร็จการศึกษากับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบค่า Phi มีค่าเท่ากับ 0.632 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.406 ซึ่งมีค่ามากกว่า α (0.05) เป็นการยอมรับ H_0 หมายความว่า สาขาที่สำเร็จการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับ

ความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่าน คลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.406

4.3.2 ข้อมูลความสัมพันธ์ระดับความพึงพอใจ ที่มีมาตรวัด Ordinal scale กับ Ordinal scale

ตาราง 9 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง อายุกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวมที่จัดกลุ่ม		spearman's rho	p-value
	มาก	มากที่สุด		
อายุ			0.258	0.471
31-40 ปี	2(20.0)	1(10.0)	3(30.0)	
41-50 ปี	2(20.0)	2(20.0)	4(40.0)	
51-60 ปี	1(10.0)	2(20.0)	3(30.0)	
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)	

Sig* < 0.05

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบค่า spearman's rho มีค่าเท่ากับ -0.258 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.471 ซึ่งมีค่ามากกว่า α (0.05) เป็นการยอมรับ H_0 หมายความว่า อายุไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.471

พหุ ประถมศึกษา

ตาราง 10 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง อายุการทำงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวมที่จัดกลุ่ม		spearman's rho	p-value
	มาก	มากที่สุด		
อายุการทำงาน			0.072	0.844
6-10 ปี	2(20.0)	1(10.0)	3(30.0)	
11-15 ปี	0(0.0)	2(20.0)	2(20.0)	
16-20 ปี	1(10.0)	1(10.0)	2(20.0)	
21-25 ปี	2(20.0)	1(10.0)	3(30.0)	
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)	

Sig* < 0.05

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการทำงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบค่า spearman's rho มีค่าเท่ากับ 0.072 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.844 ซึ่งมีค่ามากกว่า α (0.05) เป็นการยอมรับ H_0 หมายความว่า อายุการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.844

ตาราง 11 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับการศึกษากับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวมที่จัดกลุ่ม		spearman's rho	p-value
	มาก	มากที่สุด		
ระดับการศึกษา			0.848	0.002*
ปริญญาตรี	4(40.0)	0(00.0)	4(40.0)	
ปริญญาโท	1(10.0)	2(20.0)	3(30.0)	
ปริญญาเอก	0(00.0)	3(30.0)	3(30.0)	
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)	

Sig* < 0.05

ตาราง 11 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับการศึกษากับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

เมื่อทดสอบค่า spearman's rho มีค่าเท่ากับ 0.848 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.002* ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α (0.05) เป็นการปฏิเสธ H_0 (ยอมรับสมมติฐานทางเลือก H_1) หมายความว่า ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.002*

ตาราง 12 วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง ประสบการณ์ทำงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

	ระดับความพึงพอใจโดยรวมที่จัดกลุ่ม			spearman's rho	p-value
	มาก	มากที่สุด			
ประสบการณ์ทำงาน				-0.187	0.605
6-10 ปี	2(20.0)	3(30.0)	5(50.0)		
11-16 ปี	1(10.0)	1(10.0)	2(20.0)		
16-20 ปี	1(10.0)	0(00.0)	1(10.0)		
21-25 ปี	1(10.0)	1(10.0)	2(20.0)		
รวม	5(50.0)	5(50.0)	10(100.0)		

Sig* < 0.05

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ทำงานกับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เมื่อทดสอบค่า spearman's rho มีค่าเท่ากับ -0.187 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.605 ซึ่งมีค่ามากกว่า α (0.05) เป็นการยอมรับ H_0 หมายความว่า ประสบการณ์ทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.605

4.4 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

H_1 : อายุ ไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งทำการทดสอบด้วยค่า Phi พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.333 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.292

H_2 : ตำแหน่งงาน มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งทำการทดสอบด้วยค่า Phi พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.655 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.038

H_3 : อายุการทำงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งทำการทดสอบด้วยค่า spearman's rho พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.072 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.844

H_4 : สาขาที่สำเร็จการศึกษา (Performance Management) ไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งทำการทดสอบด้วยค่า Phi พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.632 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.406

H_5 : ระดับการศึกษา มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งทำการทดสอบด้วยค่า spearman's rho พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.848 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.002*

H_6 : ประสบการณ์ทำงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งทำการทดสอบด้วยค่า spearman's rho มีค่าเท่ากับ -0.187 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.605

ส่วนที่ 2 อธิบายผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์จากโปรแกรม Cacti และ โปรแกรม LibreNMS

4.5 อธิบายผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์จากโปรแกรม Cacti

Cacti เป็นแอปพลิเคชันบนเว็บที่ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานควบคู่กับ RRDTOOL ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีไว้สำหรับการสร้างกราฟที่มีประสิทธิภาพสูง โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และติดตามการทำงานของระบบอย่างละเอียด ไม่ว่าจะเป็นสถิติการใช้งาน CPU, Memory, จำนวนผู้ใช้งานที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่าย จำนวนการเชื่อมต่อข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในเครือข่าย หรือแม้กระทั่งอัตราการรับ/ส่งข้อมูลที่ไหลเวียนผ่านระบบเครือข่าย Cacti มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถตัดสินใจและวางแผนได้ดีขึ้น

ในการบริหารจัดการทรัพยากรของระบบ ตอบสนองต่อความต้องการในการรักษาประสิทธิภาพและ
ความเสถียรของเครือข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ

Devices									
Type:	Any	Status:	Any	Search:	Rows per Page:	30	Go	Clear	Add
Showing Rows 1 to 30 of 180 [1,2,3,4,5,6]									
Description**	ID	Graphs	Data Sources	Status	In State	Hostname	Current (ms)	Average (ms)	Availability
B59-NMC-GA-F2-EP430	303	6	6	Up	3d 8h 32m	10.200.200.20	14.2	15.67	99.86
B59-NMC-KIT-F2-S1-EE430	305	5	5	Up	-	10.200.200.31	16.11	15.73	100
B66-NMC-CAN-F1-S1-PH5735	304	3	3	Up	3d 8h 32m	10.200.200.21	4.27	5	99.96
B67-NMC-HOME-F2-S1-PH5735	307	4	4	Up	-	10.202.250.11	7.78	6.58	100
B67-NMC-BenD-F1-S1-PH5735	294	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.11	4.67	5.16	99.8
B67-NMC-BhuD-F1-S1-PH5735	295	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.12	10.96	5.2	99.78
B67-NMC-ChuD-F1-S1-PH5735	300	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.17	4.27	7.12	99.57
B67-NMC-ChuD-F1-S1-PH5735	301	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.18	5.15	5.2	99.75
B67-NMC-IntD-F1-S1-PH5735	296	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.13	4.12	5.2	99.82
B67-NMC-KanD-F1-S1-PH5735	299	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.16	4.93	5.23	99.82
B67-NMC-KarD-F1-S1-PH5735	297	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.14	4.2	5.23	99.63
B67-NMC-ParD-F1-S1-PH5735	298	7	7	Up	3d 8h 32m	10.200.200.15	6.37	5.21	99.81
B67-NMC-RatD-F1-S1-PH5735	302	5	5	Up	3d 8h 32m	10.200.200.19	4.18	5.2	99.96
C2970_Sport_Building	49	6	6	Up	10d 21h 9m	10.120.0.111	17.04	11.01	91
CC_FL3-Ex3_DirectorRoom	63	9	9	Up	15d 12h 7m	10.115.0.117	15.59	16.2	99.49
CC_FL3-Extreme1	60	26	26	Up	78d 2h 0m	10.115.0.114	14.6	19.72	99.95
CC_FL4-Extreme2	48	6	6	Up	8d 0h 5m	10.115.0.113	16.39	18.57	98.09
CC_x430-8p_FL2	117	9	9	Up	15d 12h 7m	10.115.0.111	14.07	19.08	99.73
COPAG_x430-8p_FL1-POE1	207	6	6	Up	0d 5h 51m	10.200.71.253	13.94	17.61	85.36
DC-TOR1-1	116	21	21	Up	773d 4h 11m	10.199.199.231	17.52	17.54	100
DC-TOR3-1	39	9	9	Up	746d 21h 54m	10.199.199.250	18.32	23.84	96.53
EX-430-24T_kongjue_library	98	3	3	Up	3d 8h 31m	10.134.1.252	14.44	18.25	98.39
ex-43024t_animal	167	6	6	Up	3d 8h 32m	10.200.200.254	14.75	22.47	99.35
EX430-24T_ARCH-FL2-1	112	7	7	Up	67d 4h 5m	10.200.62.1	46.31	15.95	99.48
EX430-24T_ARCH-FL4-1	114	10	10	Up	82d 0h 55m	10.200.66.1	14.88	15.72	99.62

ภาพประกอบ 13 หน้า Dashboard Devices ใช้สำหรับดูอุปกรณ์เครือข่าย MSU-Net

จากภาพประกอบ 13 บนหน้าแสดงผล จะแสดงสถานะโดยรวมของอุปกรณ์เครือข่ายด้วยโปรแกรม Cati โดยที่โปรแกรมจะสามารถเก็บรวบรวมสถานะของอุปกรณ์จากหลายๆ ผู้ผลิตอุปกรณ์ และแสดงผลเป็น Multi-vendor ใช้ดูรายละเอียดและการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายทุกผลิตภัณฑ์บน MSU-Net เช่น System, Uptime, Hostname, Location และ Contact มีการกำหนด IP Address ไม่ว่าจะแบบ Manual หรืออัตโนมัติผ่าน DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) จัดเก็บและบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครือข่าย เช่น ยี่ห้อ รุ่น คุณสมบัติ, version ของ software / firmware ตัวอย่างที่นำเสนอในภาพมีอุปกรณ์ของ Cisco, CAT, Huawei และ Extreme ซึ่งตามรายละเอียดดังภาพมีเมนูที่ไว้บริหารจัดการที่ช่วยได้คือ สามารถบอกชื่อ Hostname คือชื่อของอุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลตั้งชื่อไว้ ในระบบ MSU-Net ทางผู้ดูแลระบุชื่ออุปกรณ์ตามตำแหน่ง และบริเวณจุดติดตั้งเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย บอกสถานะการทำงานของอุปกรณ์ปัจจุบันว่ากำลังใช้งานได้ปกติ (Status UP) หรือมีการทำงานที่ผิดพลาดไม่สามารถใช้ได้ (Status down) และบอกระยะเวลาของอุปกรณ์เครือข่ายว่าเปิดใช้งานมานานเท่าไร (In State) และแสดงชุด ไอพีแอสแตรส (IP Address) ที่ทางผู้ดูแลกำหนดไว้ได้ด้วย เพื่อง่ายต่อการเข้าถึงการกำหนดค่า

อุปกรณ์เครือข่าย เป็นฟังก์ชันที่ให้ทางผู้ดูแลสามารถมองเห็นภาพรวมของการทำงานของอุปกรณ์ และเข้าจัดการได้อย่างง่ายดาย



B67-NMC-KarD-F1-S1-PH5735 (10.200.200.14)

SNMP Information

System: Huawei YunShan OS Version 1.23.0.1 (S5700 V600R023C00SPC500)
 Copyright (C) 2021-2023 Huawei Technologies Co., Ltd. HUAWEI
 CloudEngine S5735-L-V2
Uptime: 147607221 (17 days, 2 hours, 1 minutes)
Hostname: B67-NMC-KarD-F1-S1-PH5735
Location: Beijing China
Contact: R&D Beijing, Huawei Technologies co.,Ltd.

[*Create Graphs for this Host](#)
[*Data Source List](#)
[*Graph List](#)

Devices [edit: B67-NMC-KarD-F1-S1-PH5735]

General Host Options

Description Give this host a meaningful description.	B67-NMC-KarD-F1-S1-PH5735
Hostname Fully qualified hostname or IP address for this device.	10.200.200.14
Host Template Choose the Host Template to use to define the default Graph Templates and Data Queries associated with this Host.	ucd/net SNMP Host
Number of Collection Threads The number of concurrent threads to use for polling this device. This applies to the Spine poller only.	1 Thread (default)
Disable Host Check this box to disable all checks for this host.	<input type="checkbox"/> Disable Host
Thold Up/Down Email Notification Which Notification List(s) of should be notified about Host Up/Down events?	Global List
Monitor Host Check this box to monitor this host on the Monitor Tab.	<input checked="" type="checkbox"/> Monitor Host
Down Host Message This is the message that will be displayed when this host is reported as down.	<input type="text"/>

Availability/Reachability Options

Downed Device Detection The method Cacti will use to determine if a host is available for polling. <i>NOTE: It is recommended that, at a minimum, SNMP always be selected.</i>	SNMP Uptime
Ping Timeout Value The timeout value to use for host ICMP and UDP pinging. This host SNMP timeout value applies for SNMP pings.	400
Ping Retry Count After an initial failure, the number of ping retries Cacti will attempt before failing.	1

SNMP Options

SNMP Version Choose the SNMP version for this device.	Version 2
---	-----------

(a)

MSU-KRC-CONDO2-F1-S1-C9300 (10.100.56.1)

SNMP Information

System: (CAT9K_105XE), Version 17.6.3, RELEASE SOFTWARE (fc4) Technical
 Support: <http://www.cisco.com/techsupport> Copyright (c) 1986-2022 by
 Cisco Systems, Inc. Compiled Wed 30-Mar-22 23:09 by mcpre
Uptime: 134058428 (15 days, 12 hours, 23 minutes)
Hostname: MSU-KRC-CONDO2-F1-S1-C9300.msu.ac.th
Location:
Contact:

[*Create Graphs for this Host](#)
[*Data Source List](#)
[*Graph List](#)

Devices [edit: MSU-KRC-CONDO2-F1-S1-C9300]

General Host Options

Description Give this host a meaningful description.	MSU-KRC-CONDO2-F1-S1-C9300
Hostname Fully qualified hostname or IP address for this device.	10.100.56.1
Host Template Choose the Host Template to use to define the default Graph Templates and Data Queries associated with this Host.	Cisco Router
Number of Collection Threads The number of concurrent threads to use for polling this device. This applies to the Spine poller only.	1 Thread (default)
Disable Host Check this box to disable all checks for this host.	<input type="checkbox"/> Disable Host
Thold Up/Down Email Notification Which Notification List(s) of should be notified about Host Up/Down events?	Global List
Monitor Host Check this box to monitor this host on the Monitor Tab.	<input checked="" type="checkbox"/> Monitor Host
Down Host Message This is the message that will be displayed when this host is reported as down.	<input type="text"/>

Availability/Reachability Options

Downed Device Detection The method Cacti will use to determine if a host is available for polling. <i>NOTE: It is recommended that, at a minimum, SNMP always be selected.</i>	SNMP Uptime
Ping Timeout Value The timeout value to use for host ICMP and UDP pinging. This host SNMP timeout value applies for SNMP pings.	400
Ping Retry Count After an initial failure, the number of ping retries Cacti will attempt before failing.	1

SNMP Options

SNMP Version Choose the SNMP version for this device.	Version 2
---	-----------

(b)

MSU-KRC-VaD-EC1000 (10.3.255.10)**SNMP Information**

System: Cisco IOS Software, C1000 Software (C1000-UNIVERSALK9-M), Version
 //www.cisco.com/techsupport Copyright (c) 1986-2022 by Cisco Systems,
 Inc. Compiled Tue 22-Mar-22 10:25 by mcpre
 Uptime: 874822147 (101 days, 6 hours, 3 minutes)
 Hostname: MSU-KRC-VaD-EC1000.msu.ac.th
 Location:
 Contact:

* Create Graphs for this Host
 * Data Source List
 * Graph List

Devices [edit: MSU-KRC-VaD-EC1000]**General Host Options**

Description
Give this host a meaningful description.

Hostname
Fully qualified hostname or IP address for this device.

Host Template
Choose the Host Template to use to define the default Graph Templates and Data Queries associated with this Host.

Number of Collection Threads
The number of concurrent threads to use for polling this device. This applies to the Spine poller only.

Disable Host
Check this box to disable all checks for this host. Disable Host

Thold Up/Down Email Notification
Which Notification List(s) of should be notified about Host Up/Down events?

Monitor Host
Check this box to monitor this host on the Monitor Tab. Monitor Host

Down Host Message
This is the message that will be displayed when this host is reported as down.

Availability/Reachability Options

Downed Device Detection
The method Cacti will use to determine if a host is available for polling.
NOTE: It is recommended that, at a minimum, SNMP always be selected.

Ping Timeout Value
The timeout value to use for host ICMP and UDP ping. This host SNMP timeout value applies for SNMP pings.

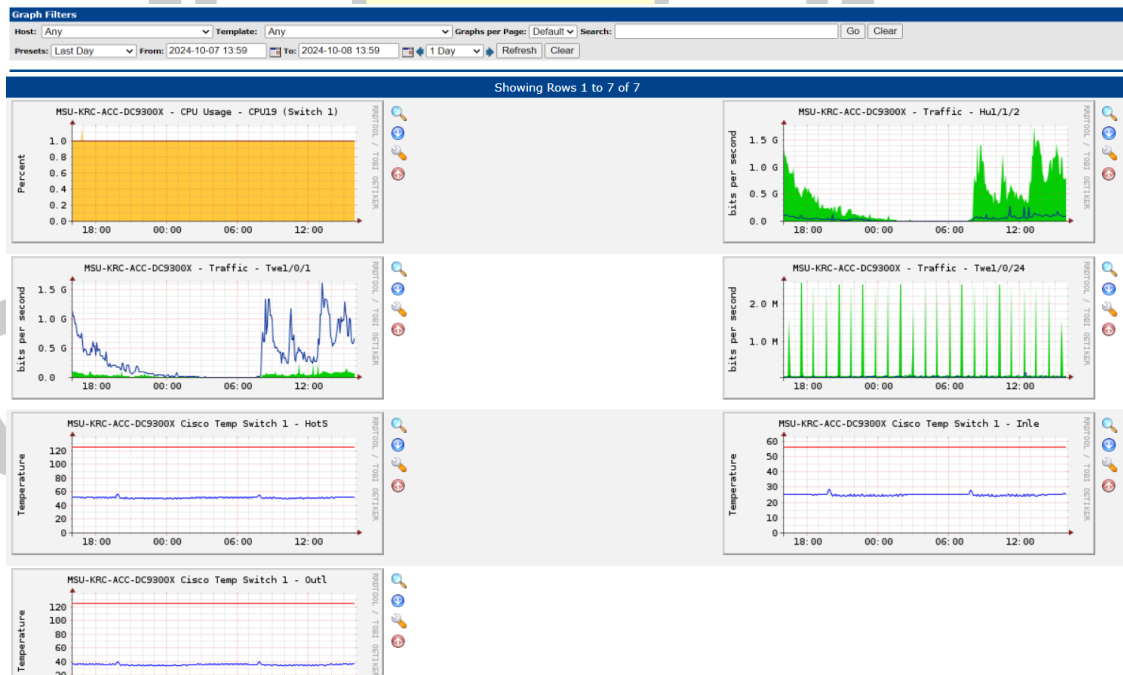
Ping Retry Count
After an initial failure, the number of ping retries Cacti will attempt before failing.

SNMP Options

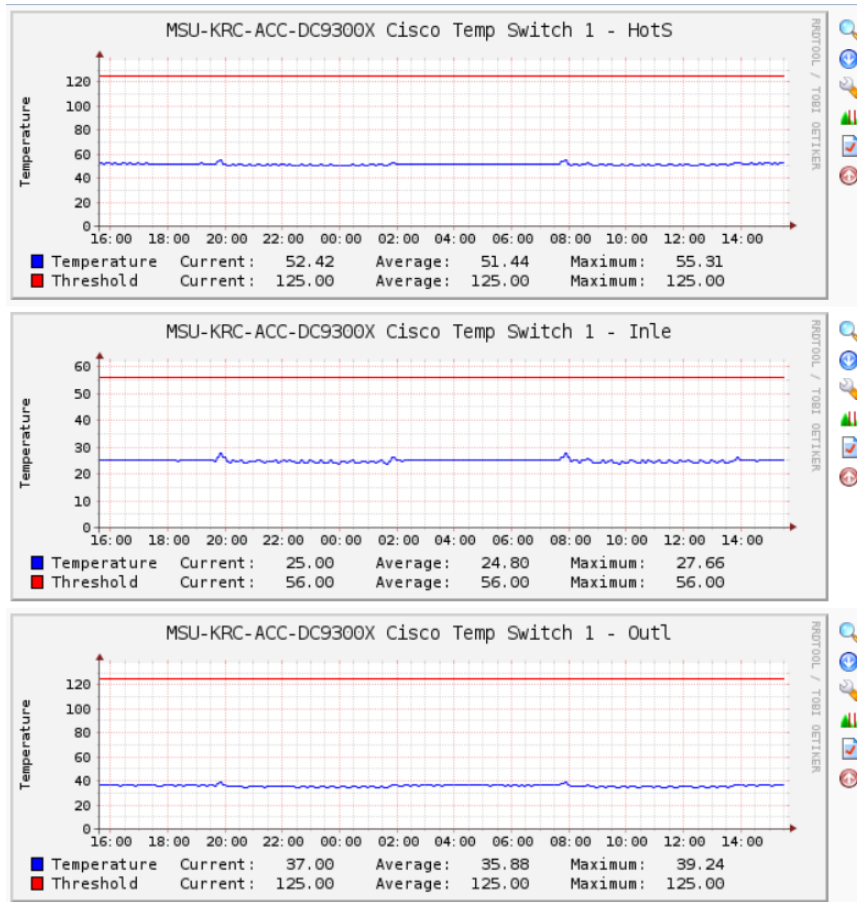
SNMP Version
Choose the SNMP version for this device.

ภาพประกอบ 14 หน้า Multi-vendor ใช้ดูรายละเอียดและการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายทุก
 ผลิตภัณฑ์บน MSU-Net

- แสดงรายละเอียดสถานะการทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย

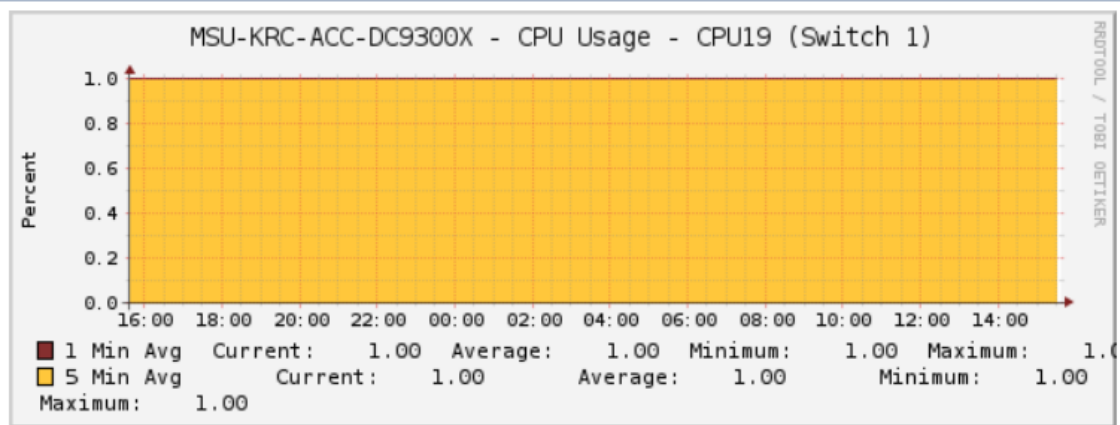


(a)



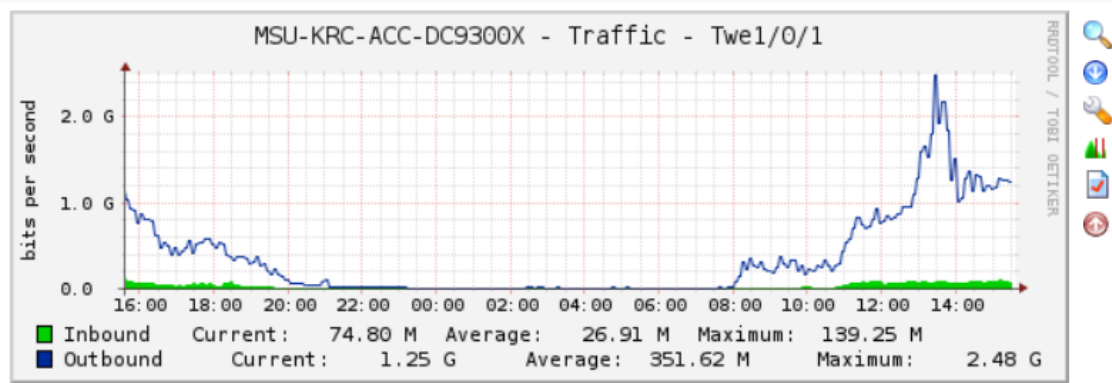
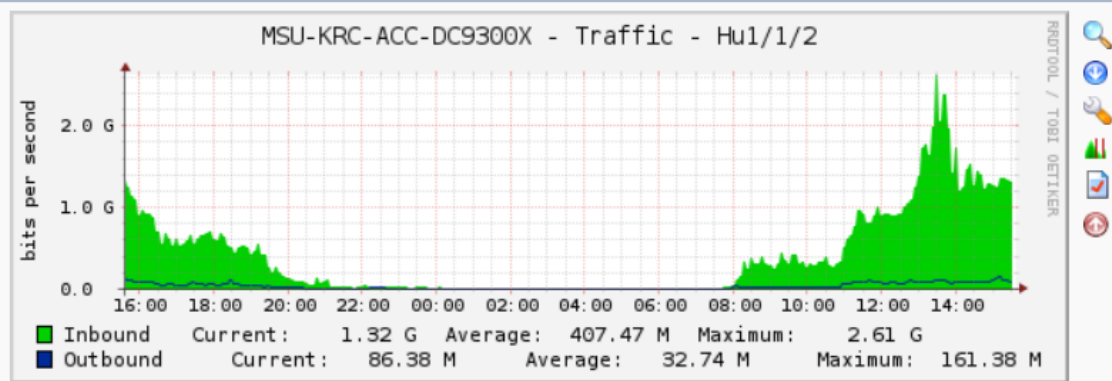
(b)

Graph Template: Host CPU - Cisco Router - CPU Usage

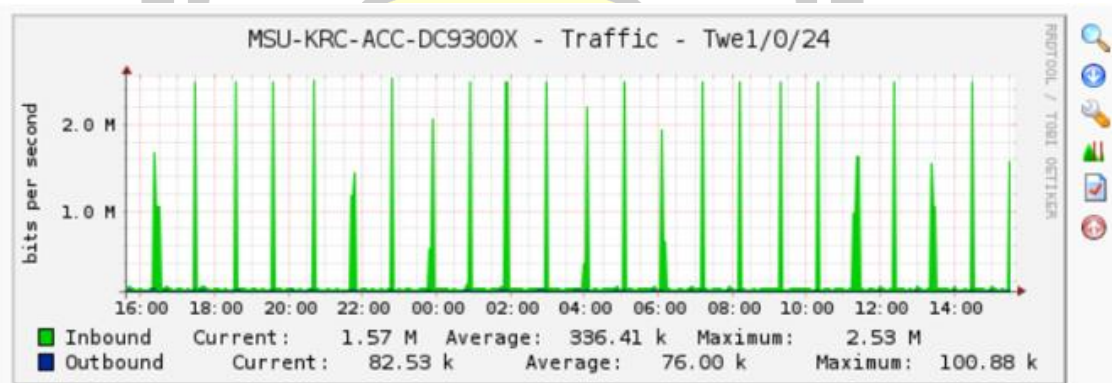


(c)

Graph Template: Interface - Traffic (bits/sec)



(d)

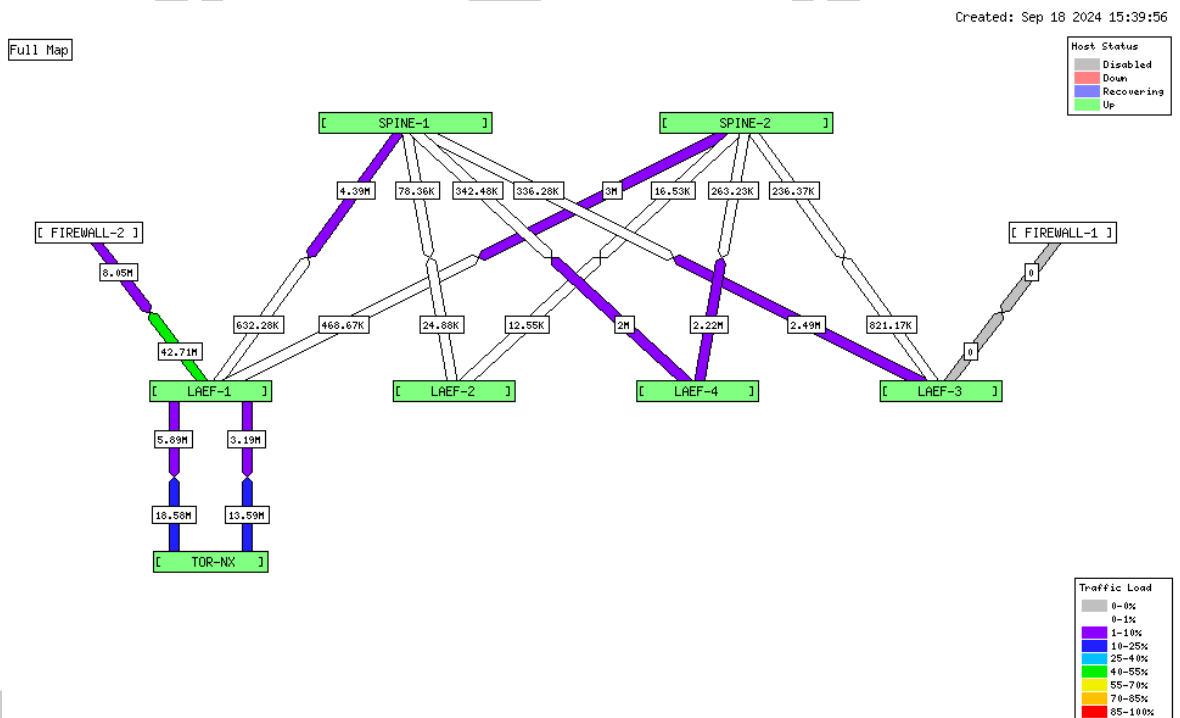


ภาพประกอบ 15 หน้า Dashboard แสดงรายละเอียดสถานการณ์การทำงานของอุปกรณ์เครือข่าย

จากภาพประกอบ 15 แสดงโปรแกรม Cacti ได้ทำการแสดงรายละเอียดสถานการณ์การทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายอย่างครบถ้วน ซึ่งรวมถึงการทำงานของอุปกรณ์ Switch ในเครือข่ายของ MSU-Net โดยรายละเอียดที่แสดงออกมานั้นประกอบด้วยกราฟวิเคราะห์การทำงานของ CPU โดยรวม ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลได้ตามแต่ละช่วงเวลาเพื่อความสะดวกในการติดตามสถานะการทำงานอย่างละเอียด นอกจากนี้ โปรแกรมยังสามารถแสดงค่าของอุณหภูมิ (Temperature) ที่เป็น

รายละเอียดย่อยของ Switch แต่ละอุปกรณ์ได้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ดูแลระบบทราบว่าทำงานที่อุณหภูมิเท่าไรในแต่ละเวลาที่กำหนด พร้อมทั้งสามารถตรวจสอบผลการถ่ายโอนข้อมูลของอุปกรณ์เครือข่ายได้อย่างครบถ้วนว่ามีความหนาแน่นในการรับส่งข้อมูลเป็นอย่างไรในแต่ละช่วงเวลา โดยผู้ใช้งานยังสามารถกำหนดและแสดงผลย่อยเพื่อดูข้อมูลในระดับพอร์ตของแต่ละอุปกรณ์เครือข่ายได้อย่างละเอียด ว่าพอร์ตไหนในอุปกรณ์ทำงานได้ดีหรือไม่ดีอย่างไร รวมถึงการจัดการเส้นทาง (Path) ของทราฟฟิก (Traffic) ข้อมูลในเครือข่าย MSU-Net เพื่อให้การบริหารจัดการเครือข่ายเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

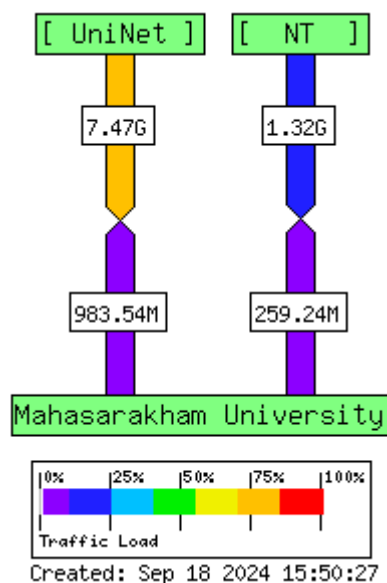
Diagram Network ของ Data Center



ภาพประกอบ 16 ภาพแสดง Diagram Network ของ Data Center

จากภาพประกอบ 16 อธิบายในเครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จะมี Core Switch หลัก เพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับ Core Switch แต่ละอาคารใน มมส เขตพื้นที่ ขามเรียง และเชื่อมต่อกับเครือข่ายใน มมส เขตพื้นที่ในเมือง, มมส เขตพื้นที่ ต.แก้ง อ.เมือง, มมส เขตพื้นที่ อ.นาตุณ , มมส เขตพื้นที่ บ.นาสีนวน อ.กันทรวิชัย โดย Core Switch หลักทั้ง 2 ตัว จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Firewall 2 ชุด และอุปกรณ์ Firewall จะเชื่อมต่อกับเราเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ โดยเกตเวย์นี้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต 2 เส้นทาง

MSU-WLAN Overview

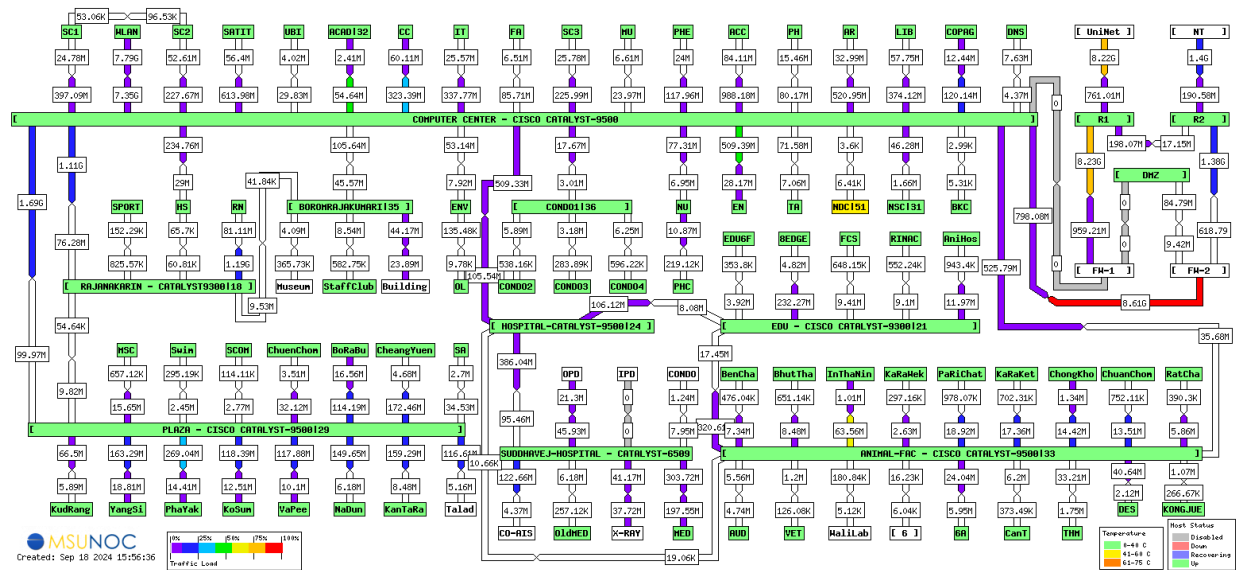


ภาพประกอบ 17 MSU-WLAN Overview

จากภาพประกอบ 17 อธิบาย Traffic Analysis for MSU-Net เป็นการแสดงให้เห็นว่าเครือข่าย มมส (MSU-Net) มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต 2 เส้นทาง คือ 1. การเชื่อมต่อสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา Office of Information Technology Administration for Educational Development (UniNet) โดยมีอัตราการรับส่ง (10 Gb) 2. การเชื่อมต่อโทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) National Telecom Public Company Limited (NT) โดยมีอัตราการรับส่ง (10 Gb)

พูน ปณ ทิโต ชีเว

MSU FULL MAP

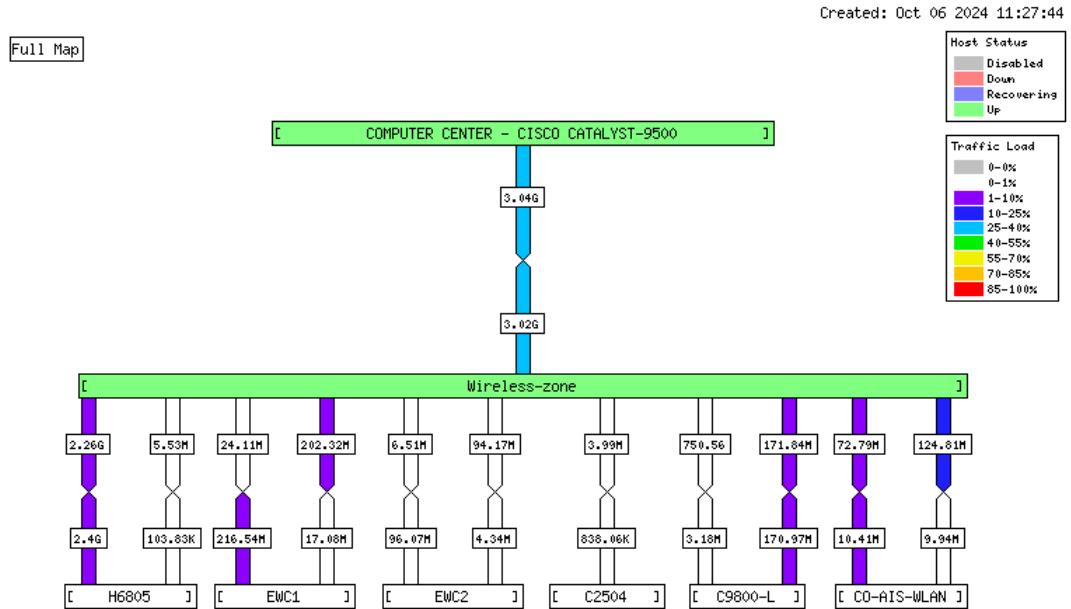


ภาพประกอบ 18 MSU FULL MAP

ภาพประกอบ 18 แสดงสถานการณ์เชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ในระดับเครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ประกอบด้วย 5 แคมปัส ประกอบด้วยมมส เขตพื้นที่ ขามเรียง และเชื่อมต่อกับเครือข่ายใน มมส เขตพื้นที่ในเมือง, มมส เขตพื้นที่ ต.แก้ง อ.เมือง, มมส เขตพื้นที่ อ.นาตุ่น, มมส เขตพื้นที่ บ.นาสีนวน อ.กันทรวิชัย โดยใช้สัญลักษณ์สีใช้บอกสถานะตามกรอบด้านล่าง ได้แก่ สถานะ Traffic Load สถานะอุณหภูมิ Temperature และสถานะ Host Status

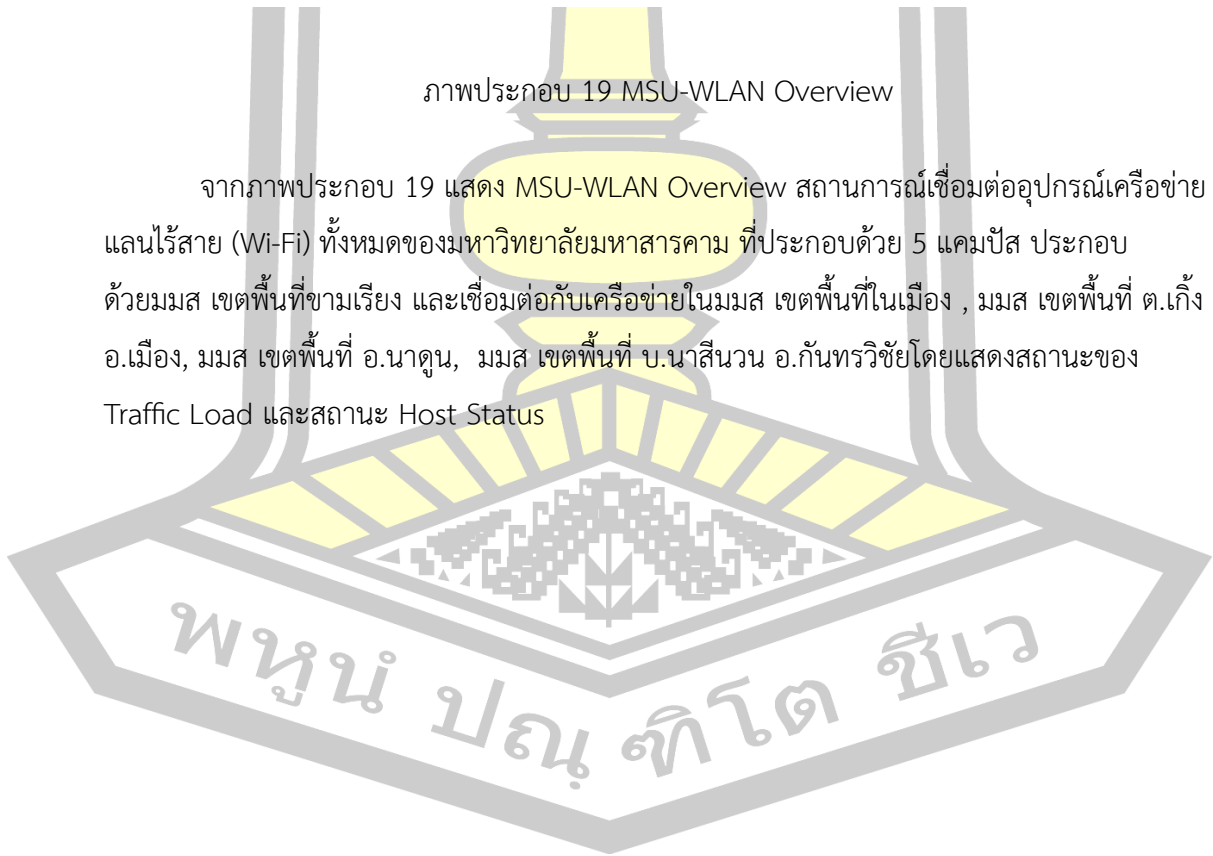


MSU-WLAN Overview

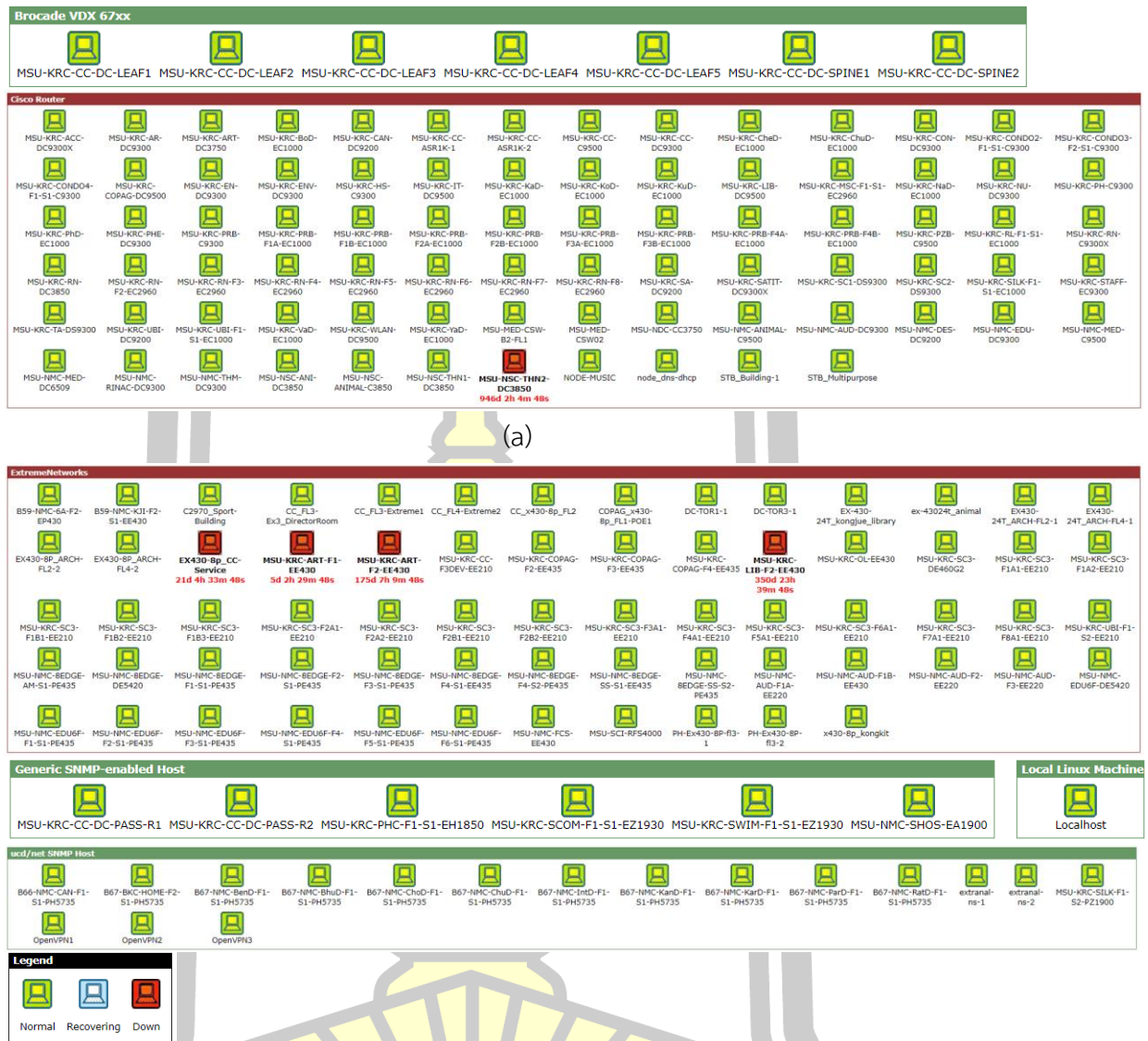


ภาพประกอบ 19 MSU-WLAN Overview

จากภาพประกอบ 19 แสดง MSU-WLAN Overview สถานการณ์เชื่อมต่ออุปกรณ์เครือข่ายแลนไร้สาย (Wi-Fi) ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ประกอบด้วย 5 แคมปัส ประกอบด้วยมมส เขตพื้นที่ขามเรียง และเชื่อมต่อกับเครือข่ายในมมส เขตพื้นที่ในเมือง , มมส เขตพื้นที่ ต.แก้ง อ.เมือง, มมส เขตพื้นที่ อ.นาตุณ, มมส เขตพื้นที่ บ.นาสีนวน อ.กันทรวิชัยโดยแสดงสถานะของ Traffic Load และสถานะ Host Status



Monitor



ภาพประกอบ 20 หน้าจอ monitor

จากภาพประกอบ 20 แสดงสถานการณ์ทำงานของเครือข่าย MSU-Net ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยสามารถดูสถานะการทำงานได้ตามสีที่ขึ้นแสดงได้ สีเขียว สถานะทำงานปกติ (Normal) สีฟ้า แสดงสถานะ (Recovering) และสีแดง แสดงสถานะไม่ทำงาน (Down)

Device Status										
Type: All Status: All Rows: 30 Search: Go Clear										
Showing Rows 1 to 30 of 180 [1,2,3,4,5,6]										
Actions	Description**	ID	Graphs	Data Sources	Status	Event Count	Hostname	Current (ms)	Average (ms)	Availability
	B59-NMC-6A-F2-EP430	303	6	6	Up	0	10.200.200.20	13.38	15.94	99.9
	B59-NMC-K31-F2-S1-EE430	305	5	5	Up	0	10.200.200.31	14.98	16.99	100
	B66-NMC-CAN-F1-S1-PH5735	304	3	3	Up	0	10.200.200.21	3.98	5.04	99.97
	B67-NMC-HOME-F2-S1-PH5735	307	4	4	Down	20678	10.202.250.11	8.51	6.16	23.1
	B67-NMC-Band-F1-S1-PH5735	294	7	7	Up	0	10.200.200.11	5.69	5.15	99.84
	B67-NMC-BHud-F1-S1-PH5735	295	7	7	Up	0	10.200.200.12	7.16	5.19	99.83
	B67-NMC-Chod-F1-S1-PH5735	300	7	7	Up	0	10.200.200.17	4.67	7.37	99.66
	B67-NMC-Chud-F1-S1-PH5735	301	7	7	Up	0	10.200.200.18	4.17	5.19	99.8
	B67-NMC-Ind-F1-S1-PH5735	296	7	7	Up	0	10.200.200.13	6.1	5.19	99.86
	B67-NMC-Hard-F1-S1-PH5735	299	7	7	Up	0	10.200.200.16	4.27	5.23	99.86
	B67-NMC-Hard-F1-S1-PH5735	297	7	7	Up	0	10.200.200.14	5.29	5.22	99.71
	B67-NMC-ParD-F1-S1-PH5735	298	7	7	Up	0	10.200.200.15	4.87	5.21	99.85
	B67-NMC-ParD-F1-S1-PH5735	302	5	5	Up	0	10.200.200.19	4.46	5.19	99.96
	C2970_Sport-Building	49	6	6	Up	0	10.120.0.111	15	11.01	91.07
	CC_FL3-Ex3_DirectorRoom	63	9	9	Down	1903	10.115.0.117	16.04	16.2	99.43
	CC_FL3-Extreme1	60	26	26	Up	0	10.115.0.114	16.03	16.72	99.95
	CC_FL4-Extreme2	48	6	6	Up	0	10.115.0.113	16.01	18.61	98.1
	CC_430-8p_FL2	117	9	9	Up	0	10.115.0.111	16.69	19.08	99.73
	CORAG_430-8p_FL1-POE1	207	6	6	Up	0	10.200.71.253	16.46	17.61	85.63
	DC-TDR1-1	116	21	21	Up	0	10.199.199.231	14.13	17.56	100
	DC-TDR3-1	39	9	9	Up	0	10.199.199.250	13.56	23.85	96.56
	EX-430-24T_kongjue_library	98	3	3	Up	0	10.134.1.252	14.25	18.25	98.41

(a)

Device Status										
Type: All Status: Not Up Rows: 30 Search: Go Clear										
Showing Rows 1 to 10 of 10 [1]										
Actions	Description**	ID	Graphs	Data Sources	Status	Event Count	Hostname	Current (ms)	Average (ms)	Availability
	B67-NMC-HOME-F2-S1-PH5735	307	4	4	Down	20676	10.202.250.11	8.51	6.16	23.11
	CC_FL3-Ex3_DirectorRoom	63	9	9	Down	1902	10.115.0.117	16.04	16.2	99.43
	EX430-8p_CC-Service	130	10	10	Down	57920	10.115.0.119	13.76	18.33	97.47
	MSU-KRC-ART-F1-EE430	218	7	7	Down	34751	10.52.0.1	16.42	19.47	95.55
	MSU-KRC-ART-F2-EE430	219	6	6	Down	274587	10.52.0.2	14.68	18.59	73.89
	MSU-KRC-Bnd-EC1000	269	1	1	Down	2	10.3.255.11	3.02	6.9	99.75
	MSU-KRC-COND02-F1-S1-C9300	283	8	8	Down	94	10.100.56.1	1.22	3.37	99.7
	MSU-KRC-LIB-F2-EE430	225	11	11	Down	525501	10.112.255.2	138.87	19.89	50.18
	MSU-NMC-AUD-F3-EE220	106	8	8	Down	10311	10.36.0.3	1.73	4.24	50.27
	MSU-NMC-THN2-OC3850	203	1	1	Down	1127434	10.99.44.4	4.71	5.54	8.73

ภาพประกอบ 21 Host Status

จากภาพประกอบ 21 โปรแกรม Cacti มีความสามารถในการแสดงสถานะรายละเอียดการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายอย่างชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นสถานะที่อยู่ในสถานะ "Up" ซึ่งหมายถึงการทำงานได้อย่างปกติ หรือ "Down" ซึ่งแสดงถึงการหยุดทำงานของอุปกรณ์ นอกจากนี้ โปรแกรมยังมีการเก็บ Log บันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด พร้อมทั้งระบุไว้ด้วยว่าได้ดำเนินการแก้ไขปัญหานั้นอย่างไร เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปรียบเสมือนเป็นฐานข้อมูลที่สำคัญในการวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีต รวมไปถึงการเป็นแนวทางที่มีค่าในการวางแผนและดำเนินการแก้ไขปัญหาในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อมั่นใจว่าสามารถรักษาประสิทธิภาพและความเสถียรของระบบได้อย่างต่อเนื่อง

ในการจัดการข้อผิดพลาด (Fault Management) Cacti สามารถ Monitor เซ็นเซอร์ที่เกิดความผิดพลาดได้ และแยกปัญหาออกมาจากระบบเครือข่าย สามารถดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ลดระยะเวลาหยุดชะงักของเน็ตเวิร์กให้น้อยที่สุด ทดสอบและป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะส่งผลกระทบต่อระบบเครือข่ายความเสี่ยงที่จะเกิด Downtime มีรายงานบันทึกการเก็บ Log บันทึกปัญหา

ที่เกิดขึ้นและการติดตามปัญหา รายละเอียดการแก้ไข เพื่อใช้ตรวจสอบย้อนหลังและเป็นแนวทางการแก้ไขในอนาคต

การจัดการการตั้งค่า (Configuration Management) สามารถกำหนด IP Address แบบ Manual มีการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครือข่าย เช่น ยี่ห้อ รุ่น คุณสมบัติ, version ของ software / firmware สามารถจัดทำผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ (Topology View) การจัดการเส้นทาง (Path) ของทราฟฟิกข้อมูลในเครือข่าย สามารถแก้ไข ปรับเปลี่ยน Hardware หรือ Software เช่น การเพิ่มหรือนำสถานีออกจากระบบ การติดตั้งเครือข่ายย่อย ลิงค์ และส่วนอื่น ๆ ของระบบเครือข่าย เช่น งานด้านการจัดการและกำหนดค่า (Configuration) การ Reconfigure เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายหรือโครงสร้างของระบบ

การจัดการบัญชี (Account Management) มีการจัดทำสถิติและการรับส่งข้อมูลของ IP มีการกำหนดระดับการเข้าถึงและใช้งานทรัพยากรเครือข่ายของผู้ใช้ด้านการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน จัดทำฐานข้อมูลอัตลักษณ์บุคคล (Identity) ทั้ง User & Password, PIN มีการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ในระบบเครือข่าย เพื่อวัดระดับการใช้งาน (Utilization) ของ User ว่าเข้าไปงานบริการในส่วนต่าง ๆ

การจัดการประสิทธิภาพ (Performance Management) สามารถวัดประสิทธิภาพระบบ การตรวจสอบเครือข่ายตรวจสอบการวัดทุกประเภทบนอุปกรณ์ เช่น การรับส่งข้อมูล CPU, RAM, Jitter, MOS, RTT, CRC และอื่น ๆ มีการรักษาระดับการให้บริการ (Service Level) ของเครือข่าย ให้มีมาตรฐานมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด มี bandwidth เพียงพอต่อความต้องการ โดยทดสอบวิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย มีการดำเนินการเพื่อให้ค่า parameter อยู่ในระดับมาตรฐานหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

การจัดการความปลอดภัย (Security Management) มีการวางแผนการจัดการความปลอดภัยตามกรอบ Triple A Security Framework ตรวจสอบและพิสูจน์ทราบตัวตน (Authentication) การควบคุมสิทธิ์การใช้งาน (Authorization) การเฝ้าระวังการโจมตีหรือภัยคุกคามทางไซเบอร์ อดช่องโหว่เพื่อดูแลรักษาเครือข่าย มีควบคุมการเข้าถึงและการเข้าใช้ทรัพยากรในเครือข่ายให้เป็นไปตามนโยบายที่ได้กำหนดไว้ ผ่านกระบวนการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ตรวจสอบกิจกรรมที่ได้รับอนุญาต อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองความถูกต้อง และผู้ใช้สามารถเข้าถึงเครือข่ายได้

การตรวจสอบตามเวลาจริง (Real Time Monitoring) สามารถติดตามกิจกรรมเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง สามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อัตโนมัติและรายงานผลแบบเรียลไทม์ สามารถบันทึกเหตุการณ์อุปกรณ์เครือข่ายโดยอัตโนมัติ

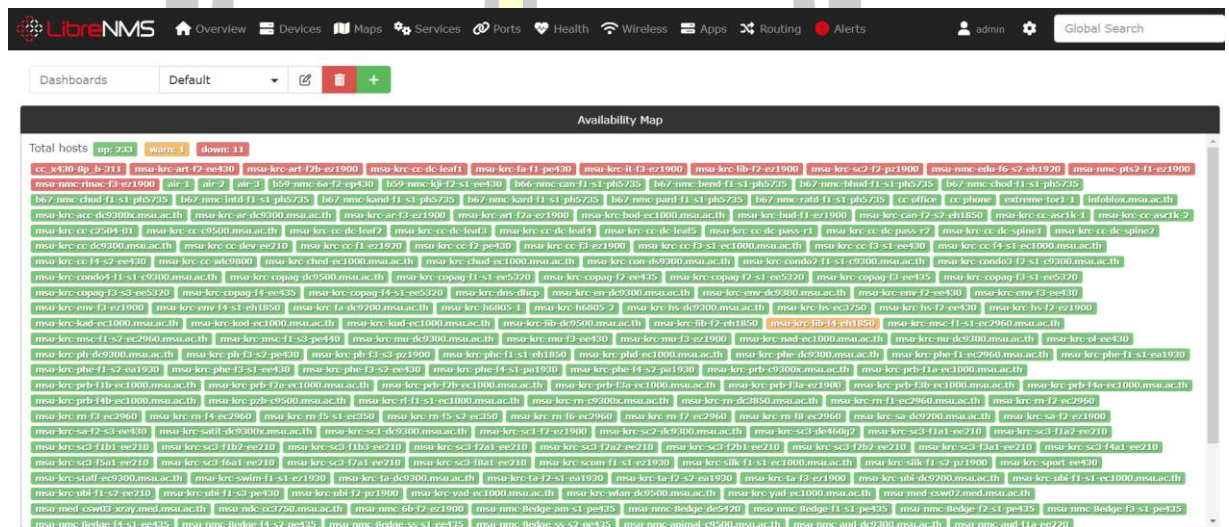
การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analytics) เจ้าหน้าที่ที่ดูแลระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากการรายงานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ สามารถนำข้อมูลรายงานตัดสินใจในการจัดการเครือข่ายได้ และสามารถคาดการณ์การทำงานของระบบได้

การปรับขนาดทรัพยากร (Resource Scaling) Cacti สามารถขยายระบบเครือข่ายได้โดยใช้ Poller หลายตัว (Multiple Pollers) และ Distributed Poller เพื่อกระจายการทำงาน ทำให้สามารถตรวจสอบเครือข่ายขนาดใหญ่และหลายไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปรับแต่งระบบเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูลเพื่อรองรับอุปกรณ์และการใช้งานที่มากขึ้น สามารถรองรับการขยายตัวในเครือข่ายขนาดใหญ่ได้ดี

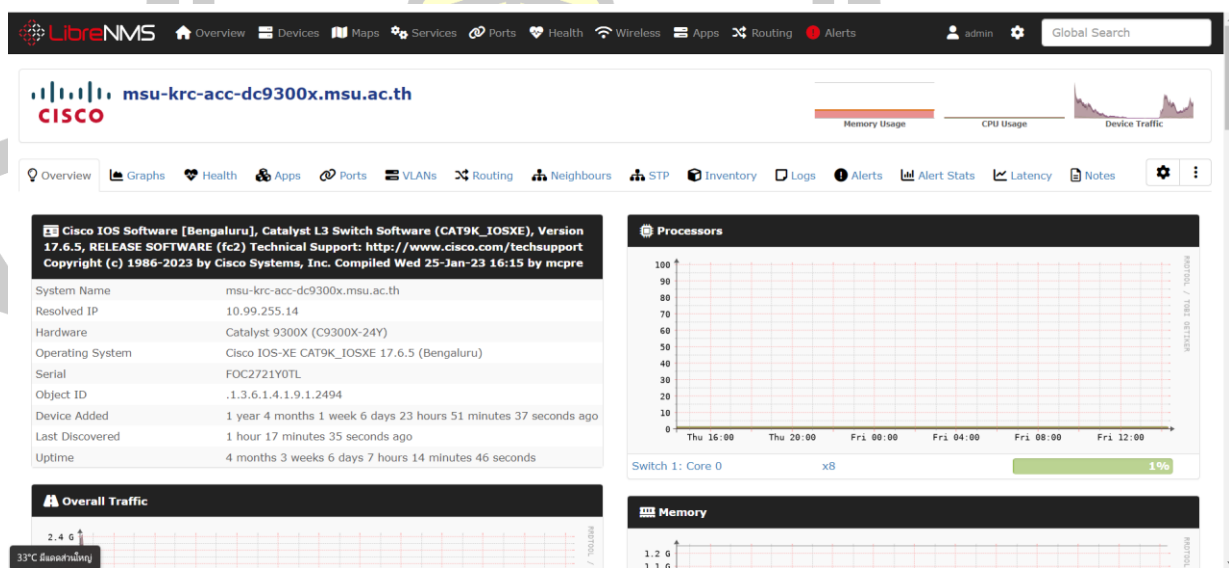


4.6 อธิบายผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์จากโปรแกรม LibreNMS

หน้า Dashboard ของอุปกรณ์ ซึ่งในหน้าจอก็จะแสดงรายละเอียดโดยรวม เช่น รายละเอียดของตัวเครื่อง, CPU Graphs, Traffic Graphs, Storage และ Recent Events ผู้ใช้สามารถเลือกโฟกัสไปยังส่วนต่าง ๆ ได้โดยคลิกไปที่หัวข้อนั้น ๆ ได้ เช่น Processors, Memory Pools, Storage ตัวโปรแกรมก็จะแสดงเนื้อหาเฉพาะในส่วนที่ผู้ใช้ต้องการทราบข้อมูล



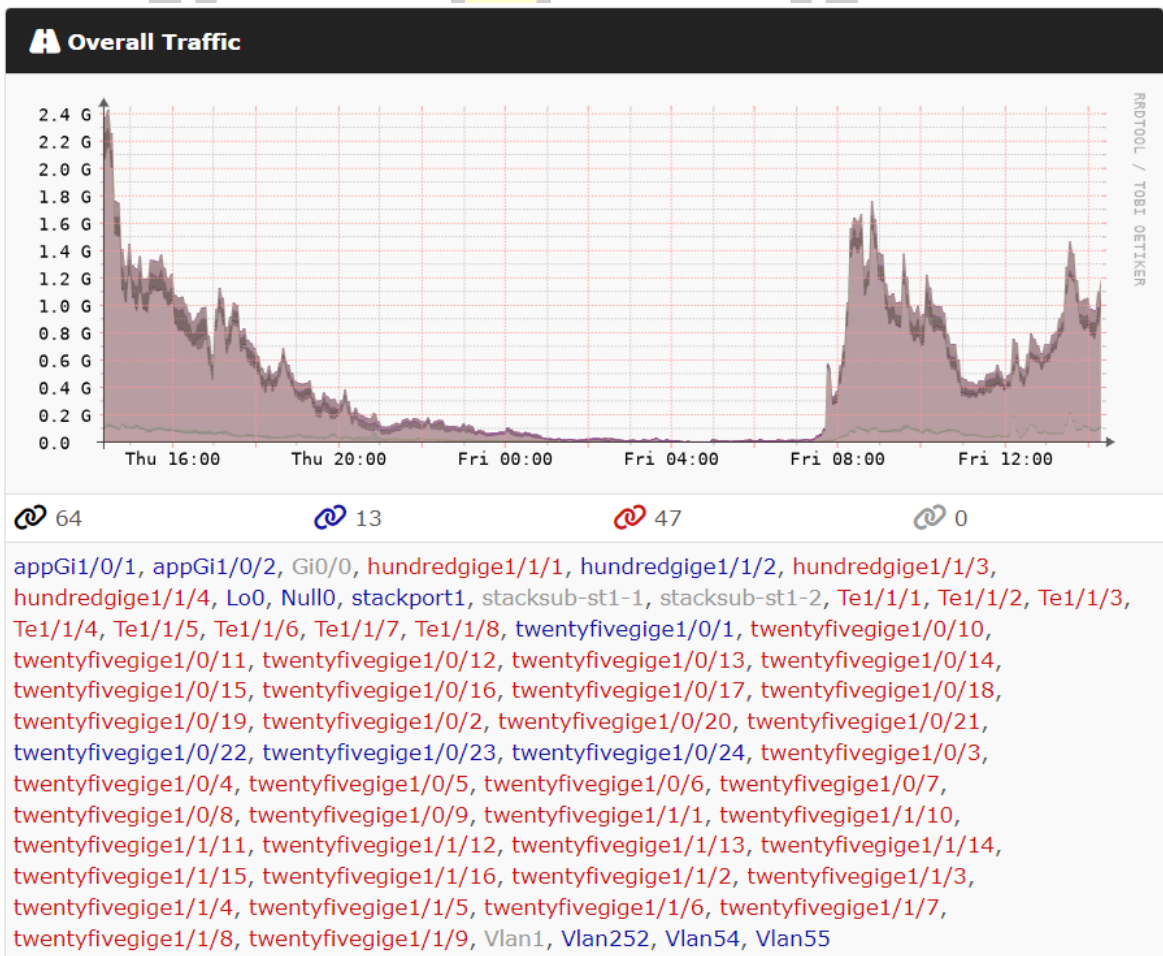
ภาพประกอบ 22 หน้า Dashboard ใช้สำหรับดูอุปกรณ์เครือข่าย MSU-Net



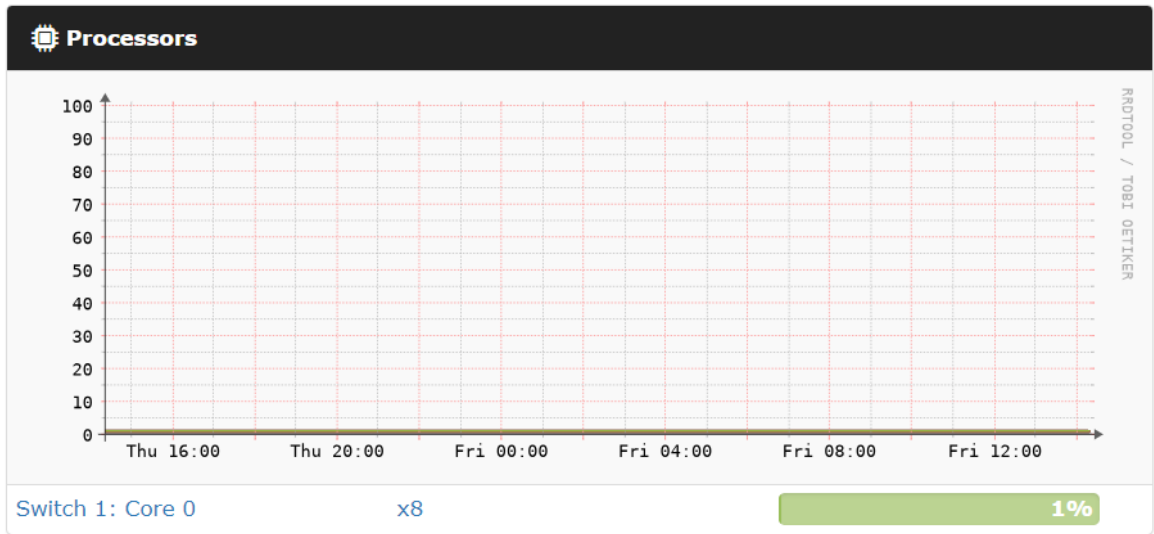
(a)

Cisco IOS Software [Bengaluru], Catalyst L3 Switch Software (CAT9K_IOSXE), Version 17.6.5, RELEASE SOFTWARE (fc2) Technical Support: <http://www.cisco.com/techsupport> Copyright (c) 1986-2023 by Cisco Systems, Inc. Compiled Wed 25-Jan-23 16:15 by mcpre

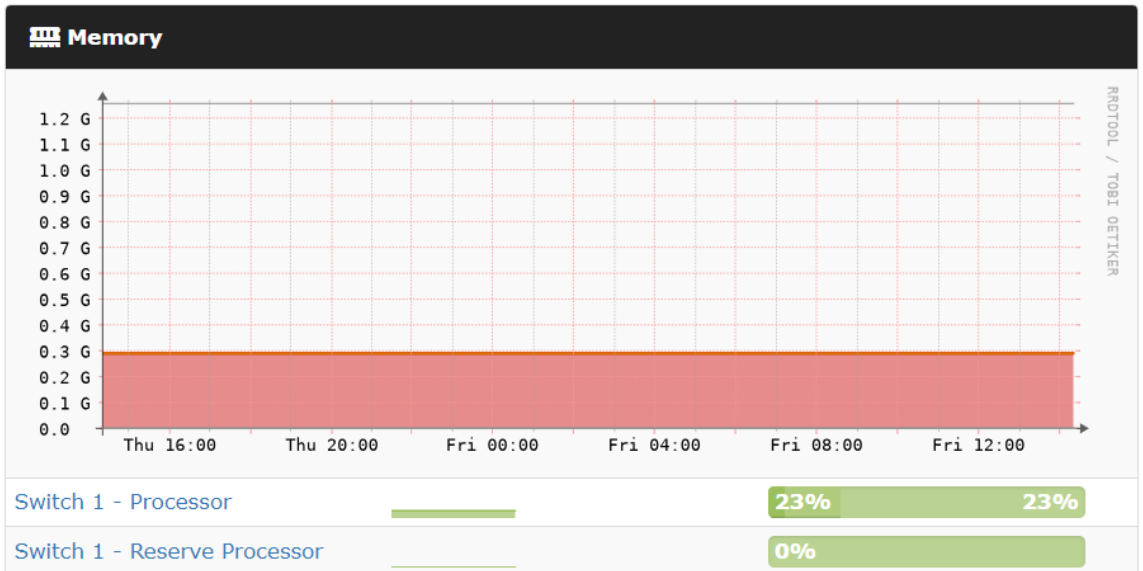
System Name	msu-krc-acc-dc9300x.msu.ac.th
Resolved IP	10.99.255.14
Hardware	Catalyst 9300X (C9300X-24Y)
Operating System	Cisco IOS-XE CAT9K_IOSXE 17.6.5 (Bengaluru)
Serial	FOC2721Y0TL
Object ID	.1.3.6.1.4.1.9.1.2494
Device Added	1 year 4 months 1 week 6 days 23 hours 51 minutes 37 seconds ago
Last Discovered	1 hour 17 minutes 35 seconds ago
Uptime	4 months 3 weeks 6 days 7 hours 14 minutes 46 seconds



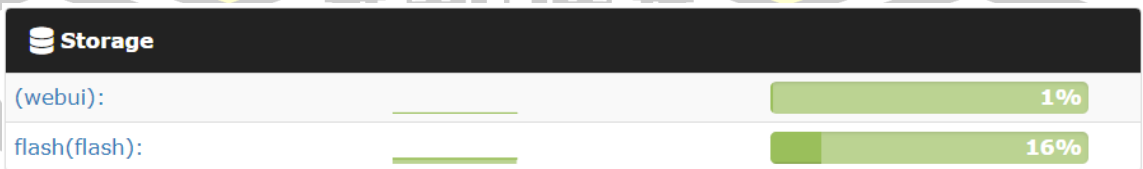
(c)



(d)



(e)



(f)

🌡 Temperature		
Hu1/1/2 - Hu1/1/2 Module		28.9 °C
Switch 1 - HotSpot Temp Sensor, GREEN		51 °C
Switch 1 - Inlet Temp Sensor, GREEN		24 °C
Switch 1 - Outlet Temp Sensor, GREEN		36 °C
Switch 1 - Switch 1 - HotSpot Temp		51 °C
Switch 1 - Switch 1 - Inlet Temp		24 °C
Switch 1 - Switch 1 - Outlet Temp		36 °C
Twe1/0/1 - Twe1/0/1 Module		25.1 °C
Twe1/0/24 - Twe1/0/24 Module		29.7 °C

(g)

⚙ DBm		
Hu1/1/2 - Hu1/1/2 Receive Power		-0.8 dBm
Hu1/1/2 - Hu1/1/2 Transmit Power		0 dBm
Twe1/0/1 - Twe1/0/1 Receive Power		-2.1 dBm
Twe1/0/1 - Twe1/0/1 Transmit Power		-2.1 dBm
Twe1/0/24 - Twe1/0/24 Receive Power		-3.1 dBm
Twe1/0/24 - Twe1/0/24 Transmit Power		-2.5 dBm

(h)

⚡ Voltage		
Hu1/1/2 - Hu1/1/2 Supply Voltage		3.2 V
Twe1/0/1 - Twe1/0/1 Supply Voltage		3.3 V
Twe1/0/24 - Twe1/0/24 Supply Voltage		3.2 V

(i)

⚡ Current	
Hu1/1/2 - Hu1/1/2 Bias Current	37.9 mA
Twe1/0/1 - Twe1/0/1 Bias Current	28.7 mA
Twe1/0/24 - Twe1/0/24 Bias Current	5.9 mA

(j)

🎯 State	
Switch 1 - FAN - T1 1, Normal	normal
Switch 1 - FAN - T1 2, Normal	normal
Switch 1 - FAN - T1 3, Normal	normal
Switch 1 - HotSpot Temp Sensor, GREEN	normal
Switch 1 - Inlet Temp Sensor, GREEN	normal
Switch 1 - Outlet Temp Sensor, GREEN	normal
Switch 1 - Power Supply A	on
Switch 1 - Power Supply A, Normal	normal
Switch 1 - Power Supply B	on
Switch 1 - Power Supply B, Normal	normal
VSS Device State	active
VSS Mode	hotStandbyRedundant
VSS Peer State	disabled

(k)

# Count	
PoE	
PoE Devices Connected	0

(l)

Recent Events	
2024-09-27 13:07:04	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-27 07:06:03	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-27 01:16:02	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-26 19:55:44	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-26 13:01:12	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-26 07:46:47	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-26 01:25:44	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-25 19:27:09	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-25 14:06:13	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)
2024-09-25 07:07:04	State sensor VSS Mode has changed from nonRedundant (1) to hotStandbyRedundant (8)

ภาพประกอบ 23 แสดงคุณสมบัติและสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ในระดับเครือข่ายหลัก ของ MSU-Net

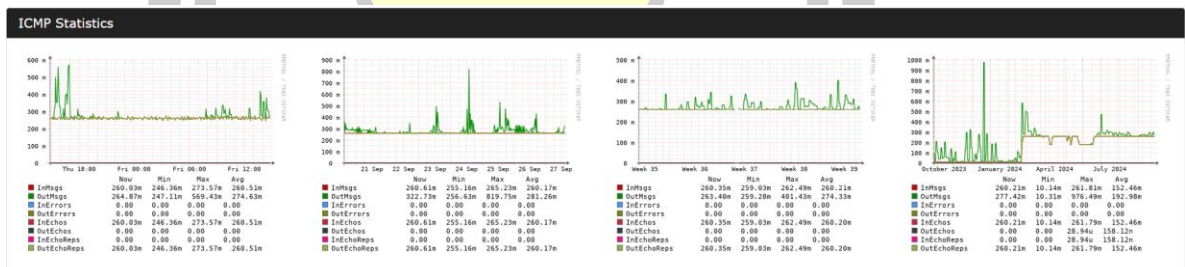
จากภาพประกอบ 23 แสดงคุณสมบัติและสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ในระดับเครือข่ายหลัก ของ MSU-Net เช่น สถานการณ์ทำงานของ Traffic, Processors, Memory, Storage , Temperature, Voltage, Current, State และ Recent Events เป็นต้น



Timestamp	Type	Hostname	Message	User
2024-10-07 18:11:32	1:18	msu-krc-copag-f3-s3-ee5320	IfDuplex: unknown -> fullDuplex	System
2024-10-07 18:11:32	1:18	msu-krc-copag-f3-s3-ee5320	IfSpeed: 1 Gbps -> 10 Mbps	System
2024-10-07 18:11:21	component	msu-krc-cc-asr1k-1	Component: cisco-qfp(23). Attribute: average_packet, was modified from: 1044, to: 1056	System
2024-10-07 18:11:21	component	msu-krc-cc-asr1k-1	Component: cisco-qfp(23). Attribute: throughput, was modified from: 9332421832, to: 9458232496	System
2024-10-07 18:11:21	component	msu-krc-cc-asr1k-1	Component: cisco-qfp(23). Attribute: packets, was modified from: 1117268, to: 1118879	System
2024-10-07 18:11:08	component	msu-krc-cc-asr1k-2	Component: cisco-qfp(21). Attribute: average_packet, was modified from: 857, to: 863	System
2024-10-07 18:11:08	component	msu-krc-cc-asr1k-2	Component: cisco-qfp(21). Attribute: throughput, was modified from: 8475292960, to: 8500775432	System
2024-10-07 18:11:07	component	msu-krc-cc-asr1k-2	Component: cisco-qfp(21). Attribute: packets, was modified from: 1235027, to: 1230003	System
2024-10-07 18:10:39	component	msu-krc-cc-wlc9800	Component: cisco-qfp(73). Attribute: memory_free, was modified from: 1580950528, to: 1581276160	System
2024-10-07 18:10:39	component	msu-krc-cc-wlc9800	Component: cisco-qfp(73). Attribute: memory_used, was modified from: 298097664, to: 297772032	System
2024-10-07 18:10:39	component	msu-krc-cc-wlc9800	Component: cisco-qfp(73). Attribute: average_packet, was modified from: 892, to: 899	System
2024-10-07 18:10:39	component	msu-krc-cc-wlc9800	Component: cisco-qfp(73). Attribute: throughput, was modified from: 1201028624, to: 1216334808	System

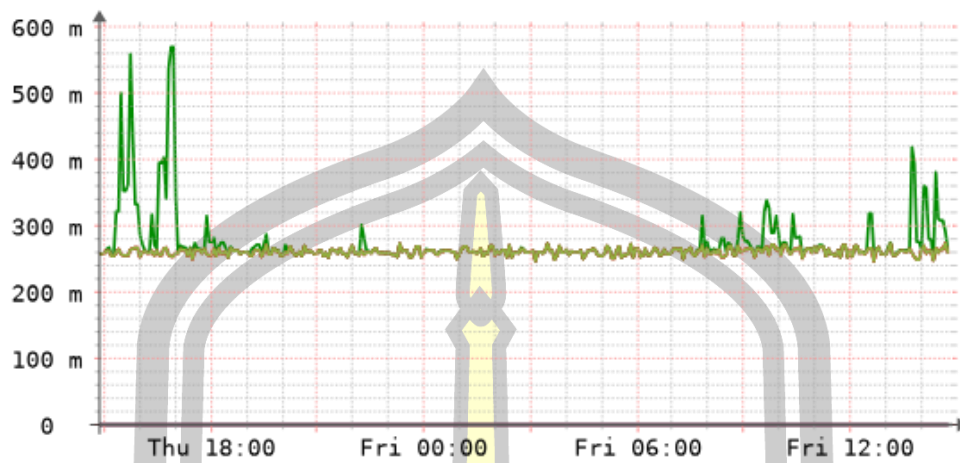
ภาพประกอบ 24 Eventlog

จากภาพประกอบ 24 ใช้แสดงสถานะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับเครือข่ายที่ทำงานบน LibreNMS รวมถึงข้อผิดพลาดอื่น ๆ ถูกบันทึกไว้จะบอกรายละเอียดของปัญหาระบบทั่ว ๆ ไป และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าเช็คข้อมูลจาก Log และสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์แก้ไขปัญหาได้ท่วงทันเวลา



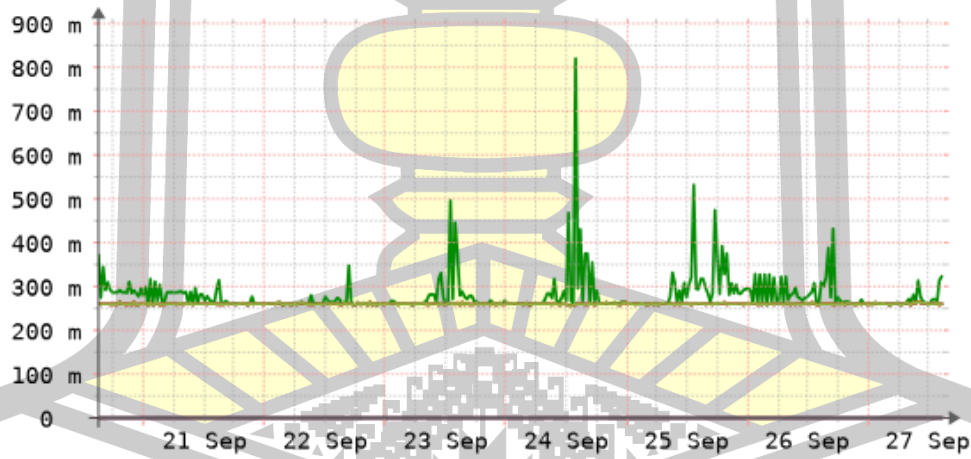
(a)

พหุบัณฑิต ชเว



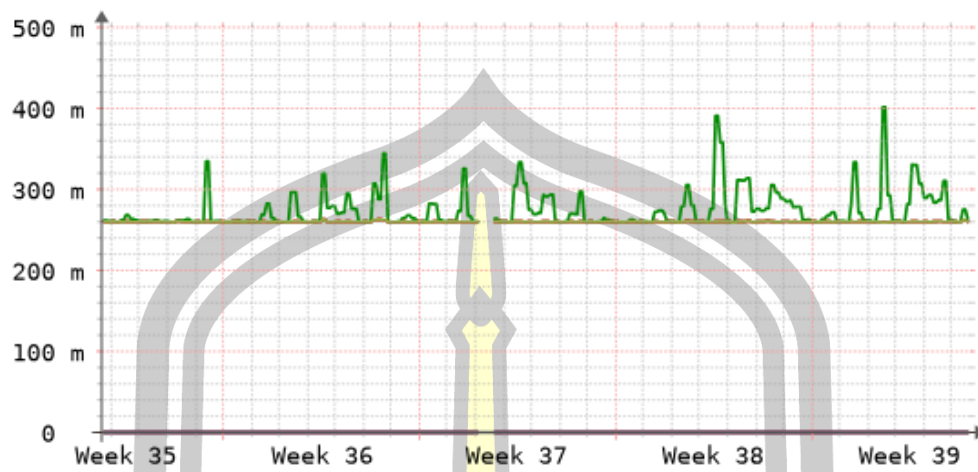
	Now	Min	Max	Avg
InMsgs	260.03m	246.36m	273.57m	260.51m
OutMsgs	264.87m	247.11m	569.43m	274.63m
InErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
OutErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchos	260.03m	246.36m	273.57m	260.51m
OutEchos	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchoReps	0.00	0.00	0.00	0.00
OutEchoReps	260.03m	246.36m	273.57m	260.51m

(b)



	Now	Min	Max	Avg
InMsgs	260.61m	255.16m	265.23m	260.17m
OutMsgs	322.73m	256.63m	819.75m	281.26m
InErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
OutErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchos	260.61m	255.16m	265.23m	260.17m
OutEchos	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchoReps	0.00	0.00	0.00	0.00
OutEchoReps	260.61m	255.16m	265.23m	260.17m

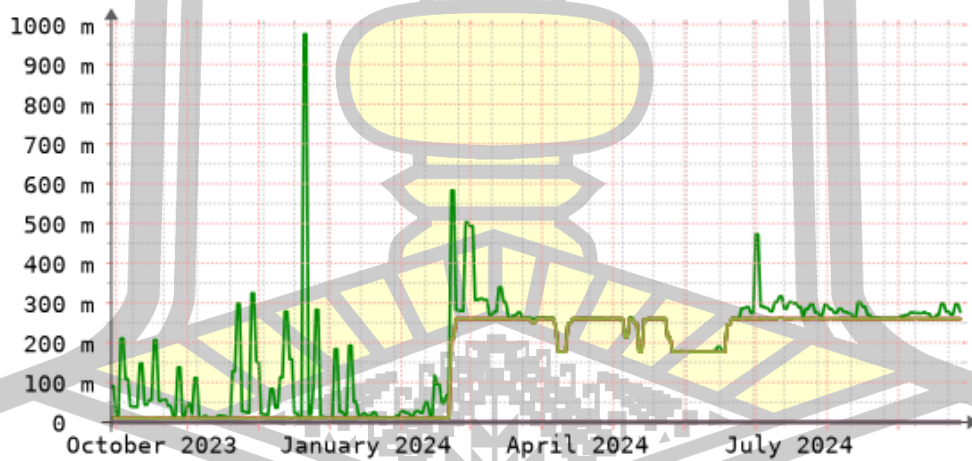
(c)



RRDTOOL / TOBI OETIKER

	Now	Min	Max	Avg
InMsgs	260.35m	259.03m	262.49m	260.21m
OutMsgs	263.40m	259.28m	401.43m	274.33m
InErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
OutErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchos	260.35m	259.03m	262.49m	260.20m
OutEchos	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchoReps	0.00	0.00	0.00	0.00
OutEchoReps	260.35m	259.03m	262.49m	260.20m

(d)



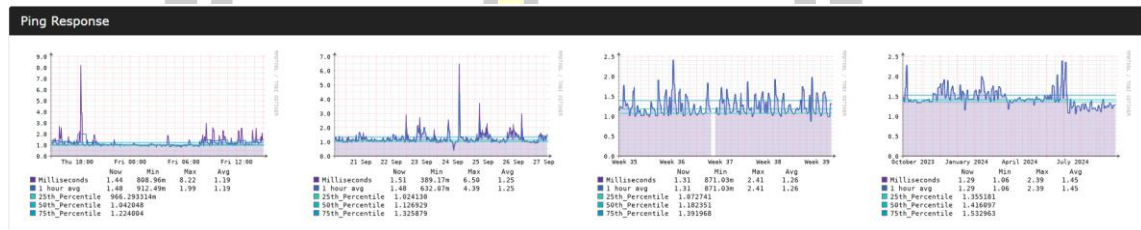
RRDTOOL / TOBI OETIKER

	Now	Min	Max	Avg
InMsgs	260.21m	10.14m	261.81m	152.46m
OutMsgs	277.42m	10.31m	976.49m	192.98m
InErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
OutErrors	0.00	0.00	0.00	0.00
InEchos	260.21m	10.14m	261.79m	152.46m
OutEchos	0.00	0.00	28.94u	158.12n
InEchoReps	0.00	0.00	28.94u	158.12n
OutEchoReps	260.21m	10.14m	261.79m	152.46m

ภาพประกอบ 25 ICMP Statistics

จากภาพประกอบ 25 แสดงสถานะรายละเอียดการทำงานของ Internet Control Message Protocol (ICMP) ซึ่งเป็นชุดของกฎการสื่อสารที่อุปกรณ์ใช้ในการสื่อสารข้อผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลในเครือข่าย ในการแลกเปลี่ยนข้อความระหว่างผู้ส่งและผู้รับข้อผิดพลาดที่ไม่คาดคิดบางอย่างสามารถเกิดขึ้นได้ ตัวอย่างเช่นข้อความอาจยาวเกินไป หรือแพคเกจข้อมูลมาถึงไม่เรียงลำดับกันทำให้ผู้รับไม่สามารถประกอบข้อมูลเข้าด้วยกันได้ ในกรณีดังกล่าว ผู้รับจะใช้ ICMP เพื่อส่งข้อความแสดงข้อผิดพลาดแจ้งไปยังผู้ส่ง และขอส่งข้อความใหม่อีกครั้ง

Ping Response



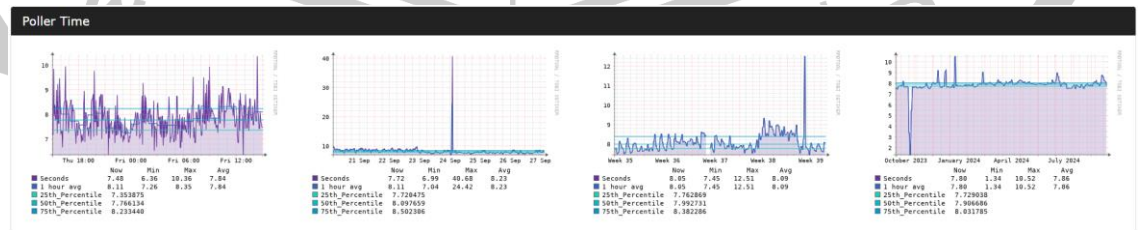
(a)

Poller Modules Performance

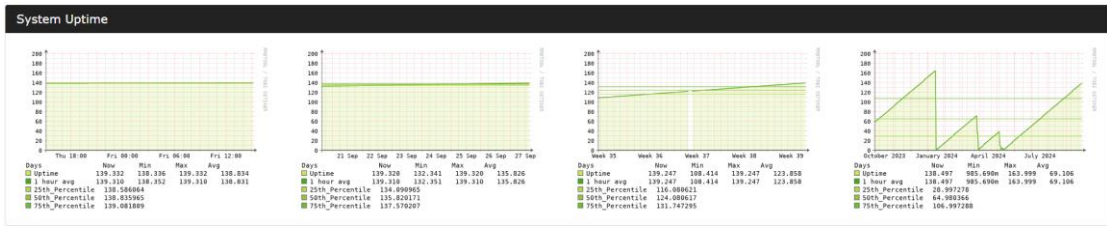


(b)

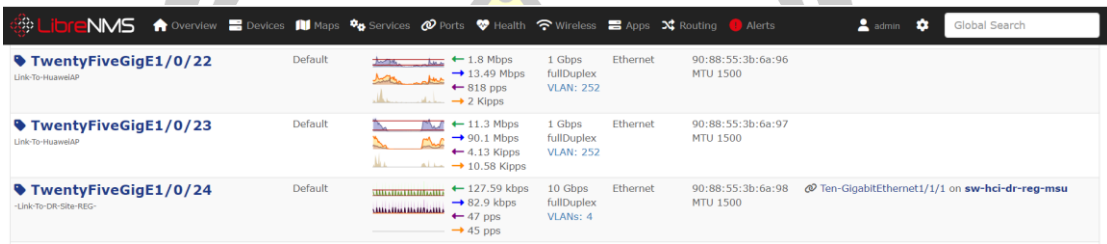
Poller Time



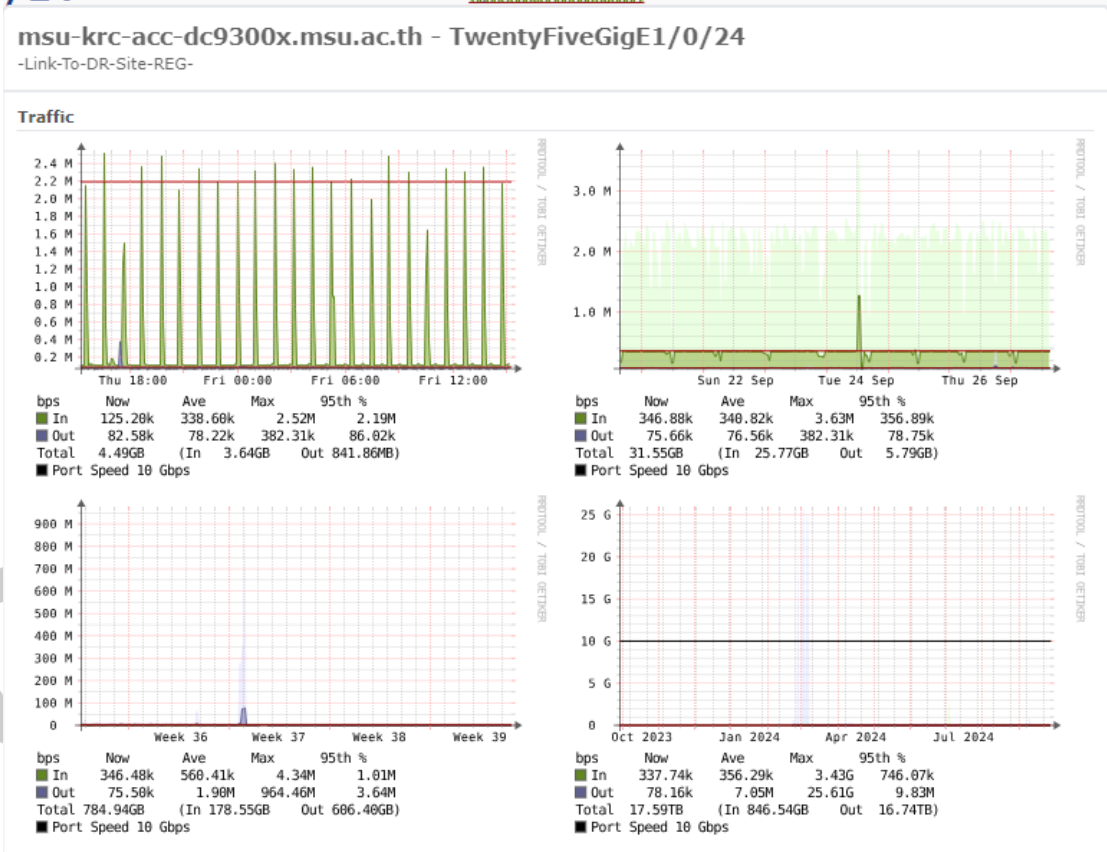
(c)



(d)



(e)



ภาพประกอบ 26 สถานะการทำงานเครือข่ายโดยรวม

จากภาพประกอบ 26 เป็นการแสดงสถานะเครื่องมือสำหรับติดตามและเฝ้าระวังระบบเครือข่าย ตรวจสอบความพร้อมในการให้บริการ (Availability) และปริมาณแบนด์วิดท์ที่ใช้ อุปกรณ์บนเครือข่าย การตรวจสอบ Traffic บน LibreNMS สามารถเลือกได้ตามโปรโตคอล เช่น SNMP Traffic, ICMP Traffic, TCP, UDP เป็นต้น และยังสามารถเช็คผ่านพอร์ตหรือตรวจดู VLAN บนไคลเอนท์ได้ มีการเก็บ Log บันทึกข้อมูลให้ผู้ใช้และระบบเช็คสถานะการทำงาน เช่น ปริมาณกราฟฟิคที่เพิ่มขึ้นจนผิดปกติ การใช้งาน Memory สถานะการทำงานของเครือข่าย อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์ รวมไปถึงช่วยวิเคราะห์และย่อยข้อมูลให้ผู้ใช้และระบบสามารถเข้าใจได้ง่าย และแจ้งเตือนพฤติกรรมการใช้งานที่ผิดปกติที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานขององค์กร และมี Feature ที่หลากหลาย เช่น Automatic discovery ค้นหาเครือข่ายทั้งหมดโดยอัตโนมัติได้โดยใช้ CDP, FDP, LLDP, OSPF, BGP, SNMP และ ARP มี Customisable alerting ระบบแจ้งเตือนที่มีความยืดหยุ่นสูง แจ้งเตือนผ่านทางอีเมล, irc และความยืดหยุ่นอีกมากมาย มี API Access แบบเต็มเพื่อจัดการสร้างกราฟและดึงข้อมูลจากการติดตั้ง และมีการอัปเดตสถานะล่าสุดโดยอัตโนมัติอีกด้วย

การจัดการข้อผิดพลาด (Fault Management) LibreNMS มีการตรวจจับอัตโนมัติ คำเตือนอัตโนมัติสามารถค้นหา ระบุ (identify) จุดที่เกิดความผิดพลาดได้ และแยกปัญหาออกมาจากระบบเครือข่ายดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อระบบเครือข่ายเพื่อป้องกันและบรรเทาความเสี่ยงที่จะเกิด Downtime มีรายงานบันทึก การเก็บ Log บันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นและการติดตามปัญหา รายละเอียดการแก้ไข เพื่อใช้ตรวจสอบย้อนหลังและเป็นแนวทางการแก้ไขในอนาคต

การจัดการการตั้งค่า (Configuration Management) กำหนด IP Address แบบ Manual หรืออัตโนมัติผ่าน DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) จัดเก็บและบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครือข่าย เช่น ยี่ห้อ รุ่น คุณสมบัติ, version ของ software / firmware การจัดทำผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ (Topology View) การจัดการเส้นทาง (Path) ของกราฟฟิคข้อมูลในเครือข่ายการปรับเปลี่ยน Hardware หรือ Software เช่น การเพิ่มหรือนำสถานีออกจากระบบ การติดตั้งเครือข่ายย่อย, ลิงค์ และส่วนอื่น ๆ ของระบบเครือข่าย เช่น งานด้านการจัดการและกำหนดค่า (Configuration) การ Reconfigure เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนโยบายหรือโครงสร้างของระบบ

การจัดการบัญชี (Account Management) มีการจัดทำสถิติและการรับส่งข้อมูลของ IP มีการกำหนดระดับการเข้าถึงและใช้งานทรัพยากรเครือข่ายของผู้ใช้ด้านการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน จัดทำฐานข้อมูลอัตลักษณ์บุคคล (Identity) ทั้ง User & Password, PIN มีการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล

กิจกรรมต่าง ๆ ในระบบเครือข่าย เพื่อวัดระดับการใช้งาน (Utilization) ของ User เก็บเหตุการณ์ในการใช้งาน สามารถตรวจสอบและนำมาใช้วิเคราะห์ ประเมิน เพื่อกำหนดนโยบายหรือแผนการต่าง ๆ

การจัดการประสิทธิภาพ (Performance Management) มีระบบการตรวจสอบเครือข่าย ตรวจสอบการวัดทุกประเภทบนอุปกรณ์ เช่น การรับส่งข้อมูล CPU, RAM, Jitter, MOS, RTT, CRC และอื่น ๆ มีการรักษาระดับการให้บริการ (Service Level) ของเครือข่าย ให้มีมาตรฐานมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด มี bandwidth เพียงพอต่อความต้องการ โดยทดสอบ วิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย เช่น ค่า Response Time ค่า Traffic in / Traffic out ค่า Throughput เป็นต้น มีการดำเนินการเพื่อให้ค่า parameter อยู่ในระดับมาตรฐานหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

การจัดการความปลอดภัย (Security Management) มีวางแผนการจัดการความปลอดภัย ตามกรอบ Triple A Security Framework สามารถตรวจสอบ และพิสูจน์ทราบตัวตน (Authentication) การควบคุมสิทธิ์การใช้งาน (Authorization) การเก็บบันทึกว่าแต่ละคนเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขอะไรบ้าง (Accounting)

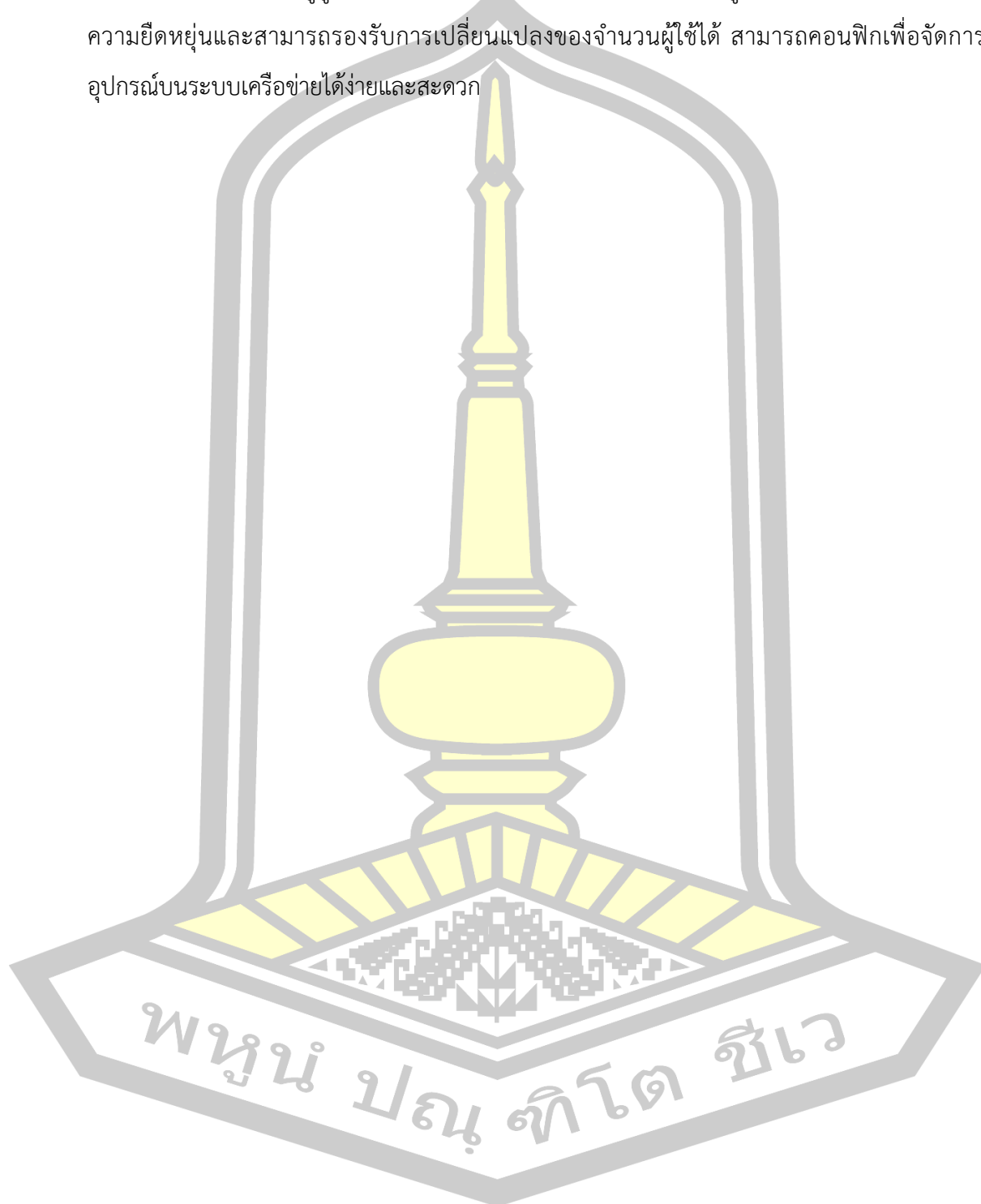
เผื่อระวังการโจมตีหรือภัยคุกคามทางไซเบอร์ ออกช่องโหว่เพื่อดูแลรักษาเครือข่าย ควบคุมการเข้าถึง และการเข้าใช้ทรัพยากรในเครือข่ายให้เป็นไปตามนโยบายที่ได้กำหนดไว้ ผ่านกระบวนการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ตรวจสอบกิจกรรมที่ได้รับอนุญาต อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองความถูกต้อง และผู้ใช้สามารถเข้าถึงเครือข่ายได้

การตรวจสอบตามเวลาจริง (Real Time Monitoring) สามารถติดตามกิจกรรมเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง สามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อัตโนมัติและรายงานผลแบบเรียลไทม์ สามารถบันทึกเหตุการณ์อุปกรณ์เครือข่ายโดยอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติ (Automation) มีกระบวนการรองรับการใช้งานอัตโนมัติสำหรับการทำงานประจำวันตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์และรายงานผลแบบเรียลไทม์ แจ้งเตือนผู้ดูแลระบบโดยอัตโนมัติ เมื่อมีความผิดปกติบนระบบเครือข่าย

การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analytics) สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเชิงรุก สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากการรายงานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถนำข้อมูลรายงานตัดสินใจในการจัดการเครือข่ายได้ และสามารถคาดการณ์การทำงานของระบบได้

การปรับขนาดทรัพยากร (Resource Scaling) เครือข่ายสามารถขยายขนาดและปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้ ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถขยายการรองรับผู้ใช้งานที่มากขึ้นได้ ระบบมีความยืดหยุ่นและสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ใช้ได้ สามารถคอนฟิกเพื่อจัดการอุปกรณ์บนระบบเครือข่ายได้ง่ายและสะดวก



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะการวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) โดยการสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุป อภิปรายผลการวิจัยเชิงปริมาณ

จากแบบสอบถามกลุ่มประชากรตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญและบุคลากรที่มีหน้าที่ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) จำนวน 10 ราย ได้จาก ผู้ดูแลระบบเครือข่าย (MSU-Net) 7 ราย ผู้บริหารสำนักคอมพิวเตอร์ 3 ราย พบว่า กลุ่มประชากรตัวอย่างส่วนมากเป็นเพศชาย มีอายุอยู่ในช่วงอายุ 41-50 ปี ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นนักวิชาการคอมพิวเตอร์ อายุการทำงานส่วนมากอยู่ในช่วง 6-10 ปี สาขาที่สำเร็จการศึกษาส่วนมากเป็นสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ระดับการศึกษาส่วนมากระดับปริญญาตรี และประสบการณ์ทำงานอยู่ในช่วง 6-11 ปี

วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์โดยรวม พบว่า ระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu = 4.89$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า พึงพอใจในการจัดการความปลอดภัย ($\mu = 4.52$) ระบบอัตโนมัติ ($\mu = 4.50$) อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา การจัดการการตั้งค่า ($\mu = 4.43$) การปรับขนาดทรัพยากร ($\mu = 4.42$) การจัดการบัญชี ($\mu = 4.36$) การจัดการการตั้งค่า ($\mu = 4.27$) การตรวจสอบตามเวลาจริง ($\mu = 4.20$) การจัดการประสิทธิภาพ ระดับมาก ($\mu = 4.13$) และการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ ($\mu = 4.10$) อยู่ในระดับมาก

วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ พบว่า มี 2 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ ด้านที่ 1 ตำแหน่งงาน ทดสอบด้วยค่า Phi มีค่าเท่ากับ -0.655 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.038 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α (0.05) เป็นการปฏิเสธ H_0 ซึ่งหมายความว่า ตำแหน่งงานมีผลต่อ

ความสามารถในการทำงาน รวมถึงความเข้าใจเชิงเทคนิคทางด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น การจัดการเครือข่ายด้วยซอฟต์แวร์ การจัดการเครือข่ายด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ผ่านคลาวด์คอมพิวติง การแยกการจัดการระหว่างเครือข่ายใช้สายกับเครือข่ายไร้สาย มีความเข้าใจในด้านการจัดการระบบเครือข่าย และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลบนเครือข่าย มีความรู้ความเข้าใจในงานปฏิบัติ มีความรับผิดชอบในขณะปฏิบัติงานของตนเอง มีความคล่องแคล่ว ว่องไว รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และชำนาญในงานที่ตนเองได้รับมอบหมายจนเป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือภายในองค์กร ซึ่งบุคคลที่จะมีทักษะในการทำงานที่ดีได้นั้น โดยทั่วไปจะต้องอาศัยการวางแผนและมีขั้นตอนการทำงานที่ดี ซึ่งจะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จได้

ด้านที่ 2 ระดับการศึกษา ทดสอบด้วยค่า spearman's rho มีค่าเท่ากับ 0.848 และมีค่า p-value เท่ากับ 0.002* ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α (0.05) เป็นการปฏิเสธ H_0 หมายความว่า ระดับการศึกษาที่สูง ช่วยให้ผู้มีความรู้ลึกซึ้งในสาขางานที่ปฏิบัติ ซึ่งทำให้มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่องค์กรต้องการ มีผลต่อการคิดวิเคราะห์ ความเข้าใจ และสามารถตีความหมายของข้อมูลในด้านเครือข่ายได้ เข้าใจในหน้า Dashboard ของเครื่องมือ การจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นเรื่องที่ต้องเข้าใจหลายด้าน ทั้งในเรื่องของการออกแบบ การกำหนดค่า และการรักษาความปลอดภัย การเข้าใจพื้นฐานเหล่านี้จะช่วยให้สามารถจัดการเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 สรุป อภิปรายผลการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติง พบว่า มี 2 ด้าน ที่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติง ได้แก่ ด้านตำแหน่งงาน กับด้านระดับการศึกษา ส่วนด้านอายุ อายุการทำงาน สาขาที่สำเร็จการศึกษา และประสบการณ์ทำงานด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในประสิทธิภาพเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติง

5.3 สรุป อภิปรายผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

Cacti และ LibreNMS เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการมอนิเตอร์เครือข่าย (Network Monitoring) ที่มีการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของระบบเครือข่าย มีฟังก์ชันการใช้งานที่มีความแตกต่างกันหลายด้าน ดังนี้

ฟังก์ชันการทำงานหลัก Cacti จะมุ่งเน้นไปที่การเก็บข้อมูลและแสดงผลเป็นกราฟจาก SNMP (Simple Network Management Protocol) และวิธีการเก็บข้อมูลแบบอื่น ๆ เช่น การเรียกใช้สคริปต์หรือการดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลภายนอก จะโดดเด่นในการสร้างกราฟและการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงของเวลา การใช้งานและการติดตั้งค่อนข้างง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน หากเน้นเฉพาะการสร้างกราฟจาก SNMP มักจะใช้ในการเก็บข้อมูลระยะยาวเพื่อแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยเฉพาะในแง่ของทรัพยากรระบบ เช่น CPU, Memory, Disk, Network Usage การแจ้งเตือน (Alerting) ไม่เน้นการแจ้งเตือนมากนัก ต้องติดตั้งปลั๊กอินเพิ่มเติมหากต้องการใช้งานฟังก์ชันนี้ การสนับสนุนอุปกรณ์ (Device Support) รองรับ SNMP ได้เป็นอย่างดี แต่ไม่ค่อยมีฟังก์ชันอื่น ๆ ในการตรวจสอบอุปกรณ์เครือข่ายมากนัก นอกจากจะเพิ่มสคริปต์หรือการปรับแต่งเอง คอมมิวนิตีและการพัฒนา มีทีมที่พัฒนาและใช้งานมายาวนาน แต่ในปัจจุบันการพัฒนาอาจจะไม่รวดเร็วเท่ากับ LibreNMS การแสดงผลข้อมูล (Visualization) จุดแข็งของ Cacti คือการสร้างกราฟข้อมูลในระยะยาว และสามารถปรับแต่งกราฟได้หลากหลาย การรวมระบบกับเครื่องมืออื่น เน้นการใช้งานร่วมกับเครื่องมือภายใน เช่น RRDtool สำหรับการเก็บข้อมูล

LibreNMS เป็นระบบ Network Monitoring เต็มรูปแบบ มีความสามารถในการค้นหาและตรวจจับอุปกรณ์เครือข่ายอัตโนมัติ (Auto Discovery) สนับสนุนการแจ้งเตือน (Alerting) และการมอนิเตอร์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในเครือข่ายได้ครอบคลุมมากกว่า มีฟังก์ชันที่ครอบคลุมการจัดการอุปกรณ์เครือข่ายและการรายงานที่ละเอียดกว่าของ Cacti มีการติดตั้งที่ซับซ้อนกว่า เนื่องจากมีฟีเจอร์หลากหลายมากกว่า นอกจาก SNMP แล้ว ยังรองรับโปรโตคอลและ API อื่น ๆ เช่น ARP, CDP, LLDP, OSPF และ BGP ทำให้เหมาะสำหรับองค์กรที่มีโครงสร้างเครือข่ายขนาดใหญ่ LibreNMS มีระบบการแจ้งเตือนแบบ built-in รองรับการแจ้งเตือนผ่านหลายช่องทาง เช่น Email, Slack, Telegram, Webhooks รองรับอุปกรณ์เครือข่ายจากหลากหลายยี่ห้อ เนื่องจากมีฐานข้อมูลและคอมมิวนิตีที่อัปเดตอยู่ตลอด มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้มีฟีเจอร์ใหม่ ๆ และการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ มีกราฟและการแสดงผลข้อมูลที่ครอบคลุมกว่า ทั้งในเรื่องของรายละเอียดและมุมมองต่าง ๆ เช่น การแสดงภาพรวมเครือข่ายและการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถผสานรวมกับระบบอื่น ๆ ได้หลากหลาย เช่น Grafana, Elasticsearch, และอื่น ๆ

สรุป หากต้องการระบบที่เน้นการสร้างกราฟจาก SNMP และการแสดงผลที่ปรับแต่งได้เยอะ Cacti อาจเป็นตัวเลือกที่เหมาะสม แต่ถ้าต้องการระบบมอนิเตอร์ที่ครอบคลุมการตรวจสอบอุปกรณ์เครือข่าย การแจ้งเตือน และพีเจอร์การบริหารจัดการที่มากกว่า LibreNMS จะเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของโปรแกรม Cacti

ในส่วนของโปรแกรมที่ต้องพิจารณา เช่น สคริปต์และปลั๊กอินที่ล้ำสมัยทำให้การอัปเดตและการกำหนดค่าซับซ้อนไปด้วย การแจ้งเตือนเมื่อบริการหยุดทำงานมักไม่เกิดขึ้นในทันที ขณะที่มียุทธศาสตร์ถึงความเสี่ยงจากผู้โจมตีที่สามารถใช้การตรวจสอบสิทธิ์เพื่อหลบเลี่ยงช่องโหว่ได้ ในช่วงการใช้งานมีความล่าช้าในการดึงข้อมูลจากระบบเครือข่าย ซึ่งส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพของระบบ การขยายสเกล (Scalability) อาจมีปัญหาในการจัดการกับเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีอุปกรณ์หรือข้อมูลจำนวนมาก โดยเฉพาะในกรณีที่ระบบฐานข้อมูลมีปริมาณการใช้งานสูง อาจทำได้ยากและมีปัญหาด้านประสิทธิภาพ การรายงานข้อมูลแบบเรียลไทม์ แม้ว่าจะมีการอัปเดตข้อมูลเป็นระยะ ๆ แต่ความถี่ในการอัปเดตอาจไม่เพียงพอสำหรับผู้ที่ต้องการข้อมูลแบบเรียลไทม์หรือการแจ้งเตือนที่รวดเร็ว เช่น ในเหตุการณ์ที่ระบบล่มทันที ฟังก์ชันการแจ้งเตือนค่อนข้างจำกัดเมื่อเทียบกับโปรแกรมเฝ้าระวังเครือข่ายอื่น ๆ เช่น Nagios หรือ Zabbix ซึ่งอาจต้องพึ่งพาเครื่องมือภายนอกเพื่อสร้างระบบการแจ้งเตือนที่ซับซ้อน การปรับแต่งสามารถปรับแต่งได้ในระดับหนึ่ง แต่ถ้าต้องการความยืดหยุ่นมากขึ้น เช่น การสร้างกราฟแบบที่ซับซ้อนหรือการรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง อาจต้องใช้ความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคมากขึ้น และการปรับแต่งบางอย่างอาจไม่สามารถทำได้ผ่าน GUI การสนับสนุนการเฝ้าระวังเชิงรุก (Proactive Monitoring) เน้นไปที่การเก็บข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบกราฟมากกว่าการเฝ้าระวังเชิงรุก จึงอาจไม่เหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการโซลูชันที่สามารถตรวจจับปัญหาและแจ้งเตือนทันที การรองรับอุปกรณ์บางประเภท รองรับ SNMP มีข้อจำกัดในการทำงานร่วมกับอุปกรณ์บางประเภทหรือระบบที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น ระบบที่ไม่ได้รองรับ SNMP แบบมาตรฐาน

Cacti เป็นโซลูชันที่ดีสำหรับการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบกราฟ แต่หากมีความต้องการที่ซับซ้อนกว่า เช่น การแจ้งเตือนอัตโนมัติหรือการขยายระบบเพื่อรองรับเครือข่ายขนาดใหญ่ อาจต้องพิจารณาโปรแกรมอื่นที่มีฟีเจอร์ครบถ้วนกว่า

ข้อเสนอแนะของโปรแกรม LibreNMS

LibreNMS มีข้อจำกัดบางประการ เช่น การปรับแต่ง UI มี UI ที่ใช้งานได้สะดวก แต่การปรับแต่งเพิ่มเติมอาจมีข้อจำกัด ต้องใช้ความเชี่ยวชาญทางเทคนิคหรือการแก้ไขไฟล์คอนฟิกต่าง ๆ กับระบบอื่น มีการรองรับการเชื่อมต่อกับหลาย ๆ ระบบ แต่ในบางกรณี การบูรณาการกับแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์เฉพาะอาจจะยุ่งยาก ต้องใช้การเขียนโค้ดหรือสคริปต์เพิ่มเติม หากต้องการมอนิเตอร์เครือข่ายขนาดใหญ่ ๆ อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลในปริมาณมาก การอัปเดตและการบำรุงรักษา อาจมีข้อจำกัดในการสนับสนุน ในกรณีที่ต้องการการแก้ไขปัญหาแบบเร่งด่วนหรือระดับที่สูงขึ้น การตั้งค่าขั้นสูง และในส่วนของ การตั้งค่าหรือติดตั้งพีเอชทีเอสอาจซับซ้อน เช่น การตั้งค่าการแจ้งเตือนแบบซับซ้อน หรือการใช้ API ความเข้ากันได้กับอุปกรณ์บางรุ่น โปรแกรม LibreNMS รองรับอุปกรณ์เครือข่ายหลายประเภท แต่บางรุ่นหรือยี่ห้ออาจจะไม่ได้รับการสนับสนุนเต็มรูปแบบ หรือข้อมูลบางอย่างอาจไม่สามารถดึงออกมาได้เต็มที่ การบริหารจัดการผู้ใช้ ระบบการจัดการผู้ใช้ อาจไม่ค่อยยืดหยุ่นในการตั้งค่า permission และการควบคุมการเข้าถึงได้ละเอียดมากนัก

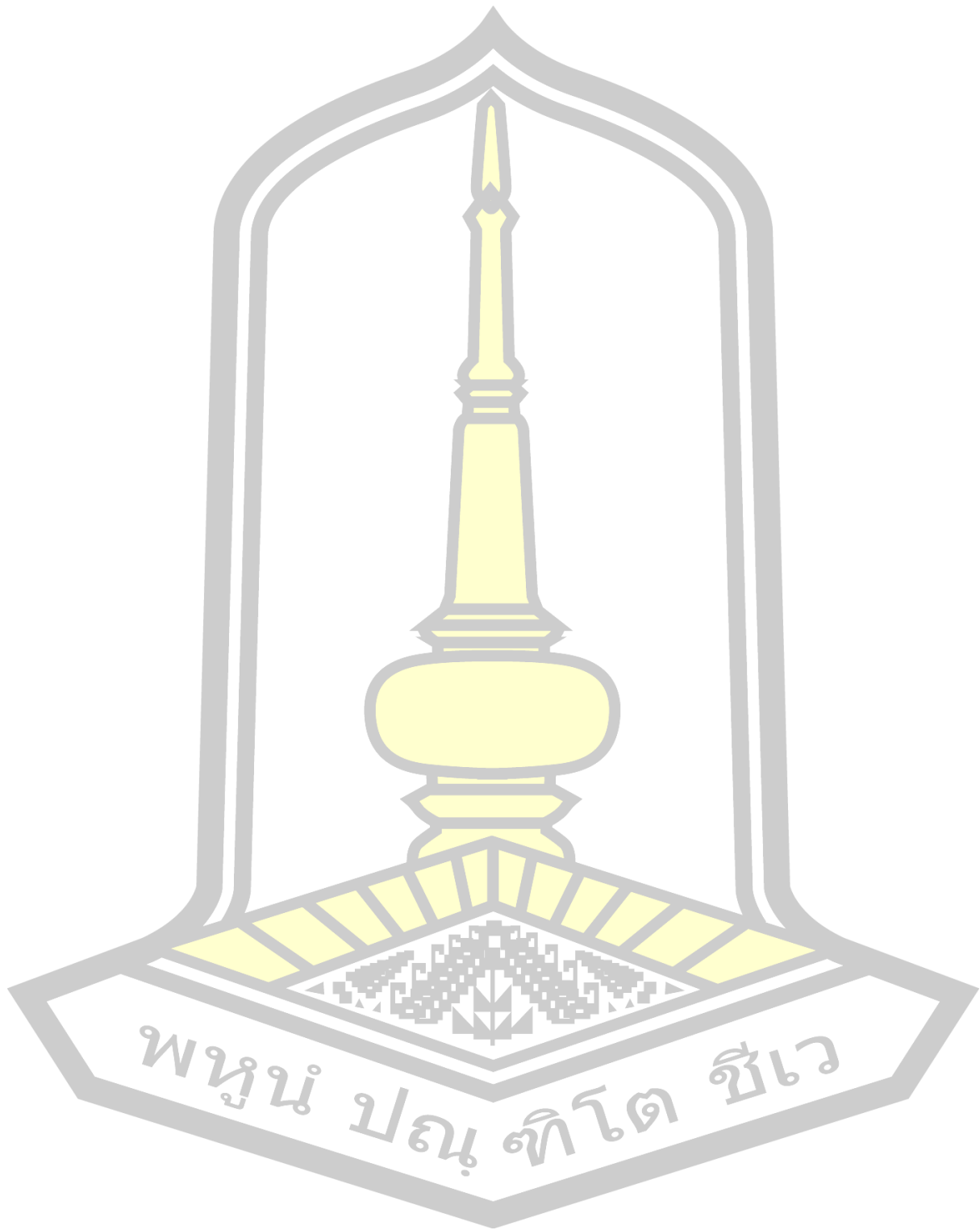
สรุป

การจัดการเครือข่ายในมหาวิทยาลัยมักมีความซับซ้อนสูง เนื่องจากต้องรองรับการใช้งานจำนวนมาก ทั้งนิสิต/นักศึกษา คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ต้องจัดการกับเครือข่ายหลายรูปแบบ เช่น เครือข่ายแบบมีสาย, ไร้สาย, VPN และระบบที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น การเลือกโปรแกรมจัดการเครือข่ายสำหรับมหาวิทยาลัย ควรเน้นที่ความสามารถในการจัดการเครือข่ายขนาดใหญ่, การรักษาความปลอดภัย และการตรวจสอบเครือข่ายแบบเรียลไทม์ ให้ครอบคลุมและเหมาะสมสำหรับสถาบันการศึกษา

ข้อพิจารณาในการเลือกโปรแกรมสำหรับมหาวิทยาลัย

- ความสามารถในการขยายระบบ: ควรเลือกโปรแกรมที่สามารถรองรับการขยายตัวของเครือข่ายในอนาคตได้
- ความปลอดภัย: มหาวิทยาลัยต้องการระบบที่มีความปลอดภัยสูง ป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต
- ใช้งานง่าย: อินเทอร์เฟซควรใช้งานง่าย และทีมไอทีสามารถปรับแต่งระบบตามความต้องการได้
- การตรวจสอบแบบเรียลไทม์: ควรมีระบบที่สามารถตรวจสอบและแจ้งเตือนปัญหาได้ทันที

บรรณานุกรม



Al-Rousan, T., & Abualese, H. (2015). Impact of Cloud Computing on Educational Institutions: A Case Study. *Recent Patents on Computer Science*, 8.

<https://doi.org/10.2174/2213275908666150413215916>

Anis Aziz, W. (2023). *Design and Implementation of Network Management System for Cloud Applications*.

Bueno-Delgado, M. V. P.-M., P. De Gea Garcia, Antonio, & Dolon-Garcia, A. (2012). *The Smart University Experience: An NFC-Based Ubiquitous Environment*

Cacti. (2023). Available from: <https://www.cacti.net/> [accessed 15 December 2023].

CIOWORLDBUSINESS. (2023). ความท้าทายของการบริหารเครือข่าย กับการเปลี่ยนแปลงยุคดิจิทัล. [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://www.cioworldbusiness.com/intelligent-network-management-challenges-with-the-digital-transformation-iot/> [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2566].

Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2014). Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. *Journal of Visual Languages & Computing*, 25(6), 1003-1011.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.09.007>

Cronbach, L. J. . (1970). In *Essentials of psychological test (5th ed.)*. : New York : Harper Collins. .

Evans, J. D. (1996). *Straightforward Statistics for the Behavioral Sciences*. In: Brooks/Cole Publishing; Pacific Grove, Calif.

GeeksforGeeks. (2021). *Cloud Management in Cloud Computing*.

<https://www.geeksforgeeks.org/cloud-management-in-cloud-computing/>

Guofeng, X., & Mingzhu, L. (2021). The Application of Big Data Technology in the Construction of Smart Campus in Vocational Colleges. *Journal of Physics: Conference Series*, 1827(1), 012134. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1827/1/012134>

Herbert A. Simon. (1960). *Administrative Behavior*. In: New York: McMillan Company. Hills, California: Sage Publications, Inc. .

John D Millet. (1954). *Management in the Public Service: The Quest for Effective Performance*. In: New York: McGraw-Hill Book Company.

- Khan, S., Al-Mogren, A. S., & AlAjmi, M. F. (2015, 17-19 Feb. 2015). Using cloud computing to improve network operations and management. 2015 5th National Symposium on Information Technology: Towards New Smart World (NSITNSW),
- Klangburam, K., & Savithi, C. (2023). Wi-Fi Network Quality Assessment Towards a Smart University: A Case Study of Mahasarakham University. *Journal of Computer Science*, 19(12). <https://doi.org/10.3844/jcssp.2023.1450.1504>
- KNACKBOX. (2023). พลิกโฉมการศึกษาในยุคเศรษฐกิจใหม่ด้วย *Education Cloud*. [ออนไลน์].
ได้จาก: <https://knackbox.me/blog/detail/131> [สืบค้นเมื่อ วันที่ 6 ธันวาคม 2566].
- Kyaw, S. K. S., Tharnpas Tepsongkran, Praman Thongkrmkaw, Chanwut Sasha, Farida Jirangvoraphot, Natsamol Charoen, Jekita. (2019). *Towards Intelligent System Framework for Smart University Using Big Data Analysis* Hatyai National and International Conference,
- LibreNMS*. (2024). Available from: <https://www.librenms.org/#features> [accessed 1 February 2024].
- Likert, R. (1967). The Method of Constructing an Attitude Scale," Reading in Attitude Theory and Measurement. In (Vol. edited by Martin Fishbein): New York : John Wiley & Son.
- Luong, N. C., Wang, P., Niyato, D., Wen, Y., & Han, Z. (2017). Resource Management in Cloud Networking Using Economic Analysis and Pricing Models: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(2), 954-1001.
<https://doi.org/10.1109/COMST.2017.2647981>
- Mahasarakham University's digital development plan to become a Smart University*. (2022). Computer Center. Available from: <https://cc.msu.ac.th/th/syscc/docf/ufiles/digitalplan65-1.pdf> [accessed 1 February 2024].
- Mathur, M., & Madan, M. (2014). Cloud Network Management Model - A Novel Approach to Manage Cloud Traffic. *International Journal on Cloud Computing: Services and Architecture (IJCCSA)*, Volume 4, Page 9.
<https://doi.org/10.5121/ijccsa.2014.4502>

- Nabil, M. (2021). Network Management, Optimization and Security with Machine Learning Applications in Wireless Networks. [Doctoral Dissertation, the American University in Cairo]. AUC Knowledge Fountain.
<https://fount.aucegypt.edu/etds/1732>
- Panneerselvam, J., Liu, L., Hill, R., Zhan, Y., & Liu, W. (2012). An investigation of the effect of cloud computing on network management. *2012 IEEE 14th International Conference on High Performance Computing and Communication & 2012 IEEE 9th International Conference on Embedded Software and Systems*.
- Petersen, E., & Plowman, E. G. (1953). *Business organization and management* (3rd ed ed.). R.D. Irwin.
- Ryan, T. A., & Smith, P. C. (1954). *Principle of Industrial Psychology*. In: New York : The Mcnanla Press Company.
- Serdyukova, N., Serdyukov, V., Uskov, V., Ilyin, V., & Slepov, V. (2016). *A Formal Algebraic Approach to Modeling Smart University as an Efficient and Innovative System*. In (pp. 83-96). https://doi.org/10.1007/978-3-319-39690-3_8
- SivashankarKK. (2023). *Smart Network Management*. Available from: https://www.linkedin.com/pulse/smart-network-management-siva-k-djj1c?trk=articles_directory [accessed 9 December 2023].
- Somtawin Wijitwanna. (2022). Correlation in Statistics: How to Use. *Journal of Humanities and Social Sciences, Rajapruk University*, 8(2), 1-15.
<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/rpu/article/view/262965>
- SUCCESSNetwork. (2023). NMS (Network Management System). Available from: <https://www.success-network.co.th/what-is-network-management-system/> [accessed 15-December 2023].
- Sun, P. (2015). *Integrating Network Management For Cloud Computing Services* Princeton University.
- Tang, Z. (2017). On Study of Application of Big Data and Cloud Computing Technology in Smart Campus. *IOP Conference Series: Earth and*

Environmental Science, 100, 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/100/1/012026>

Xiong, L. (2017, 2017/01). A Study on Smart Campus Model in the Era of Big Data. Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Economics, Management Engineering and Education Technology (ICEMEET 2016),

Zainuddin, N. (2017). *Smart universities offer innovative resources close at hand.*

Available from:

<https://www.nst.com.my/opinion/letters/2017/12/309728/smart-universities-offer-innovative-resources-close-hand> [accessed 24 January 2024].

กนกรัตน์ คุ้มบัว และคณะ. (2542). *ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการให้บริการจดทะเบียนธุรกิจ ศึกษารณศึกษาโครงการส่งเสริมประสิทธิภาพกรมทะเบียนการค้า. หลักสูตรปริญญาโท ทางการจัดการภาครัฐและเอกชน. คณะรัฐประศาสนศาสตร์. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.*

กรรณิการ์ รุจิวิโรชิต. (2563). *การศึกษาความพึงพอใจและความเชื่อมั่นของผู้รับบริการ ณ ศูนย์บริการแบบเบ็ดเสร็จ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. สำนักสถานพยาบาลและการประกอบโรคศิลปะ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ.*

กองทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2566). Division of Registrar Mahasarakham University. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://regpr.msu.ac.th/th/> [สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 มกราคม 2567]

จรรยา สาวีถี. (2566). *ความมั่นคงของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ Computer Network Security.* Bookplus Publishing Co.,Ltd.

จิตราวรรณ ถาวรวงษ์สกุล. (2554). *การศึกษาปัจจัยกระบวนการทัศน์ทางการบริหารที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานระดับ 2-7 ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสำนักงานใหญ่. สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.*

จิราพร ชุมบางหมัง. (2566). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรบริษัทสีมาธุรกิจ จำกัด. การศึกษาค้นคว้าอิสระ หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต แขนงวิชาบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.*

ชนกันนท์ ทรงรัมย์ และนเรศ ชันธะวี. (2563). ความพึงพอใจในการปฏิบัติหน้าที่ของผู้บริหารสถานศึกษา. *วารสารบริหารการศึกษาบัณฑิต, 20(4), 35-47.*

- ชนินทร์ มหารักษ์. (2547). *ระบบจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผ่านเว็บแบบฝังตัว*. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
<http://www.thaithesis.org/detail.php?id=1082547001356>
- ชาญวิทย์ ยิกุสังข์. (2545). *สภาพและปัญหาการปฏิบัติงานของคณะกรรมการสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน
สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดชุมพร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ราชภัฏสุราษฎร์ธานี.
- เชษฐ ศรีแย้ม. (2557). *การพัฒนาระบบติดตามสถานะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษาวิทยาลัยราช
ภัฏเพชรบุรี มหาวิทยาลัยศิลปากร*. สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
[http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Chet_Sriyaem/C
het_Sriyaem_fulltext.pdf](http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Chet_Sriyaem/C
het_Sriyaem_fulltext.pdf)
- แดงน้อย สถาพร และ อิงอาน กฤษณา. (2560). *ระบบจัดการเครือข่ายและควบคุมการจราจรบน
เครือข่ายโดยใช้สถาปัตยกรรมแบบเอสดีเอ็น*. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. <https://scholar.it.kmitl.ac.th/item/id/2479>
- ติน ปรัชญพฤทธิ และ ไกรยุทธ ธีรตยาคินันท์. (2537). *ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของข้าราชการ
พลเรือน*. คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทริศม์ชญา พิพัฒน์เพ็ญ. (2557). *การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลการปฏิบัติราชการของ
เทศบาลนครสงขลา*. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- ธรัช อารีราษฎร์ และวราปภา อารีราษฎร์. (2557). *การบริหารจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลาวด์*. มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม.
<http://www.mgts.lpru.ac.th/journal/index.php/mgts/article/view/280>
- ประสิทธิ์ จิยะพานิชกุล และสรายุทธ ฮันตระกูล. (2552). *การพัฒนาต้นแบบบริหารจัดการเครือข่าย
ไร้สายท้องถิ่น*. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
<https://libdoc.dpu.ac.th/research/132150.pdf>
- แผนการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเป็น Smart University. (2022). *สำนักคอมพิวเตอร์*. [ออนไลน์]. ได้จาก:
<https://cc.msu.ac.th/th/syscc/docf/ufiles/digitalplan65-1.pdf> [สืบค้นเมื่อ วันที่ 10
มกราคม 2567].
- พรรณสิริ วย้อศว. (2555). *ระบบควบคุมการทำงานเครือข่ายไร้สายขนาดย่อม*. วิชาวิศวกรรม
คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
https://ecourse.cpe.ku.ac.th/projar_media/9/redbook_jwict_v5.pdf

- พลเดช พิษณุประเสริฐ. (2562). การพัฒนาระบบงานนำสตูดิโอผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนโพธิ์ธาตุประชาสรรค์ สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น*, 16(1), 102-109.
- ภิญญา สาธร. (2539). มนุษย์ในองค์การ. กรุงเทพฯ: แพร่พิทยา.
- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม Maharakham University. (2023). [ออนไลน์]. ได้จาก: http://web.msu.ac.th/msucont.php?mn=mhistory&paction=SHOW_ABOUTMSU [สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 มกราคม 2567].
- มัชฌิมา อนุชิตา และสว่าง ชยุตม์. (2561). ระบบจัดการเครือข่ายเพื่อกระจายการจราจรบนเครือข่ายโดยใช้โครงสร้างตามสถาปัตยกรรมเอสดีเอ็น. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. <https://scholar.it.kmitl.ac.th/item/id/2543>
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2014). ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในงานทางการศึกษา. *Journal of Education and Innovation*, 16(1), 149-157. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/16926
- วีระยุต ชัยศร. (2021). ปัจจัยด้านข้อมูลและคุณภาพของเว็บไซต์ ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการเลือกใช้เว็บไซต์เพื่อการออกแบบภายใน กรณีศึกษานักศึกษาศาสาสถาปัตยกรรมภายใน. *วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จล.*, 33(2), 100-114. <https://opacimages.lib.kmitl.ac.th/medias/j00017929/%E0%B8%A7%E0%B8%B5%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%95%20%E0%B8%82%E0%B8%B8%E0%B9%89%E0%B8%A2%E0%B8%A8%E0%B8%A3.pdf>
- ศาสตร์ศิลป์ ทองแรง. (2557). ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของบุคลากรสายสนับสนุนมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. สาขาวิชาการจัดการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, จุฑามาศ นวลแก้ว และสุริยา คชฤทธิ์. (2558). ความพึงพอใจการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. *รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร*. ครั้งที่ 2 (115 - 125), มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. <https://research.kpru.ac.th/sac/additional.php?id=283>
- สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2563). ความพึงพอใจของบุคลากรเกี่ยวกับการดำเนินการตามจุดเน้นและจุดเด่น หรือความเชี่ยวชาญเฉพาะของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

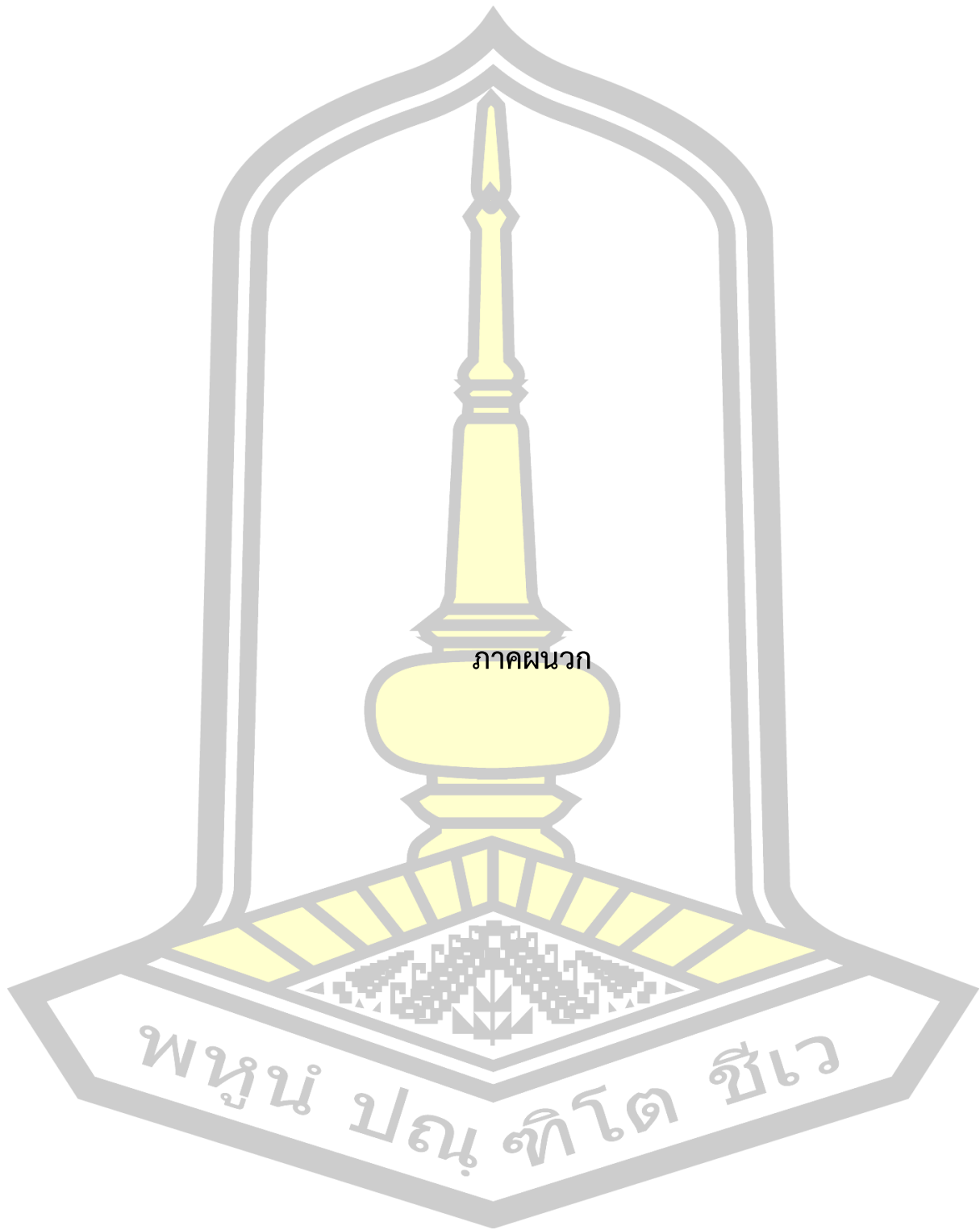
สมใจ ลักษณะ. (2553). *การพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน*. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาการจัดการ
สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.

สำนักสารนิเทศและประชาสัมพันธ์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. (2555). *ความพึงพอใจของผู้มีส่วน
ได้เสียต่อการบริการของกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ*. การพัฒนาคุณภาพการบริหารจัดการ
ภาครัฐของกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ.

สุภมาส อังศ์โชติ. (2567). *เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร*. [ออนไลน์]. ได้จาก:
[https://www.stou.ac.th/offices/ore/info/cae/uploads/pdf/63636656044113217
2.pdf](https://www.stou.ac.th/offices/ore/info/cae/uploads/pdf/636366560441132172.pdf) [สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 มิถุนายน 2567].

อติตยา วิมลเมือง. (2562). *ความพึงพอใจของผู้รับบริการที่มีต่อการให้บริการของงานบุคลากรคณะ
สถาปัตยกรรมศาสตร์*. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.







คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

เลขที่การรับรอง : 633-614/2567

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) Efficiency Measuring for Computer Network Management System (MSU-Net) of Mahasarakham University through Cloud Computing to Support Intelligent Network Management.

ผู้วิจัย : นายสิทธิชัย ขาวงาม

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : คณะการบัญชีและการจัดการ

สถานที่ทำการวิจัย : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประเภทการพิจารณาแบบ : แบบยกเว้น

วันที่รับรอง : 10 ตุลาคม 2567

วันหมดอายุ : 9 ตุลาคม 2568

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในด้านจริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงร่างงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา เมื่อเสร็จสิ้นโครงการแล้วให้ผู้วิจัยส่งแบบฟอร์มการปิดโครงการและรายงานผลการดำเนินงานมายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจักต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

..... กตวร์ สว่างจิตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เกษัศกรหญิงรัตรี สว่างจิตร์)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)



MAHASARAKHAM UNIVERSITY ETHICS COMMITTEE FOR
RESEARCH INVOLVING HUMAN SUBJECTS

Certificate of Approval

Approval number: 633-614/2024

Title : Efficiency Measuring for Computer Network Management System (MSU-Net) of Maharakham University through Cloud Computing to Support Intelligent Network Management.

Principal Investigator : Mr. Sitthichai Kao-ngam

Responsible Department : Faculty of Accountancy and Management

Research site : Maharakham University

Review Method : Exemption Review

Date of Manufacture : 10 October 2024

Expire : 9 October 2025

This research application has been reviewed and approved by the Ethics Committee for Research Involving Human Subjects, Maharakham University, Thailand. Approval is dependent on local ethical approval having been received. Any subsequent changes to the consent form must be re-submitted to the Committee.

Ratree S.

(Assistant Professor Ratree Sawangjit)

Chairman

Approval is granted subject to the following conditions: (see back of this Certificate)

แบบสอบถาม

เรื่อง การวัดประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
(MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติง เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ
Efficiency Measuring for Computer Network Management System (MSU-Net) of
Mahasarakham University through Cloud Computing to Support Intelligent
Network Management

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าอิสระ (Independent Study) ของ
นิสิตปริญญาโท คณะการบัญชีและการจัดการ ปริญญาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม)
สาขาวิชาการจัดการสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยมีวัตถุประสงค์วัด
ประสิทธิภาพระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่าน
คลาวด์คอมพิวติงของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งทุกคำตอบและความคิดเห็นของท่านจะเป็น
ประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net)
เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะต่อไป ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบ
แบบสอบถามอย่างครบถ้วน ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้
แบบสอบถามนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจในประสิทธิภาพของเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net
ผ่านคลาวด์คอมพิวติง
ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่กรุณาช่วยตอบแบบสอบถาม เรื่อง การวัดประสิทธิภาพ
ระบบการจัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (MSU-Net) ผ่านคลาวด์คอมพิวติง
เพื่อรองรับการจัดการเครือข่ายแบบอัจฉริยะ

ผู้วิจัย

นายสิทธิชัย ขาวงาม

โทรศัพท์มือถือ 085-000-4486

นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการจัดการสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล

คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง ให้ตรงกับความเป็นจริง และความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ
 ชาย หญิง
2. อายุ _____ ปี
 อายุ 21-30 ปี อายุ 31-40 ปี อายุ 41-50 ปี
 อายุ 51-60 ปี อายุ 61 ปีขึ้นไป
3. ตำแหน่งงาน
 ผู้บริหาร อาจารย์ นักวิชาการคอมพิวเตอร์
 ลูกจ้างประจำ ลูกจ้างชั่วคราว อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
4. อายุการทำงาน _____ ปี
 ต่ำกว่า 5 ปี 6-10 ปี 11-15 ปี
 16-20 ปี 21-25 ปี 26-30 ปี
 31-35 ปี 36-40 ปี 41 ปีขึ้นไป
5. สาขาที่สำเร็จการศึกษา
 วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ
 คอมพิวเตอร์ธุรกิจ เทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ คอมพิวเตอร์ศึกษา
 สาขาสหศาสตร สื่อมวลชน อื่นๆ (โปรดระบุ) _____
6. ระดับการศึกษา
 ปริญญาตรี ปริญญาโท ปริญญาเอก
7. ประสบการณ์ทำงานด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์
 0-5 ปี 6-10 ปี 11-15 ปี
 16-20 ปี 21-25 ปี 26 ปีขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในประสิทธิภาพของเครื่องมือในการจัดการระบบเครือข่าย MSU-Net ผ่านคลาวด์คอมพิวเตอร์

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นเพียงหนึ่งข้อเท่านั้น โดยเลือกคำตอบตามลำดับความสำคัญที่ตรงกับความเห็นของท่าน เพื่อแสดงว่าท่านมีผลกระทบมากน้อยเพียงใดกับข้อความดังต่อไปนี้

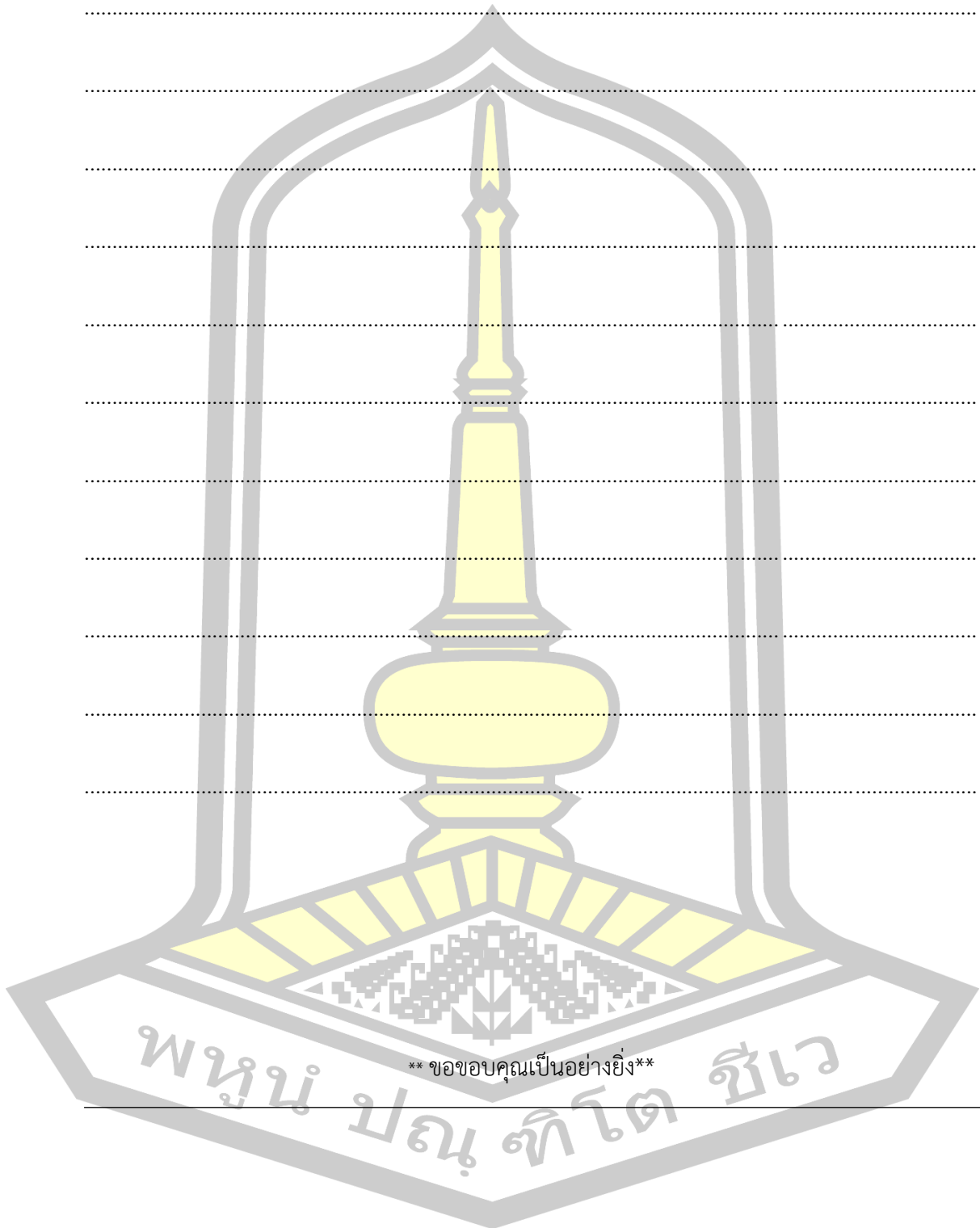
รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1. การจัดการข้อผิดพลาด (Fault Management)					
ตรวจจับอัตโนมัติ คำเตือนอัตโนมัติ					
สามารถค้นหา ระบุ (identify) จุดที่เกิดความผิดพลาดได้ และแยกปัญหาออกมาจากระบบเครือข่าย					
ดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา ลดระยะเวลาหยุดชะงักของเน็ตเวิร์กให้น้อยที่สุด					
ทดสอบและป้องกันความผิดพลาดที่อาจจะส่งผลกระทบต่อระบบเครือข่าย มีมาตรการเพื่อป้องกันและบรรเทาความเสี่ยงที่จะเกิด Downtime					
รายงานบันทึก การเก็บ Log บันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นและการติดตามปัญหา					
รายละเอียดการแก้ไข เพื่อใช้ตรวจสอบย้อนหลังและเป็นแนวทางการแก้ไขในอนาคต เป็นต้น					
2. การจัดการการตั้งค่า (Configuration Management)					
กำหนด IP Address แบบ Manual หรืออัตโนมัติผ่าน DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)					
จัดเก็บและบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในเครือข่าย เช่น ยี่ห้อ รุ่น คุณสมบัติ, version ของ software / firmware					
การจัดทำผังการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ต่าง ๆ (Topology View)					
การจัดการเส้นทาง (Path) ของทราฟฟิกข้อมูลในเครือข่าย					
การปรับเปลี่ยน Hardware หรือ Software เช่น การเพิ่มหรือนำสถานีออกจากระบบ, การติดตั้งเครือข่ายย่อย, ลิงค์ และส่วนอื่น ๆ ของระบบเครือข่าย เช่น งานด้านการจัดการและกำหนดค่า (Configuration) การ Reconfigure เมื่อมีการ					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
เปลี่ยนแปลงนโยบายหรือโครงสร้างของระบบ					
3. การจัดการบัญชี (Account Management)					
มีการจัดทำสถิติและการรับส่งข้อมูลของ IP					
มีระบบเฉพาะ และสามารถผลิตเพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียกเก็บเงินหรือการขยายงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบัญชีผู้ใช้งาน					
มีการกำหนดระดับการเข้าถึงและใช้งานทรัพยากรเครือข่ายของผู้ใช้ด้านการจัดกลุ่มผู้ใช้งาน การแบ่งระดับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม					
จัดทำฐานข้อมูลอัตลักษณ์บุคคล (Identity) ทั้ง User & Password, PIN, QR code หรือข้อมูลชีวมิติ (Biometrics) เช่น ลายนิ้วมือหรือใบหน้า					
มีการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ในระบบเครือข่ายเพื่อวัดระดับการใช้งาน (Utilization) ของ User ว่าใครใช้บริการอะไรมากน้อยแค่ไหน เพื่อให้สามารถตรวจสอบและนำมาใช้วิเคราะห์ ประเมิน เพื่อกำหนดนโยบายหรือแผนการต่าง ๆ					
มีคำนวณต้นทุนในการใช้งานระบบเครือข่ายแบ่งแยกตามแผนกหรือส่วนงานได้					
4. การจัดการประสิทธิภาพ (Performance Management)					
วัดประสิทธิภาพ ระบบการตรวจสอบเครือข่ายตรวจสอบการวัดทุกประเภทบนอุปกรณ์ เช่น การรับส่งข้อมูล CPU, RAM, Jitter, MOS, RTT, CRC และอื่น ๆ					
มีการรักษาระดับการให้บริการ (Service Level) ของเครือข่ายให้มีมาตรฐานมีประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด					
มี bandwidth เพียงพอต่อความต้องการ โดยทดสอบวิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย เช่น - ค่า Response Time					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
<ul style="list-style-type: none"> - ค่า Traffic in / Traffic out - ค่า Throughput - Latency - อัตรา Packet Loss - Link Utilization - Percentage Utilization - Error Rates 					
มีการดำเนินการเพื่อให้ค่า parameter อยู่ในระดับมาตรฐานหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด					
5. การจัดการความปลอดภัย (Security Management)					
วางแผนการจัดการความปลอดภัยตามกรอบ Triple A Security Framework					
ตรวจสอบและพิสูจน์ทราบตัวตน (Authentication)					
การควบคุมสิทธิ์เข้าใช้งาน (Authorization)					
การเก็บบันทึกว่าแต่ละคนเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขอะไรบ้าง (Accounting)					
เผื่อระวางการโจมตีหรือภัยคุกคามทางไซเบอร์					
อุดช่องโหว่เพื่อดูแลรักษาเครือข่าย					
ควบคุมการเข้าถึงและการเข้าใช้ทรัพยากรในเครือข่ายให้เป็นไปตามนโยบายที่ได้กำหนดไว้ ผ่านกระบวนการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption)					
ตรวจสอบกิจกรรมที่ได้รับอนุญาต อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองความถูกต้อง และผู้ใช้สามารถเข้าถึงเครือข่ายได้					
เตรียมอุปกรณ์สำรอง (Equipment Spare) สำหรับอุปกรณ์ที่มีความสำคัญเพื่อสามารถนำมาใช้ได้ทันทีเมื่ออุปกรณ์เกิดความเสียหาย					
6. การตรวจสอบตามเวลาจริง (Real Time Monitoring)					
สามารถติดตามกิจกรรมเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
สามารถตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อัตโนมัติและรายงานผลแบบเรียลไทม์					
สามารถบันทึกเหตุการณ์อุปกรณ์เครือข่ายโดยอัตโนมัติ					
7. ระบบอัตโนมัติ (Automation)					
ใช้กระบวนการอัตโนมัติสำหรับงานประจำ					
ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์และรายงานผลแบบเรียลไทม์					
แจ้งเตือนผู้ดูแลระบบโดยอัตโนมัติ เมื่อมีความผิดปกติบนระบบเครือข่าย					
8. การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analytics)					
ใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการตัดสินใจเชิงรุก					
ระบบสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากการรายงานของอุปกรณ์โดยอัตโนมัติ					
ผู้ดูแลระบบเครือข่าย สามารถนำข้อมูลรายงานตัดสินใจในการจัดการเครือข่ายได้					
ผู้ดูแลระบบเครือข่ายสามารถคาดการณ์การทำงานของระบบได้					
9. การปรับขนาดทรัพยากร (Resource Scaling)					
เครือข่ายสามารถขยายขนาดและปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้					
ผู้ดูแลระบบเครือข่าย สามารถขยายการรองรับผู้ใช้งานที่มากขึ้นได้					
ระบบมีความยืดหยุ่น และสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ใช้ได้					
ผู้ดูแลระบบเครือข่าย สามารถคอนฟิกเพื่อจัดการอุปกรณ์บนระบบเครือข่ายได้ง่ายและสะดวก					

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่น ๆ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสิทธิชัย ขาวงาม
วันเกิด	21 เมษายน 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดสุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	181/11 หมู่ที่ 11 ซอยกลางเมือง 1 ถนนกลางเมือง ตำบลเมืองเก่า อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ผู้จัดการฝ่ายขายส่วนภูมิภาค
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	Cisco Systems (Thailand) Ltd. 28 Floor, "The Offices at Central World" Bldg. 999/9 Rama I Road, Patumwan Bangkok 10330 Thailand
ประวัติการศึกษา	2551 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์) 2567 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาวิชา การจัดการสมาร์ตซิตี้และนวัตกรรมดิจิทัล คณะการบัญชีและการจัดการ

พูน ปณ ทิโต ชีเว