

การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่าง  
ฮาร์ดแวร์ทางกายภาพกับฮาร์ดแวร์เสมือน

กรณีศึกษา : กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม

พันตรี อนันต์ สมไร่จิง

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2557

**Performance comparison between physical cloud storage server  
and virtual cloud storage server**

**Case study : Defence Information and Space Technology Department**

**Major Anan Somraikhing**

**A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science**

**Department of Computer and Communication Technology**

**Faculty of Engineer , Dhurakij Pundit University**

**2014**

หัวข้อสารนิพนธ์	การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์ทางกายภาพกับฮาร์ดแวร์เสมือน
ชื่อผู้เขียน	พนัตรี อนันต์ สมไร่จิง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพล พงษ์เพ็ชร
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร
ปีการศึกษา	2556

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทในด้านต่างๆมากขึ้น ทั้งในเรื่องส่วนตัวและในการทำงาน ซึ่งส่งผลถึงการจัดเก็บข้อมูลซึ่งนับวันจะมีปริมาณมากขึ้น การแบ่งปันข้อมูลหรือการส่งต่อข้อมูลเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในการจัดเก็บข้อมูลหรือแบ่งปันข้อมูลมีอยู่หลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียต่างกัน ระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการคำนวณแบบคลาวด์ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้กับการจัดการด้านข้อมูลดังกล่าว แต่ในการพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการให้บริการนั้นควรจะต้องศึกษาถึงศักยภาพการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้สามารถรองรับปริมาณความต้องการของผู้ใช้ในองค์กรได้

งานวิจัยนี้ได้จัดทำเครื่องเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ขึ้นด้วยฮาร์ดแวร์ 2 แบบ คือ ฮาร์ดแวร์ทางกายภาพ และฮาร์ดแวร์เสมือนเพื่อทดลองและเทียบผลการทำงานของฮาร์ดแวร์ทั้ง 2 แบบ โดยมีการทดลอง 2 วิธี คือ วิธีแรกทำการจำลองสถานการณ์ให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์รองรับการทำงานถ่ายโอนข้อมูลจากเครื่องลูกข่ายพร้อมๆ กันด้วยจำนวนเครื่องลูกข่ายในปริมาณต่างๆ และวิธีที่ 2 ทำการจำลองสร้างการเชื่อมต่อในปริมาณต่างๆ เพื่อดูผลการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่เกิดขึ้นตามจำนวนการเชื่อมต่อในจำนวนต่างๆ ทั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองภายใต้โครงสร้างพื้นฐานภายในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม

ผลวิจัยแสดงให้เห็นขีดความสามารถของเซิร์ฟเวอร์ระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์บนฮาร์ดแวร์ทางกายภาพมีศักยภาพการทำงานสูงกว่าฮาร์ดแวร์เสมือน การใช้ระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์แบบส่วนตัวภายในองค์กรย่อมมีความรวดเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลและมีความปลอดภัยสูงกว่าการฝากข้อมูลไว้กับผู้ให้บริการภายนอก อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้ฮาร์ดแวร์มีขีดความสามารถสูงขึ้น ดังนั้นการนำเทคโนโลยีเครื่องเสมือนมาใช้งานร่วมกับการคำนวณแบบคลาวด์จะทำให้สามารถใช้งานฮาร์ดแวร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและยังเป็นการใช้งานอย่างคุ้มค่า

Thematic Paper Title	Performance comparison between physical cloud storage server and virtual cloud storage server Case Study : Defence Information and Space Technology Department
Author	Major Anan Somraikhing
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Dr. Worapol Pongpech
Department	Computer and Communication Technology
Academic Year	2013

### ABSTRACT

Information technology is being utilized in working environment more and more everyday. More information, more data, more equipments and most importantly more risks involved using more information technology in the work place. The more data is needed, the more storage is needed to store the data. Furthermore, to make better use of the data, sharing the data with more personnel has become a normal practice in almost every working environment. Consequently, more storage is needed and a better security sharing method is also crucial.

Cloud computing has been proven in many situations as a sensible and secure storage alternative for most working environments. In this research, we focus on implementing and evaluating a cloud storage system both on physical storage server and on virtual storage server. Both systems will be evaluated on the duration of data transfer from various number of clients to the server, and the reaction time of the server in respond to during connection from various amount of clients. This research has been conducted under the infrastructure of the Defence Information and Space Technology Department.

The results demonstrated that cloud storage server can be effectively utilized to provide a more flexible data storage technology and also allowed a more secure data sharing within the working environment. We have further found that the capabilities of physical cloud storage server are higher than that of the virtual cloud storage server. However, given that capabilities of computing technology is rapidly increasing, it is possible that soon it would be sensible to utilize virtual cloud storage server in conjunction with physical cloud storage server.

## กิตติกรรมประกาศ

งานสารนิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.วรพล พงษ์เพ็ชร อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำเสนอแนะ แนวคิด แนวการวิเคราะห์ในประเด็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนกระทั่งงานสารนิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

คุณความดีและประโยชน์อันพึงมีจากงานสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบผลแห่งความดีนั้น แต่ บิดา มารดา บุคคลในครอบครัว บุรพจารย์ และท่านผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในด้านต่างๆ รวมทั้งที่ได้อบรมสั่งสอน และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในด้านทุนการศึกษา

ขอขอบคุณ พล.ต.สุทธิศักดิ์ สลักคำ พ.อ.พีระ สกุรัตนศักดิ์ น.ต.สิทธิพร ไวยรัตน์ ร.น. และ ร.ต.เอกวิศว์ ใจคง ที่ให้การสนับสนุนด้านเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบสำหรับจัดทำระบบ Cloud storage ขอขอบคุณ พ.อ.เสรี สุคนธมาลัย และ พ.ท.อดิษฐ์ มีสมพินน์ ที่ให้การสนับสนุนการใช้งานห้องอบรมคอมพิวเตอร์ ร.อ.ศิริวัฒน์ ศรีสุข ที่ให้คำปรึกษาด้านการพัฒนาและปรับปรุงด้านเว็บไซต์ รวมทั้งของขอบคุณผู้บังคับบัญชาและข้าราชการในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมทุกท่านที่ได้เอื้อนามที่ให้การช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่ให้ทุนการศึกษาในการลดหย่อนค่าใช้จ่ายต่างๆ สำหรับการลงทะเบียน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ประจำสาขาวิชาทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ ในระหว่างการศึกษา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานสารนิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์กับผู้ที่ต้องการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาระบบ Cloud computing สำหรับองค์กร และหากงานสารนิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

อนันต์ สมไร่จิง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network).....	4
2.2 ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux).....	11
2.3 อุบุนตุ(UBUNTU) .....	13
2.4 LAMP.....	18
2.5 Apache web server.....	19
2.6 เอชทีเอ็มแอล (HTML).....	21
2.7 ภาษาพีเอชพี (PHP).....	21
2.8 มายเอสคิวเอล (MySQL).....	24
2.9 OwnCloud.....	25
2.10 Virtualization Technology.....	26
2.11 cloud computing.....	35
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. วิธีการดำเนินงาน.....	45
3.1 การออกแบบการวิจัย.....	45
3.2 สถานที่.....	47
3.3 ข้อจำกัด.....	47
3.4 เครื่องมือวิจัย.....	48
3.5 ตัวแปร.....	49
4. ผลการวิจัย.....	50
4.1 เตรียมระบบ cloud computing .....	50
4.2 การติดตั้งและทดสอบ.....	60
4.3 การติดตามผล.....	63
4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผล.....	67
4.5 สรุปผลการทดลอง.....	98
5. สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย.....	103
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	103
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	105
5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	106
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	107
บรรณานุกรม.....	108
ประวัติผู้เขียน.....	111

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Physical hardware..	87
4.2 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Virtual hardware...	89
4.3 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Physical hardware .....	91
4.4 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Virtual hardware .....	93
4.5 สรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Physical hardware..	95
4.6 สรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Virtual hardware...	97
5.1 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่าง Physical hardware กับ Virtual hardware.....	105



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ระบบเครือข่าย LAN .....	5
2.2 ระบบเครือข่าย MAN .....	6
2.3 ระบบเครือข่าย WAN.....	7
2.4 แสดงการทำงานแบบ Peer To Peer.....	8
2.5 แสดงการทำงานแบบ Client / Server.....	9
2.6 Tux นกเพนกวินที่เป็นตัวนำโชคหรือ Mascot ของระบบลินุกซ์.....	12
2.7 ตัวอย่างหน้าจอระบบปฏิบัติการอูบุนตุ(UBUNTU).....	14
2.8 โลโก้ของ Ubuntu.....	15
2.9 รูปลักษณะการทำงานของ LAMP .....	18
2.10 รูปภาพสัญลักษณ์ของ Apache web server .....	19
2.11 ภาพสัญลักษณ์ของ PHP.....	22
2.12 สัญลักษณ์ของ MySQL.....	24
2.13 รูปสัญลักษณ์ของ ownCloud.....	25
2.14 ภาพจำลองของ Virtualization Technology.....	27
2.15 ประเภทของ Cloud Computing.....	38
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	45
4.1 คำสั่งการอัปเดต OS.....	51
4.2 คำสั่งการลบแพ็คเกจเก่าที่ไม่ใช้แล้ว.....	51
4.3 คำสั่งการ LAMP.....	51
4.4 คำสั่งสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยให้กับ MySQL.....	51
4.5 คำสั่งสำหรับติดตั้ง libraries ที่จะใช้ใน ownCloud.....	52
4.6 คำสั่งสำหรับการเปิด mod_rewrite และ mod_headers.....	52
4.7 คำสั่งสำหรับแก้ไขค่า config ของ Apache เพื่อรองรับการทำงานกับ ownCloud..	52
4.8 การแก้ไขค่า config ของ Apache .....	53
4.9 คำสั่งสำหรับ restart Apache เพื่อใช้งานค่าการปรับปรุง config.....	53
4.10 คำสั่งการ download owncloud สำหรับติดตั้งใช้งาน.....	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.11 คำสั่งการแตกไฟล์เพื่อนำไปใช้งาน.....	53
4.12 คำสั่งการย้าย ownCloud ที่แตกไฟล์ออกมาไปยังพื้นที่ให้บริการ web services	54
4.13 คำสั่งการเปลี่ยนแปลงสิทธิในการทำงานสำหรับ ownCloud.....	54
4.14 คำสั่งการ log in เข้าสู่ MySQL.....	54
4.15 คำสั่งการสร้าง DataBase เพื่อใช้กับ ownCloud.....	54
4.16 คำสั่งการกำหนดสิทธิในการทำงาน DataBase ของ MySQL .....	54
4.17 คำสั่งการออกจากการกำหนดสิทธิของ MySQL .....	55
4.18 คำสั่งการเปิดไฟล์ .htaccess เพื่อทำการแก้ไข .....	55
4.19 การแก้ไขข้อมูลในไฟล์ .htaccess .....	55
4.20 คำสั่งการ Restart เครื่อง Ubuntu .....	56
4.21 หน้าแรกเพื่อให้ user ทำการ login ใช้งาน ownCloud .....	57
4.22 เมื่อ log in เรียบร้อยจะเข้าสู่การใช้งาน ownCloud .....	58
4.23 การใช้งานในสิทธิของผู้ดูแลระบบจะมีเมนู “ผู้ใช้งาน” สำหรับบริหารจัดการ User	58
4.24 ตัวอย่างแสดงผลการสร้าง User เพื่อให้ใช้งาน.....	58
4.25 แสดงตัวอย่างการ Upload file ขึ้นไปบน ระบบ ownCloud ด้วย User.....	59
4.26 แสดงผลจากการ upload file ขึ้นไปบนระบบ owncloud เรียบร้อย.....	59
4.27 แสดงหน้าต่างการบริหารจัดการ virtual machine ของ Oracle VM VirtualBox	60
4.28 ห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม.....	61
4.29 สภาพภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม...	62
4.30 ภาพเครื่องลูกข่ายเมื่อเปิดใช้งานระบบ cloud storage ด้วย owncloud พร้อมกัน 30 เครื่อง	62
4.31 อุปกรณ์เครือข่ายภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการทดลอง.....	63
4.32 เว็บไซต์ New Relic สำหรับสมัครใช้งานโปรแกรม.....	64
4.33 เว็บไซต์ New Relic เมื่อสร้าง Account เรียบร้อยจะได้ License Key ใช้งาน	65
4.34 แสดงจำนวน Server ที่ลงโปรแกรมเพื่อติดตามการทำงาน.....	65
4.35 ฟังก์ชันทดสอบระบบ cloud storage และ Monitor การทำงานของ Server ด้วย New Relic	66
4.36 ฟังก์ชันทดสอบระบบ cloud storage ด้วย Apache JMeter.....	67
4.37 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor.	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.38 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic	68
4.39 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor..	69
4.40 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic..	69
4.41 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor...	70
4.42 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic	70
4.43 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor.	71
4.44 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic	71
4.45 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor..	72
4.46 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic	72
4.47 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor.	73
4.48 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic	73
4.49 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor...	74
4.50 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic..	74
4.51 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor.	75
4.52 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic	75
4.53 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor	76
4.54 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic	76
4.55 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor	77
4.56 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic	77
4.57 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor	78
4.58 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic	78
4.59 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor	79
4.60 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic	79
4.61 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 10 Connection บน Physical hardware .....	80
4.62 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 20 Connection บน Physical hardware .....	80
4.63 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 30 Connection บน Physical hardware .....	81
4.64 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 40 Connection บน Physical hardware .....	81

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.65 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 60 Connection บน Physical hardware .....	82
4.66 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 80 Connection บน Physical hardware .....	82
4.67 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 100 Connection บน Physical hardware .....	83
4.68 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 10 Connection บน Virtual hardware .....	83
4.69 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 20 Connection บน Virtual hardware .....	84
4.70 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 30 Connection บน Virtual hardware .....	84
4.71 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 40 Connection บน Virtual hardware .....	85
4.72 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 60 Connection บน Virtual hardware .....	85
4.73 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 80 Connection บน Virtual hardware .....	86
4.74 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 100 Connection บน Virtual hardware .....	86
4.75 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Physical hardware	87
4.76 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Virtual hardware...	89
4.77 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Physical hardware...	91
4.78 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Virtual hardware ...	93
4.79 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System monitor บน Physical hardware	95
4.80 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System monitor บน Virtual hardware	97

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้ถูกนำมาใช้สนับสนุนการปฏิบัติงานในด้านต่างๆได้เป็นอย่างดีมีส่วนให้การปฏิบัติงานง่ายขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สามารถอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานด้านต่างๆ มีการแชร์ทรัพยากรร่วมกันเพื่อสนับสนุนการทำงาน รวมถึงการแชร์ไฟล์หรือข้อมูลต่างๆ ให้กับผู้อื่น

กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมได้มีการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการสนับสนุนการทำงานในด้านต่างๆเช่นกัน การทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละเครื่องถึงแม้จะมีการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเน็ตเวิร์ค (network) แต่การจัดเก็บข้อมูลต่างๆของผู้ใช้งานแต่ละคนก็เป็นการจัดเก็บไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ส่วนตัว ดังนั้นในการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะนี้การแชร์ข้อมูลต่างๆ ให้กับผู้ร่วมงานหรือบุคคลอื่นก็จะเกิดปัญหายุ่งยาก และอาจมีปัญห่อื่นๆตามมา เช่น การแพร่กระจายของไวรัสคอมพิวเตอร์ผ่านอุปกรณ์เก็บข้อมูลต่างๆ เป็นต้น

มีหลายแนวทางได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้กล่าว ได้แก่ การ shared files ผ่านเครือข่าย network โดยตรงจาก hard disk ของ computer ส่วนตัวของแต่ละคน ซึ่งผู้ใช้ส่วนใหญ่จะประสบปัญหายุ่งยากในการตั้งค่าสำหรับการ shared files ด้วยวิธีนี้ มีความยุ่งยากในการ shared file เมื่อผู้ใช้งานใช้ระบบปฏิบัติการไม่เหมือนกัน เป็นต้น อีกวิธีการหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้ในการ shared files ข้อมูลคือ การใช้ระบบ client - server เป็นระบบที่มี server เป็นศูนย์กลางการให้บริการแก่เครื่อง client สำหรับการ shared files ต่างๆ แต่วิธีนี้จะต้องใช้ hardware ที่มีราคาสูงสำหรับงานที่ต้องรองรับการทำงาน 24 ชม. และให้บริการอย่างต่อเนื่องไม่มีวันหยุด เมื่อเกิดปัญหาต้องใช้เวลาในการซ่อมบำรุงมาก และต้องใช้ผู้มีความรู้มีความชำนาญสูงในการดูแลและการบำรุงรักษา

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจจากทั้งภาครัฐ และเอกชน ได้แก่ เทคโนโลยี cloud computing ซึ่งผู้ให้บริการจะนำทรัพยากรคอมพิวเตอร์มารวมกันเพื่อให้บริการ โดยจัดทำเป็นลักษณะ Service เพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้บริการอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดงบประมาณในลักษณะ Service on demand และจะแบ่งปันทรัพยากรให้กับผู้ต้องการใช้งานนั้น ซึ่งการประมวลผลแบบ cloud computing นั้นเป็นลักษณะที่พัฒนาขึ้นต่อมาจากความคิดและบริการของเวอร์ช่วลไลเซชัน และเว็บเซอร์วิส โดยผู้ใช้งานนั้นไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเชิงเทคนิคสำหรับพื้นฐานการทำงานนั้น โดยได้มีการนำ cloud computing ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ ซึ่ง

เทคโนโลยี cloud computing มีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถแบ่งปันการใช้ทรัพยากรให้กับผู้ใช้แต่ละคนได้ตามความต้องการ เป็นระบบที่มีความน่าเชื่อถือสูงเนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรที่มาจากหลายแห่ง การใช้งานเป็นในลักษณะ web service จึงสามารถใช้งานได้จากทุกสถานที่ได้โดยไม่มีปัญหาสำหรับผู้ใช้ระบบปฏิบัติการต่างๆ เพียงแค่มี browser และสามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายก็ใช้งานได้ สามารถขยายระบบได้โดยไม่มีผลกระทบต่อผู้ใช้งาน เป็นเทคโนโลยีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ และเป็นระบบที่มีความปลอดภัย เป็นต้น

กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมมีภารกิจที่รับผิดชอบอยู่หลายด้านประกอบด้วย งานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ งานด้านการรักษาความปลอดภัยคอมพิวเตอร์ งานด้านการสื่อสาร งานด้านการบริหารคลื่นความถี่ และงานด้านกิจการอวกาศ ซึ่งในงานแต่ละด้านล้วนต้องใช้ทรัพยากรด้าน storage เพื่อสนับสนุนภารกิจทั้งสิ้น ในการปฏิบัติงานมีบ่อยครั้งที่จำเป็นต้องปฏิบัติงานนอกสถานที่และต้องมีการสนับสนุนข้อมูลต่างๆ ให้กับระหว่างผู้ปฏิบัติงานในระดับเดียวกัน หรือแม้กระทั่งระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับผู้บังคับบัญชาซึ่งจะประสบปัญหาหลายประการ เช่น ข้อมูลที่ผู้ปฏิบัติงานนอกสถานที่มีไม่ครบถ้วน ข้อมูลขาดความสมบูรณ์ ข้อมูลไม่ทันสมัยไม่ทันต่อเหตุการณ์ หรือปัญหาในด้านเวลาในการเตรียมข้อมูลก่อนออกปฏิบัติการก็มีไม่เพียงพอมือได้รับคำสั่งที่มีความจำเป็นเร่งด่วนนอกสถานที่ ดังนั้นระบบ cloud computing ซึ่งมีจุดเด่นในหลายๆด้าน ได้แก่ มีความรวดเร็วในการใช้งาน (Agility) ค่าใช้จ่ายต่ำ (Cost) สามารถใช้ได้ด้วยอุปกรณ์ที่หลากหลายและใช้งานทุกสถานที่ (Device and Location Independence) แบ่งการใช้ทรัพยากรให้ผู้ใช้จำนวนมากได้ (Multi-Tenancy) มีความน่าเชื่อถือ (Reliability) มีความยืดหยุ่น (Scalability) มีความปลอดภัย (Security) และมีความมั่นคง (Sustainability) ดังนั้น cloud computing จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำมาแก้ปัญหาในการใช้งานตามที่กล่าวมาได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและพัฒนาระบบ cloud storage ซึ่งเป็นรูปแบบการบริการหนึ่งของเทคโนโลยี cloud computing ขึ้นมาด้วย Hardware 2 แบบคือ ฮาร์ดแวร์ทางกายภาพ (Physical hardware) และฮาร์ดแวร์เสมือน (Virtual hardware) เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพการทำงานของ Server ระบบ cloud computing ที่ทำงานบน Hardware ทั้ง 2 แบบ โดยอาจจะนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นปัจจัยใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมการพัฒนาในระบบ cloud computing ให้ตรงความต้องการภายในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมหรือองค์กรต่างๆได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาระบบเครือข่ายใหม่ที่สามารถนำมาเพิ่มประสิทธิภาพ ศักยภาพ การทำงานให้กับกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ cloud storage ให้มีศักยภาพที่สามารถรองรับความต้องการใช้งานของผู้ใช้งานภายในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมได้
3. สร้างแม่แบบสำหรับศึกษาระบบ cloud storage เพื่อใช้งานในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม และหน่วยงานอื่นในสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมต่อไป

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษา การพัฒนาระบบ cloud storage สำหรับให้บริการกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม โดยใช้โดยใช้อีโอเพ่นซอร์ส

1.3.2 ขอบเขตเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1.3.2.1 เครื่อง Server และ Client สำหรับงานวิจัยนี้ ใช้ Hardware ที่มีการใช้งานอยู่ในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม

1.3.2.2 ด้านซอฟต์แวร์ (Software) ใช้ซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สในการพัฒนาระบบ Cloud storage และ เครื่องมือสำหรับการวัดผลการทดลอง

1.3.2.3 ระบบเครือข่าย Network เป็นระบบเครือข่ายภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพิจารณาปัจจัยด้านทรัพยากรที่จะพัฒนาระบบ Cloud storage สำหรับกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมได้
2. สามารถวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของระบบ Cloud storage ที่พัฒนาขึ้นสำหรับหน่วยงานได้
3. เป็นแนวทางการพัฒนาระบบ Cloud storage เพื่อให้มีศักยภาพที่เหมาะสมกับหน่วยงานต่างๆของสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหมได้

### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ระบบ หมายถึง ระบบ cloud storage ที่ผู้จัดทำเป็นผู้พัฒนา

ทรัพยากร หมายถึง ความเร็วในการประมวลผล หน่วยความจำหลัก หน่วยความจำสำรอง และพื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล

ประสิทธิภาพ หมายถึง การดำเนินการโดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้ได้ตามเป้าหมายที่ต้องการ ความคุ้มค่า หมายถึง ประโยชน์ที่ได้รับเปรียบเทียบกับทรัพยากรที่นำมาใช้

หน่วยงาน หมายถึง กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม

ความต้องการ หมายถึง โจทย์ปัญหาของงานวิจัยต้องการให้ระบบคอมพิวเตอร์แก้ไขหรือตอบปัญหาตามที่ผู้วิจัยกำหนด

บริการ หมายถึง ถือว่าเป็นทรัพยากร โดยในทางกลับกันก็สามารถบอกได้ว่าทรัพยากรก็คือบริการ โดยเฉพาะในระบบ cloud storage แล้วจะใช้คำว่าบริการแทนคำว่าทรัพยากร

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์ทางกายภาพกับฮาร์ดแวร์เสมือน กรณีศึกษา กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม” ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

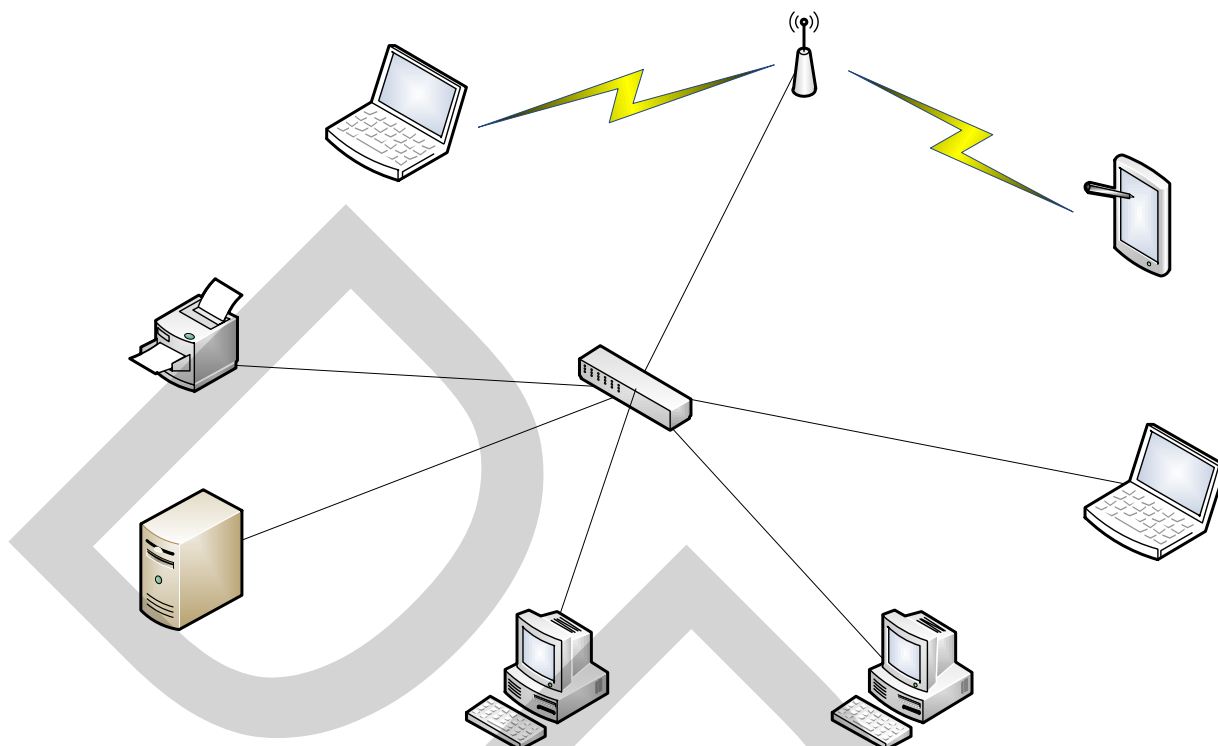
ความหมายของระบบเครือข่าย ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) คือการนำเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆที่ถูกนำมาเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน โดยอาศัยช่องทางการสื่อสารข้อมูลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน (Shared Resource) ภายในเครือข่ายนั้น ซึ่งระบบเครือข่ายนั้นมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กที่เชื่อมต่อกันด้วยคอมพิวเตอร์ 2-3 เครื่อง เพื่อใช้งานในบ้านหรือในองค์กรเล็กๆ ไปจนถึงเครือข่ายขนาดใหญ่ที่มีเชื่อมต่อกันทั่วโลก

##### 2.1.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

###### 2.1.1.1 เครือข่ายเฉพาะที่ (Local Area Network : LAN)

LAN เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เป็นเครือข่ายที่มักพบเห็นกัน ในองค์กร โดยส่วนใหญ่ลักษณะของการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นวง LAN จะอยู่ในพื้นที่อยู่ในบริเวณใกล้ๆ กัน เช่น อยู่ในอาคารเดียวกัน เป็นต้น โดยทั่วไปจะประกอบด้วย Server และ Client โดยจะต้องมีคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ โดยที่ผู้ให้บริการ ซึ่งเป็น Server นั้น จะเป็นผู้ควบคุมระบบว่าจะให้การทำงานเป็นเช่นไร ซึ่งในส่วนของ Server เองจะต้องเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสถานะภาพสูง เช่น ทำงานเร็ว สามารถอ้างหน่วยความจำได้มาก มีระดับการประมวลผลที่ดี และจะต้องเป็นเครื่องที่จะต้องมีการทำงานที่ยาวนาน เพราะ Server จะต้องเปิดให้บริการรองรับการใช้งานอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง (ชาญยศ ปลื้มปิติวิริยะเวช เอกสิทธิ์ เทียมแก้ว และคณะ รوبرู้อเรื่องแลน กรุงเทพฯ, 2537, น.155

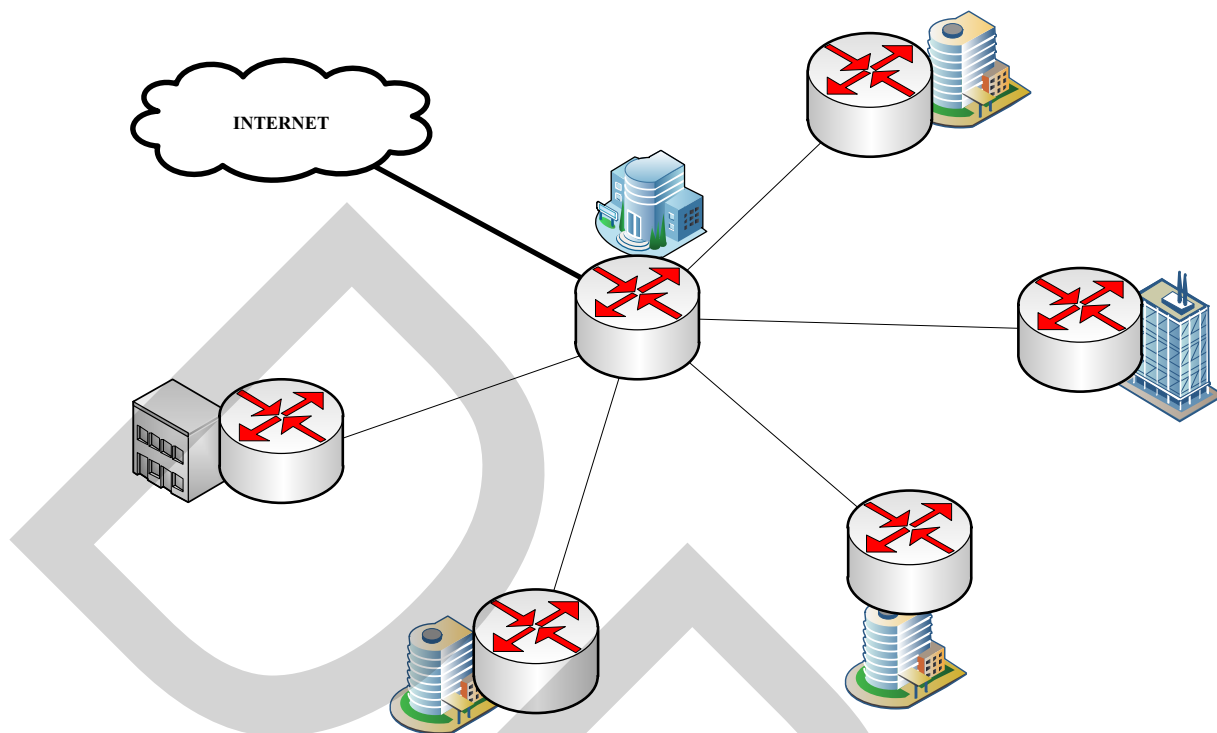




รูปที่ 2.1 ระบบเครือข่าย LAN

#### 2.1.1.2 เครือข่ายเมือง (Metropolitan Area Network : MAN)

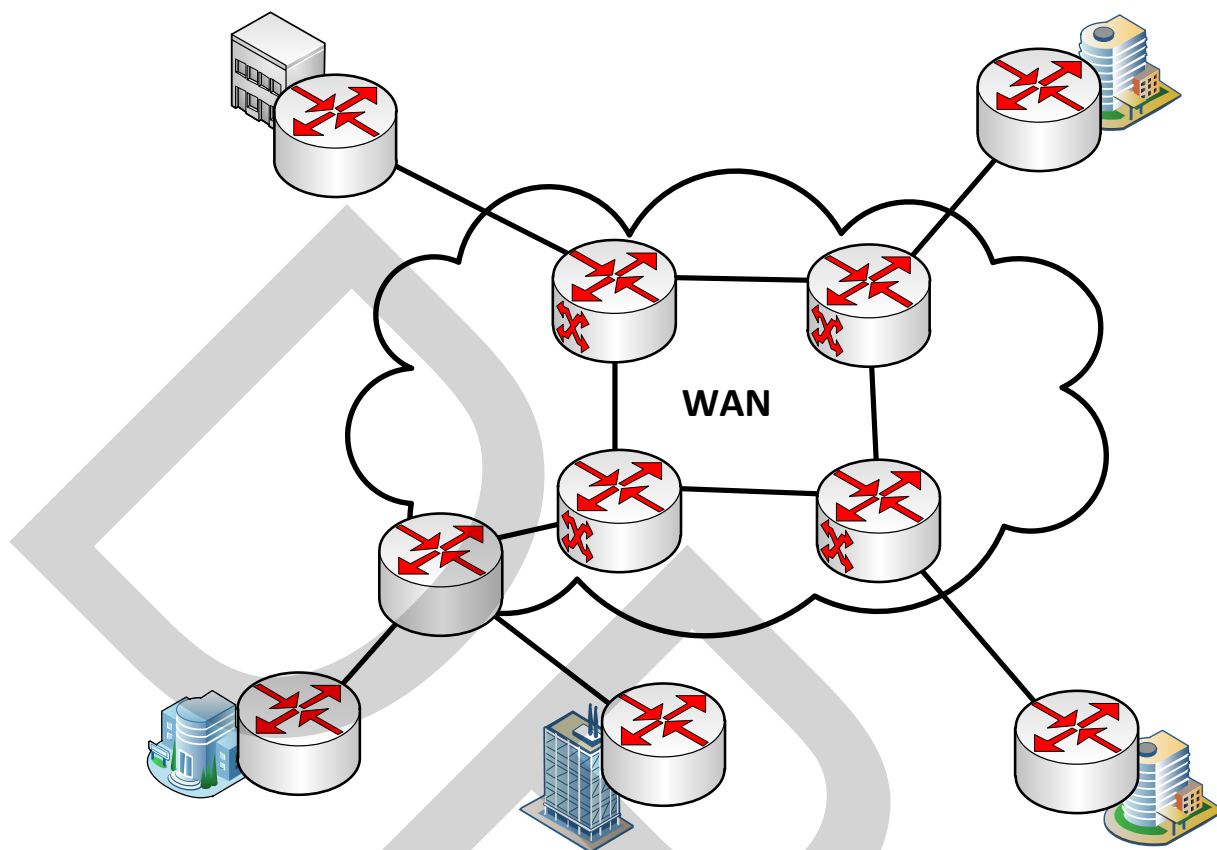
MAN เป็นระบบเครือข่ายที่รวมกลุ่มเครือข่าย LAN ที่นำมาเชื่อมต่อกันเป็นวงที่ใหญ่ขึ้นภายในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยอาจจะเชื่อมต่อกันด้วยระบบการสื่อสารสำหรับสาขาหลาย ๆ แห่งที่อยู่ภายในเขตเมืองเดียวกันหรือจากหลายเมืองที่อยู่ใกล้กัน ซึ่งอาจเป็นบริการภายในหน่วยงานหรือเป็นบริการสาธารณะก็ได้ ตัวอย่างการใช้งานจริง เช่น ภายในมหาวิทยาลัยหรือในสถานศึกษาจะมีระบบ MAN เพื่อเชื่อมต่อระบบแลนของแต่ละคณะวิชาเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายเดียวกัน ในวงกว้าง เทคโนโลยีที่ใช้ในเครือข่าย MAN ได้แก่ ATM, FDDI และ SMDS ระบบเครือข่าย MAN ที่จะ เกิดในอนาคตอันใกล้ ก็ระบบที่จะเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ภายในเมืองเข้าด้วยกันโดยผ่านเทคโนโลยี Wi-Max (<http://regelearning.payap.ac.th/docu/mk380/f2.4.6.htm>)



รูปที่ 2.2 ระบบเครือข่าย MAN

### 2.1.1.3 เครือข่ายบริเวณกว้าง ( Wide Area Network : WAN)

WAN เป็นระบบเครือข่ายที่เป็นเครือข่ายที่ใหญ่ขึ้นไปอีกระดับ โดยเป็นเครือข่ายที่เกิดจากการรวมเครือข่ายทั้ง LAN และ MAN มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายเดียว โดยการ เชื่อมโยงจะผ่านช่องทางการสื่อสารข้อมูลสาธารณะของบริษัทโทรศัพท์หรือ องค์กรโทรศัพท์ของประเทศต่างๆ เช่น สายโทรศัพท์แบบอนาล็อก สายแบบดิจิทัล ดาวเทียม ไมโครเวฟ เป็นต้น ดังนั้นเครือข่ายนี้จึงครอบคลุมพื้นที่ที่กว้าง บางครั้งครอบคลุมไปทั่วประเทศ หรือทั่วโลก อย่างเช่น อินเทอร์เน็ตก็จัดว่าเป็นเครือข่าย WAN ประเภทหนึ่ง แต่เป็นเครือข่ายสาธารณะที่ไม่มีใครเป็นเจ้าของ ( <http://rbu.rbru.ac.th/~bangkom/mnwan.htm>)

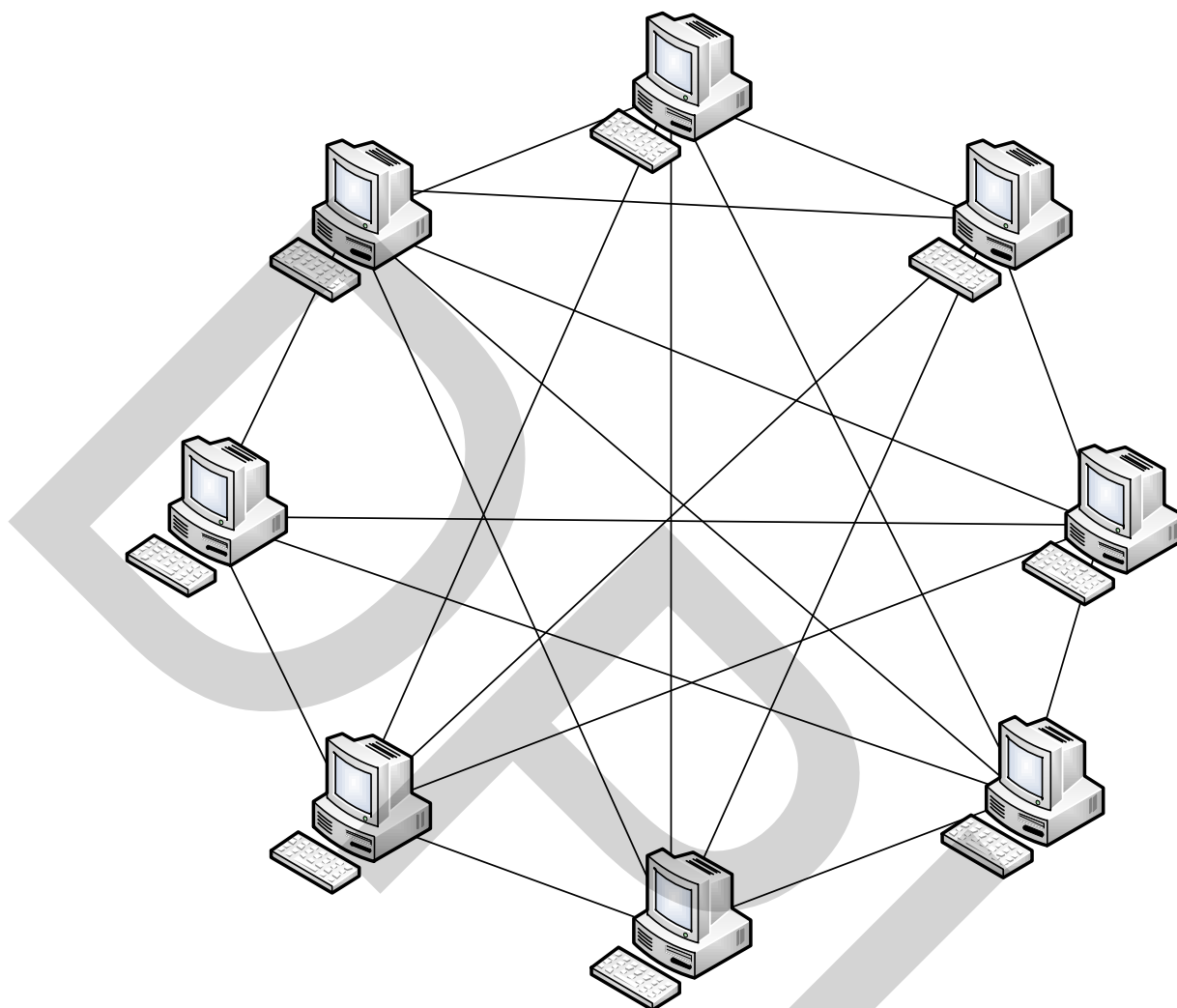


รูปที่ 2.3 ระบบเครือข่าย WAN

## 2.1.2 รูปแบบการใช้งานระบบเครือข่าย

### 2.1.2.1 Peer To Peer

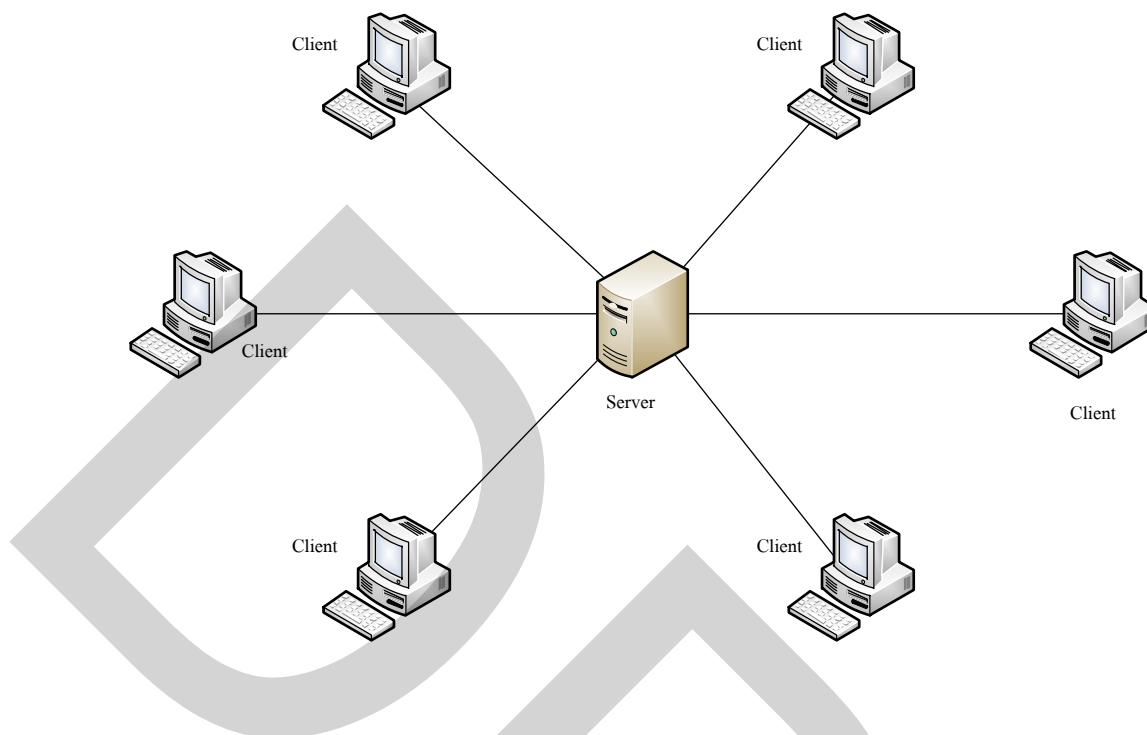
Peer To Peer เป็นประเภทระบบเครือข่ายที่เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องบนระบบเครือข่ายมีฐานะเท่าเทียมกัน คือทุกเครื่องสามารถจะใช้ไฟล์ในเครื่องอื่นได้ และสามารถให้เครื่องอื่นมาใช้ไฟล์ของตนเองได้เช่นกัน ระบบ Peer To Peer มีการทำงานแบบกระจายวิวิธ (Distributed System) โดยจะกระจายทรัพยากรต่างๆ ไปสู่เวิร์กสเตชันอื่นๆ แต่จะมีปัญหาเรื่องการรักษาความปลอดภัย เนื่องจากข้อมูลที่เป็นความลับจะถูกส่งออกไปสู่คอมพิวเตอร์อื่นเช่นกัน โปรแกรมที่ทำงานแบบ Peer To Peer คือ Windows for Workgroup และ Personal Network



รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานแบบ Peer To Peer

#### 2.1.2.2 Client / Server

Client / Server เป็นระบบการทำงานแบบ Distributed Processing หรือการประมวลผลแบบกระจาย โดยจะแบ่งการประมวลผลระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องไคลเอ็นต์ แทนที่แอปพลิเคชันจะทำงานอยู่เฉพาะบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ก็จะแบ่งการคำนวณของโปรแกรมแอปพลิเคชัน มาทำงานบน เครื่องไคลเอ็นต์ด้วย และเมื่อใดที่เครื่องไคลเอ็นต์ต้องการผลลัพธ์ของข้อมูลบางส่วน จะมีการเรียกใช้ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้นำเฉพาะข้อมูลบางส่วนเท่านั้นส่งกลับ มาให้เครื่องไคลเอ็นต์เพื่อทำการ คำนวณข้อมูลนั้นต่อไป



รูปที่ 2.5 แสดงการทำงานแบบ Client / Server

2.1.3 โครงสร้างของเครือข่าย (Network Topology) หมายถึง รูปแบบการจัดวางคอมพิวเตอร์ และการเดินสายสัญญาณคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย รวมถึงหลักการไหลเวียนข้อมูลในเครือข่ายด้วย โดยแบ่งโครงสร้างเครือข่ายหลัก 4 แบบ คือ

2.1.3.1 เครือข่ายแบบบัส (Bus Network) เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยสายเคเบิลยาวต่อเนื่องไปเรื่อยๆ โดยจะมีคอนเน็กเตอร์เป็นตัวเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เข้ากับสายเคเบิล ในการส่งข้อมูล จะมีคอมพิวเตอร์เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่สามารถส่งข้อมูลได้ในช่วงเวลาหนึ่งๆ การจัดส่งข้อมูลวิธีนี้จะต้องกำหนดวิธีการ ที่จะไม่ให้ทุกสถานีส่งข้อมูลพร้อมกัน เพราะจะทำให้ข้อมูลชนกัน วิธีการที่ใช้อาจแบ่งเวลาหรือให้แต่ละสถานีใช้ความถี่ สัญญาณที่แตกต่างกัน การเซตอัปเครื่องเครือข่ายแบบบัสนี้ทำได้ไม่ยากเพราะคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์แต่ละชนิด ถูกเชื่อมต่อด้วยสายเคเบิลเพียงเส้นเดียวโดยส่วนใหญ่เครือข่ายแบบบัส มักจะใช้ในเครือข่ายขนาดเล็ก ซึ่งอยู่ในองค์กรที่มีคอมพิวเตอร์ใช้ไม่มากนัก

2.1.3.2 เครือข่ายแบบดาว (Star Network) เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ เข้ากับอุปกรณ์ที่เป็น จุดศูนย์กลาง ของเครือข่าย โดยการนำสถานีต่าง ๆ มาต่อรวมกันกับหน่วยสลับสายกลางการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีจะกระทำได้ด้วยการ ติดต่อผ่านทางวงจรของหน่วยสลับสาย

กลางการทำงานของหน่วยสลับสายกลางจึงเป็นศูนย์กลางของการติดต่อ วงจรเชื่อมโยงระหว่างสถานีต่าง ๆ ที่ต้องการติดต่อกัน

2.1.3.3 เครือข่ายแบบวงแหวน (Ring Network) เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิลยาวเส้นเดียว ในลักษณะวงแหวน การรับส่งข้อมูลในเครือข่ายวงแหวน จะใช้ทิศทางเดียวเท่านั้น เมื่อคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งส่งข้อมูล มันก็จะส่งไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องถัดไป ถ้าข้อมูลที่ได้รับมาไม่ตรงตามที่คอมพิวเตอร์เครื่องต้นทางระบุ มันก็จะส่งผ่านไปยัง คอมพิวเตอร์เครื่องถัดไปซึ่งจะเป็นขั้นตอนอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงคอมพิวเตอร์ปลายทางที่ถูกระบุตามที่อยู่จากเครื่องต้นทาง

2.1.3.4 เครือข่ายแบบเมช (Mesh Network) เป็นเครือข่ายที่มีการทำงานที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะต้องมีช่องรับ-ส่งสัญญาณจำนวนมาก สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องอื่นๆ ทุกเครื่อง โครงสร้างนี้เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะส่งข้อมูลได้อิสระไม่ต้องรอการส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ทำให้การส่งข้อมูลมีความรวดเร็ว แต่ค่าใช้จ่ายสายสัญญาณก็สูงด้วยเช่นกัน

2.1.4 ประโยชน์ของการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ การใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีประโยชน์มากมายหลายประการ เช่น

2.1.4.1 การแลกเปลี่ยนข้อมูลทำได้ง่าย การแลกเปลี่ยนข้อมูลในที่นี้ หมายถึงการที่ผู้ใช้ในเครือข่าย สามารถที่จะดึงข้อมูลจากส่วนกลาง หรือข้อมูลจากผู้ใช้คนอื่นมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว และสะดวกเหมือนกับการดึงข้อมูลมาใช้จากเครื่องของตนเอง

2.1.4.2 ใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ เพราะอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายนั้น ถือเป็นทรัพยากรส่วนกลาง ที่ผู้ใช้ในเครือข่ายทุกคนสามารถใช้ได้ โดยการสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของตัวเองผ่านเครือข่ายไปยังอุปกรณ์นั้น ๆ

2.1.4.3 ใช้โปรแกรมร่วมกันได้ ผู้ใช้ในเครือข่ายสามารถใช้โปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ส่วนกลาง โดยไม่จำเป็นต้องจัดซื้อโปรแกรมทุกชุดสำหรับคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องนอกจากนั้นยังประหยัดพื้นที่ในฮาร์ดดิสก์ในการเก็บไฟล์โปรแกรมของแต่ละเครื่องด้วย

2.1.4.4 ติดต่อสื่อสารได้สะดวกและรวดเร็ว เครือข่ายนับว่าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเพื่อนร่วมงานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะอยู่ห่างไกลกันก็ตาม

## 2.2 ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux)

ลินุกซ์ (Linux) และรู้จักในชื่อ กนู/ลินุกซ์ (GNU/Linux) โดยทั่วไปเป็นคำที่ใช้ในความหมายที่หมายถึงระบบปฏิบัติการแบบยูนิกซ์ โดยใช้ลินุกซ์ เคอร์เนล เป็นศูนย์กลางทำงานร่วมกับไลบรารีและเครื่องมืออื่น ลินุกซ์เป็นตัวอย่างหนึ่งในฐานะซอฟต์แวร์เสรี และซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่ประสบความสำเร็จและมีชื่อเสียง ทุกคนสามารถดูหรือนำโค้ดของลินุกซ์ไปใช้งานแก้ไข และแจกจ่ายได้อย่างเสรี ลินุกซ์นิยมจำหน่ายหรือแจกฟรีในลักษณะเป็นแพคเกจ โดยผู้จัดทำจะรวมซอฟต์แวร์สำหรับใช้งานในด้านอื่นเป็นชุดเข้าด้วยกัน

เริ่มแรกของของลินุกซ์พัฒนาและใช้งานในเฉพาะกลุ่มผู้ที่สนใจ ซึ่งในปัจจุบันลินุกซ์ได้รับความนิยมเนื่องมาจากระบบการทำงานที่เป็นอิสระ ปลอดภัย เชื่อถือได้ และราคาต่ำ จึงได้มีการพัฒนาจากองค์กรต่าง ๆ เช่น ไอบีเอ็ม ฮิวเลตต์-แพคการ์ด และ โนวเวลล์ ใช้สำหรับในระบบเซิร์ฟเวอร์และพีซี เริ่มแรกลินุกซ์พัฒนาสำหรับใช้กับเครื่อง อินเทล 386 ไมโครโปรเซสเซอร์ หลังจากที่ได้รับคามนิยมปัจจุบัน ลินุกซ์ได้พัฒนารับรองการใช้งานของระบบสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ในระบบต่าง ๆ รวมถึงในโทรศัพท์มือถือ และกล้องวิดีโอ

ลินุกซ์มีสัญญาอนุญาตแบบ GPL ซึ่งเป็นสัญญาอนุญาตที่กำหนดให้ผู้ให้นำโค้ดไปใช้ต้องใช้สัญญาอนุญาตแบบเดิมคือใช้สัญญาอนุญาต GPL เช่นเดียวกัน ซึ่งลักษณะสัญญาอนุญาตแบบนี้เรียกว่า copyleft

### 2.2.1 ประวัติ

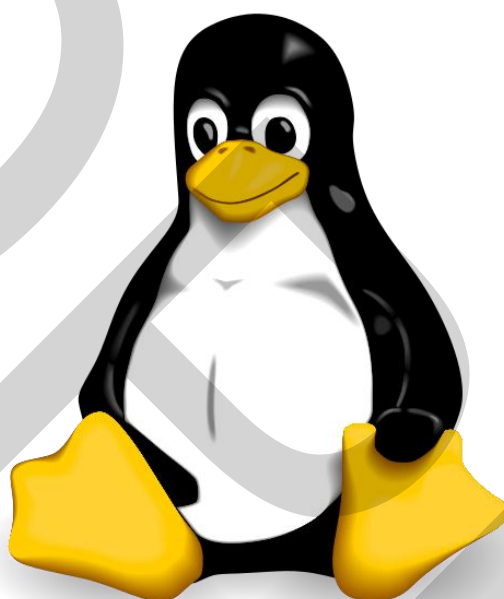
ผู้เริ่มพัฒนาลินุกซ์ เคอร์เนลเป็นคนแรก คือ ลินุส โตร์วัลดส์ (Linus Torvalds) ชาวฟินแลนด์ เมื่อสมัยที่เขายังเป็นนักศึกษาคอมพิวเตอร์ ที่มหาวิทยาลัยเฮลซิงกิ โดยแรกเริ่ม ริชาร์ด สตอลแมน (Richard Stallman) ได้ก่อตั้งโครงการกนูขึ้นในปี พ.ศ. 2526 จุดมุ่งหมายโครงการกนู คือ ต้องการพัฒนาระบบปฏิบัติการคล้ายยูนิกซ์ที่เป็นซอฟต์แวร์เสรีทั้งระบบ ราวช่วง พ.ศ. 2533 โครงการกนูมีส่วนโปรแกรมที่จำเป็นสำหรับระบบปฏิบัติการเกือบครบทั้งหมด ได้แก่ คลังโปรแกรม (Libraries) คอมไพเลอร์ (Compiler) โปรแกรมแก้ไขข้อความ (Text Editor) และเปลือกระบบยูนิกซ์ (Shell) ซึ่งขาดแต่เพียงเคอร์เนล (Kernel) เท่านั้น ในพ.ศ. 2533 โครงการกนูได้พัฒนาเคอร์เนลชื่อ Hurd เพื่อใช้ในระบบกนูซึ่งในขณะนั้นมีปัญหาเกี่ยวกับความเร็วในการประมวลผล

ในพ.ศ. 2534 โตร์วัลดส์เริ่มโครงการพัฒนาเคอร์เนล ขณะศึกษาในมหาวิทยาลัยแล้ว โดยอาศัย Minix ซึ่งเป็นระบบที่คล้ายกับ Unix ซึ่งมากับหนังสือเรื่องการออกแบบระบบปฏิบัติการมาเป็นต้นแบบในการเขียนขึ้นมาใหม่ โดย Torvalds เขาพัฒนาโดยใช้ IA-32 assembler และภาษาซี คอมไพล์เป็นไฟล์ไบนารีและบูทจากแผ่นฟลอปปีดิสก์ เขาได้พัฒนามาเรื่อยๆจนกระทั่งสามารถ

บุทตัวเองได้ (กล่าวคือสามารถคอมไพล์ภายในลินุกซ์ได้เลย) และในปัจจุบันมีนักพัฒนาจากพันกว่าคนทั่วโลกได้เข้ามามีส่วนรวมในการพัฒนาโครงการ Eric S. Raymond ได้ศึกษากระบวนการพัฒนาดังกล่าวและเขียนบทความเรื่อง The Cathedral and the Bazaar

ในรุ่น 0.01 นี้ถือว่ามีเครื่องมือที่เพียงพอสำหรับระบบ POSIX ที่ใช้เรียก ลินุกซ์ ที่รันกับ กนู Bash Shell และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและอย่างรวดเร็ว

โตร้วัดคส์ยังคงมุ่งมั่นพัฒนาระบบต่อไป ซึ่งต่อมาก็สามารถรันบน X Window System และมีการเลือกนกเพนกวินที่ชื่อ Tux ให้เป็นตัวนำโชคหรือ Mascot ของระบบลินุกซ์



รูปที่ 2.6 Tux นกเพนกวินที่เป็นตัวนำโชคหรือ Mascot ของระบบลินุกซ์

ที่มา : <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tux.svg>

### 2.2.2 การใช้งาน

การใช้งานดั้งเดิมของลินุกซ์ คือ ใช้เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ แต่จากราคาที่ต่ำ ความยืดหยุ่น พื้นฐานจากยูนิกซ์ ทำให้ลินุกซ์เหมาะกับงานหลาย ๆ ประเภท

ลินุกซ์ ถือเป็นส่วนสำคัญของซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์ที่เรียกว่า LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP/Python ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และพบมากที่สุดระบบหนึ่ง ตัวอย่างซอฟต์แวร์ซึ่งพัฒนาสำหรับระบบนี้คือ มีเดียวิกิ ซอฟต์แวร์สำหรับวิกิพีเดีย



เนื่องจากราคาที่ต่ำและการปรับแต่งได้หลากหลาย ลินุกซ์ถูกนำมาใช้ในระบบฝังตัว เช่นเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ ลินุกซ์เป็นคู่แข่งที่สำคัญของ ซิมเบียนโอเอส ซึ่งใช้ในโทรศัพท์มือถือจำนวนมาก และใช้แทนวินโดวส์ซีอี และปาล์มโอเอส บนเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา เครื่องบันทึกวิดีโอก็ใช้ลินุกซ์ที่ดัดแปลงเป็นพิเศษ ไฟร์วอลล์ และเราเตอร์หลายรุ่น เช่นของ Linksys ใช้ลินุกซ์และขีดความสามารถเรื่องทางเครือข่ายของมัน

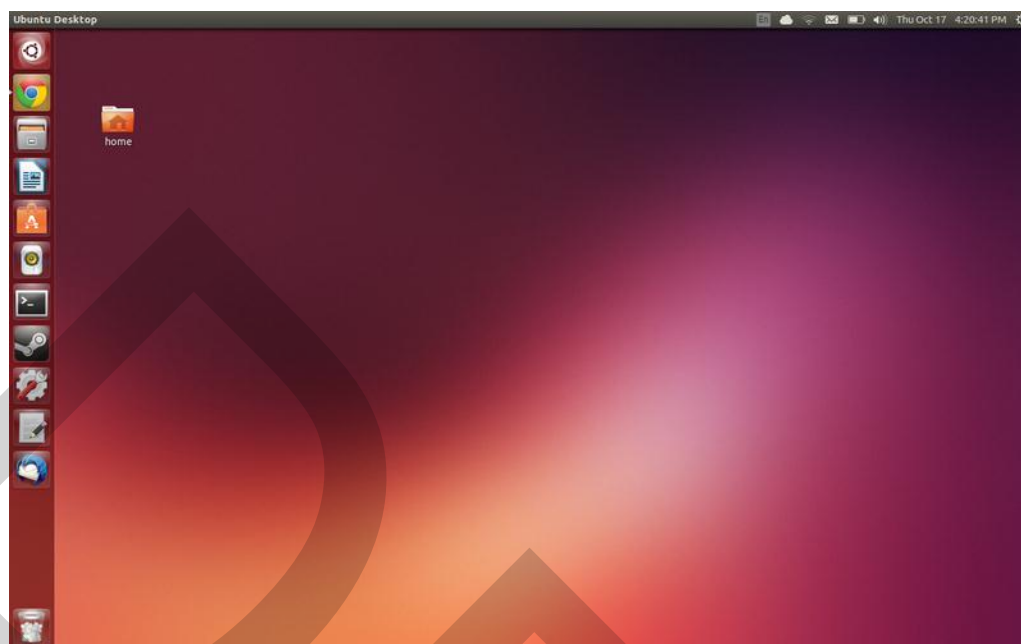
ระยะหลังมีการใช้ลินุกซ์เป็นระบบปฏิบัติการของซูเปอร์คอมพิวเตอร์มากขึ้น ในรายชื่อซูเปอร์คอมพิวเตอร์ TOP500 ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2548 เครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดสองอันดับแรกใช้ลินุกซ์ และจาก 500 ระบบ มีถึง 371 ระบบ (คิดเป็น 74.2%) ให้ลินุกซ์แบบใดแบบหนึ่ง

เครื่องเล่นเกม โซนี่ เพลย์สเตชัน 3 ที่ออกในปี พ.ศ. 2549 รันลินุกซ์ โซนียังได้ปล่อย PS2 Linux สำหรับใช้กับเพลย์สเตชัน 2 อีกด้วย ผู้พัฒนาเกมอย่าง Atari และ id Software ก็เคยออกซอฟต์แวร์เกมบนลินุกซ์มาแล้ว (<http://th.wikipedia.org/wiki/Linux>)

### 2.3 อุบุนตุ(UBUNTU)

อุบุนตุ (Ubuntu) เป็นระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิดซึ่งมีพื้นฐานบนลินุกซ์ดิสทริบิวชันที่พัฒนาต่อมาจากเดเบียน การพัฒนาสนับสนุนโดยบริษัท Canonical Ltd ซึ่งเป็นบริษัทของนายมาร์ก ชัทเทิลเวิร์ธ ชื่อของดิสทริบิวชันนั้นมาจากคำในภาษาซูลู และภาษาโคซา (ภาษาในแอฟริกาใต้) ว่า Ubuntu ซึ่งมีความหมายในภาษาอังกฤษคือ "humanity towards others"

อุบุนตุต่างจากเดเบียนตรงที่ออกรุ่นใหม่ทุก 6 เดือน และแต่ละรุ่นจะมีระยะเวลาในการสนับสนุนเป็นเวลา 18 เดือน รุ่นปัจจุบันของ Ubuntu คือ 13.10 ซึ่งซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่รวมมาใน อุบุนตุนั้นเป็นซอฟต์แวร์เสรีเกือบทั้งหมด(มีบางส่วนที่เป็นลิขสิทธิ์ เช่น ไดรเวอร์) โดยจุดมุ่งหมายหลักของ อุบุนตุคือเป็นระบบปฏิบัติการสำหรับคนทั่วไป ที่มีโปรแกรมทันสมัยและมีเสถียรภาพในระดับที่ยอมรับได้



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างหน้าจอระบบปฏิบัติการอูบุนตุ(UBUNTU)

ที่มา : <http://th.wikipedia.org/>

### 2.3.1 ประวัติและลำดับการพัฒนา

Ubuntu เปิดตัวเป็นครั้งแรกเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม ค.ศ. 2004 โดยเริ่มจากการแยกตัวชั่วคราวออกมาทำจากโครงการ Debian GNU/Linux เมื่อเสร็จสิ้นคราวนั้นแล้วก็ได้มีการออกตัวใหม่ๆ ทุก 6 เดือน และมีการอัปเดตระบบอยู่เรื่อยๆ Ubuntu เวอร์ชันใหม่ๆ ที่ออกมาก็ได้ใช้ GNOME เวอร์ชันล่าสุดเข้าไปด้วย โดยแผนการเปิดตัวทุกครั้งจะออกหลังจาก GNOME ออกหนึ่งเดือน ซึ่งตรงข้ามกับทางฝั่งที่แยกออกมาจาก Debian อื่นๆ เช่นพวก MEPIS, Xandros, Linspire, Progeny และ Libranet ทั้งหมดล้วนมีกรรมสิทธิ์ และไม่เปิดเผย Code ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ในรูปแบบธุรกิจ Ubuntu เป็นตัวปิดฉากหลักการของ Debian และมีการใช้งานฟรีมากที่สุดในเวลานี้

โลโก้ของ Ubuntu ยังคงใช้รูปแบบเดิมตั้งแต่เปิดตัวครั้งแรก ซึ่งสร้างโดย แอนดี ฟิสลิมอน ฟอนต์ ได้รับการแจกมาจาก Lesser General Public License แล้วก็ได้มาเป็นโลโก้ Ubuntu



# ubuntu

รูปที่ 2.8 โลโก้ของ Ubuntu

ที่มา : <http://iambingko.blogspot.com/2011/07/ubuntu.html>

ส่วนประกอบต่างๆของ Ubuntu ส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจากความไม่แน่นอนของ Debian โดยทั้งสองใช้ Debian's deb package format และ APT/Synaptic เป็นตัวจัดการการติดตั้งส่วนประกอบต่างๆ

Ubuntu ร่วมมือกับ Debian ในการผลักดันให้เปลี่ยนกลับไปเป็น Debian ถึงแม้ว่าได้มีการวิพากษ์วิจารณ์ว่าไม่น่าจะเป็นไปได้ ส่วนประกอบของทั้งสองไม่สามารถเข้ากันได้ ผู้พัฒนา Ubuntu หลายคนว่ามีตัวจัดการรหัสของส่วนประกอบของ Debian อยู่ภายในตัวมันเอง อย่างไรก็ตาม เมื่อดัก ผู้คิดค้น Debian ได้วิจารณ์ในเรื่องความเข้ากันไม่ได้ในหลายๆอย่าง ระหว่างส่วนประกอบของ Ubuntu กับ Debian กล่าวไว้ว่า Ubuntu แตกต่างเป็นอย่างมากจาก Debian ในเรื่องความเข้ากันได้

นั่นคือแผนการที่จะแตกแยกโดยมีชื่อเรียกว่า Grumpy Groundhog มันควรจะมั่นคงแน่นอนในการพัฒนาและทดสอบ ผลักดันให้ซอร์สโค้ด ออกไปโดยตรงจาก การควบคุมการแก้ไขของโปรแกรมต่างๆ และ โปรแกรมประยุกต์นั้นก็ได้ออนย้ายไปเป็นส่วนของ Ubuntu นั่นควรจะอนุญาตให้เหล่าpower users และ upstream developers ในการทดสอบโปรแกรมส่วนบุคคล พวกเขาน่าจะทำได้ทำหน้าที่ ถ้าโปรแกรมได้ถูกกำหนดเป็นส่วนประกอบที่ได้ทำการแจกจ่ายแล้ว นอกจากนี้แล้วยังต้องการที่จะสร้างส่วนประกอบขึ้นมาด้วยตัวของพวกเขาเอง มันควรจะสามารถจัดเตรียมล่วงหน้า ก่อนคำเตือนของการสร้างที่ผิดพลาด บนโครงสร้างที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นการเตรียมการเอาไว้ของ กัมไปร์ กราวฮ็อก ร่วมมือกับ Debian Unstable ทุกๆ 6 เดือน และ กัมไปร์ กราวฮ็อก ได้ทำให้เป็นซอฟต์แวร์แบบสาธารณะแล้ว

ปัจจุบัน Ubuntu ได้รับเงินทุนจาก บริษัท Canonical ในวันที่ 8 กรกฎาคม ค.ศ. 2005 นายมาร์ก ชัทเทิลเวิร์ธ และ บริษัท Canonical ประกาศสร้าง Ubuntu Foundation และเริ่มให้ทุนสนับสนุน 10 ล้านดอลลาร์สหรัฐ จุดมุ่งหมายของการริเริ่มที่แน่นอนว่าจะสนับสนุนและพัฒนาเวอร์ชันต่อไปข้างหน้าของ Ubuntu แต่ในปี ค.ศ. 2006 จุดมุ่งหมายก็ได้หยุดลง นาย มาร์ก ชัทเทิลเวิร์ธ กล่าวว่าจุดมุ่งหมายที่จะได้เงินทุนฉุกเฉินจากความสัมพันธ์กับบริษัท Canonical คงจบลง

ในช่วงเดือน กรกฎาคม ค.ศ. 2007 ได้มี Ubuntu Live 2007 ขึ้น นายมาร์ก ชัทเทิลเวิร์ธ ประกาศว่า Ubuntu 8.04 (กำหนดการออกเดือนเมษายน ค.ศ. 2008) จะมีการสนับสนุน Long Term Support (LTS) เขาได้ดึงบริษัท Canonical มาเป็นคณะกรรมการในการออกเวอร์ชันการสนับสนุน LTS ใหม่ ๆ ทุกๆ 2 ปี

### 2.3.2 ความสามารถสำคัญ

นักพัฒนา Ubuntu จำนวนมากมาจากชุมชนเดเบียนและ GNOME โดยการออก Ubuntu รุ่นใหม่จะตรงกับรุ่นใหม่ของ GNOME อยู่เสมอ มีนักพัฒนาอีกหลายกลุ่มพยายามที่จะใช้ KDE กับ Ubuntu และทำให้เกิดโครงการ Kubuntu ขึ้น นอกจากนี้ยังมีโครงการ Xubuntu สำหรับ XFCE และตัว Shuttleworth เองยังประกาศโครงการ Gnubuntu ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์เสรีทั้งหมด ตามอุดมคติของริชาร์ด สตอลแมน และโครงการ Edubuntu ซึ่งเป็นลินุกซ์ที่ใช้ภายในโรงเรียน โดยมีความสามารถสำคัญ ดังนี้

1. Ubuntu นั้นเน้นในเรื่องความง่ายในการใช้งานเป็นหลัก ใช้เครื่องมือ sudo สำหรับงานบริหารระบบ เช่นเดียวกับ Mac OS X

2. รองรับการทำงานกับทั้ง CPU ชนิด 32bit , 64bit และ CPU แบบ ARM

3. รูปแบบการติดตั้งแบบ Live CD ที่รันระบบปฏิบัติการจากแผ่นซีดี ให้ทดลองใช้ก่อนการติดตั้งจริง

4. รูปแบบการติดตั้งแบบ Live USB ที่รันระบบปฏิบัติการจากแฟลชเมมโมรี่ ให้ทดลองใช้ก่อนการติดตั้งจริง

5. ทุกโครงการของ Ubuntu นั้นไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ผู้ใช้ทุกคนจากทุกประเทศสามารถขอรับซีดี Ubuntu ได้ฟรี (ทาง Ubuntu จะเป็นฝ่ายเสียค่าจัดส่งให้ทางไปรษณีย์) ได้ชื่อโครงการ Ubuntu Shipit โครงการนี้ยังแบ่งย่อยเป็น Kubuntu Shipit, และ Edubuntu Shipit ด้วย แต่ทว่า Edubuntu ShipIt ได้ปิดตัวลงไปตั้งแต่ออกเวอร์ชัน 8.10 มา

6. ส่วนติดต่อผู้ใช้หลังจากติดตั้งเสร็จจะเป็นสีน้ำตาลและส้ม ใช้ชื่อชุดตกแต่งนี้ว่า Human ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ แต่ในเวอร์ชัน 10.04 ได้เปลี่ยนโทนสีทั้งหมดเป็นสีดำ ม่วงและส้ม

7. ใช้ระบบ APT และ Synaptic ในการจัดการโปรแกรมของระบบ

8. ลินุกซ์ทะเล (Linux TLE) ซึ่งเป็นลินุกซ์ที่พัฒนาโดยคนไทย ก็ได้ใช้ Ubuntu เป็นฐานในการพัฒนา ตั้งแต่ลินุกซ์ทะเลเวอร์ชัน 8.0 เป็นต้นมา

### 2.3.3 ความต้องการของระบบ

ในที่สุดเวอร์ชันที่ผ่านการนำมาให้ใช้งานของ Ubuntu นั้นสนับสนุนสถาปัตยกรรม Intel x86 และ AMD64 ของเครื่องเดสก์ทอปที่มีออกมา และ สถาปัตยกรรม Intel x86, AMD64 และ SPARC ของเครื่องแม่ข่าย แต่ก็ยังไม่สนับสนุนสถาปัตยกรรมของ PowerPC (ในเวอร์ชัน 7.04 นั้นก็ยังมีข้อยกเว้นที่สนับสนุนสถาปัตยกรรม PowerPC), IA-64 (Itanium) และ เครื่องเล่นเกม PlayStation 3 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นเก่าๆที่ไม่ได้อยู่ในระบบที่แนะนำก็ยังมี Xubuntu, ที่มีพื้นฐานมาจาก Xfce, ที่ต้องการ หน่วยความจำหลัก และพื้นที่ว่างเพียงครึ่งเดียวที่แนะนำ

#### 3.3.3.1 Server Edition

เครื่องที่เก่ามากๆก็เป็นที่ไปได้ที่จะลงระบบปฏิบัติการนี้ได้ (เช่น 75 MHz Pentium หน่วยความจำหลัก 32 MB), ระบบขั้นต่ำที่แนะนำที่ได้ประสิทธิภาพที่สุด ดังนี้

1. ไมโครโปรเซสเซอร์ 300 MHz สถาปัตยกรรม x86
2. หน่วยความจำหลัก 64 MB
3. พื้นที่ Hard disk 500 MB
4. การ์ดแสดงผลได้ที่ความละเอียด 640×480 pixel
5. ไดรฟ์ CD-ROM

#### 3.3.3.2 Desktop Edition

สำหรับรุ่นที่ใช้กับเครื่องเดสก์ทอปนั้นมีการแนะนำระบบขั้นต่ำที่ได้ประสิทธิภาพที่สุด ดังนี้

1. ไมโครโปรเซสเซอร์ 500 MHz สถาปัตยกรรม x86
2. หน่วยความจำหลัก 192 MB
3. พื้นที่ Hard disk 8 GB (ในการติดตั้งจริงต้องการ 4 GB)
4. การ์ดแสดงผลได้ที่ความละเอียด 1024×768 pixel
5. การ์ดประมวลผลทางเสียง (ถ้ามี)
6. การ์ดเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์ก

ที่มา : <http://th.wikipedia.org/wiki/>

## 2.4 LAMP

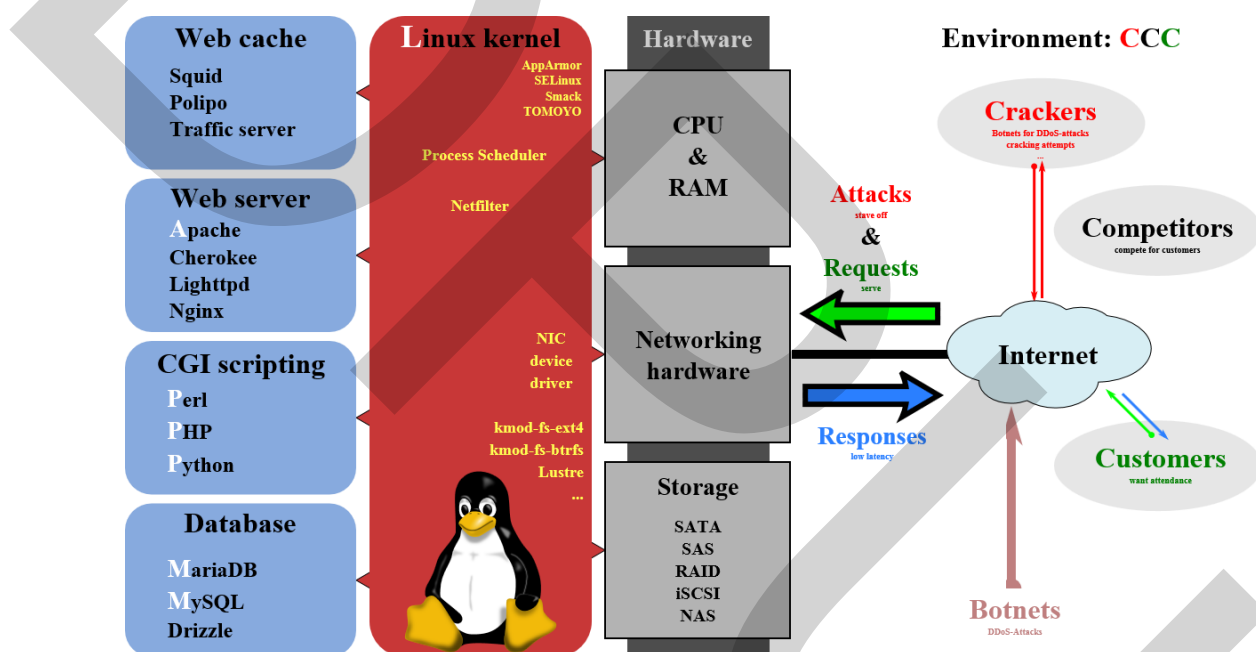
LAMP เป็นอักษรย่อของชุดซอฟต์แวร์เสรีสำหรับการทำเว็บไซต์ โดยเป็นการย่อมาจาก

1. L เป็นตัวย่อของ Linux คือระบบปฏิบัติการ Linux
2. A เป็นตัวย่อของ Apache คือ โปรแกรมที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานเป็น web server

server

3. M เป็นตัวย่อของ MySQL คือ เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

4. P เป็นตัวย่อของ PHP (บางครั้งอาจหมายถึง Perl หรือ Python) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์



รูปที่ 2.9 รูปลักษณะการทำงานของ LAMP

ที่มา : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/LAMP\\_software\\_bundle.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/LAMP_software_bundle.svg)

LAMP คืออะไร เป็นชุดโปรแกรมสำหรับระบบปฏิบัติการ Linux ที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็น web server. ซึ่ง LAMP ก็เป็นที่นิยมในวงกว้างเนื่องจากค่าใช้จ่ายของตัวซอฟต์แวร์มีราคาต่ำมาก (เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์เสรี) และชุด LAMP สามารถหาได้ง่าย (ผนวกมากับ Linux Distribution แทบทุกยี่ห้อ)

ผู้ที่คิดคำว่า LAMP เป็นครั้งแรกคือ Michael Kunze ซึ่งเขียนลงในนิตยสารคอมพิวเตอร์ ภาษาเยอรมันตั้งแต่ ค.ศ. 1998 โดยบทความนั้นแสดงการใช้งานซอฟต์แวร์เสรีร่วมกัน เพื่อทดแทนซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ราคาแพง ความนิยมของ LAMP ทำให้เกิดคำศัพท์เรียกทำนองเดียวกันอีกมาก ตัวอย่างเช่น WAMP (W แทนระบบปฏิบัติการ Windows) เป็นต้น (<http://th.wikipedia.org/wiki/LAMP>)

## 2.5 Apache web server

อาปาเช่ เว็บเซิร์ฟเวอร์ (อังกฤษ: Apache HTTP Server) คือซอฟต์แวร์สำหรับเปิดให้บริการเซิร์ฟเวอร์บนโพรโทคอล HTTP โดยสามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ

ที่มาของชื่อ Apache มาจากกลุ่มคนที่ช่วยสร้างแพตช์ไฟล์สำหรับโครงการ NCSA httpd 1.3 ซึ่งกลายมาเป็นที่มาของชื่อ A PAtCHy server และในอีกความหมายหนึ่งยังกล่าวถึงเผ่าอะแพชีหรืออาปาเช่ ซึ่งเป็นเผ่าอินเดียนแดงที่มีความสามารถในการรบสูง



รูปที่ 2.10 รูปภาพสัญลักษณ์ของ Apache web server

ที่มา : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/th/7/7a/Apache\\_logo\\_small.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/th/7/7a/Apache_logo_small.gif)

### 2.5.1 ประวัติ Apache web server

Apache พัฒนามาจาก HTTPD Web Server ที่มีกลุ่มผู้พัฒนาอยู่ก่อนแล้ว โดย ร็อบ แม็คคูล (Rob McCool) ที่ NCSA (National Center for Supercomputing Applications) มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ เออร์แบนา-แชมเปญจน์ สหรัฐอเมริกา แต่หลังจากที่ แม็คคูล ออกจาก NCS และหันไปให้ความสนใจกับโครงการอื่นๆ มากกว่าทำให้ HTTPD เว็บเซิร์ฟเวอร์ ถูกปล่อยทิ้ง ไม่มีผู้พัฒนาต่อ แต่เนื่องจากเป็นซอร์ฟแวร์ที่อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์ กนู คือ ทุกคนมีสิทธิ์ที่จะนำเอา

ซอร์สโค้ดไปพัฒนาต่อได้ ทำให้มีผู้ใช้กลุ่มหนึ่งได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาเพื่ออุดช่องโหว่ ที่มีอยู่เดิม (หรือ แพช) และยังได้รวบรวมเอาข้อมูลการพัฒนา และการแก้ไขต่างๆ แต่ข้อมูลเหล่านี้ อยู่ตามที่แตกต่างกัน ไม่ได้รวมอยู่ในที่เดียวกัน จนในที่สุด ไบอัน บีเลนดอร์ฟ (Brian Behlendorf) ได้สร้างจดหมายกลุ่ม (mailing list) ขึ้นมาเพื่อนำเอาข้อมูลเหล่านี้เข้าไปเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ สามารถเข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้ง่ายยิ่งขึ้น และในที่สุด กลุ่มผู้พัฒนาได้เรียกตัวเองว่า กลุ่มอาปาเช่ (Apache Group) และได้ปล่อยซอฟต์แวร์ HTTPD เว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่พัฒนาโดยการ นำเอาแพชหลายๆ ตัวที่ผู้ใช้ได้พัฒนาขึ้นเพื่อปรับปรุงการทำงานของซอฟต์แวร์ตัวเดิม ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539 Apache ได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ จนปัจจุบันได้รับความนิยม เป็นอันดับหนึ่ง มีผู้ใช้งาน อยู่ประมาณ 65% ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการอยู่ทั้งหมด

#### 2.5.2 ความสามารถ Apache web server

การที่อาปาเช่เป็นซอฟต์แวร์ที่อยู่ในลักษณะของ โอเพ่นซอร์ส ที่เปิดให้บุคคลทั่วไป สามารถเข้ามาร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของอาปาเช่ได้ ซึ่งทำให้เกิดเป็น โมดูล ที่เกิดประโยชน์มากมาย เช่น mod\_perl, mod\_python หรือ mod\_php ซึ่งเป็น โมดูลที่ทำให้อาปาเช่สามารถใช้ประโยชน์ และ ทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ แทนที่จะเป็นเพียงเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเพียงแค่อะพชีเอ็มแอล อย่าง เดียว นอกจากนี้อาปาเช่เองยังมีความสามารถอื่นๆ ด้วย เช่น การยืนยันตัวตนบุคคล (mod\_auth, mod\_access, mod\_digest) หรือเพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารผ่าน โพรโทคอล https (mod\_ssl) นอกจากนี้ ก็ยังมีโมดูลอื่นๆ ที่ได้รับความนิยมใช้ เช่น mod\_vhost ทำให้สามารถสร้างโฮสต์เสมือน www.sample.com, wiki.sample.com, mail.sample.com หรือ www.ilovewiki.org ภายในเครื่อง เดียวกันได้ หรือ mod\_rewrite เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ url ของเว็บนั้นอ่านง่ายขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น จากเดิมต้องอ้างถึงเว็บไซต์แห่งหนึ่งด้วยการพิมพ์ <http://www.yourdomain.com/board/question.php?action=viewtopic&qid=2xDffw> แต่หลังจากใช้ mod\_rewrite จะทำให้สั้นลง กลายเป็น <http://www.yourdomain.com/board/question/2xDffw> ซึ่ง ที่อยู่หลังนี้ จะขึ้น อยู่กับว่าผู้ดูแลเว็บไซต์ต้องการให้อยู่ในลักษณะใด (<http://th.wikipedia.org/wiki/>)



## 2.6 เอชทีเอ็มแอล (HTML)

HTML (เอชทีเอ็มแอล - เป็นคำย่อจากคำขึ้นต้นของ Hypertext Markup Language) เป็นภาษามาร์กอัปหลักในปัจจุบันที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ หรือข้อมูลอื่นที่เรียกดูผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งตัวโค้ดจะแสดงโครงสร้างของข้อมูล ในการแสดง หัวข้อ ลิงก์ ย่อหน้า รายการ รวมถึงการสร้างแบบฟอร์ม เชื่อมโยงภาพหรือวิดีโอด้วย โครงสร้างของโค้ดเอชทีเอ็มแอลจะอยู่ในลักษณะภายในวงเล็บสามเหลี่ยม

เอชทีเอ็มแอลเริ่มพัฒนาโดย ทิม เบอร์เนอรส์ ลี (Tim Berners Lee) สำหรับภาษา SGML ในปัจจุบัน HTML เป็นมาตรฐานหนึ่งของ ISO ซึ่งจัดการโดย World Wide Web Consortium (W3C) ในปัจจุบัน ทาง W3C ผลักดัน รูปแบบของ HTML แบบใหม่ ที่เรียกว่า XHTML ซึ่งเป็นลักษณะของโครงสร้าง XML แบบหนึ่งที่มีหลักเกณฑ์ในการกำหนดโครงสร้างของโปรแกรมที่มีรูปแบบที่มาตรฐานกว่า มาทดแทนใช้ HTML รุ่น 4.01 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ขณะที่ HTML รุ่น 5 ยังคงยังอยู่ในระหว่างการพิจารณา โดยได้มีการออกคราฟต์มาเสนอเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2551

HTML ยังคงเป็นรูปแบบไฟล์อย่างหนึ่ง สำหรับ .html และ สำหรับ .htm ที่ใช้ใน ระบบปฏิบัติการที่รองรับ รูปแบบนามสกุล 3 ตัวอักษร (<http://th.wikipedia.org/wiki/>)

## 2.7 ภาษาพีเอชพี (PHP)

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่ง ภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.11 ภาพสัญลักษณ์ของ PHP

ที่มา : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/th/7/74/PHP.png>

ภาษาพีเอชพี ในชื่อภาษาอังกฤษว่า PHP ซึ่งใช้เป็นคำย่อแบบกล่าวซ้ำ จากคำว่า PHP Hypertext Preprocessor หรือชื่อเดิม Personal Home Page

#### 2.7.1 คุณสมบัติของภาษาพีเอชพี

การแสดงผลของพีเอชพี จะปรากฏในลักษณะ HTML ซึ่งจะ ไม่แสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่พีเอชพีแตกต่างจากภาษาในลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษาจาวาสคริปต์ ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดูและคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้พีเอชพียังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือและคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถการประมวลผลหลักของพีเอชพี ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติ จัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้และประมวลผล การอ่านข้อมูลจากคาด้าเบส ความสามารถจัดการกับคูกี้ ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับ โปรแกรมในลักษณะ CGI คุณสมบัติอื่นเช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์พีเอชพี ทำงานผ่านพีเอชพี พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเชิร์ฟเวอร์หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ใน ยูนิกซ์หรือลินุกซ์) หรือ Task Scheduler (ในวินโดวส์) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้

การแสดงผลของพีเอชพี ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แฟลช (โดยใช้ libswf และ Ming) พีเอชพีมีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความ จาก POSIX Extended หรือ รูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็นเอกสาร XML ในการแปลงและเข้าสู่เอกสาร XML เรารองรับมาตรฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT ของเราเพื่อแปลงเอกสาร XML

เมื่อใช้พีเอชพีในการทำอีคอมเมิร์ซ สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น เช่น Cybercash payment, CyberMUT, VeriSign Payflow Pro และ CCVS functions เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมทำธุรกรรมทางการเงิน

### 2.7.2 การรองรับพีเอชพี

คำสั่งของพีเอชพี สามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไป เช่น โน้ตแพด (Notepad) หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงานพีเอชพี สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้วนำมาประมวลผล Apache, Microsoft Internet Information Services (IIS), Personal Web Server, Netscape และ iPlanet servers, Oreilly Website Pro server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd, และอื่นๆ อีกมากมาย. สำหรับส่วนหลักของ PHP ยังมี Module ในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย PHP ทำให้ผู้พัฒนามีอิสรภาพในการเลือกระบบปฏิบัติการ และ เว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่าความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น

พีเอชพีสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับได้แก่ ออราเคิล dBase PostgreSQL IBM DB2 MySQL Informix ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย คุณสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

พีเอชพียังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโพรโทคอลต่างๆ เช่น LDAP IMAP SNMP NNTP POP3 HTTP COM (บนวินโดวส์) และอื่นๆ อีกมากมาย คุณสามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรง และ ตอบโต้โดยใช้ โพรโทคอลใดๆ ก็ได้ PHP มีการรองรับสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่นๆ ทั่วไปได้ พูดยังในส่วน Interconnection, พีเอชพีมีการรองรับสำหรับ Java objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน อีกทั้งยังสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน (<http://th.wikipedia.org/wiki/PHP>)

## 2.8 มายเอสคิวเอล (MySQL)

MySQL (มายเอสคิวเอล) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) โดยใช้ภาษา SQL แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไป โดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยจัดการ MySQL ทั้งในแบบที่ให้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์ของ MySQL

ที่มา : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/th/0/03/MySQL.jpg>

MySQL สร้างขึ้นโดยชาวสวีเดน 2 คน และชาวฟินแลนด์ ชื่อ David Axmark, Allan Larsson และ Michael "Monty" Widenius.

ปัจจุบันบริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ (Sun Microsystems, Inc.) เข้าซื้อกิจการของ MySQL AB เรียบร้อยแล้ว ฉะนั้นผลิตภัณฑ์ภายใต้ MySQL AB ทั้งหมดจะตกเป็นของซัน

ชื่อ "MySQL" อ่านออกเสียงว่า "มายเอสคิวเอล" หรือ "มายเอสคิวแอล" (ในการอ่านอักษร L ในภาษาไทย) ซึ่งทางซอฟต์แวร์ไม่ได้อ่าน มายซีเควล หรือ มายซีควล เหมือนกับซอฟต์แวร์จัดการฐานข้อมูลตัวอื่น

ทางด้านการใช้งาน MySQL เป็นที่นิยมใช้กันมากสำหรับฐานข้อมูลสำหรับเว็บไซต์ เช่น มีเดียวิกิ และ phpBB และนิยมใช้งานร่วมกับภาษาโปรแกรม PHP ซึ่งมักจะได้อีกชื่อว่าเป็นคู่ จะเห็นได้จากคู่มือคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่จะสอนการใช้งาน MySQL และ PHP ควบคู่กันไป นอกจากนี้ หลายภาษาโปรแกรมที่สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ซึ่งรวมถึง ภาษาซี ซีพลัสพลัส ปาสคาล ซีชาร์ป ภาษาจาวา ภาษาเพิร์ล พีเอชพี ไพทอน รูบี และภาษาอื่น ใช้งานผ่าน API สำหรับโปรแกรมที่ติดต่อผ่าน ODBC หรือ ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาอื่น (database connector) เช่น เอเอสพี สามารถเรียกใช้ MySQL ผ่านทาง MyODBC, ADO, ADO.NET เป็นต้น

ในการจัดการฐานข้อมูล MySQL สามารถใช้โปรแกรมแบบ command-line เพื่อจัดการฐานข้อมูล (โดยใช้คำสั่ง: mysql และ mysqladmin เป็นต้น). หรือจะดาวน์โหลดโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ GUI จากเว็บไซต์ของ MySQL ซึ่งคือโปรแกรม: MySQL Administrator และ MySQL Query Browser. เป็นต้น

ส่วนเชื่อมต่อกับภาษาการพัฒาอื่น (database connector) MySQL มีส่วนติดต่อ (interface) เพื่อเชื่อมต่อกับภาษาในการพัฒนา อื่นๆ เพื่อให้เข้าถึงฟังก์ชันการทำงานกับฐานข้อมูล MySQL ได้เช่น ODBC (Open Database Connector) อันเป็นมาตรฐานกลางที่กำหนดมาเพื่อให้ใช้เป็นสะพานในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมหรือระบบอื่นๆ เช่น MyODBC อันเป็นไดรเวอร์เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อในระบบปฏิบัติการวินโดวส์, JDBC คลาสส่วนเชื่อมต่อสำหรับ Java เพื่อใช้ในการติดต่อกับ MySQL และมี API (Application Programming Interface) ต่างๆมีให้เลือกใช้มากมายในการที่เข้าถึง MySQL โดยไม่ขึ้นอยู่กับภาษาการพัฒาใดภาษาหนึ่ง (<http://th.wikipedia.org/wiki/Mysql>)

## 2.9 OwnCloud

OwnCloud คือ โปรแกรม Free /Open Source และเป็น Web application มีประสิทธิภาพสูงซึ่งค์ข้อมูล,share ไฟล์,remote ไฟล์ มีความสามารถในการจัดการไฟล์ได้คล้ายกับ การให้บริการ cloud storage เช่นเดียวกับ Dropbox, Google Drive เป็นต้น



รูปที่ 2.13 รูปสัญลักษณ์ของ ownCloud

ที่มา : <http://blog-softnixtech.rhcloud.com/wp-content/uploads/2013/02/owncloud-logo-150x74.png>

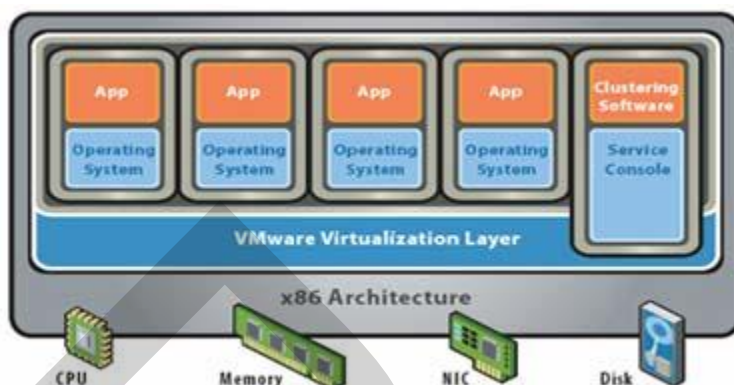
ownCloud ถูกพัฒนาด้วย PHP/JavaScript และใช้ฐานข้อมูล MySQL, MariaDB, SQLite, Oracle Database, and PostgreSQL ทำให้สามารถติดตั้งได้บน Linux, Macintosh, Windows และ Android

ความสามารถของ ownCloud ดังนี้

1. ที่เก็บข้อมูล files, folders, รายการติดต่อ, อัลบั้มรูปภาพ ปฏิทิน ฯลฯ บน Server โดยคุณสามารถเข้าได้จาก SmartPhone คอมพิวเตอร์ ด้วย Web Browser
2. หากมี Tablet Smart Phone Laptop หรืออุปกรณ์อื่นๆ ownCloud ช่วย sync files รายการติดต่อ (Contacts) อัลบั้มรูปภาพ ปฏิทิน ฯลฯ เข้าสู่อุปกรณ์ต่างๆ นั้นได้
3. ownCloud ช่วยคุณ share ข้อมูลของคุณ ไปสู่บุคคลอื่น ทั้งแบบ สาธารณะหรือส่วนตัว ขึ้นกับความต้องการของคุณ
4. ง่ายต่อการใช้งาน เช่น upload, สร้าง user ฯลฯ.
5. มี feature ในการ Restore ข้อมูลที่ลบไปจาก Trash (ถังขยะ)
6. มี feature การค้นหาข้อมูลใน ownCloud
7. รายการติดต่อ (Contacts) สามารถจัดกลุ่มเพื่อสะดวกในการค้นหาได้ เช่น friends, co-worker, Family etc.
8. คุณสามารถเข้าถึง Cloud ภายนอกเช่น Dropbox หรือ FTP ได้.
9. ง่ายต่อการโอนข้อมูลไปกลับกับ ระหว่าง ownCloud server อื่นๆ ได้

## 2.10 Virtualization Technology

เทคโนโลยีที่เรียกว่าการทำเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization Technology, VT) คือเทคโนโลยีสำหรับใช้สร้างทรัพยากรเสมือนของระบบคอมพิวเตอร์ เป็นเทคโนโลยีที่แบ่งปันทรัพยากร(ฮาร์ดแวร์ เช่น CPU, Memory, Hard disk, Optical Drive และ Network)ของคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 1 เครื่องหรือมากกว่านั้น ให้สามารถใช้งานซอฟต์แวร์ และแอปพลิเคชัน ในจำนวนมากๆขึ้น และสามารถทำงานพร้อมกันได้หลายงาน หลายๆหน้าที่ ไม่ว่าจะ เป็น Platform เดียวกันหรือคนละ Platform ก็ตาม



รูปที่ 2.14 ภาพจำลองของ Virtualization Technology

ที่มา : <http://www.aicomputer.co.th/sArticle/003-virtualization-technology-for-business-use.aspx>

นอกจากนี้ Virtualization Technology ยังหมายรวมถึง การรวบรวมเอาทรัพยากรด้านการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์แต่ละเครื่องมารวมกันด้วยกัน จากนั้นจึงให้ผู้ใช้สามารถนำทรัพยากรเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ได้ตามความเหมาะสม หรือตามความต้องการของแต่ละระบบ

เทคโนโลยีเสมือนนี้เกิดขึ้นตั้งแต่ปี 1996 แต่เป็นการใช้งานอยู่บนเครื่อง Mainframe ของ IBM มีการทำ Multitask ที่สามารถทำงานหลายๆ แอปพลิเคชันได้ในเวลาเดียวกัน

Virtualization Technology หรือที่ intel เรียกย่อๆ ว่า VT นั้น intel ได้ใส่คุณสมบัตินี้ให้กับ CPU ตั้งแต่ Pentium 4 รุ่น 672 และ 662 เป็นครั้งแรก แต่ดูเหมือนว่าจนถึงตอนนี้เทคโนโลยี VT นั้นยังไม่ถูกนำมาใช้งานอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะกับผู้ใช้ระดับ End User แต่สำหรับกลุ่มธุรกิจที่มีความจำเป็นต้องใช้งานแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ หรือให้บริการอย่างเว็บโฮสติ้งนั้น เทคโนโลยี VT ช่วยลดต้นทุนในทุกๆ เรื่องลงไปได้มาก

ในอดีตผู้ผลิต Virtualization Software ยังไม่ได้มีการใช้ประสิทธิภาพจาก CPU อย่างเต็มที่ ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีแพร่หลายมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ผลิต CPU ต่างให้ความสำคัญกับการพัฒนา CPU ที่ทำงานร่วมกับ Virtualization Technology ทำให้การทำงานแบบ Virtualization รวดเร็วและประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น โดยมีชื่อทางการค้าที่แตกต่างกัน เช่น Intel® Virtualization Technology (Intel® VT or IVT) และ AMD Virtualization™ (AMD-V™)

ซอฟต์แวร์เวอร์ชวลไลเซชันในตลาดที่มีชื่อเสียงมากที่สุดคือ VMware โดย Virtual Machine คือซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการทำงานเป็นตัวแทนของทรัพยากรต่างๆ บนเครื่อง

คอมพิวเตอร์ ตัวอย่าง เช่น การจำลอง CPU, Main Memory, I/O Device การทำงานของ Virtual Machine ต่างๆ สามารถที่จะทำงานพร้อมกันได้บนเครื่องเดียวกัน และในการเข้าใช้ทรัพยากรเครื่องของ Virtual Machine จะถูกควบคุมด้วยโปรแกรมที่เรียกว่า Virtual Machine Monitor

Virtual Machine Monitor : VMM คือซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการจัดการและจัดสรรการใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกัน รวมถึงการแปลคำสั่งจาก Virtual Machine ไปเป็นคำสั่งระบบของเครื่อง (Virtual Machine Monitor บ้างก็เรียก Hypervisor

2.10.1 ความแตกต่างของเวอร์ชวลไลเซชัน กับการทำมัลติทาสก์ หรือการทำไฮเปอร์เทรค การทำมัลติทาสก์จะมีเพียงระบบปฏิบัติการระบบเดียวและมีโปรแกรมหลายตัวทำงานขนานกันไป ส่วนการทำเวอร์ชวลไลเซชันนั้น มีระบบปฏิบัติการหลายระบบทำงานขนานกันไป โดยแต่ละระบบมีโปรแกรมหลายตัวทำงานอยู่ แต่ละระบบปฏิบัติการจะทำงานอยู่บน “เวอร์ชวลแมชชีน (virtual machine)” ส่วนไฮเปอร์เทรคจะจำลอง CPU ขึ้นมาสองตัวจาก CPU ที่มีอยู่จริงเพียงตัวเดียวเพื่อช่วยกระจายภาระในการทำงาน โดยใช้การประมวลผลหลายงานแบบสมมาตร (Symmetric MultiProcessing, SMP) ซึ่งเราไม่สามารถใช้ CPU เหมือนทั้งสองตัวนี้แยกกัน

#### 2.10.2 ประเภท virtualization

##### 2.10.2.1 Application virtualization

เทคโนโลยี Application Virtualization เริ่มจาก Citrix Systems Inc. ซึ่งเป็นผู้นำตลาดด้าน Application Virtualization และเป็นผู้คิดค้น Terminal Server ให้กับ Microsoft เกิดเป็น Microsoft Terminal Server 2000, 2003 และ 2008 ในปัจจุบัน โดยใช้ Remote Desktop Protocol (RDP) ช่วยในการนำส่ง Application Screen จาก Windows Server ผู้ Wyse Thin Client และที่ Wyse Thin Client ทำหน้าที่เพียงรับหน้าจอจาก Server และส่ง Key Strokes และ Mouse Clicks กลับไปที่ Server เท่านั้น การประมวลผล Application จะทำงานที่ Server 100% ดังนั้นเราไม่ต้องสนใจทรัพยากรบน Thin Client เลย

##### 2.10.2.2 Desktop virtualization

เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เราสามารถส่งหน้าจอ Desktop ของ Windows XP Pro, Windows Vista ผู้เครื่อง Client ปลายทาง โดยลักษณะการทำงานเป็นแบบ Desktop ของใครของมัน หรือจะเป็นในลักษณะ Pool ก็ได้ เช่นกำหนด Pool ไว้ 5 Desktop ใครมาก่อนก็จะเข้า Desktop 1 (First Come First Serve) เป็นต้น ปัจจุบันมีผู้นำตลาดด้านนี้อยู่ 2 ราย คือ VMware VDM ซึ่งใช้ RDP และ Citrix XenDesktop ใช้ ICA Protocol. เราต้องมี VMware ESX หรือ Citrix XenServer เพราะเก็บ Windows XP หรือ Windows Vista ไว้ตามจำนวนผู้ใช้งานจริง เช่นใช้ Client ปลายทางจำนวน 10 เครื่อง เราต้องเตรียม Windows XP ไว้อย่างน้อย 10 Desktops และจะมี Broker



Server กลางซึ่งทำงานเป็น Broker ให้เครื่อง Client ปลายทางเรียกเข้ามาใช้งานเพื่อทำการ Authen ก่อนแล้วเครื่อง Broker Server จะส่งให้ เครื่อง Client วิ่งเข้าไปใช้ Windows XP หลังบ้านต่อไป

### 2.10.2.3 Server virtualization

เทคโนโลยี Server Virtualization หรือการทำ Server Consolidation หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งคือการรวมเอา Server ที่มีอยู่ทั้งหมดเข้ามาอยู่กลายเป็น Server ขนาดใหญ่ยักษ์เพียงตัวเดียว แทนที่จะปล่อยแต่ละ Server แยกกันอยู่ และเป็นเพียง Server เล็ก ๆ อยู่อย่างนั้น การนำเทคโนโลยี Virtualization มาช่วยรวม Server เข้าด้วยกัน สามารถแชร์ทรัพยากร เช่น CPU, Memory, Hard disk และอื่นๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายให้สามารถรัน ระบบปฏิบัติการหลาย ๆ ตัวได้ พร้อมกันหลาย ๆ อย่างทำให้มีการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ร่วมกันและค่าใช้จ่ายลดลง เนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นการแชร์ Resource ร่วมกัน ช่วยลดจำนวนเครื่องฮาร์ดแวร์ได้อย่างมาก และนอกจากนี้ยังทำให้มีความซับซ้อนน้อยลง รวมไปถึงสามารถดูข้อมูลและบริหารจัดการ Server ทั้งหมดได้ในหน้าจอเดียวกันอีกด้วย ผู้นำตลาดด้าน Server Virtualization เช่น VMware ESX, Citrix XenServer และ Microsoft Hyper-V

### 2.10.3 Platform Virtualization

#### 2.10.3.1 Full Virtualization

การทำ Virtualization รูปแบบนี้เป็นการทำ Virtualization ทั้งฮาร์ดแวร์และสร้างระบบ Virtualization ที่สมบูรณ์ โดยสามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการอื่นๆ ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกันได้ เรียกว่าระบบปฏิบัติการที่ติดตั้งเพิ่มเติมนี้ว่า ระบบปฏิบัติการเยือน (Guest Operating System) โดยที่ระบบปฏิบัติการเยือนสามารถที่จะทำงานได้โดยไม่ต้องมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงสิ่งใด ๆ กับคำสั่งที่ถูกร้องขอจากระบบปฏิบัติการเยือนนั้น ๆ หรือในตัวโปรแกรมของมันเอง เพราะฉะนั้นระบบปฏิบัติการเยือนจะไม่ทราบถึงสภาพแวดล้อมจำลองเสมือนจริงที่เกิดขึ้น เช่น Microsoft Virtual Server และ VMware ESX Server

#### 2.10.3.2 Para-Virtualization

แต่ละ Virtual Machine มีรูปแบบเสมือนของฮาร์ดแวร์เหมือนกันกับแบบ Full Virtualization แต่เทคนิค Paravirtualization จะสามารถระบุไปถึงภายในกายภาพของฮาร์ดแวร์ (Physical Hardware) และมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขคำร้องขอของระบบปฏิบัติการเยือนที่กำลังทำงานอยู่บนเวอร์ชวลแมชชีน (Virtual Machine) ทำให้ระบบปฏิบัติการเยือนรับรู้ได้ว่ากำลังทำงานอยู่บนซอฟต์แวร์เวอร์ชวลแมชชีน ทำให้ประสิทธิภาพที่ได้จะใกล้เคียงกับประสิทธิภาพตามธรรมชาติของระบบปฏิบัติการเยือน

### 2.10.3.3 OS-Level

Virtualization ถูกนำมาใช้โดย Parallels Virtuozzo และ Sun's Solaris Containers สำหรับการทำให้ Virtualization ในระดับระบบปฏิบัติการนั้น จะไม่มีการแยกเลเยอร์ของ Hypervisor ออกมา โดยเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ดังกล่าวแทนไปเลย และแยกฮาร์ดแวร์ออกจากคำสั่งของ Virtual Machine ทั้งหมดเซิร์ฟเวอร์ตัวเดียวกันนี้จะไม่สามารถรองรับการใช้งานระบบปฏิบัติการหลายๆ ระบบได้ Virtual Machine ทั้งหมดทุกตัวจะต้องใช้ระบบปฏิบัติการเดียวกัน

### 2.10.4 Resource Virtualization

เป็นแนวคิดในการจัดการ Resource โดยนำหลักการ Virtualization มาใช้ เช่น การสร้างกลุ่มของฮาร์ดดิสก์ (RAID) การสร้างกลุ่มของคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยกันประมวลผล (Cluster/Grid) เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพและใช้ทรัพยากรร่วมกัน

#### 2.10.4.1 RAID

การนำฮาร์ดดิสก์หลายๆ ตัว (Physical Drive) มาต่อเข้ากันเป็นกลุ่ม ทำให้มองเห็นเสมือนเป็นฮาร์ดดิสก์ตัวเดียว (Logical Drive) เพื่อเพิ่มขนาด/ความจุ หรือความสามารถในการสำรองข้อมูลสามารถแบ่ง RAID ตามประเภทของการจัดการจัดเก็บข้อมูลและเทคโนโลยีได้ 5 ชนิด (ที่ใช้กันปกติ) ได้แก่ RAID-0, RAID-1, RAID-2, RAID-3, RAID-4, RAID-5

#### 2.10.4.2 Cluster/Grid Computing

Cluster Computing คือ การเชื่อมต่อระบบการทำงานของกลุ่มคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ภายใต้ระบบเครือข่ายความเร็วสูง มักจะเกิดในสถานที่แห่งเดียวกันหรือใกล้ๆ กัน

Grid Computing คือ การเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์หรือ Cluster กับ คอมพิวเตอร์หรือ Cluster ในสถานที่อื่นๆ ผ่านแวนลิงก์ที่มีแบนด์วิดท์ต่ำ เน้นไปที่การใช้ทรัพยากรการประมวลผลให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากว่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แต่ละตัวนั้นไม่ได้ทำการประมวลผลตลอด 24 ชั่วโมง จึงน่าจะมีเวลาที่ CPU วางพ้อที่จะช่วยเหลืองานประมวลผลบางอย่างของเครื่องอื่นๆ ในเครือข่ายได้

ความแตกต่างของ Cluster Computing และ Grid Computing นอกจากเรื่องสถานที่แล้ว ยังมีความแตกต่างอีกประการหนึ่ง คือหลักการในการคำนวณซึ่งในกรณีของ clustering นั้น มักจะเน้นไปที่ความเร็วในการประมวลผลกับงานที่เหมือนกัน แต่ใช้โปรเซสเซอร์หลายตัว ส่วนด้าน grid computing นั้นจะไม่เน้นด้านความเร็วแต่จะเน้นไปที่การใช้ทรัพยากรทั้งหมดอย่างเต็มที่ โดยมีการแบ่งงานที่แตกต่างกันไปให้กับเครื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์แพลตฟอร์มที่เหมาะสมให้ทำการประมวลผล และส่งกลับมายังเครื่องส่วนกลางที่จะทำการรวบรวมผลมาวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง

#### 2.10.4.3 Storage Virtualization

Storage Virtualization คือทำการเชื่อมต่อด้วยเครือข่าย หรือใช้ SANs ผู้ใช้จะได้จำนวนของ Storage ที่ใหญ่ขึ้น และใช้รันแอปพลิเคชันที่ใหญ่ขึ้นได้ด้วย

2.10.5 Virtual Private Network (VPN), Network Address Translation (NAT) และเทคโนโลยีเครือข่ายที่ทำหน้าที่คล้ายคลึงกัน

คือ การทำ Virtualization เครือข่ายโดยเชื่อมต่อเครือข่ายย่อยๆ อื่นๆ ที่แตกต่างกันเข้ามาเป็นเครือข่ายเดียว Virtualization Software

Virtualization Software คือ ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่สร้างส่วนควบคุมที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual Machine)

#### 2.10.5.1 VMware

VMware มาจากการผสมคำว่า VM (Virtual Machine) กับ ware (Software) เข้าด้วยกัน เป็นโปรแกรมของ VMware, Inc. ซึ่งเป็นผู้นำของตลาด Virtualization ซึ่ง VMware คิดตั้งได้ทั้งบน Windows, Linux และ Mac OS X แต่สำหรับเวอร์ชัน Server สามารถติดตั้งบนฮาร์ดแวร์ได้โดยตรงเลย ไม่ต้องอาศัยระบบปฏิบัติการเลย ผลิตภัณฑ์ของ VMware เช่น VMware Workstation, VMware Fusion, VMware ESX Server

#### 2.10.5.2 Microsoft

Microsoft Virtual PC เป็นโปรแกรมที่บริษัทไมโครซอฟต์ (Microsoft) ซื้อมาจาก Connectix และเปิดให้ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ฟรีบนระบบปฏิบัติการ วินโดวส์ (Windows) และ แม็ค โอเอส (Mac OS X) ที่ใช้ PowerPC แต่ปัจจุบันได้ยกเลิกการสนับสนุน ตั้งแต่แม็คเปลี่ยนมาใช้ CPU จาก Intel ปัจจุบันได้พัฒนาเป็น Virtual PC 2007 SP1 มีทั้งเวอร์ชันสำหรับระบบปฏิบัติการแบบ 32 บิต และระบบปฏิบัติการแบบ 64 บิต สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการของวินโดวส์ทั้งหมดใน Virtual PC ได้ รวมถึงระบบปฏิบัติการใหม่ล่าสุด (Windows Vista, Windows Server 2008) ของไมโครซอฟต์ได้ด้วย สำหรับระบบปฏิบัติการอื่นสามารถติดตั้งใน Virtual PC ได้ แต่ไม่ได้มีการรับรองอย่างเป็นทางการ Microsoft Virtual Server 2005 R2 เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับ Server ซึ่งกำลังถูกแทนที่ด้วยเทคโนโลยีใหม่อย่าง Windows Server 2008 Hyper-V โดยมีพื้นฐานมาจาก Hypervisor-based Server Virtualization Technology

Microsoft Application Virtualization หรือชื่อเดิมว่า SoftGrid Application Virtualization เป็นระบบโซลูชันด้าน Virtualization ที่มีคุณภาพสูงกว่า ซึ่งเดิมเต็มกับระบบของ Windows Server 2008 Hyper-V โดยแทนที่จะทำการสร้างระบบเสมือนจริงให้กับทั้งระบบปฏิบัติการ ระบบ Microsoft Application Virtualization จะทำการสร้างระบบเสมือนจริง

เพียงเฉพาะกับแอปพลิเคชันต่างๆ เท่านั้น ระบบ Microsoft Application Virtualization จึงช่วยให้แอปพลิเคชันต่างๆ สามารถรันได้พร้อมกับแอปพลิเคชันอื่นๆ เสมอ แม้ว่าแอปพลิเคชันทั้งสองนั้นจะมีความขัดแย้งกันเอง หรือการรันแอปพลิเคชันชนิดเดียวกัน แต่ต่างเวอร์ชันก็สามารถทำได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถรันแอปพลิเคชันซึ่งปกติแล้วจะไม่สามารถรันได้พร้อมๆ กัน อีกด้วย

#### 2.10.5.3 Xen

Xen เป็น Virtualization Software แบบ Open Source ที่ทำงานบนสถาปัตยกรรมของ CPU IA-32, x86, x86-64, IA-64 และ PowerPC 970 ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Linux และระบบปฏิบัติการอื่นที่พัฒนามาจาก Unix เดิม Xen เป็นงานวิจัยของ Ian Pratt จากมหาวิทยาลัย Cambridge ภายใต้การสนับสนุนของ XenSource, Inc ซึ่งต่อมาถูกซื้อกิจการโดย Citrix Systems ทำให้แต่ Xen ต้องแยกตัวออกมาและถูกดูแลโดย Xen Project Advisory Board (Xen AB) ปัจจุบัน Xen ได้ถูกรวมเข้าในเคอร์เนลลินุกซ์ (Linux Kernel) ตั้งแต่เวอร์ชัน 2.6.23 เป็นต้นไปแล้ว ทำให้สามารถใช้งาน Xen ได้ง่ายขึ้น

#### 2.10.5.4 Oracle VM VirtualBox

VirtualBox เป็นโปรแกรมสำหรับใช้ในการจำลองระบบคอมพิวเตอร์ (Virtualization) แบบ Open Source สามารถใช้งานได้ฟรี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายภายใต้ไลเซนส์แบบ GNU General Public License (GPL) โปรแกรม VirtualBox มีวัตถุประสงค์เพื่อลงระบบปฏิบัติการ หรือ OS อีกตัวหนึ่ง สำหรับเอาไว้ใช้งานบางอย่าง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราใช้งานอยู่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 แต่เรามีโปรแกรมบางโปรแกรมที่ไม่สามารถใช้งานกับระบบปฏิบัติการ Windows 7 ได้ แต่ใช้ได้สำหรับ Windows XP โดยเฉพาะ เราก็สามารถใช้โปรแกรม VirtualBox เพื่อจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ขึ้นมาอีกเครื่องหนึ่ง อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของเราที่เป็น Windows 7 เพื่อความสะดวกในการทำงาน 2 ระบบปฏิบัติการ (หรือมากกว่า) เพราะไม่ต้องแบ่งพาร์ติชันของฮาร์ดดิสก์เพื่อไปติดตั้ง Windows XP หรือระบบปฏิบัติการอื่นจริงๆ

#### 2.10.6 Usage Virtualization Technology

2.10.6.1 Consolidation : การรวบรวมทรัพยากรต่างๆ เช่น Storage และ Server เข้ามาอยู่จุดเดียว ดังนี้

1. เพิ่มอัตราการใช้งานฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าที่สุด เนื่องจากฮาร์ดแวร์บางตัวอาจจะใช้งานไม่มากนัก ขณะที่บางตัวใช้งานมากจนเกินไป
2. ช่วยประหยัดพลังงานค่าไฟ ประหยัดพื้นที่ ประหยัดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

3. การดูแลบริหารจัดการและบำรุงรักษาระบบทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีฮาร์ดแวร์เพียงชุดเดียวเท่านั้น

4. สามารถติดตั้งได้หลายระบบปฏิบัติการและแอปพลิเคชันบนสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เนื่องจาก บางแอปพลิเคชัน (Legacy Applications) จำเป็นต้องทำงานบนระบบปฏิบัติการที่จำเพาะ เป็นการยืดอายุการใช้งานแอปพลิเคชันเก่า โดยมีค่าใช้จ่ายไม่มากและมีความเสี่ยงน้อยที่สุด

#### 2.10.6.2 Reliability: ความน่าเชื่อถือในการทำงาน ดังนี้

1. เพิ่มความสะดวกและความคล่องตัวทางธุรกิจ ระบบเสมือนสามารถจัดเตรียมเพื่อรองรับหรือปรับ ขนาดได้ภายใน ไม่กี่นาทีเพื่อรองรับการติดตั้งแอปพลิเคชันใหม่ ภาระงานที่เพิ่มขึ้นหรือกรณีที่เกิดความผิดพลาดขึ้นในระบบ

2. การ Backup และ Recovery สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วขึ้น ภายใต้อ Virtual Machine เดียวกัน

3. รองรับการทำงานหลากหลายอย่าง อาทิ System Migration, Backup และ Recovery

#### 2.10.6.3 Security: การรักษาความปลอดภัยที่ดีขึ้น ดังนี้

1. สามารถกำหนดระดับความปลอดภัยให้แต่ละระบบเสมือนให้มีความแตกต่างกันได้

2. การโจมตีในรูปแบบคิติดอล (Virus, Hacker) จะถูกแยกออกจากกัน สำหรับแต่ละระบบ

3. การทำงานที่ล้มเหลวส่วนใหญ่มาจากซอฟต์แวร์ จึงมั่นใจได้ว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะไม่ส่งผลกระทบต่อระบบเสมือนอื่นๆ

#### 2.10.7 องค์กรที่เหมาะสมสำหรับการนำเทคโนโลยี Server Virtualization ดังนี้

1. องค์กร หรือหน่วยงานที่มีจำนวนเซิร์ฟเวอร์และเครื่อง Client อยู่จำนวนมาก การใช้เทคโนโลยี VM เป็นการลดจำนวนเซิร์ฟเวอร์ในองค์กรลงได้มาก ประหยัดงบประมาณ ด้านการบำรุงรักษา ด้านบุคลากร ง่ายต่อการจัดการ การรวมเซิร์ฟเวอร์ (Server Consolidation) ในองค์กรให้เหลือน้อยลงเป็นหนทางที่ดีที่สุด

2. หน่วยงานที่มีผู้ใช้งานซอฟต์แวร์หลาย ๆ ลักษณะงาน ต้องใช้ OS ต่างระบบกัน

3. บริษัท ที่รับพัฒนาซอฟต์แวร์ เพราะจะช่วยในเรื่องของการทดสอบระบบจะทำได้ง่ายขึ้น ยิ่งต้องทดสอบบนระบบปฏิบัติการ (OS) ที่แตกต่างกัน ยิ่งใช้ประโยชน์ของการทำ Server Virtualization ได้มากขึ้น

4. หน่วยงานการศึกษา เพราะมีนักศึกษาและบุคลากรเป็นจำนวนมาก

5. หน่วยงานทั่วไปที่ต้องการประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ค่าไฟฟ้า ประหยัดพื้นที่

#### 2.10.8 การใช้ Virtualization Technology ใน Datacenter

ใน Datacenter ในปัจจุบันส่วนใหญ่แล้วการทำงานของระบบต่าง ๆ มักจะเป็นระบบเก่า หรือระบบเดิม ๆ ซึ่งไม่ได้มีการพัฒนาหรือปรับเปลี่ยนการใช้งานของแอปพลิเคชันแต่อย่างใด ซึ่งในการใช้งานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นจะมีอายุการใช้งานหรือระยะเวลาอยู่ที่ประมาณ 5-10 ปี ก็ถึงเวลาที่จะต้องเปลี่ยนเครื่องแล้ว

โดยส่วนมากผู้บริหารมักจะถูกกดดันให้ซื้อเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้ความเร็วและแรงอยู่เสมอ ซึ่งในความเป็นจริงการใช้งานของแอปพลิเคชันดังกล่าวนี้ไม่ได้ต้องการ CPU หรือ RAM เพิ่มมากขึ้นแต่อย่างใด แต่มักจะเป็นการมองในด้านความน่าเชื่อถือขององค์กรหรือการทำงานที่มีมากขึ้น และการรองรับเทคโนโลยีที่ไม่เคยหยุดนิ่ง รวมถึงรองรับแอปพลิเคชันใหม่ ๆ มากกว่า ซึ่งทางเลือกก็มักจะออกมาในรูปแบบของการซื้อเซิร์ฟเวอร์เครื่องใหม่ที่มี Spec อยู่ในระดับกลาง ๆ เข้ามาใช้งานแทนตัวเดิม และนั่นก็เป็นจุดเริ่มของปัญหาที่พบใน Datacenter

#### 2.10.9 ปัญหาส่วนมากที่พบใน Datacenter ทั่ว ๆ ไป ดังนี้

1. ปัญหาการสูญเสียพลังงานสิ้นเปลืองไปกับเซิร์ฟเวอร์หลาย ๆ ตัว เนื่องจากเซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวใช้แหล่งจ่ายไฟ 1-2 ตัว

2. ปัญหาการจัดการพื้นที่ในการจัดวางเซิร์ฟเวอร์ โดยต้องจัดเฉลี่ยให้เซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวต่อแอปพลิเคชัน

3. ปัญหาเรื่องประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่เซิร์ฟเวอร์แต่ละตัวจะใช้ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยเพียง 20-40% เท่านั้น

4. ปัญหาในการเพิ่มเครื่องเซิร์ฟเวอร์หรือทดสอบแอปพลิเคชัน ต้องใช้ทรัพยากรทั้งพลังงานและจำนวนค่าใช้จ่ายมากขึ้น

5. การจัดการระบบไม่คล่องตัวเนื่องจากแต่ละระบบแยกอิสระในการจัดการออกจากกัน ถ้าจะขยายให้เกิดประโยชน์ขึ้นจากการใช้งานตามปกติ นั้น ประเด็นสำคัญอยู่ที่การดึงการทำงานมาสู่ “การทำงานแบบเสมือน” (Virtualization) ซึ่งปัจจุบันนี้ปฏิเสธไม่ได้ว่าเซิร์ฟเวอร์ดี ๆ ที่เชื่อถือได้นั้น 1-2 เครื่องสามารถให้ผลการทำงานได้เหมือนกับระบบใหญ่ที่มีต้นทุนสูงกว่า

เนื่องจากความเป็นจริงแล้ว ระบบใหญ่ ๆ จะมีหน่วยประมวลผลมากมายที่รันตัวเปล่าหรือไม่ได้ทำอะไรอยู่เลยสักอย่าง ซึ่งได้มีผลสำรวจมาแล้วว่ามีประมาณ 15-20% เท่านั้นที่ใช้งานอยู่ทุกวัน ส่วนที่เหลือก็คือสูญเปล่านั้นเอง ทั้งนี้ยังไม่นับรวมระบบระบายอากาศและระบบทำความเย็นรวมไปถึงไฟฟ้า ที่ต้องจ่ายเพื่อดูแลระบบทั้งหมดด้วยเหมือนกัน

ดังนั้นบางองค์กรจึงได้มีแนวคิดว่าการซื้อเซิร์ฟเวอร์ระดับกลางสักหนึ่งหรือสองชุดบวกกับการทำงานแบบเสมือน การทำงานของเครื่องระดับกลางนั้นก็ยังสามารถทำงานได้เท่ากับเครื่องระดับล่างได้ถึง 10-20 ตัวเลยทีเดียว นอกจากนี้จะช่วยประหยัดในเรื่องต้นทุนในการซื้อเครื่องตามจำนวนแอปพลิเคชันแล้ว ยังสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่าย เช่น ต้นทุนปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ พื้นที่การวางเครื่องเซิร์ฟเวอร์ หรือแม้แต่ระบบระบายอากาศ

ทั้งนี้การทำงานเสมือนนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการซื้อเครื่องใหม่ รวมถึงการขยายอุปกรณ์เดิม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก็มีความเสี่ยงในตัวของการอัปเดตระบบในแต่ละครั้ง ซึ่งการอัปเดตระบบในแต่ละครั้งจำเป็นต้องพิจารณาทั้งฮาร์ดแวร์ที่จะใช้ระบบปฏิบัติการ รวมไปถึงค่าใช้จ่ายในการให้ที่ปรึกษา รวมทั้งความเสี่ยงในการย้ายระบบเดิมไปยังระบบใหม่ ในขณะที่หากทำการอัปเดตไปยังระบบเสมือนแล้ว การทำงานข้างต้นก็จะลดความเสี่ยงหรือเพียงครั้งแรกครั้งเดียวในการอัปเดตเท่านั้น

ถ้าลองมองในภาพรวมแล้วจะเห็นว่าบริษัทใหญ่ๆ หลายๆ บริษัท ได้เริ่มมีการตื่นตัวในการใช้งานระบบเสมือน เพื่อใช้ในการลดต้นทุนของระบบ IT ที่ต้องจ่ายทุกเดือน ซึ่งเทียบกับการเปลี่ยนระบบเดิมไปใช้ระบบเสมือนแล้ว ความคุ้มค่าในการนำไปใช้งานกับภาวะเศรษฐกิจแบบนี้ ราคาต้นทุนและรายจ่ายระยะยาวที่ต้องเสียไป เป็นสิ่งที่ดึงดูดต่อผู้บริหารในการตัดสินใจในเลือกใช้ระบบเสมือน

## 2.11 cloud computing

2.11.1 Cloud Computing เป็นคำที่เกิดขึ้นในวงการ ICT ประมาณปี 2007 โดยนิยามของ Cloud Computing นั้น เนื่องจากเป็นคำที่ไม่ได้เกิดจากองค์กรหรือหน่วยงานที่ออกมาตรฐานใดๆ ทำให้มีการนิยามไปแตกต่างกัน เช่น

1. Wikipedia อธิบายว่า Cloud Computing เป็นลักษณะของการทำงานของผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต ที่ให้บริการใดบริการหนึ่งกับผู้ใช้ โดยผู้ให้บริการจะแบ่งปันทรัพยากรให้กับผู้ต้องการใช้งานนั้น การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นลักษณะที่พัฒนาขึ้นต่อมาจากความคิดและบริการของเวอร์ช่วไลเซชันและเว็บเซอร์วิส โดยผู้ใช้งานนั้น ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเชิงเทคนิคสำหรับตัวพื้นฐานการทำงานนั้น

2. Gartner กล่าวว่า Cloud Computing คือ แนวทางการประมวลผลที่พลังของโครงสร้างทางไอทีขนาดใหญ่ที่ขยายตัวได้ถูกนำ เสนอยังลูกค้าภายนอกจำนวนมหาศาลในรูปแบบของบริการ

3. Forrester Research กล่าวว่า Cloud Computing คือ กลุ่มของโครงสร้างพื้นฐานที่ถูกบริหารจัดการและขยายตัวได้อย่างมาก ซึ่งมีขีดความสามารถในการรองรับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆของผู้ใช้และเก็บค่า บริการตามการใช้งาน

โดยสรุป Cloud Computing นั้นมาจากคำว่า Cloud ซึ่งหมายถึงสัญลักษณ์แทน Internet และ Computing หรือการประมวลผล เมื่อนำคำว่า Cloud และ Computing มารวมกันก็คือ การให้บริการ โดยมีการประมวลผลผ่าน Network หรือ Internet โดยที่ผู้ให้บริการจะจัดเตรียมทรัพยากรสำหรับการประมวลผลและการจัดการ โดยผู้ใช้บริการเพียงเข้าไปซื้อหรือเช่าใช้บริการเท่าที่ต้องการใช้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องการจัดการ ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการขยายตัวของระบบ, ความเสถียรภาพของระบบ หรืออื่นๆ ซึ่งมีหลักการคือจะมี Client กับ Server โดยในฝั่ง Server จะมีหน้าที่ในการประมวลผลคำสั่งต่างๆที่ถูกร้องขอจาก Client โดยการทำงานง่ายๆก็คือ เพียงแค่ใช้ internet browser ในการทำงาน ก็เรียกใช้งานได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมใดๆ

2.11.2 โครงสร้างการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจะมีโครงสร้างของระบบประกอบด้วย

2.11.2.1 กลุ่มเมฆของเซิร์ฟเวอร์ (cloud server) ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์จำนวนมหาศาล นับหมื่นนับแสนเครื่องที่ตั้งอยู่ในที่เดียวกัน กลุ่มเมฆนี้ต่อเชื่อมเข้าหากันด้วยเครือข่ายเป็นระบบกริด ในระบบนี้จะใช้ซอฟต์แวร์เวอร์ช่วลไอเซชันในการทำงานเพื่อให้โปรแกรมประยุกต์ขึ้นกับระบบน้อยที่สุด

2.11.2.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ( User interaction interface) ทำหน้าที่รับคำขอบริการจากผู้ใช้ในรูปแบบเว็บ โปรโตคอล

2.11.2.3 ส่วนจัดเก็บรายการบริการ (Services Catalog) เก็บและบริหารรายการของบริการ ผู้ใช้สามารถค้นดูบริการที่มีจากที่นี่

2.11.2.4 ส่วนบริหารงาน (system management) ทำหน้าที่กำหนดทรัพยากรที่เหมาะสมเมื่อผู้ใช้เรียกใช้บริการ เมื่อมีการขอใช้บริการ ข้อมูลการขอ request จะถูกส่งผ่านให้ส่วนนี้

2.11.2.5 ส่วนจัดหาทรัพยากร (provisioning services) จากนั้นส่วนบริหารงานจะติดต่อกับส่วนนี้ เพื่อจองทรัพยากรจากกลุ่มเมฆและเรียกใช้โปรแกรมประยุกต์แบบเว็บที่เหมาะสมให้เมื่อโปรแกรมประยุกต์ทำงานแล้วก็จะส่งผลที่ได้ให้ผู้ใช้ที่เรียกใช้บริการต่อไป



2.11.2.6 ส่วนตรวจสอบข้อมูลการใช้งาน (Monitoring and Metering) เพื่อใช้ในการเก็บค่าบริการหรือเก็บข้อมูลสถิติเพื่อปรับปรุงระบบต่อไป



### 2.11.3 รูปแบบการให้บริการของ Cloud Computing

#### 2.11.3.1 IaaS (Infrastructure as a Service)

เป็นการให้บริการกับองค์กรที่ไม่ต้องการลงทุนทางด้าน Hardware ซึ่งก็คือ การให้บริการในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ทรัพยากร (Resource) ต่างๆ ในรูปของ Service เช่น พาวเวอร์ Server, Memory, CPU, Disk Space หรือ Network Equipment เป็นต้น

2. การขยายขนาดของ Infrastructure ซึ่งสามารถทำให้เล็กหรือใหญ่ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของ Application

3. การกำหนดราคาในการให้บริการแล้วแต่เราเลือกใช้บริการทรัพยากรในส่วนตัว

#### 2.11.3.2 PaaS (Platform as a Service)

เป็นส่วนขยายเพิ่มเติมมาจาก Software as a service หรือ SaaS โดยตัว PaaS ก็คือส่วนที่จะคอยรองรับกระบวนการพัฒนา Web Application หรือ Service ต่างๆ ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการพัฒนาโดยทุกอย่างนั้นอยู่ในอินเทอร์เน็ต ตัวอย่าง workflow สำหรับการออกแบบ แอปพลิเคชัน การพัฒนาแอปพลิเคชัน การทดสอบหรือการติดตั้ง และ Hosting เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้นั้นสามารถที่จะสร้างแอปพลิเคชัน อะไรก็ได้ ใช้ Database อะไรก็ได้ ด้วย Logic การทำงานแบบใดก็ได้เช่นกัน ซึ่งเป็นเครื่องมือเตรียมความพร้อมสำหรับองค์กรต่างๆ เข้ามาพัฒนา Software เพื่อที่จะให้บริการในระดับของ Software as a service ในอนาคต

#### 2.11.3.3 SaaS (Software as a Service)

มี Software ระดับ Enterprise ให้เลือกใช้อย่างมากมาย โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุนจำนวนมาก นั่นคือการให้บริการ Software ในรูปแบบ Service เล็กๆ ที่ทำหน้าที่เฉพาะทาง ทำงานตาม function ที่กำหนดไว้ ไม่ได้ทำงานเหมือน application ใหญ่ๆ ที่มีความสามารถมากมายรวมอยู่ในตัวเดียว โดยการใช้นั้นผู้ใช้ SaaS เองไม่จำเป็นต้องเป็นเจ้าของ Service นั้นๆ เพราะเราสามารถเลือกใช้บริการ service ของผู้ให้บริการใดก็ได้ในลักษณะของการเช่า หรือสมัครเป็นสมาชิกเพื่อใช้งาน Service นั้นๆ ผู้ให้บริการมีหน้าที่ให้บริการและ สร้าง Service ใหม่ๆ ขึ้นมา และดูแลระบบต่างๆ ให้สามารถให้บริการตัว Service นั้นได้ตามความต้องการของลูกค้า การให้บริการ Applications ต่างๆ ตัวอย่างง่ายๆ ได้แก่ Google Apps หรือว่าการให้บริการ E-Mail ก็ถือเป็น SaaS รูปแบบหนึ่ง

#### 2.11.4 ประเภทของ Cloud Computing แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

2.11.4.1 Public Cloud เป็นการให้บริการ cloud ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อไปยังระบบของผู้ให้บริการ (Cloud Service Provider) ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ศูนย์ข้อมูลอินเทอร์เน็ต ( Internet Data Center – IDC )

2.11.4.2 Private Cloud เป็นระบบ cloud ที่ผู้ให้บริการเป็นผู้บริหารจัดการระบบเอง โดยจะมีการจำลอง cloud computing ขึ้นมาใช้งานใน network ส่วนตัว รูปแบบนี้จะช่วยลดค่าใช้จ่ายเพราะมีการแชร์ทรัพยากรร่วมกัน และ มีความสะดวกเนื่องจากผู้ให้บริการจะมีหน้าที่ติดตั้งระบบและดูแลรักษาให้

2.11.4.3 Hybrid Cloud เป็นระบบ cloud ที่ประกอบขึ้นด้วยผู้ให้บริการแบบ public และ private ส่วนใหญ่จะเน้นไปทางระบบ enterprise



รูปที่ 2.15 ประเภทของ Cloud Computing

ที่มา : <http://blog.sciencelogic.com>

#### 2.11.5 Cloud Computing กับความปลอดภัย (Security)

ระบบของ cloud computing เป็นรูปแบบของระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ที่ในส่วนต่าง ๆ แยกจากกัน ไม่ว่าจะเป็น ระบบ แอปพลิเคชัน หรือข้อมูลโดยโมเดลการรักษาความปลอดภัยของระบบ Cloud computing นั้นต้องสามารถตอบสนองต่อผู้ให้บริการหรือเจ้าของเครือข่ายได้

โดยที่ผู้ดูแลรักษาความปลอดภัยในระบบ Cloud มักให้ความสนใจได้แก่ เราจะทำอะไรให้ข้อมูลที่มีการแชร์ในระบบ Cloud ของเรามีความปลอดภัย และจะมีวิธีการจัดการกับผู้ใช้บริการในระบบ Cloud ของเราอย่างไร ทั้งเรื่องสิทธิ์การเข้าใช้หรือการรักษาความปลอดภัยของผู้เข้าใช้มีการเชื่อมต่อเข้ากับระบบ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดคำถามขึ้นมากมาย การจะตอบ โจทย์การทำงานเหล่านี้ นั้นจะต้องทำการมองในภาพรวมของระบบเพื่อกำหนดขอบเขตงานเพื่อนำมาสร้างความปลอดภัยขึ้นมาในระบบ Cloud computing หากเราต้องการจะทำการส่งข้อมูลหรือการกิจกรรมอะไรสักอย่างที่มีการตอบโต้กับผู้ใช้บริการในระบบ Cloud computing นั้น การโต้ตอบที่ได้รับก็จะมี ความแตกต่างกันเพราะว่าระบบ Cloud อาจประกอบด้วยผู้ใช้บริการหลายคน รวมทั้งอาจมีความหลายหลายในการให้บริการด้วย การเกิดความผิดพลาดหรือจุดบกพร่องในความปลอดภัยอาจเกิดได้จากหลายจุด โดยทั่วไปเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบสารสนเทศที่ดูแลองค์กรหรือบริษัทที่มีหน้าที่ในการควบคุมดูแลจัดการเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยขององค์กรนั้น ควรจะอ้างอิงกับมาตรฐาน ISO/IEC 27000 ที่เป็นมาตรฐานจากองค์กร Information Technology Infrastructure Library (ITIL) ซึ่งจะระบุถึงหลักการและมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับทั้งด้านการวางแผนและวิธีการตรวจสอบระบบ รวมถึงมาตรการการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการตรวจสอบการให้บริการหรือ Service ซึ่งจุดประสงค์ของการจัดการความปลอดภัยในเฟรมเวิร์กของมาตรฐาน ITIL สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. Realization of security requirement การหาจุดบกพร่องของระบบ และ 2. Realization of a basic level of security การระบุวิธีการรักษาความปลอดภัยขั้นพื้นฐานที่ระบบควรมี

#### 2.11.5.1 Security Management Standards in Cloud computing

มาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้กับ Cloud computing คือ ITIL และ ISO/IEC 27001 และ 27002

1) ITIL เป็นมาตรฐานด้านความปลอดภัย ของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยรู้จักกันในมาตรฐาน ISO/IEC 17799:2005 โดยเนื้อหาส่วนใหญ่มุ่งเน้นเรื่องของความปลอดภัยระหว่าง Service กระบวนการทำงานระหว่าง โพรเซสรวมถึงความปลอดภัยของข้อมูลในขณะโอนถ่ายข้อมูลระหว่าง Layer โดย ITIL ได้ถูกระบุเป็นมาตรฐานแรกของมาตรฐานเกี่ยวกับการจัดการ IT Service โดยเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน ISO/IEC 20000 ซึ่ง ITIL มุ่งเน้นเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยทางเทคโนโลยีและสารสนเทศ ดังนี้

Policies นโยบายหรือภาพรวมเกี่ยวกับองค์กรและมาตรการในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

Processes กระบวนการทำงานในแต่ละส่วน

Procedures สิทธิการเข้าถึง ใครเป็นผู้บันทึก เปลี่ยนแปลง แก้ไข หรือลบข้อมูล

Work instructions โครงสร้างของระบบสารสนเทศ เน้นในส่วนของอุปกรณ์ หรือ Hardware, Network, Storage เป็นต้น

2) ISO 27001/27002 เป็นมาตรฐานด้านความปลอดภัยของระบบซึ่งเป็นอีกมาตรฐาน แต่เนื้อหาที่มีในมาตรฐานนี้ จะเน้นด้านแนวทางในการเพิ่มเติมระบบใหม่ ๆ โดยที่ยังมีความปลอดภัย และสามารถนำไปเพิ่มความปลอดภัยในส่วนอื่นๆด้วย โดยผู้ดูแลระบบของผู้ให้บริการหรือบริษัท สามารถนำมาตรฐานนี้ไปตอบโจทย์ในส่วนของเรื่องระบบที่ทางบริษัทมีหรือต้องการเพิ่มเติมว่าระบบของเราจะต้องใช้ความปลอดภัยในระดับใด หรือว่าจะใช้วิธีไหนในการรักษาความปลอดภัยของ Service ในระบบของเรา

3) IASE standards เป็นมาตรฐานการรักษาความปลอดภัยของการทหาร ซึ่งเป็นข้อกำหนดจาก DISA-CSD ซึ่งขณะนี้ยังไม่มีการนำมาตรฐานนี้มาใช้ในทางการทหารของไทย

2.11.5.2 Security Management in the Cloud จากการจัดการวิเคราะห์กระบวนการทำงานด้านความปลอดภัยในระบบ Cloud โดยออกแบบให้กระบวนการทำงานที่เราจะทำการจัดการด้านความปลอดภัยได้ดังนี้

Availability management (ITIL) ด้านการใช้ประโยชน์จากระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Access control (ISO/IEC 27002, ITIL) การควบคุมการเข้าถึง

Vulnerability management (ITIL) การจัดการด้านจุดบกพร่องของระบบ

Path Management (ITIL) การจัดการเส้นทางของระบบ

Configuration management การจัดการด้านการ set up หรือติดตั้งระบบ

Incident response (ISO/IEC 27002) การตอบสนองต่อเหตุการณ์

2.11.5.3 Availability Management

การจัดการระบบ Cloud Computing นั้นเป็นเรื่องยากเนื่องจากระบบ Cloud เป็นการให้บริการที่อ่อนไหว เกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายเนื่องจาก Service ที่ให้บริการมีความซับซ้อน และมีการแบ่งย่อย ๆ เป็นระบบเล็กตามแต่ผู้ให้บริการ และยังการให้บริการในระบบ Cloud Computing เป็นลักษณะในเชิงการค้า ประสิทธิภาพหรือความเสถียร ความสามารถในการทำงาน หากไม่สามารถบริการได้หรือเกิดความผิดพลาดในการให้บริการก็จะมีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผู้ให้บริการมาก

การแก้ไขปัญหาเรื่องความสามารถหรือประสิทธิภาพของระบบ เราจะทำการแก้ไขในส่วนของแต่ละ Service ตัวอย่างเช่น ฐานข้อมูล เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้น อาจเกิดจากความผิดพลาดได้หลายอย่าง อาจเกิดจากความล้มเหลวของ DBMS หรือ อุปกรณ์ Storage ชำรุดเสียหายส่งผลให้เกิดความผิดพลาด ระบบจะทำการแก้ไขปัญหาเหล่านี้โดย แยกไปตาม Service ที่ตั้งค่าไว้โดยตกเป็นภาระของ Service ในส่วนของ Platform Service โดยจะต้องทำการแก้ไข หรือทำการ reservice หรือถ้าหากอุปกรณ์ชำรุดก็เป็นส่วนของ Infrastructure Service ทำการ run ระบบสำรองขึ้นมาเพื่อใช้งาน โดยขอสรุปถึงจุดที่มักจะกระทบถึงผลกระทบของการทำงานของระบบ Cloud Computing ไว้ดังนี้

การออกแบบโครงสร้างของ SaaS และ PaaS รวมไปถึงความซ้ำซ้อนของตัวโปรแกรม

การให้บริการ Data Center ระบบเครือข่าย สถาปัตยกรรมของระบบ รวมถึงสถานที่ของตัวอุปกรณ์ และความทนทานต่อการผิดพลาด (รวมถึงการรองรับแบนด์วิดท์จำนวนมาก)

ความน่าเชื่อถือของการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทั้งจากทางผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ

ความสามารถในการตอบโต้ internal application และ โพรเซสรวมถึงการทำงานแบบกำหนดค่าเอง

การมองหาจุดผิดพลาดของระบบ ในบางครั้งเกิดข้อผิดพลาดเล็กๆ ในระบบอาจทำให้ระบบในภาพใหญ่ไม่สามารถใช้งานได้ เช่น การเชื่อมต่อระหว่างระดับชั้น อาจทำให้ทั้งระบบไม่สามารถทำงานได้

ความน่าเชื่อถือของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในระบบ Cloud Computing

ความปลอดภัยในระบบเครือข่าย ที่มักจะมีโครงสร้างแบบ Distributed จึงมีจุดอ่อนจากการโดนโจมตีจากการทำ denial of service

ผลของการสร้างความปลอดภัย จากการประมวลผล หรือการลดความผิดพลาดของผู้ใช้ หรือการป้องกันการ โจมตีจากภายนอก สิ่งเหล่านี้อาจเป็นกระบวนการที่ทำให้ประสิทธิภาพของระบบ Cloud Computing ลดลง

#### 2.11.6 จุดเด่นของ Cloud Computing ประกอบด้วย

Agility มีความรวดเร็วในการใช้งาน

Cost ประหยัดค่าใช้จ่าย หรืออาจไม่เสียค่าใช้จ่ายสำหรับ Client

Device and location independence สามารถใช้ได้ทุกที่ ทุกเวลา เพียงแค่มีอุปกรณ์ และอินเทอร์เน็ต

Multi-tenancy สามารถแบ่งทรัพยากรไปให้ผู้ใช้งานจำนวนมาก

Reliability มีความน่าเชื่อถือ

Scalability มียืดหยุ่นได้ พร้อมสำหรับการปรับเปลี่ยนไปตามความต้องการของผู้ใช้

Security มีความปลอดภัยให้มากยิ่งขึ้น

Sustainability มีโครงสร้างที่มั่นคงแข็งแรง

## 2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนา ระบบ cloud computing ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และบทความด้าน cloud computing ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

อุมพร สุริรักษ์ (2555) เรื่อง “ระบบจัดการสารสนเทศสำหรับร้านจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องเขียน” โดยทำการศึกษาระบบงานที่ร้านสเตชันเนอรี (STATIONERY) ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ซึ่งเป็นการศึกษาและพัฒนาระบบในรูปแบบ WEB SERVICE โดยใช้ APACHE เป็น WEB SERVER พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP และ MySQL เป็นฐานข้อมูล ซึ่งจากการศึกษา ระบบที่ได้ทำการศึกษาพัฒนาขึ้นมาสามารถช่วยในการแก้ปัญหาในการจัดการสินค้าคงคลัง, การสั่งซื้อสินค้าเข้าร้าน ลดความผิดพลาดต่างๆ เช่น การจำหน่ายสินค้าผิดราคา ลดความผิดพลาดจากการสั่งซื้อสินค้ามากเกินไปจนเกินความจำเป็น หรือน้อยเกินไปจนไม่พอต่อความต้องการของลูกค้า ลดปัญหาการเกิดปัญหาขาดสภาพคล่องทางการเงินจากการสั่งซื้อสินค้ามากเกินไป และช่วยเพิ่มความสะดวก รวดเร็ว และความแม่นยำในการขายสินค้า ง่ายต่อการเรียกดูข้อมูลต่างๆ นอกจากนั้นยังสามารถนำข้อมูลที่บันทึกไว้นามาวเคราะห์แนวโน้มทางธุรกิจ สามารถปรับกลยุทธ์ ด้านราคา สามารถจัดรายการส่งเสริมการขายได้

กิตติ เนตรน้อย (2555) เรื่อง “การพัฒนา ระบบจัดสรรยานพาหนะเพื่อลดค่าใช้จ่ายขององค์กร กรณีศึกษา บริษัท บริหารสินทรัพย์กรุงเทพพาณิชย์ จำกัด” ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ซึ่งเป็นการศึกษาและพัฒนาระบบในลักษณะการทำงานแบบ Client-Server ร่วมกับการทำงานในระบบ Web-base Application โดยใช้ภาษา PHP และใช้ MySQL สำหรับสร้างและจัดการฐานข้อมูลของระบบ การพัฒนาระบบในลักษณะ Web-base ทำให้สามารถเรียกใช้งานได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ใดๆ ที่อยู่ในเครือข่ายทำให้เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน ซึ่งระบบที่ทำการพัฒนามานี้แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป และ ส่วนของผู้ดูแลระบบ ระบบสามารถนำไปบริหารจัดการยานพาหนะของบริษัทฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบที่พัฒนามานี้สามารถช่วยลดปัญหาการขอรถยนต์ซ้ำซ้อนกันในกรณี

ที่จะมีผู้ใช้รถยนต์ในสถานที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน วันเวลาเดินทางใกล้เคียงกัน ช่วยลดต้นทุนต่างๆของบริษัท ทั้งค่าน้ำมัน ค่าบำรุงรักษา ค่าประกันภัยรถยนต์ เป็นต้น ช่วยลดความผิดพลาดของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน สามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ข้อมูลที่บันทึกเข้าระบบไปแล้วนำมาปรับแก้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว อีกทั้งยังมีการรายงานข้อมูลต่างๆได้อย่างรวดเร็วกว่าการทำงานในแบบเดิม ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาช่วยแก้ปัญหาและข้อจำกัดของการทำงานในรูปแบบเดิมที่ใช้เอกสารได้เป็นอย่างดี

ฐิตินันท์ เอียดศรีชัย (2553) เรื่อง “ศึกษาการพัฒนาเว็บไซต์เวชระเบียนคลินิกออนไลน์ กรณีศึกษา คลินิกวรรณสิน การแพทย์” ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ซึ่งเป็นการศึกษาปัญหาการจัดเก็บข้อมูลเวชระเบียนในระบบเดิมที่มีการจัดเก็บข้อมูลลงในกระดาษหรือบัตรที่มีข้อเสียในการเก็บรักษาข้อมูล, สภาพของกระดาษที่อาจจะเกิดความเสียหายได้ง่าย, ข้อจำกัดในการต้องใช้พื้นที่จัดเก็บเอกสารยิ่งข้อมูลมีปริมาณมากขึ้นยิ่งต้องใช้พื้นที่จัดเก็บมากขึ้น และปัญหาในการค้นหาข้อมูลยังมีข้อมูลมากยิ่งต้องใช้เวลามากขึ้นส่งผลต่อการบริการให้มีความล่าช้าตามมา โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาเว็บไซต์เวชระเบียนออนไลน์ขึ้นด้วยภาษา HTML และภาษา PHP โดยใช้ Apache เป็น Web server และใช้ MySQL เป็นฐานข้อมูล ซึ่งระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาสามารถแก้ปัญหาดังที่กล่าวมาได้ สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับทั้งผู้ให้บริการ และผู้รับบริการ ประกอบด้วย แพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ของคลินิก ผู้ป่วย และญาติผู้ป่วย ระบบยังทำให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงาน ลดระยะเวลาการเข้ารับการตรวจรักษา สามารถเก็บข้อมูลและผลการตรวจของผู้ป่วยและสามารถแสดงรายละเอียดของผู้ป่วยจากการค้นหาได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้แก้ปัญหาเดิมได้แล้วยังสามารถให้บริการอื่นเพิ่มเติมได้ ได้แก่ สามารถให้บริการตรวจสอบวันนัดหมายของแพทย์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต และสามารถส่ง SMS แจ้งเตือนวันนัดหมายผู้ป่วยได้อีกด้วย

ปติ เหลืองอร่าม (2553) เรื่อง “การพัฒนาระบบ Cloud Data Center with Open Source กรณีศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ” โดยได้พัฒนาระบบ data center โดยใช้ Openqrm ในการบริหารจัดการระบบ โดยติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu server 10.04 ซึ่งจากงานวิจัยเป็นการให้บริการ cloud storage บน private cloud ซึ่งมีส่วนผิดพลาดในการให้บริการการแสดงผลยังมีความคลาดเคลื่อน การแสดงผลไม่ครบถ้วน การบริหารจัดการยังมีความยุ่งยากเนื่องจากการ config ค่าต่างๆ ส่วนใหญ่ยังต้องใช้ command line จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการบริหารจัดการระบบ



รณชัย พุกเจริญ (2553) เรื่อง “การติดตั้งระบบ Private Cloud Computing ด้วยโปรแกรม Eucalyptus กรณีศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ” เป็นงานวิจัยที่พัฒนาระบบ และติดตั้ง cloud computing โดยใช้โปรแกรม Eucalyptus บริหารจัดการระบบ cloud ซึ่งติดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu ผ่านเวอร์ชวลแมชชีน (Virtual Machine) เป็นการให้บริการแบบ IaaS โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานระบบปฏิบัติการ Ubuntu และ ติดตั้งโปรแกรมและ run โปรแกรมผ่าน cloud server ได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรมที่เครื่องของผู้ให้บริการ แต่มีข้อจำกัดที่การบริหารจัดการส่วนใหญ่ยังต้องใช้ command line จึงจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในการบริหารจัดการระบบเช่นเดียวกับงานวิจัยของ ปติ เหลืองอร่าม

อดิเรก เขาวังค์ (2556) เรื่อง “การจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศและการประยุกต์ใช้บนเทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ : The Data Information Storage and Usage on Cloud Computing Technology” เป็นงานวิจัยที่ศึกษา เปรียบเทียบ พื้นที่การให้บริการจัดเก็บข้อมูล การประยุกต์ใช้งาน cloud storage สนับสนุนการทำงานต่างๆ ที่มีการให้บริการอยู่ในปัจจุบัน ทั้งในเชิงพาณิชย์ และแบบที่ให้บริการฟรี เช่น Amazon, Box.net, XDrive และ Humyo ซึ่งมีแนวโน้มที่จะได้รับความสนใจและนำไปใช้อย่างกว้างขวาง

Johnson D, Kiran Murari Murthy Raju Suseendran RB Yogesh Girikumar. (2010) Eucalyptus Beginner’s Guide – UEC Edition ในงานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการคอนฟิกในระบบเครือข่าย และวิธีติดตั้ง Cloud Computing โดยใช้โปรแกรม Eucalyptus เพื่อสามารถรองรับการทำงานในรูปแบบ Cloud computing ในแบบพื้นฐานเพื่อการศึกษา โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu รวมถึงการใช้คำสั่ง Linux ในการเข้าใช้งานของระบบ และคำสั่งของโปรแกรม Eucalyptus ที่ใช้ในการจัดการทรัพยากรของระบบ

Tim Mather, Subra Kumaraswamy, Shahed Latif อธิบายถึงระบบความปลอดภัยที่ควรจะมีในระบบ Cloud เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรผ่านทางเครือข่าย เพื่อแบ่งปันทรัพยากรกัน รวมทั้งวิธีการด้านความปลอดภัยเมื่อมีการขอใช้ทรัพยากรจากทางผู้ใช้งานหรือผู้ให้บริการ ตามมาตรฐาน ISO/ ITIL

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์ทางกายภาพกับฮาร์ดแวร์เสมือน กรณีศึกษา กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม” มีการดำเนินการสำหรับพัฒนาระบบ cloud computing ด้วยโปรแกรม owncloud ซึ่งเป็นโปรแกรม open source ไม่มีค่าใช้จ่ายในการนำโปรแกรมมาใช้งาน และการดำเนินการทดสอบ ระบบ cloud computing เพื่อวัดประสิทธิภาพและศักยภาพของระบบ cloud computing ที่พัฒนาขึ้นในด้านต่างๆ จากนั้นจะนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อจะนำไปปรับปรุงและพัฒนาระบบ cloud computing เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการให้บริการภายในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม ต่อไป

#### 3.1 การออกแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัยโดยทำการทดลองภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ของกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม โดยใช้เครื่องมือด้าน Hardware ทั้งด้านเครือข่าย เครื่อง server และเครื่องลูกข่าย ที่มีการใช้งานอยู่ ด้าน software ใช้ open source ในการทดลองเพื่อหาปัจจัยสำหรับการพัฒนาระบบ ซึ่งได้กำหนดรูปแบบการติดตั้ง OwnCloud ใน 2 รูปแบบ คือ ติดตั้ง OwnCloud บนระบบปฏิบัติการ Ubuntu บน physical hardware และติดตั้ง OwnCloud บนระบบปฏิบัติการ Ubuntu ที่ทำงานบนโปรแกรม Oracle VM VirtualBox ซึ่งเป็น Virtual Machine จากนั้นจะทำการทดสอบ ระบบ OnwCloud ด้วย Software เพื่อทดสอบระบบ cloud computing ที่พัฒนาขึ้นในศักยภาพด้านต่างๆ โดยใช้จำนวนเครื่องลูกข่ายที่มีจำนวนแตกต่างกันเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์การทำงานของระบบต่อไป โดยแบ่งขั้นตอนการทดลองเป็น 5 ขั้นตอน ตามรูป



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 3.1.1 กำหนดสถานการณ์การวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดสถานการณ์การทดลองเป็น 2 แบบ โดยแต่ละแบบจะทำการทดลองทั้งระบบ cloud computing ที่พัฒนาบน physical hardware และ การทดลองระบบ cloud computing ที่พัฒนาบน Virtual hardware ซึ่งในการทดลองแบบที่ 1 จะทดสอบระบบโดยจำลองการใช้งานจากจำนวนเครื่องที่เข้ามาใช้บริการในจำนวนเครื่องต่างๆ ตั้งแต่ 5 เครื่อง และจะทำการเพิ่มจำนวนเครื่องที่ใช้บริการขึ้นครั้งละ 5 เครื่อง เป็น 10 เครื่อง, 15 เครื่อง, 20 เครื่อง, 25 เครื่อง และ 30 เครื่อง และในการทดลองที่ 2 จะเป็นการใช้โปรแกรม Apache JMeter จำลอง Connection ในขนาดต่างๆ เพื่อการตอบสนองของ Server ที่พัฒนาขึ้น

### 3.1.2 เตรียมระบบ cloud computing

ขั้นตอนการเตรียมระบบ cloud computing แบ่งเป็น 2 ส่วนคือการเตรียมระบบ cloud computing บน physical hardware และ virtual hardware โดยมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.1.2.1 ขั้นตอนการติดตั้งระบบบน physical hardware แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมเครื่อง server โดยจัดแบ่งพื้นที่ harddisk และทำ multiboot เพื่อให้สามารถทำงานระบบปฏิบัติการเดิมได้โดยไม่เสียภารกิจในยามปกติ
- 2) การติดตั้งระบบปฏิบัติการ ubuntu server 12.04.3 โดยเลือก Install แพคเกจต่างๆ ประกอบด้วย OpenSSH และ LAMP(ประกอบด้วย Apache, MySQL และ php ) เพื่อให้ Ubuntu รองรับ Secure Shell(SSH) และทำงานเป็น web server โดยมี DataBase และรองรับ php จากนั้นทำการปรับแต่งค่า config ต่างๆให้เหมาะสมสำหรับรองรับการติดตั้ง ownCloud
- 3) ติดตั้ง ownCloud และเมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วต้องดำเนินการจัดทำหน้าเว็บเพื่อรองรับการทำงานให้กับผู้ใช้งานระบบ ซึ่งสุดท้ายต้องสร้าง account และ password ให้กับ user สำหรับทดลองระบบเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

#### 3.1.2.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบบน Virtual hardware แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) เตรียมทรัพยากรเสมือนโดยลงโปรแกรม Oracle VM virtualBox สำหรับการบริหารจัดการ Virtual Machine จากนั้นทำการจัดสรรทรัพยากรให้สามารถรองรับการทำงานของ ownCloud ได้
- 2) การติดตั้งระบบปฏิบัติการ ubuntu server 12.04.3 บนทรัพยากรเสมือนโดยเลือก Install แพคเกจต่างๆ ประกอบด้วย OpenSSH และ LAMP (ประกอบด้วย Apache, MySQL และ php ) เพื่อให้ Ubuntu รองรับ Secure Shell (SSH) และทำงานเป็น web server โดยมี DataBase และรองรับ php จากนั้นทำการปรับแต่งค่า config ต่างๆให้เหมาะสมสำหรับรองรับการติดตั้ง ownCloud

3) ติดตั้ง ownCloud บนระบบปฏิบัติการ Ubuntu ที่ติดตั้งบนทรัพยากรเสมือน และเมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้วต้องดำเนินการจัดทำหน้าเว็บเพื่อรองรับการทำงานให้กับผู้ใช้งานระบบ ซึ่งสุดท้ายต้องสร้าง account และ password ให้กับ user สำหรับทดลองระบบเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

### 3.1.3 การติดตั้งและทดสอบ

การติดตั้งและทดสอบเป็นขั้นตอนการนำ cloud computing server ที่ดำเนินการพัฒนาจากขั้นตอนที่ 3.1.2 มาติดตั้งเพื่อทำการทดสอบ ณ ห้องอบรมคอมพิวเตอร์ของกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม โดยจะแยกการทดลองระบบระหว่างระบบที่พัฒนาบน Physical hardware และ ระบบที่พัฒนาบน Virtual hardware

### 3.1.4 การติดตามผล

งานวิจัยนี้ใช้ software ในการติดตามและวัดผลการทดลองในด้านต่างๆที่มีผลต่อการให้บริการและสามารถรองรับความต้องการใช้งานของผู้ใช้ระบบภายในองค์กร โดยดำเนินการติดตามผลการทดสอบทั้งระบบ ownCloud ที่ติดตั้งบน physical hardware และที่ติดตั้งบน virtual hardware

### 3.1.5 เก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผล

เป็นการนำข้อมูลจากการติดตามผลนำมาบันทึกลงตารางบันทึกผลการทดสอบเพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงปัจจัยด้านทรัพยากรของเครื่อง server ที่ให้บริการ cloud computing มีผลต่อขีดความสามารถในการรองรับจำนวนผู้ใช้งานอย่างไร

## 3.2 สถานที่

สถานที่ในการดำเนินการวิจัยเป็นพื้นที่ภายใน ห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม ชั้น 9 อาคารสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม(แจ้งวัฒนะ) ตำบลบ้านใหม่ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

## 3.3 ข้อจำกัด

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 เป็นงานวิจัยภายในระบบเครือข่ายภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมซึ่งเป็นการใช้งานในลักษณะ intranet มีอุปกรณ์ Network switch speed 10/100 Mbps Throughput สูงสุด 3.2 Gbps

3.3.2 Hardware ที่เป็น Server และเครื่องลูกข่ายที่นำมาทดลองยังไม่มีหลากหลาย

3.3.3 Software ที่นำมาใช้เป็น Freeware ซึ่งอาจจะยังไม่มีประสิทธิภาพหรือคุณสมบัติที่เทียบเท่า Software ที่มีลิขสิทธิ์

### 3.4 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

#### 3.5.1 Hardware

3.4.1.1 Server1 สำหรับติดตั้ง ownCloud ในแบบ Physical hardware มีคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่อง ดังนี้

คอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ Lenovo รุ่น ThinkCentre M81 Tower

CPU : Core i5 2500 3.3 GHz

RAM : 4 GB (เพิ่มจากเดิม 2 GB)

Harddisk : 500 GB (เพิ่มจากเดิม 320 GB)

Network Card 10/100/1000 Mbps

3.4.1.2 Server2 สำหรับติดตั้ง Owncloud ในแบบเสมือน(Virtualization) ผ่าน Oracle VM VirtualBox มีการจัดสรรทรัพยากรให้กับ Server ดังนี้

คอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ ASUS รุ่น : ASUS ROG G750JX

CPU : Core i7 4700HQ 2.4 GHz

RAM : 16 GB

Harddisk : 1 TB HDD 5400 RPM With 256 GB SSD

Network Card : 10/100/1000 Mbps

3.4.1.3 เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน(Virtualization) ที่สร้างจากโปรแกรม Oracle VM VirtualBox สร้างให้มีคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่อง ดังนี้

CPU : 4 Core , 2.4 GHz

RAM : 4 GB

Harddisk : 500 GB

Network Card : 10/100/1000 Mbps(Bridged Adapter)

3.4.1.4 เครื่องลูกข่าย (Client) เป็นเครื่องลูกข่ายที่ใช้งานระบบ จำนวน 30 เครื่อง มีคุณสมบัติที่สำคัญของเครื่อง ดังนี้

คอมพิวเตอร์ ยี่ห้อ Lenovo

รุ่น ThinkCentre M81 Tower

CPU : Core i5 2500 3.3 GHz

RAM : 2 GB

Harddisk : 320 GB

Network Card 10/100/1000 Mbps

3.4.1.5 Network Switch

ยี่ห้อ D-Link รุ่น DES-1016D

Speed : 10/100 Mbps

Maximum data throughput : 3.2 Gbps

### 3.4.2 Software

Software ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

3.4.2.1 Ubuntu เป็นระบบปฏิบัติการเพื่อใช้ลงให้กับเครื่องที่ทำหน้าที่เป็น Server

3.4.2.2 Oracle VM virtualBox

3.4.2.3 LAMP เป็นชุดโปรแกรมสำหรับ Linux เพื่อให้บริการเป็น Web Server, DataBase Server และ รองรับ php

3.4.2.4 OwnCloud เป็นโปรแกรมสำหรับให้บริการ Cloud computing

3.4.2.5 JMeter เป็นโปรแกรมสำหรับทดสอบระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์

3.4.2.6 New Relic เป็นโปรแกรมสำหรับติดตามการทำงานของ Server

## 3.5 ตัวแปร

ตัวแปรที่มีผลต่องานวิจัยประกอบด้วย

3.5.1 อุปกรณ์ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในของกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและ อวกาศกลาโหม

3.5.1.1 คุณภาพของ Network Switch

3.5.1.2 จำนวนเครื่องและปริมาณการใช้งานบนเครือข่าย

3.5.2 ประสิทธิภาพของ Hardware ที่นำมาใช้เป็นเครื่อง Server และ เครื่องผู้ให้บริการ

3.5.3 ประสิทธิภาพของ Software ที่นำมาใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์ทางกายภาพกับฮาร์ดแวร์เสมือน กรณีศึกษา กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม” ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์การทดลองเป็น 2 แบบ และแยกการทดลองระบบ cloud computing ที่พัฒนาบน Physical hardware และการทดลองระบบ cloud computing ที่พัฒนาบน Virtual hardware ซึ่งในการทดลองแบบที่ 1 จะทำการทดสอบที่มีการจำลองการใช้งานจากจำนวนเครื่องที่เข้ามาใช้บริการในจำนวนเครื่องต่างๆ ตั้งแต่ 5 – 30 เครื่องและทำการติดตามและบันทึกผลเพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงปัจจัยด้านทรัพยากรของเครื่อง server ที่ให้บริการ cloud computing ที่มีผลต่อขีดความสามารถในการรองรับปริมาณการใช้งานจากเครื่องของ user พร้อมๆกันอย่างไร และการทดลองแบบที่ 2 จะใช้โปรแกรม Apache JMeter จำลอง Connection ในขนาดต่างๆ เพื่อดูการตอบสนองของ Server ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ cloud computing ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานและสามารถรองรับการทำงานของ users ในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมต่อไป โดยในบทนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาเป็น 4 ส่วน ดังนี้

#### 4.1 เตรียมระบบ cloud computing

4.1.1 ขั้นตอนเตรียมระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาด้วย ownCloud ในขั้นตอนนี้เนื่องจากต้องการทำการทดสอบ ownCloud ใน 2 รูปแบบ คือ ในระบบที่ติดตั้งระบบบน Physical hardware และทดสอบในระบบที่ติดตั้งระบบบน Virtual hardware (Virtualization) จึงยังแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้

##### 4.1.1.1 ขั้นตอนการติดตั้งระบบบน Physical hardware

งานวิจัยนี้ ใช้ ubuntu server version 12.04.3 ซึ่งเป็น version ที่ทาง website ownCloud มีการแนะนำให้ใช้ ซึ่งการติดตั้ง Ubuntu เพื่อให้รองรับการติดตั้ง ownCloud มีขั้นตอนดังนี้

การติดตั้ง ubuntu server 12.04.3 ในระหว่างการ Install สามารถเลือกแพ็คเกจที่จำเป็นต้องใช้กับ ownCloud ได้โดยให้เลือก OpenSSH และ LAMP จากแผ่นติดตั้งได้เพื่อให้ Ubuntu รองรับ Secure Shell(SSH) และทำงานเป็น web server แต่ในงานวิจัยนี้จะเลือกติดตั้งเองภายหลังจากติดตั้ง OS แล้วเนื่องจากจะได้ไฟล์ที่มีความทันสมัย

เมื่อติดตั้ง Ubuntu เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการอัปเดต OS เพื่อเป็นการปรับปรุงให้มีความทันสมัย แก้ไขข้อบกพร่องของ OS และเพิ่มความปลอดภัยให้กับ OS มากขึ้น ด้วยคำสั่ง

```
sudo apt-get update
sudo apt-get dist-upgrade
```

#### รูปที่ 4.1 คำสั่งการอัปเดต OS

ทำการลบแพ็คเกจเก่าที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดจากการอัปเดตเพื่อไม่ให้เปลืองเนื้อที่ของ harddisk ด้วยคำสั่ง

```
sudo apt-get autoremove
```

#### รูปที่ 4.2 คำสั่งการลบแพ็คเกจเก่าที่ไม่ใช้แล้ว

ทำการติดตั้ง LAMP เพื่อให้ Ubuntu ทำงานเป็น Server (Apache, MySQL และ PHP) ด้วยคำสั่ง

```
sudo apt-get install lamp-server^
```

#### รูปที่ 4.3 คำสั่งการ LAMP

ซึ่ง "^" ที่เขียนต่อท้ายคำสั่งจะเป็นการทำให้ในขั้นตอนการติดตั้ง LAMP มีการสอบถาม root password ของ MySQL

ทำการติดตั้ง MySQL secure เพื่อให้ MySQL มีความปลอดภัยมากขึ้นด้วยคำสั่ง

```
sudo mysql_secure_installation
```

#### รูปที่ 4.4 คำสั่งสำหรับการปรับปรุงความปลอดภัยให้กับ MySQL



เมื่อทำการติดตั้ง MySQL secure แล้วจะมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

การสอบถาม root password ของ MySQL ที่กำหนดไว้ตอนติดตั้ง LAMP

การสอบถามว่าจะเปลี่ยน root password, พิมพ์ "n"

การสอบถามว่าจะนำ anonymous users ออกหรือไม่, พิมพ์ "y" เพื่อเอาออก

การสอบถามว่าจะปิดการ remote root logins หรือไม่, พิมพ์ "y" เพื่อทำการปิด

การสอบถามว่าจะนำการ test database และ access ออกหรือไม่, พิมพ์ "y" เพื่อเอาออก

การสอบถามว่าจะทำการตั้งค่า privilege tables และ access อีกครั้งหรือไม่, พิมพ์ "y" เพื่อทำการตั้งค่าใหม่

เมื่อดำเนินการเสร็จจะได้ระบบ MySQL ที่มีความปลอดภัยมากขึ้น

ทำการติดตั้ง libraries ที่จะใช้ใน ownCloud ด้วยคำสั่ง

```
sudo apt-get install php5-gd php-xml-parser php5-intl smbclient curl libcurl3 php5-curl
```

**รูปที่ 4.5** คำสั่งสำหรับติดตั้ง libraries ที่จะใช้ใน ownCloud

ทำการเปิด mod\_rewrite และ mod\_headers ด้วยคำสั่ง

```
sudo a2enmod rewrite
sudo a2enmod headers
```

**รูปที่ 4.6** คำสั่งสำหรับการเปิด mod\_rewrite และ mod\_headers

แก้ไขค่า config ของ Apache เพื่อรองรับการทำงานกับ ownCloud ดังนี้

```
sudo nano /etc/apache2/sites-available/default
```

**รูปที่ 4.7** คำสั่งสำหรับแก้ไขค่า config ของ Apache เพื่อรองรับการทำงานกับ ownCloud

หาในส่วนของ "<Directory /var/www/>"

แก้ไขจาก	AllowOverride None
เป็น	AllowOverride All

#### รูปที่ 4.8 การแก้ไขค่า config ของ Apache

เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้ทำการบันทึกค่า โดยการกด Ctrl + X, แล้วพิมพ์ Y, และกดปุ่ม Enter

ทำการ restart Apache เพื่อให้การเปลี่ยนแปลงมีผล ด้วยคำสั่ง

```
sudo service apache2 restart
```

#### รูปที่ 4.9 คำสั่งสำหรับ restart Apache เพื่อใช้งานค่าการปรับปรุง config

ดาวน์โหลด ownCloud จาก owncloud.org (ผู้วิจัยเลือกใช้เวอร์ชัน 6.0.0a ซึ่งเป็นเวอร์ชันที่มีความเสถียรในขณะที่ทำการวิจัย)

```
wget http://download.owncloud.org/community/owncloud-6.0.0a.tar.bz2
```

#### รูปที่ 4.10 คำสั่งการ download owncloud สำหรับติดตั้งใช้งาน

ทำการแตกไฟล์ออกมา ด้วยคำสั่ง สำหรับนำไฟล์ ownCloud ไปใช้งาน

```
tar -xjf owncloud-6.0.0a.tar.bz2
```

#### รูปที่ 4.11 คำสั่งการแตกไฟล์เพื่อนำไปใช้งาน

ย้าย ownCloud ที่แตกไฟล์ออกมาไปยังพื้นที่ให้บริการ web services ด้วยคำสั่ง

```
sudo mv owncloud /var/www
```

**รูปที่ 4.12** คำสั่งการย้าย ownCloud ที่แตกไฟล์ออกมาไปยังพื้นที่ให้บริการ web services

ทำการเปลี่ยนแปลงสิทธิในการทำงานสำหรับ ownCloud ด้วยคำสั่ง

```
cd /var/www
sudo chown -R www-data:www-data owncloud
```

**รูปที่ 4.13** คำสั่งการเปลี่ยนแปลงสิทธิในการทำงานสำหรับ ownCloud

ขั้นตอนต่อไปเป็นการตั้งค่า MySQL เพื่อเป็นการ  
ทำการ log in เข้าสู่ MySQL ด้วยคำสั่ง

```
mysql -u root -p
```

**รูปที่ 4.14** คำสั่งการ log in เข้าสู่ MySQL

สร้าง DataBase ขึ้นมาใหม่ด้วยคำสั่ง

```
CREATE DATABASE owncloud;
```

**รูปที่ 4.15** คำสั่งการสร้าง DataBase เพื่อใช้กับ ownCloud

กำหนดสิทธิในการทำงาน DataBase โดยกำหนดสิทธิให้กับ user ชื่อ admin ด้วยคำสั่ง

```
GRANT ALL ON owncloud.* TO 'admin'@'localhost' IDENTIFIED BY 'password';
```

**รูปที่ 4.16** คำสั่งการกำหนดสิทธิในการทำงาน DataBase ของ MySQL

นอกจากการกำหนดสิทธิ์ของ MySQL ที่จะทำงานกับ ownCloud ด้วยคำสั่ง

```
Quit
```

#### รูปที่ 4.17 คำสั่งการออกจากกำหนดสิทธิ์ของ MySQL

ปรับแต่งค่าการ upload ไฟล์ เนื่องจาก Apache ได้มีการกำหนดค่าเริ่มต้นของการ upload ไฟล์ผ่านหน้า Browser ไว้ที่ขนาด 513 MB ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน ownCloud ผ่าน Browser แต่สามารถปรับปรุงค่า config ให้สามารถทำการ upload ไฟล์ผ่านหน้า webpage ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดไว้ที่ 2 GB เนื่องจากเครื่อง server ที่ใช้งานเป็น cpu ขนาด 32 bit (ข้อมูลจาก [http://doc.owncloud.org/server/5.0/admin\\_manual/configuration/configuring\\_big\\_file\\_upload.html](http://doc.owncloud.org/server/5.0/admin_manual/configuration/configuring_big_file_upload.html)) ดังนั้นจึงต้องดำเนินการแก้ไขที่ไฟล์ .htaccess ที่อยู่ในไดเรกทอรี owncloud ดังนี้

เปิดไฟล์เพื่อทำการแก้ไข ด้วยคำสั่ง

```
sudo vi /var/www/owncloud/.htaccess
```

#### รูปที่ 4.18 คำสั่งการเปิดไฟล์ .htaccess เพื่อทำการแก้ไข

ทำการแก้ไขข้อมูลไฟล์ .htaccess เพื่อให้รองรับการทำงานกับไฟล์ข้อมูลขนาดใหญ่ขึ้น

แก้ไขที่บรรทัด เดิม

```
php_value upload_max_filesize 513M
```

```
php_value post_max_size 513M
```

เปลี่ยนใหม่ เป็น

```
php_value upload_max_filesize 2G
```

```
php_value post_max_size 2G
```

#### รูปที่ 4.19 การแก้ไขข้อมูลในไฟล์ .htaccess

เมื่อบันทึกค่าแล้วทำการรีสตาร์ท apache เพื่อให้การตั้งค่ามีผลด้วยคำสั่ง

```
sudo service apache2 restart
```

#### รูปที่ 4.20 คำสั่งการ Restart เครื่อง Ubuntu

เมื่อดำเนินการติดตั้งและแก้ไขค่า config ต่างๆ ตามขั้นตอนเพื่อให้รองรับการทำงานระบบ ownCloud เรียบร้อยแล้ว จะสามารถเริ่มใช้งานระบบ ownCloud ในครั้งแรกผ่าน browser ของเครื่อง server ดังนี้

<http://localhost/owncloud/>

(สามารถเข้าใช้งานด้วยชื่อหน้าเว็บ <http://localhost/owncloud/> หรือ

<https://localhost/owncloud/>)

จะได้หน้าเว็บ Create an admin account

ตั้งชื่อแรกที่จะเป็นผู้ดูแลระบบ เช่น

username: admin ซึ่งสามารถกำหนดชื่ออื่นๆได้ตามต้องการ

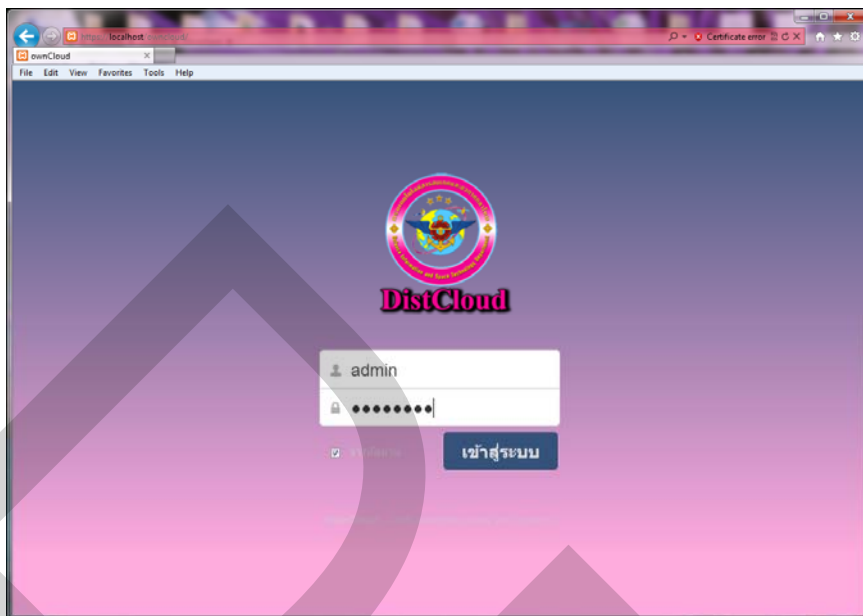
password: ตามต้องการ

คลิกปุ่ม Finished

เข้าสู่หน้าเว็บ admin เพื่อบริหารการทำงานของระบบ ownCloud

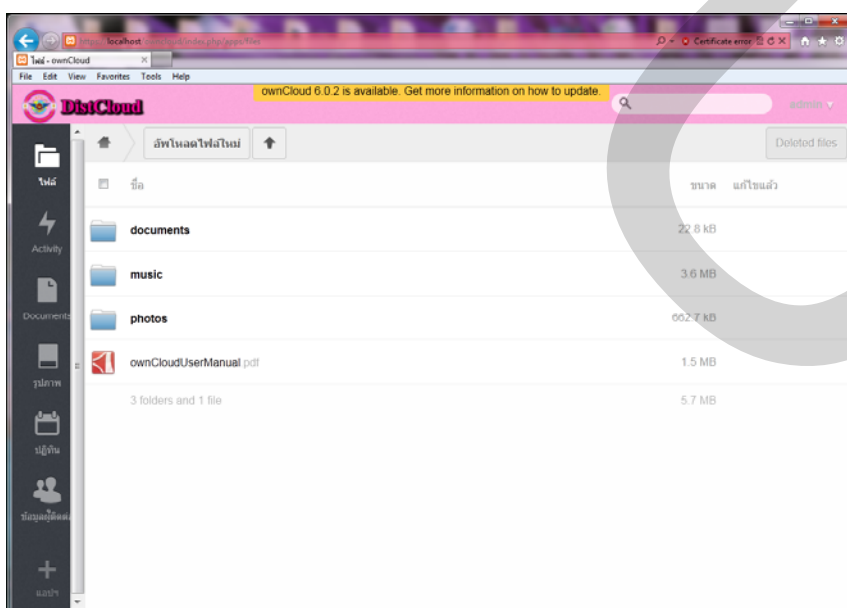
จัดทำหน้า webpage ระบบ ownCloud ของกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศ

กลาโหม ตามรูปภาพ

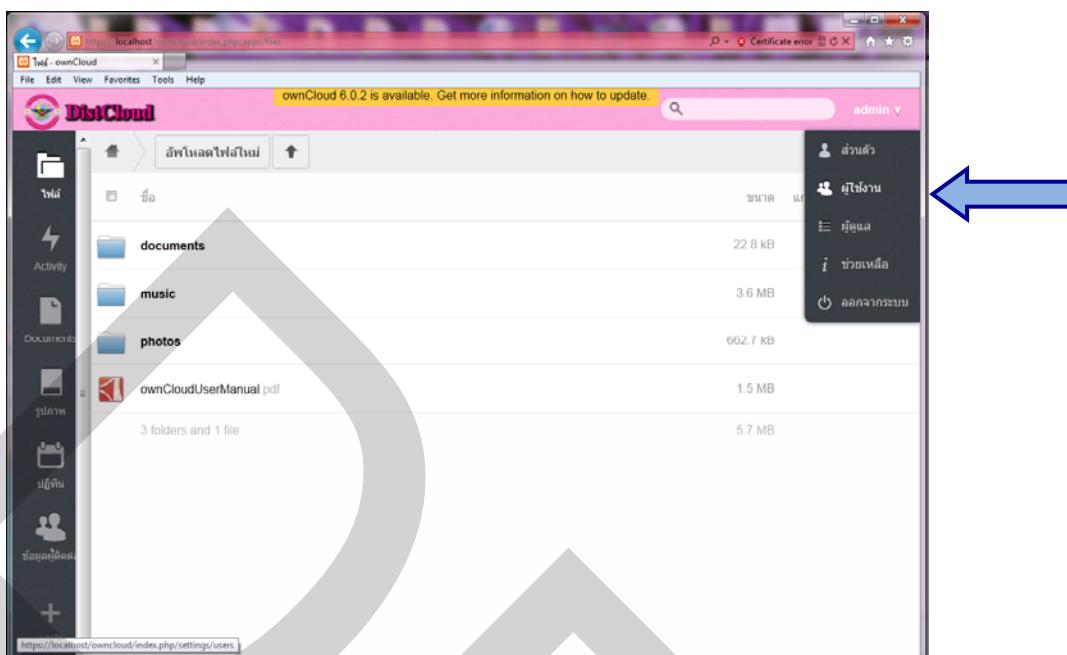


รูปที่ 4.21 หน้าแรกเพื่อให้ user ทำการ login เข้าใช้งาน ownCloud

เป็นหน้าต่างแรก เพื่อใช้ log in เข้าใช้งานระบบ โดย user แต่ละคนจะต้องมี user และ password ของตนเองสำหรับเข้าใช้งาน ซึ่งผู้ที่เป็น Admin จะเป็นผู้สร้าง user name และ password ของแต่ละ account จากนั้น เมื่อแต่ละ user เข้าใช้งานแล้วจะสามารถเปลี่ยน password ได้เองเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานระบบ



รูปที่ 4.22 เมื่อ log in เรียบร้อยจะเข้าสู่การใช้งาน ownCloud



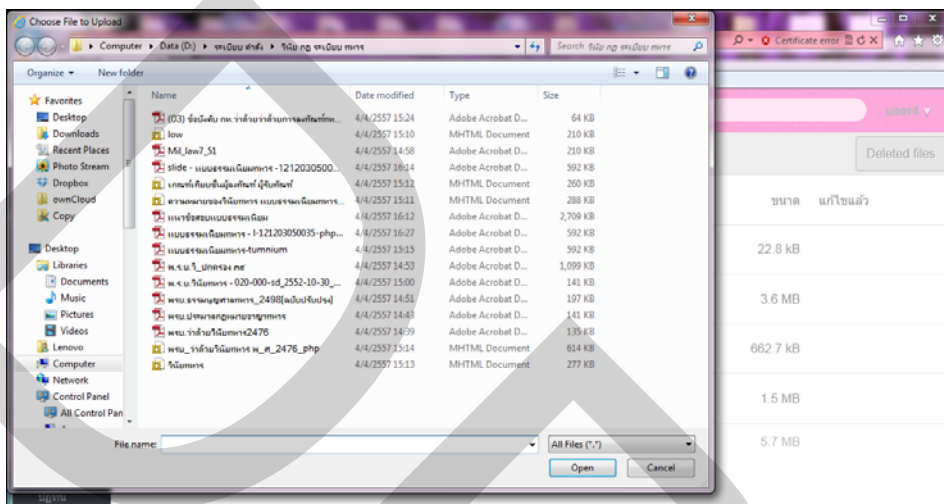
รูปที่ 4.23 การเข้าใช้งานในสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบจะมีเมนู “ผู้ใช้งาน” สำหรับบริหารจัดการ User

หน้าตาการเข้าใช้งานของ Admin จะแตกต่างจาก user ทั่วไป คือ จะมี menu ผู้ใช้งาน เพื่อบริหารจัดการ user อื่นทั่วไป และ menu ผู้ดูแล สำหรับการตั้งค่าการทำงานของระบบ ownCloud



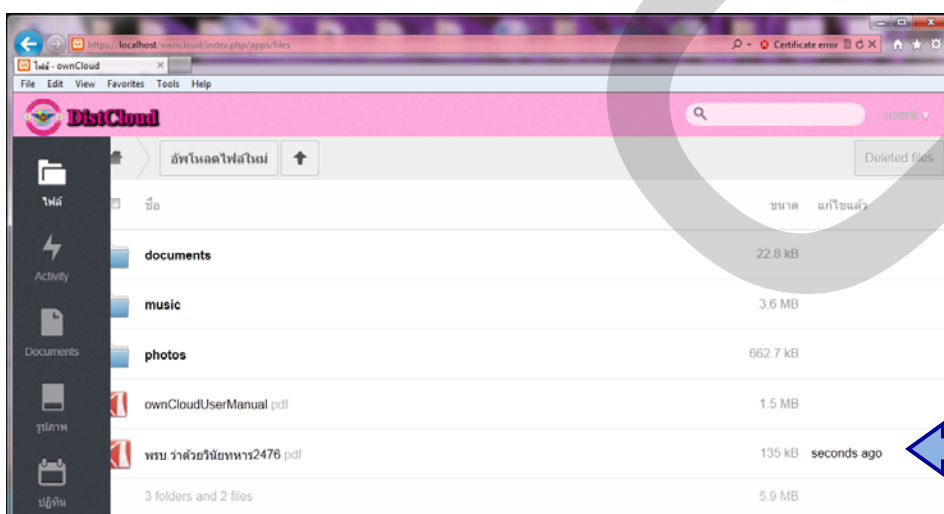
รูปที่ 4.24 ตัวอย่างแสดงผลการสร้าง User เพื่อให้เข้าใช้งาน

การสร้าง User สำหรับเตรียมการทดลองระบบ Cloud storage ในการทดลองจริงจะทำการสร้างจำนวน 30 Users เพื่อให้รองรับการทำการทดลองสำหรับ 30 เครื่องในห้องคอมพิวเตอร์ของ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาใหม่



รูปที่ 4.25 แสดงตัวอย่างการ Upload file ขึ้นไปบน ระบบ ownCloud ด้วย User

สำหรับการ upload files ขึ้นไปบนระบบสามารถเลือกไฟล์ที่ต้องการ upload ได้ง่ายเหมือนโปรแกรมโดยทั่วไป ผู้ใช้งานระบบ storage cloud ไม่จำเป็นต้องมีทักษะในการใช้งานด้าน computer สูง



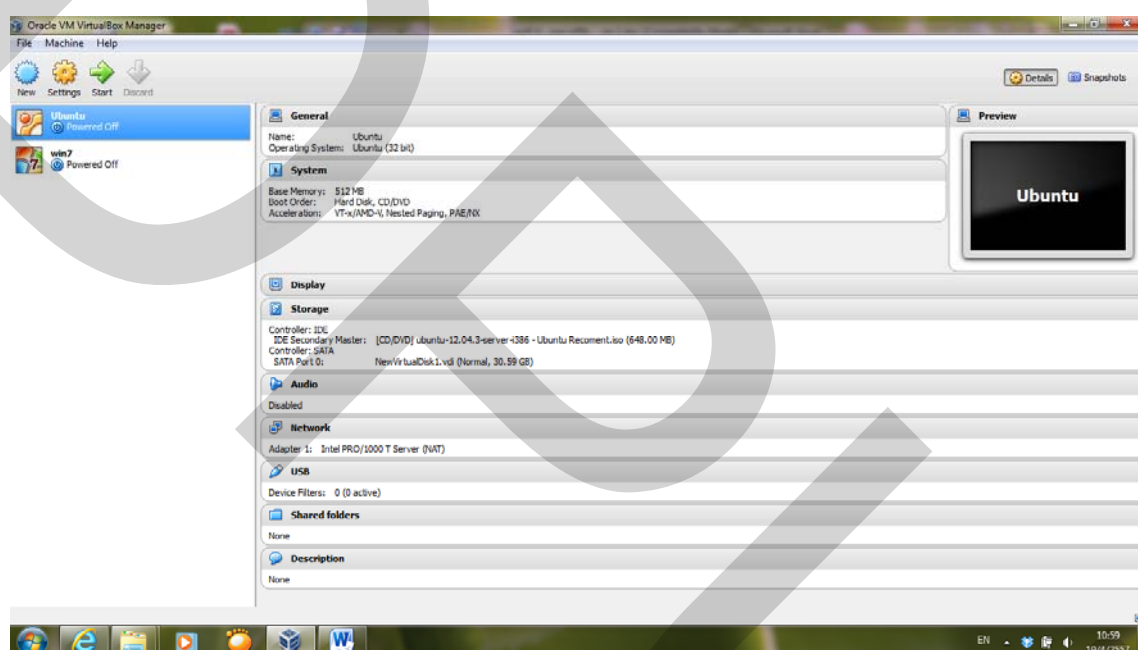
รูปที่ 4.26 แสดงผลจากการ upload file ขึ้นไปบนระบบ ownCloud เรียบร้อย



#### 4.1.1.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบบน Virtual hardware

ในการติดตั้งระบบ ownCloud บน virtual hardware มีขั้นตอนที่แตกต่างจากการลงบน physical hardware คือจะต้องมีโปรแกรมสำหรับบริหารจัดการ virtual hardware ซึ่งเป็นการทำ Virtualization โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้ Oracle VM VirtualBox เนื่องจากเป็น Software ที่ให้ใช้ได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย สามารถปรับแต่งการใช้งานได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการทำงาน

ทำการติดตั้งโปรแกรม Oracle VM VirtualBox และสร้าง virtual machine ซึ่งเป็น virtual hardware ตามรูป



รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างการบริหารจัดการ virtual machine ของ Oracle VM VirtualBox

เมื่อสร้าง virtual machine เรียบร้อย ต่อไปเป็นการติดตั้ง Ubuntu , โปรแกรมสนับสนุนที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุน ownCloud และติดตั้ง ownCloud ซึ่งสามารถดำเนินตามขั้นตอนที่ใช้ในการติดตั้งบน Physical hardware

## 4.2 การติดตั้งและทดสอบ

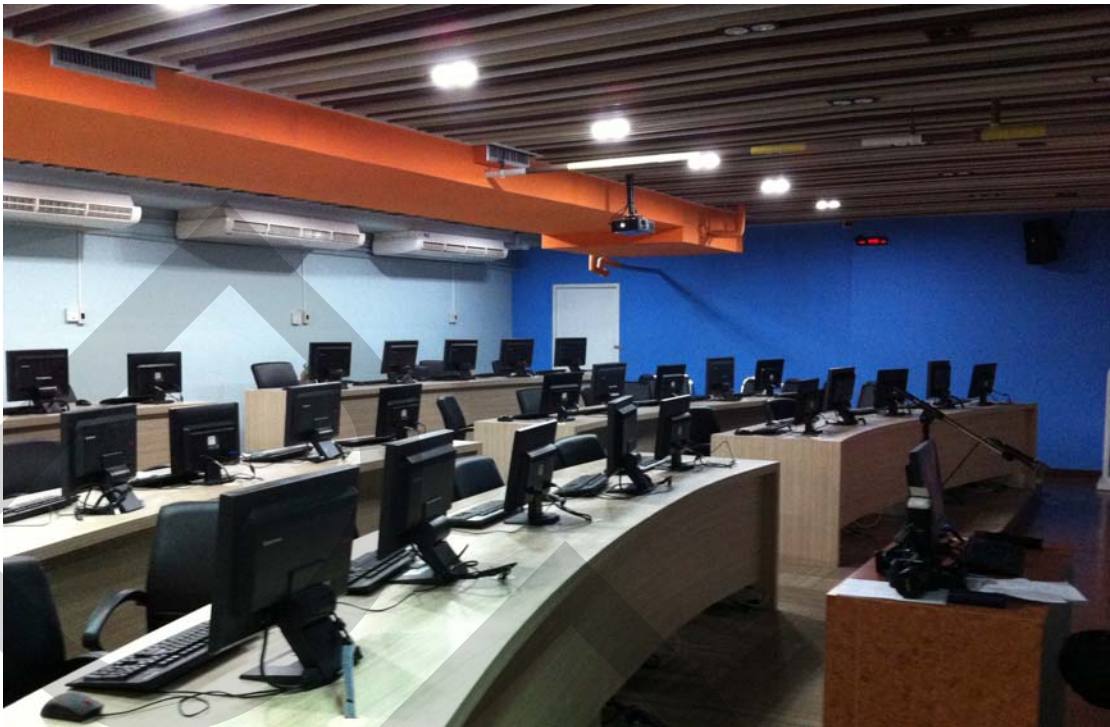
เมื่อเตรียมระบบ cloud storage บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็น Physical hardware และ Virtual hardware เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำเครื่อง Server ติดตั้งในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ ของ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม เพื่อเป็นการทดสอบการทำงาน

ของ ระบบ ownCloud ผู้วิจัยนำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งเป็น ownCloud Server ทั้ง 2 แบบ คือ แบบที่ติดตั้งบน physical hardware และ virtual hardware สลับกันติดตั้งและทำการทดลองที่ ละครบบภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม เพื่อนำผลการทดลองไปวิเคราะห์สำหรับดำเนินการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

สภาพแวดล้อมสำหรับการทดลอง Cloud Storage ที่พัฒนาจาก ownCloud สำหรับ งานวิจัยนี้ทำการทดลองภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศ กลาโหม มีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่บนระบบเครือข่ายภายใน(intranet) จำนวน 30 เครื่อง ซึ่งมีการเชื่อมต่อข้อมูลภายในเครือข่ายด้วย network switch 16 port จำนวน 3 ตัว มีอัตราการรับ-ส่ง ข้อมูล 10/100 Mbps มีอัตราการส่งผ่านข้อมูลสูงสุด(Maximum data throughput) 3.2 Gbps และมีการเชื่อมต่อข้อมูลออกสู่ internet เพื่อส่งข้อมูลให้กับ New Relic Server เพื่อใช้สำหรับ ติดตามการทำงานของ ownCloud Server



รูปที่ 4.28 ห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม



รูปที่ 4.29 สภาพภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม



รูปที่ 4.30 ภาพเครื่องลูกข่ายเมื่อเปิดใช้งานระบบ cloud storage ด้วย ownCloud พร้อมกัน 30 เครื่อง



รูปที่ 4.31 อุปกรณ์เครือข่ายภายในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการทดลอง

#### 4.3 การติดตามผล

การติดตามผลเป็นการนำ software 3 ตัวมาเป็นเครื่องมือในการวัดและบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย System Monitor, New Relic และ Apache JMeter สำหรับ monitor ทรัพยากรของ server โดยมีรายละเอียดพอสังเขป ดังนี้

4.3.1 System Monitor เป็นโปรแกรมที่สามารถเรียกใช้งานได้โดยติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการอยู่แล้ว สามารถดูการทำงานของ CPU, Memory และ Network ได้ในแบบ Real-time ข้อจำกัดคือไม่สามารถดูข้อมูลในห้วงระยะเวลานานได้

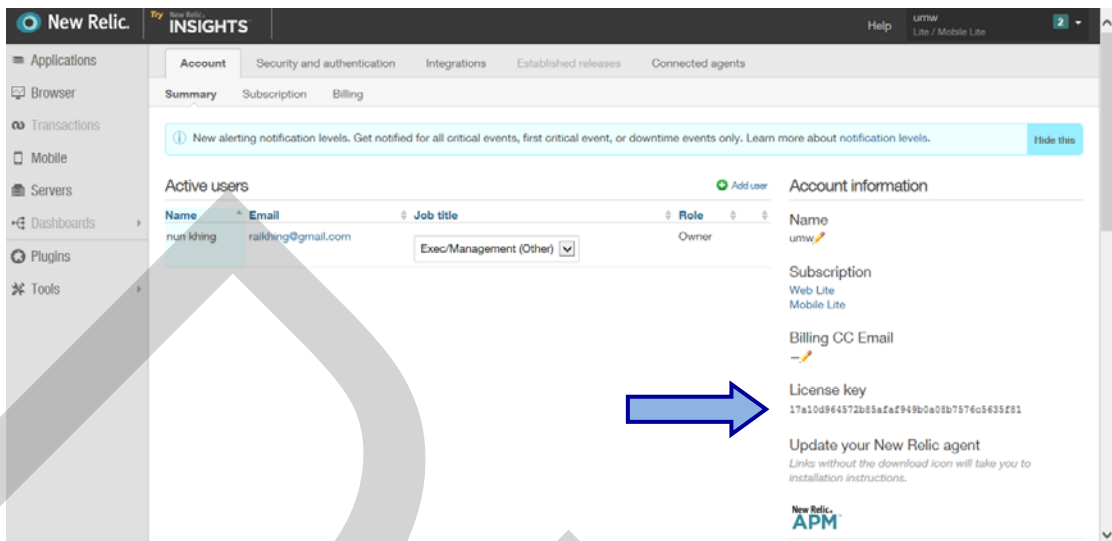
4.3.2 New Relic เป็นเครื่องมือสำหรับการติดตามการทำงานของ server สามารถดูการทำงานของ CPU, Memory, Network และ Disk I/O ได้ โดยมีความสามารถสูงกว่า System Monitor ที่สามารถดูเป็นลักษณะกราฟเชิงเส้นที่มีคาบเวลาที่ยาวนานกว่า System Monitor และสามารถทำการเฝ้าติดตามการทำงานของ Server ได้พร้อมกันหลายเครื่อง ในการใช้งานต้องดำเนินการสมัครเข้าใช้งานโดยการสร้าง Account ได้ที่ website ของผู้ให้บริการ ในส่วนของเครื่อง server ต้องติดตั้งโปรแกรมสำหรับส่งข้อมูลที่ทำการตรวจสอบไปยัง server ของผู้ให้บริการ

เพื่อที่จะแสดงผล ดังนั้นการใช้งานเครื่อง server จะต้องมีการเชื่อมต่อกับ internet ตลอดเวลา โดยมีขั้นตอนการสมัครและการใช้งาน ดังนี้

การสมัครและติดตั้งโปรแกรม New Relic เพื่อใช้สำหรับการเฝ้าดูการทำงานของ OwnCloud Server ซึ่งแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

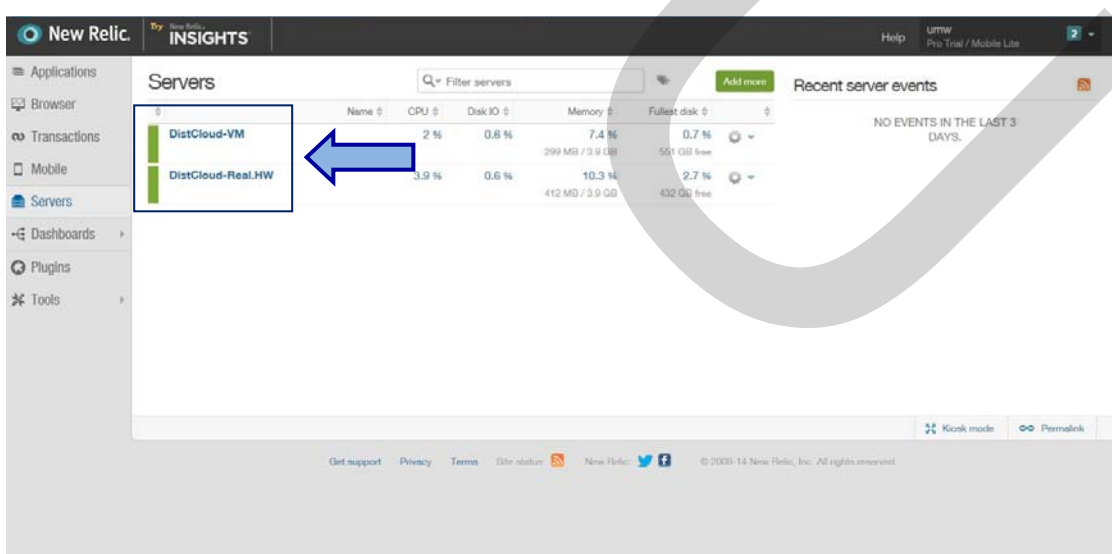
ขั้นตอนแรก การสมัครใช้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย โดยเข้าไปที่ เว็บไซต์ <http://newrelic.com/> ตามรูปที่ 4.12 เข้าไปทำการสร้าง Account เพื่อใช้งานระบบโดยใส่ข้อมูลตามที่ทาง เว็บไซต์กำหนด โดยมีส่วนที่สำคัญคือในการใส่ข้อมูลของ E-Mail จำเป็นต้องใช้ E-Mail ที่ใช้งานจริงเพื่อใช้เป็น Account สำหรับการ Log in ใช้งานระบบ และเมื่อสมัครใช้งานเรียบร้อยแล้ว จะสามารถ Log in ใช้งานและจะมี License key ของแต่ละ Account เพื่อนำไปใส่ให้กับ โปรแกรมที่ติดตั้งในเครื่อง server ที่ต้องการตรวจสอบ

รูปที่ 4.32 เว็บไซต์ New Relic สำหรับสมัครใช้งานโปรแกรม



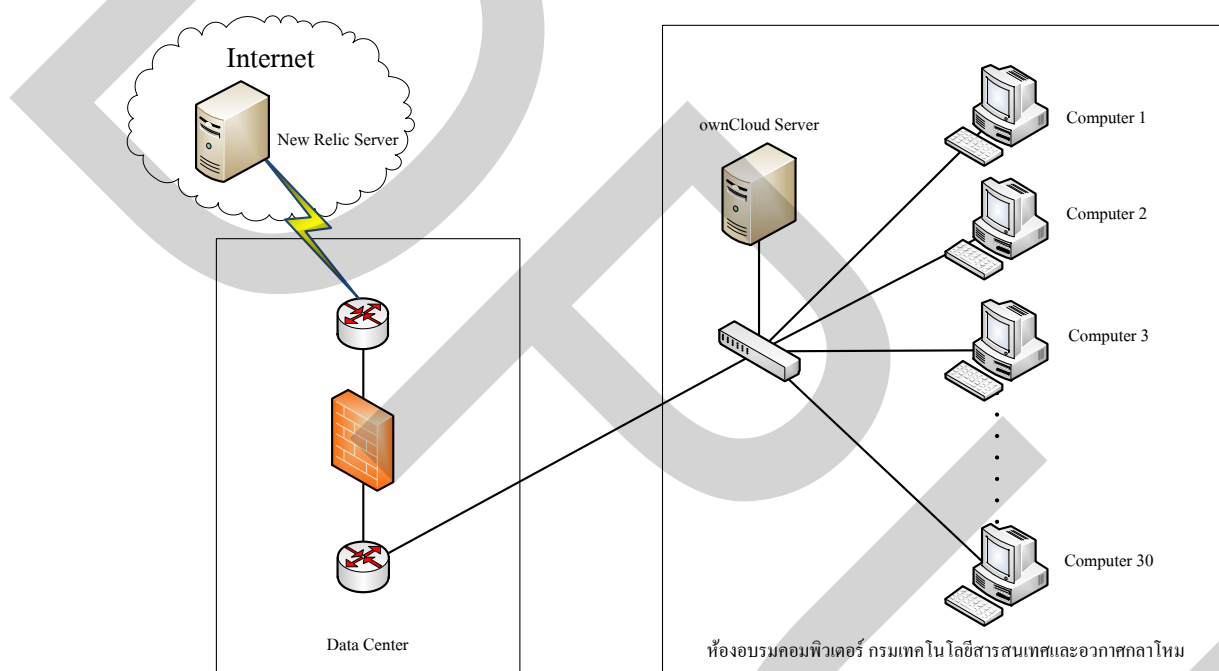
รูปที่ 4.33 เว็บไซต์ New Relic เมื่อสร้าง Account เรียบร้อยจะได้ License Key ไว้ใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการลงโปรแกรมที่เครื่อง server เพื่อทำหน้าที่ในลักษณะเป็น Agent สำหรับส่งข้อมูลต่างๆ กลับไปที่ server ของ New Relic เพื่อใช้ในการแสดงผล ซึ่งเมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจะต้องนำ License key มาใส่ให้กับโปรแกรมจึงสามารถตรวจติดตามการทำงานของ server ได้ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการลงโปรแกรมไว้ที่เครื่อง server ทั้ง 2 เครื่อง คือ ติดตั้งบน Physical hardware และ บน Virtual hardware



รูปที่ 4.34 แสดงจำนวน Server ที่ลงโปรแกรมเพื่อติดตามการทำงาน

จากรูปที่ 4.34 แสดงให้เห็นว่าได้มีการติดตั้งโปรแกรมไว้กับ Server จำนวน 2 เครื่อง คือ เครื่องชื่อ DistCloud-VM ซึ่งเป็น Server ที่ติดตั้งบน Virtual hardware และ เครื่องชื่อ DistCloud-Real.HW ซึ่งเป็น Server ที่ติดตั้งบน Physical hardware ในการแสดงผลจะมีการแสดงสถานะของ server เป็น 2 สถานะ คือ เมื่อติดต่อ server ได้จะแสดงผลเป็นสีเขียว และเมื่อติดต่อกับ Server ไม่ได้จะแสดงผลเป็นสีเทา ซึ่งการทดสอบ ownCloud ด้วยโปรแกรม New Relic มีผลการทดสอบระบบ ตามรูป

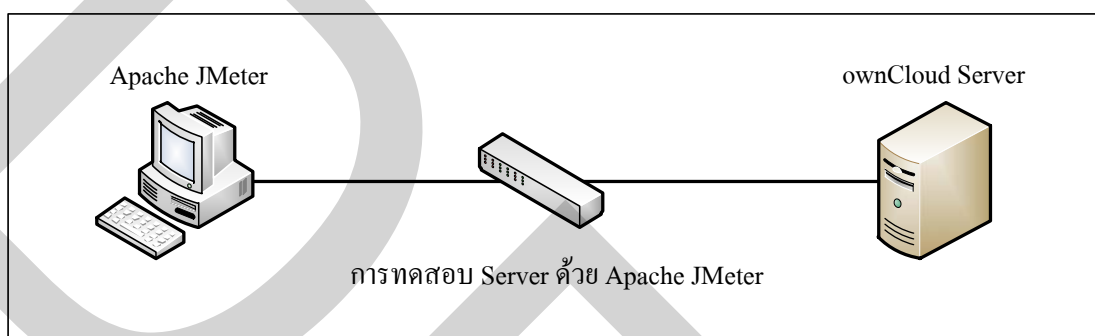


รูปที่ 4.35 ผลการทดสอบระบบ cloud storage และ Monitor การทำงานของ Server ด้วย New Relic

การทดลองด้วยการโปรแกรม New Relic จะทำการทดลองโดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องอบรมคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่เป็น Client ในจำนวนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 5 เครื่องจนถึง 30 เครื่องทำการ transfer file จากเครื่อง client ไปเก็บไว้ยังเครื่อง server ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware แล้วทำการดูผลการทำงานจาก New Relic และจากโปรแกรม System monitor

4.3.3 Apache JMeter เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของ Web application โปรแกรมสามารถสร้าง connection เชื่อมต่อไปยัง server เพื่อจำลองเป็น load ให้กับ

ระบบที่ต้องการทดสอบ วิธีการใช้งานควรติดตั้งโปรแกรม Apache JMeter กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่ายเดียวกับเครื่อง server ที่ต้องการทดสอบ จากนั้นตั้งค่าให้จำลองการเชื่อมต่อกับ server โปรแกรมสามารถสร้าง connection ได้ปริมาณมากและสามารถทำการสร้าง connect ได้อย่างต่อเนื่องได้ ซึ่งการทดสอบ ownCloud ด้วยโปรแกรม Apache JMeter มีผังการทดสอบระบบตามรูป



รูปที่ 4.36 ผังการทดสอบระบบ cloud storage ด้วย Apache JMeter

การทดลองด้วยการโปรแกรม Apache JMeter ทำการทดลองโดยให้โปรแกรม Apache JMeter จำลองสร้าง connection ในขนาดต่างๆกัน แล้วทำการดูผลการตอบสนองจาก Server ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware ด้วยโปรแกรม System Monitor

#### 4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผล

4.4.1 เก็บรวบรวมข้อมูล - การเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็นการเก็บข้อมูลด้วย 3 โปรแกรม โดยทำการทดลอง 2 แบบ คือ

4.4.1.1 การทดลองแบบที่ 1 การทดลองโดยทำการโอนข้อมูลขนาด 2 GB จากเครื่อง client ขึ้นไปเก็บไว้บน Cloud Server ที่สร้างขึ้นมาในจำนวนเครื่อง client จำนวนต่างๆกันและทำการติดตามการทำงานด้วยโปรแกรม New Relic และโปรแกรม System Monitor ตามรูปที่ 4.35 โดยมีผลการทดลองดังนี้

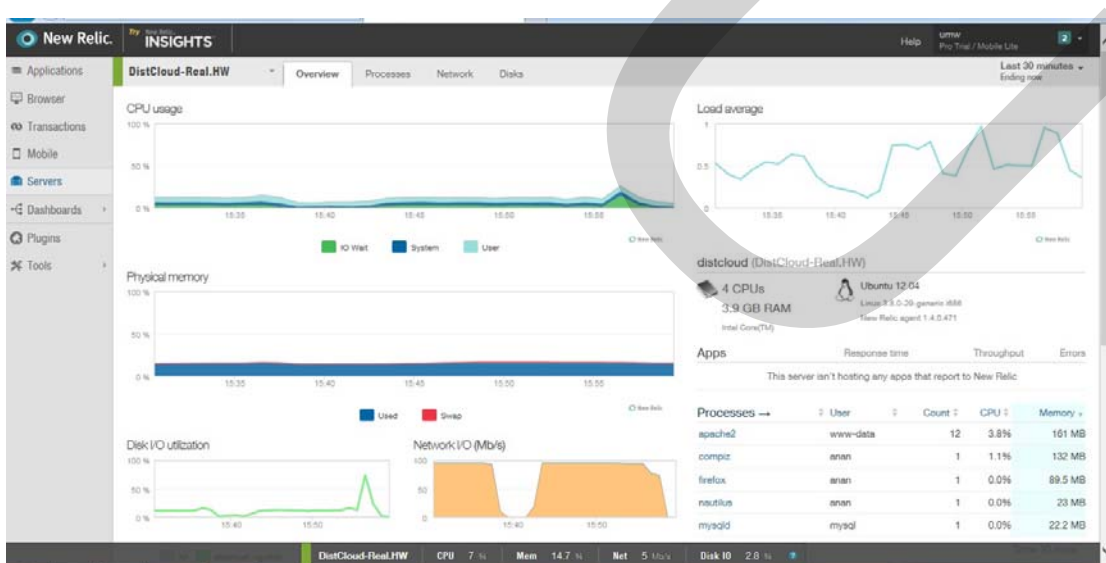
การทดลอง ownCloud ที่ติดตั้งบน Physical hardware โดยมีผลการทดลองตามจำนวน client ดังนี้



ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 5 เครื่องบน Physical hardware

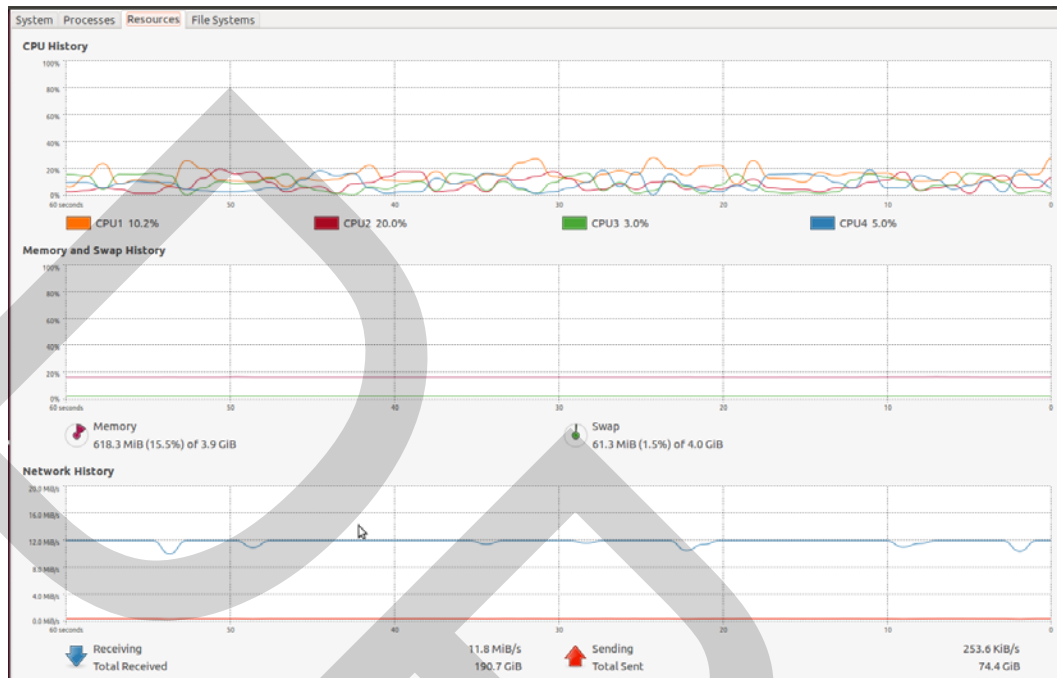


รูปที่ 4.37 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor

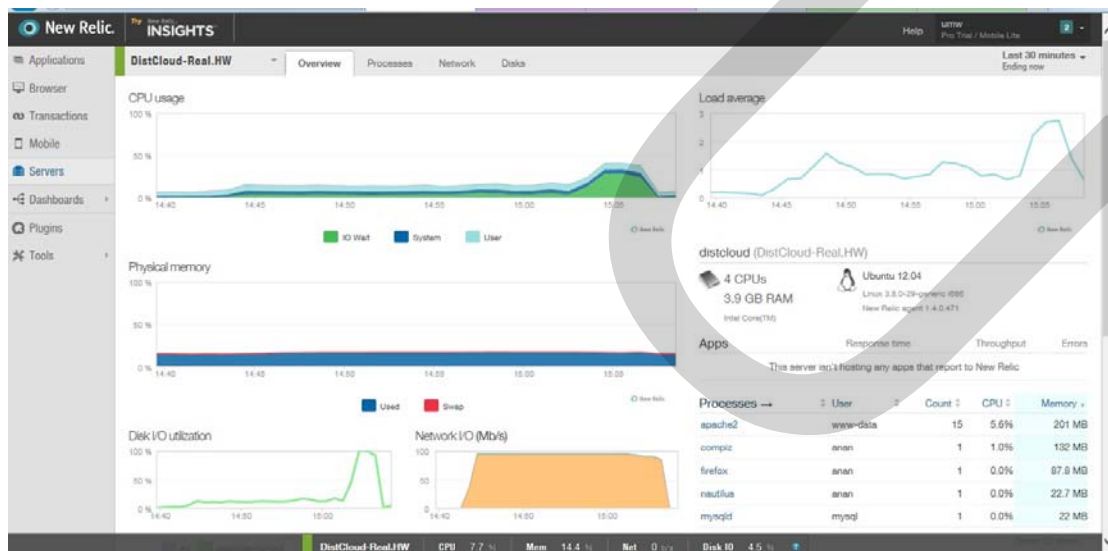


รูปที่ 4.38 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 10 เครื่องบน Physical hardware

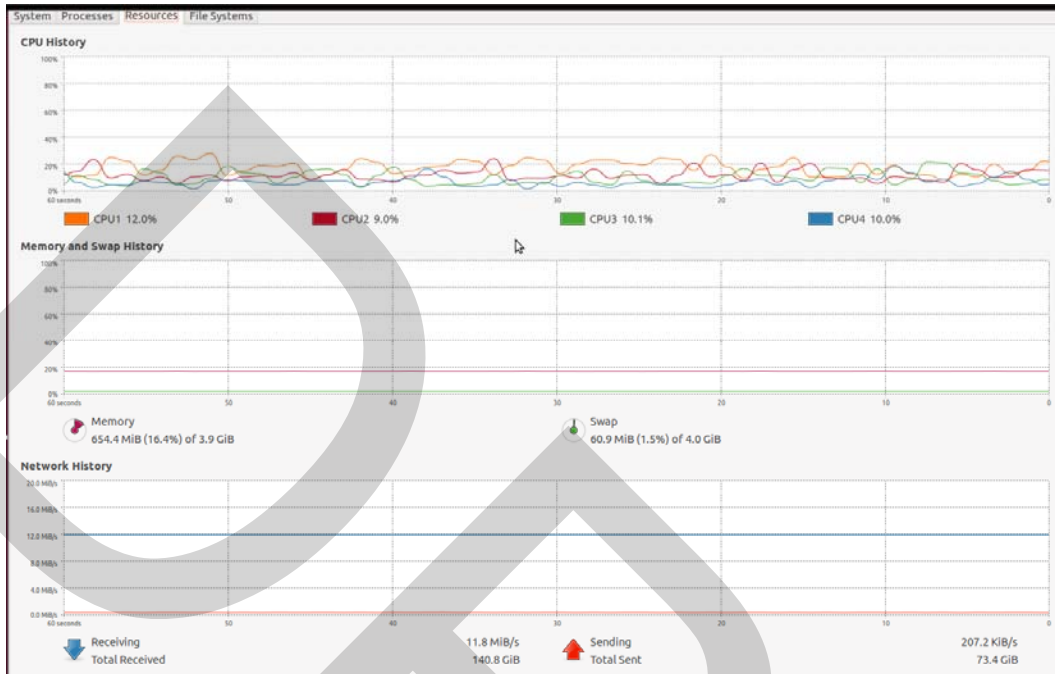


รูปที่ 4.39 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor

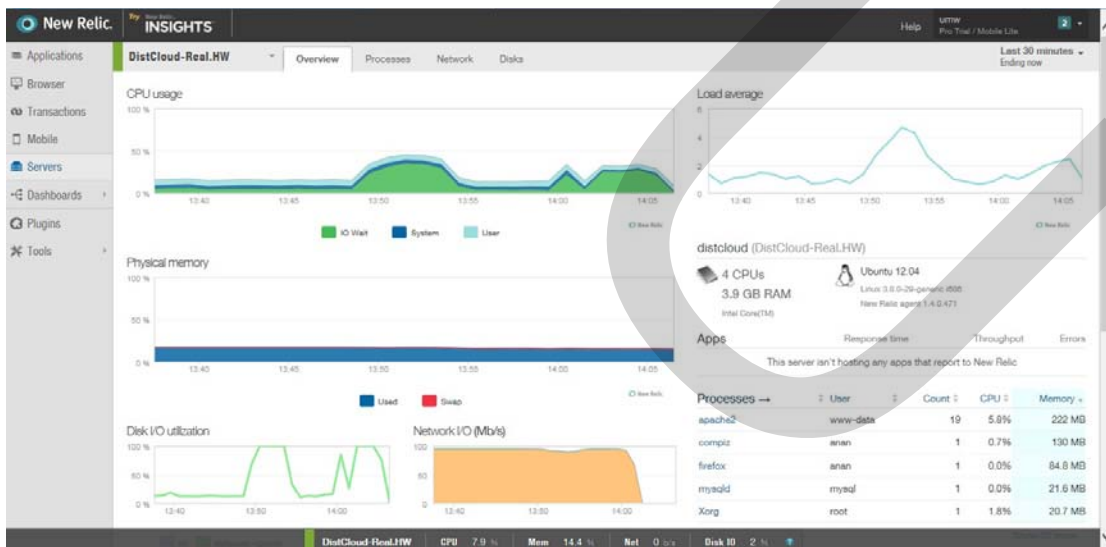


รูปที่ 4.40 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 15 เครื่องบน Physical hardware

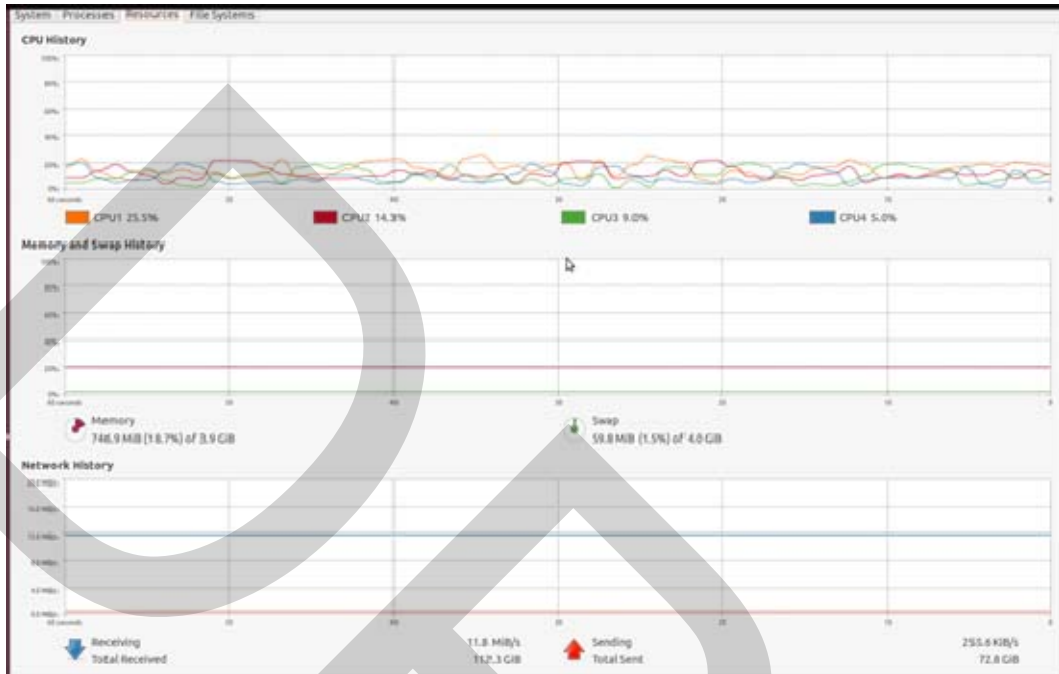


รูปที่ 4.41 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor

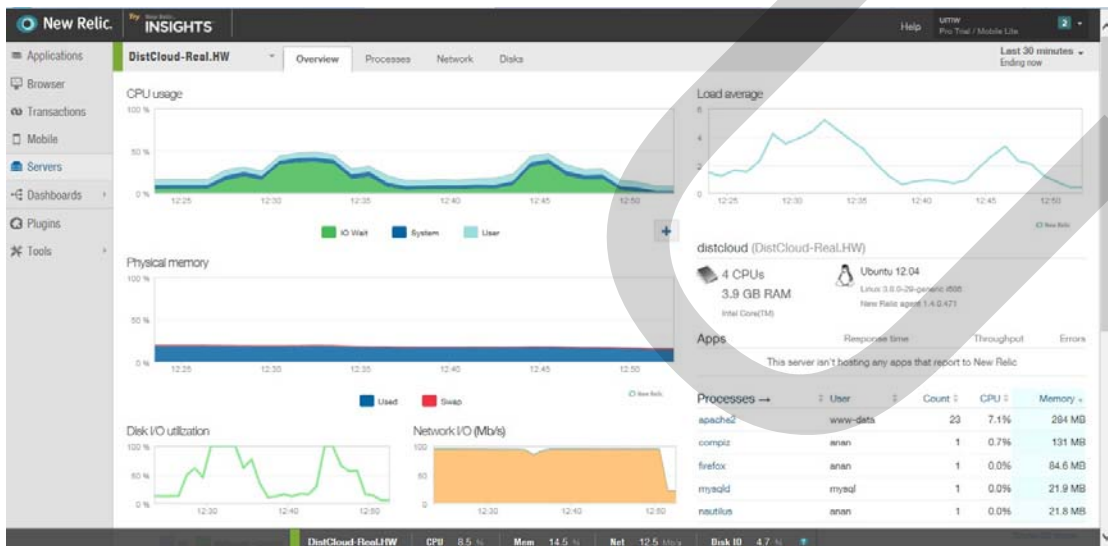


รูปที่ 4.42 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 20 เครื่องบน Physical hardware



รูปที่ 4.43 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor

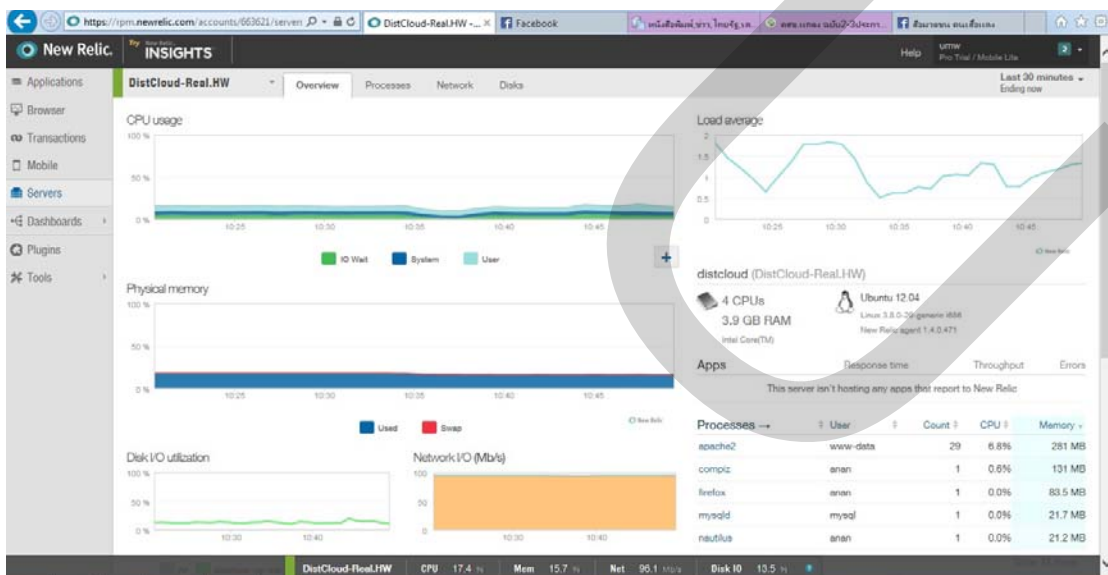


รูปที่ 4.44 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 25 เครื่องบน Physical hardware

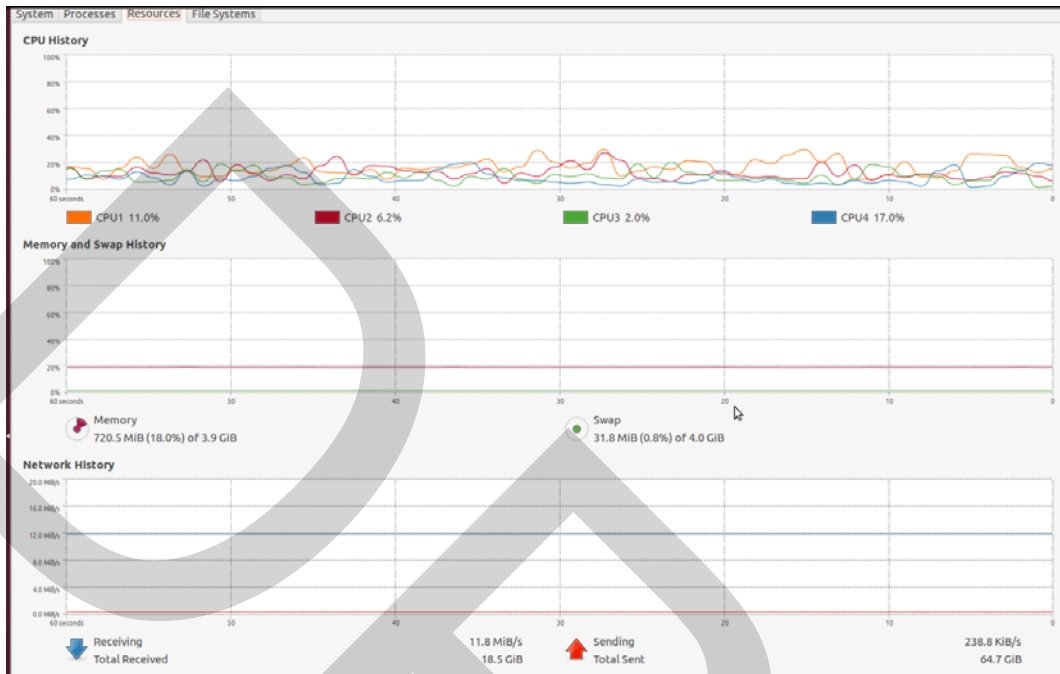


รูปที่ 4.45 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor

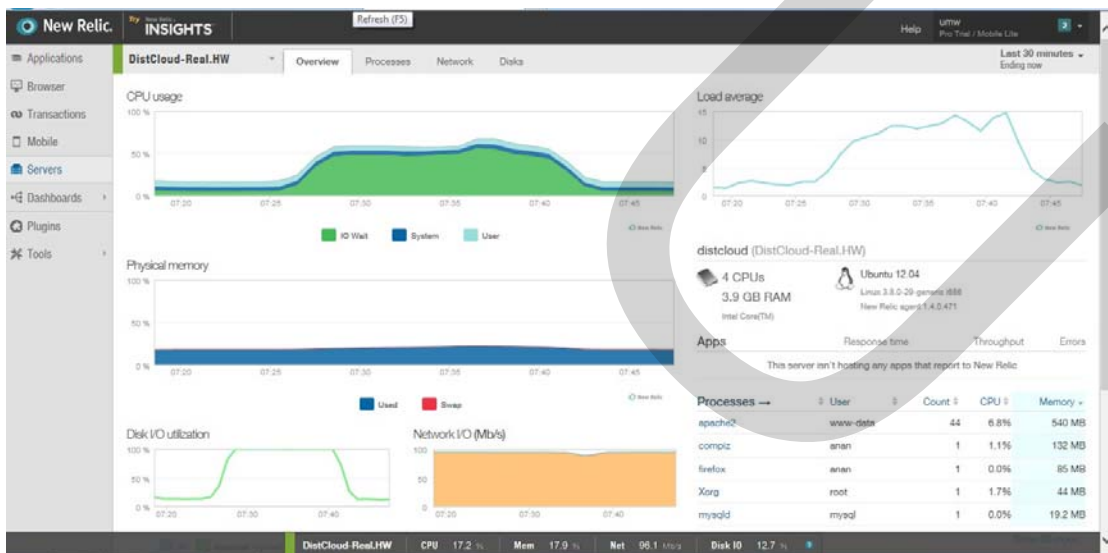


รูปที่ 4.46 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 30 เครื่องบน Physical hardware



รูปที่ 4.47 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Physical hardware ด้วย System Monitor

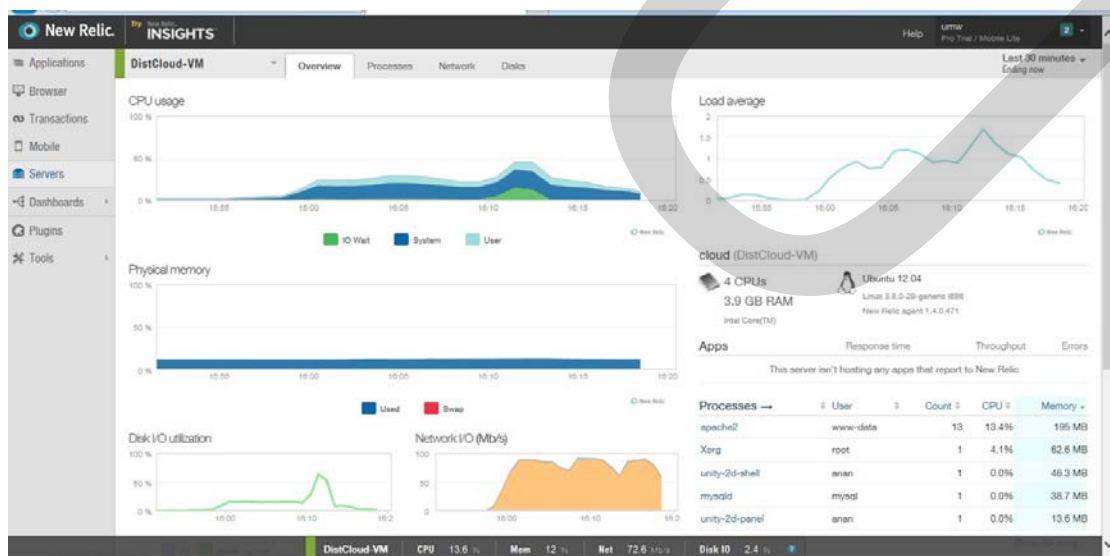


รูปที่ 4.48 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Physical hardware ด้วย New Relic

การทดลอง ownCloud ที่ติดตั้งบน Virtual hardware มีผลการทดลองตามจำนวน client ดังนี้  
ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 5 เครื่องบน Virtual hardware



รูปที่ 4.49 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor

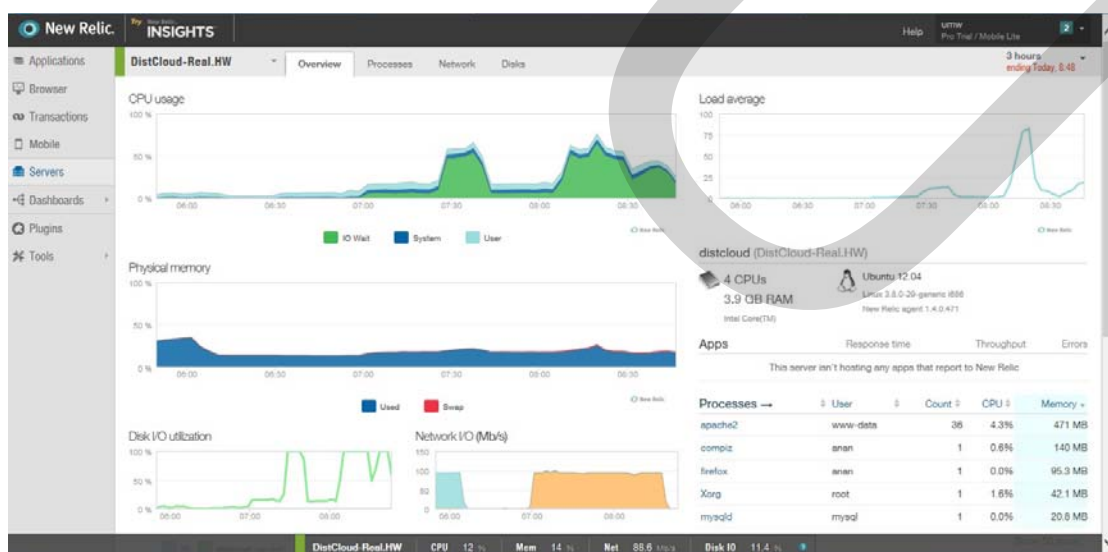


รูปที่ 4.50 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 5 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 10 เครื่องบน Virtual hardware



รูปที่ 4.51 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor



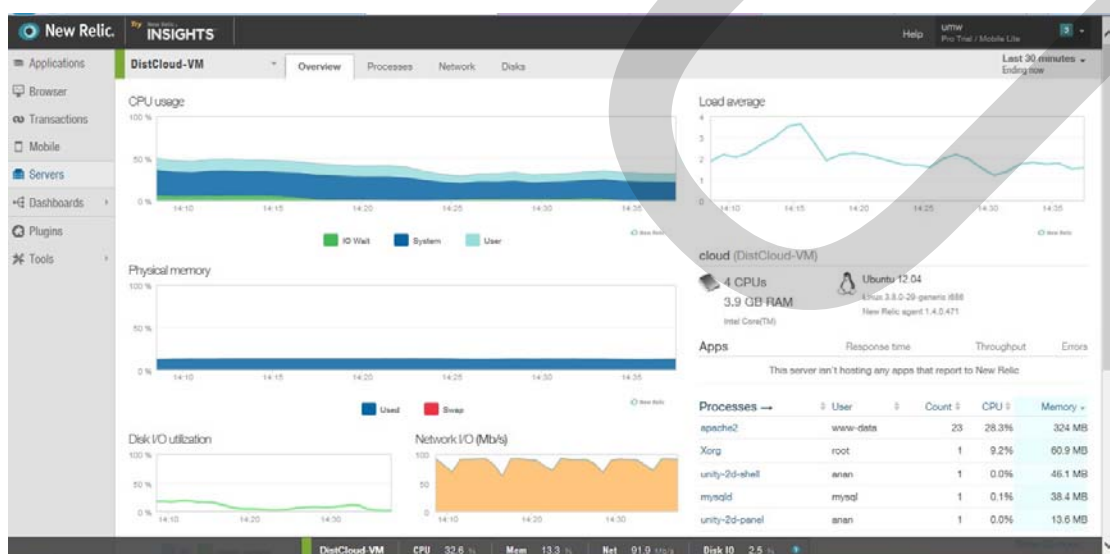
รูปที่ 4.52 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 10 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic



ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 15 เครื่องบน Virtual hardware

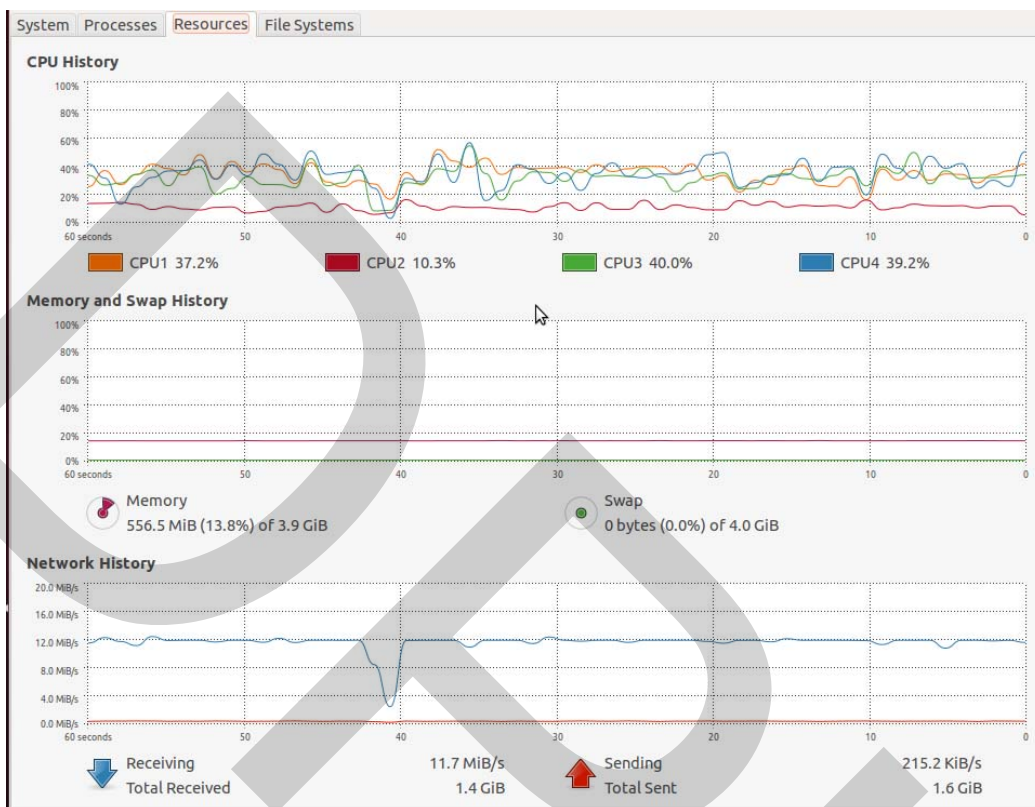


รูปที่ 4.53 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor

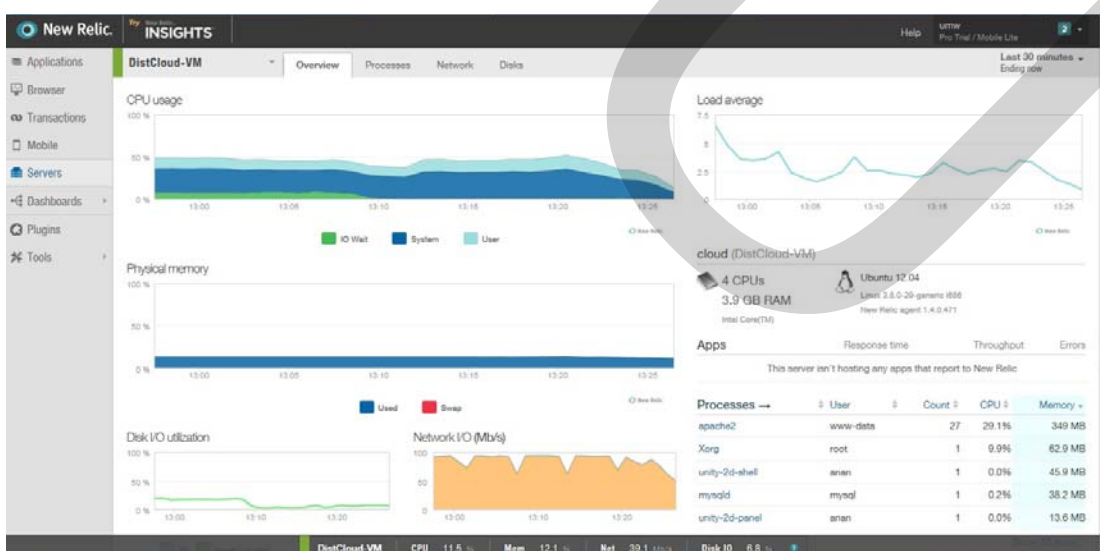


รูปที่ 4.54 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 15 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 20 เครื่องบน Virtual hardware

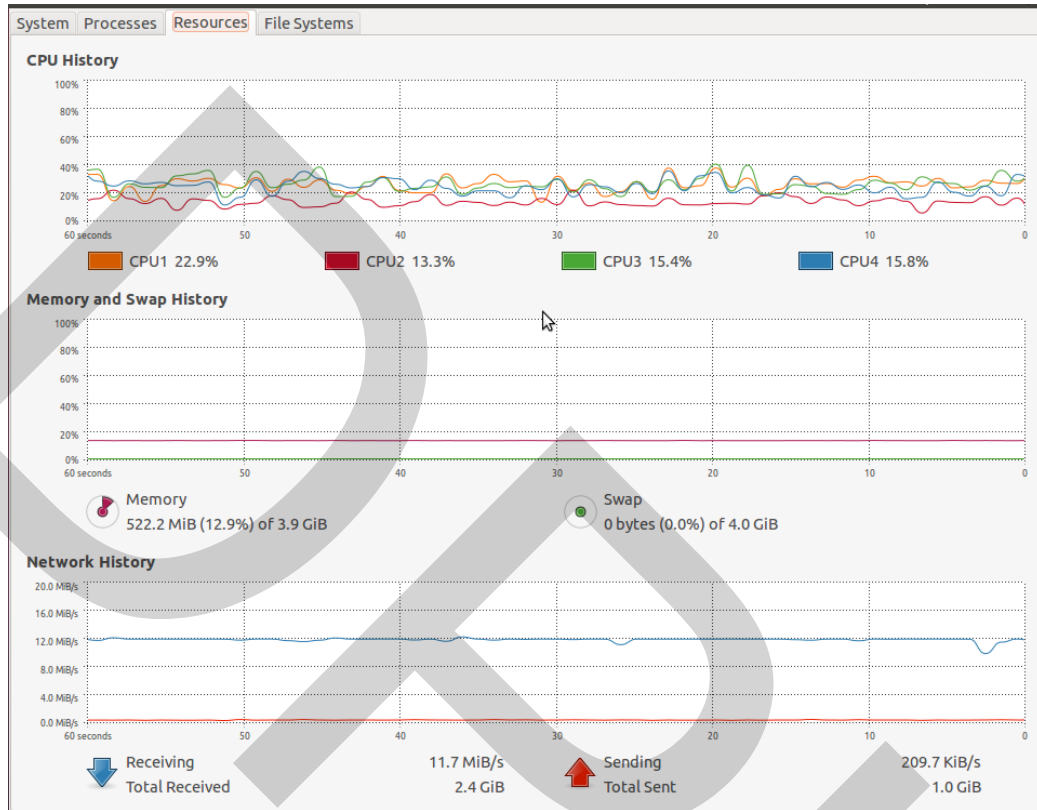


รูปที่ 4.55 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor

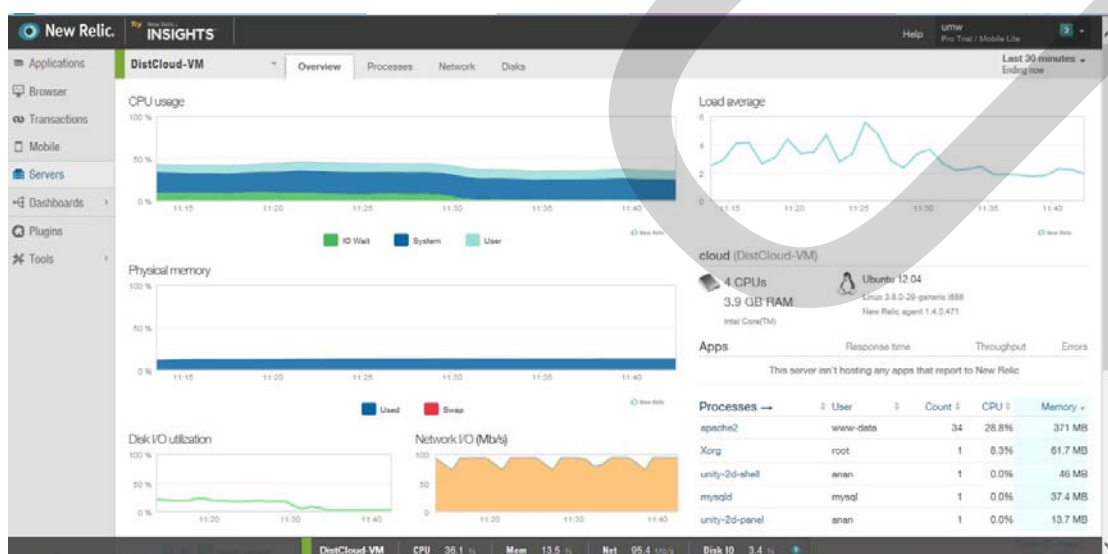


รูปที่ 4.56 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 20 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 25 เครื่องบน Virtual hardware

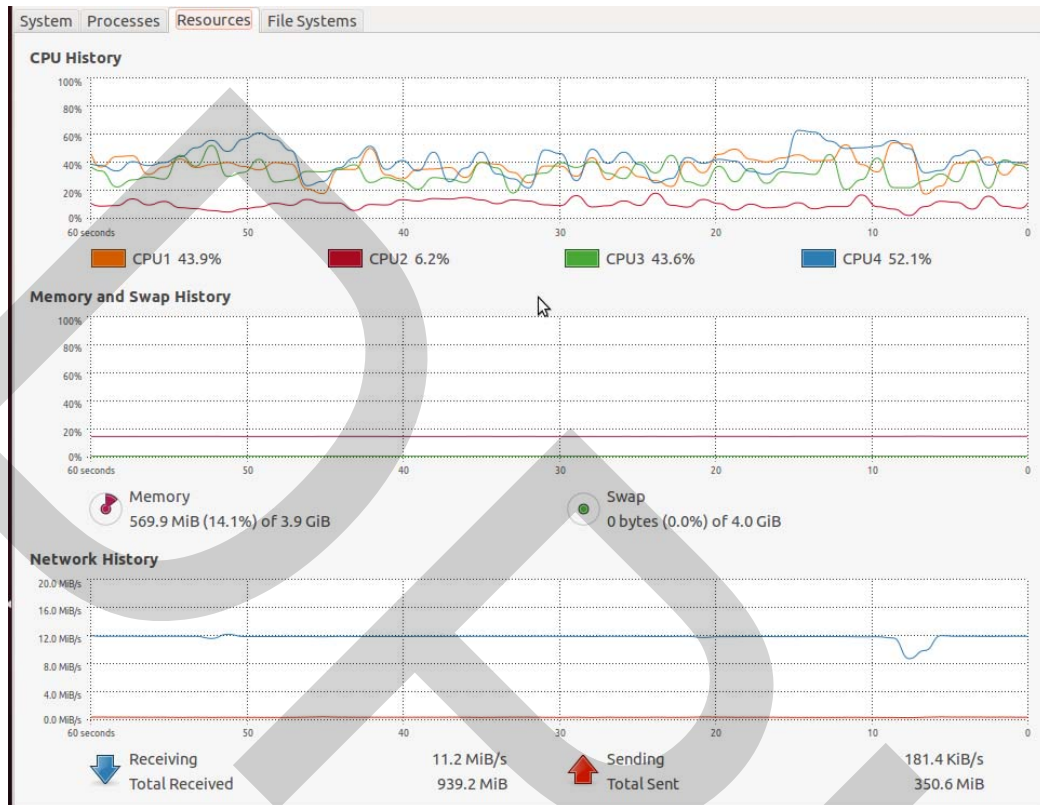


รูปที่ 4.57 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor

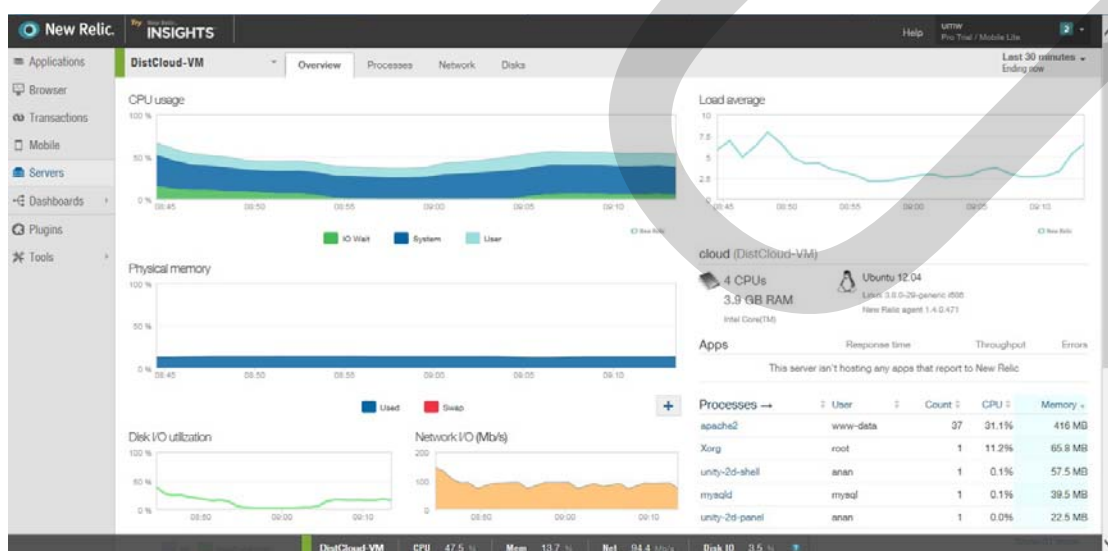


รูปที่ 4.58 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 25 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic

ผลทดลองแบบที่ 1 จำนวน Client 30 เครื่องบน Virtual hardware



รูปที่ 4.59 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย System Monitor



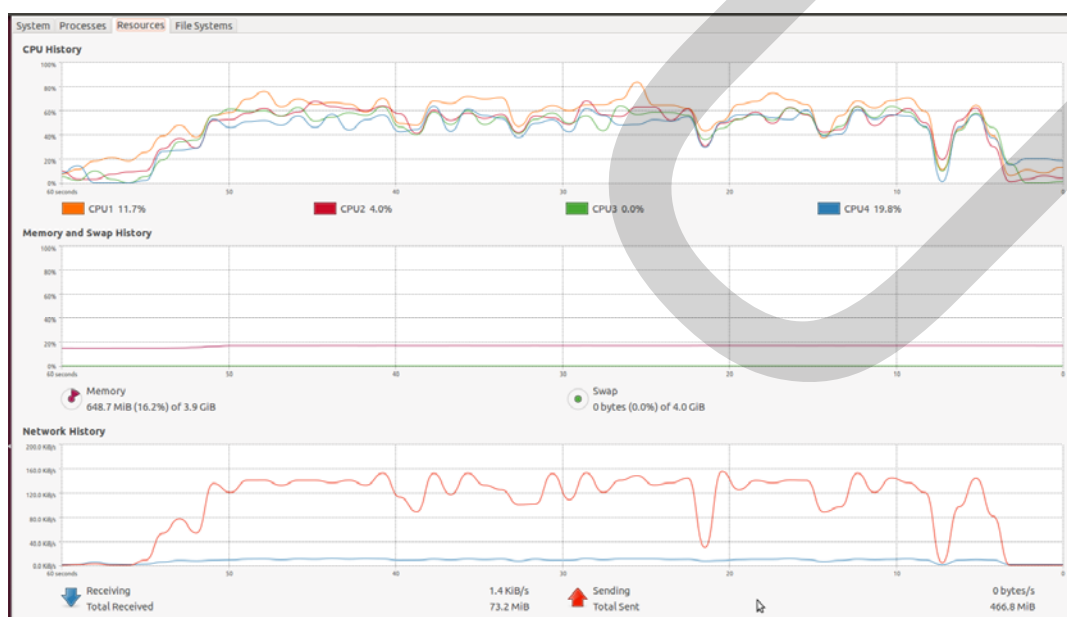
รูปที่ 4.60 ผลการทดลองแบบที่ 1 : Client 30 เครื่องบน Virtual hardware ด้วย New Relic

4.4.1.2 การทดลองแบบที่ 2 การทดลองโดยทำการจำลองสร้าง Connection ด้วยโปรแกรม Apache JMeter ในจำนวน Connection ที่แตกต่างกันและทำการติดตามการทำงานของ Server ด้วย System Monitor ตามรูปที่ 4.10 โดยมีผลการทดลองดังนี้

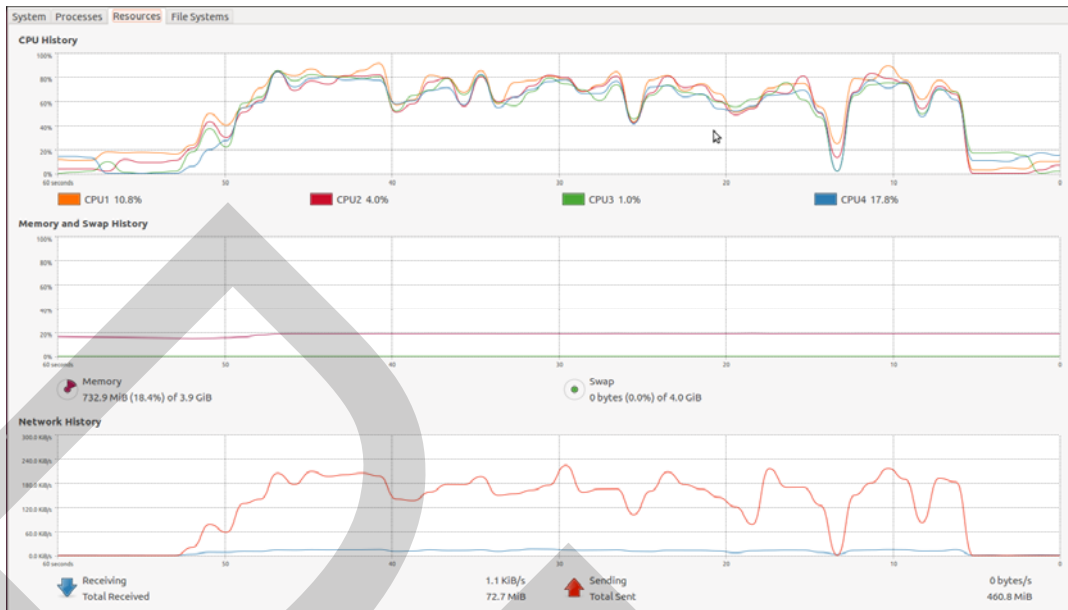
การทดลองแบบที่ 2 การจำลอง Connection บน Physical hardware



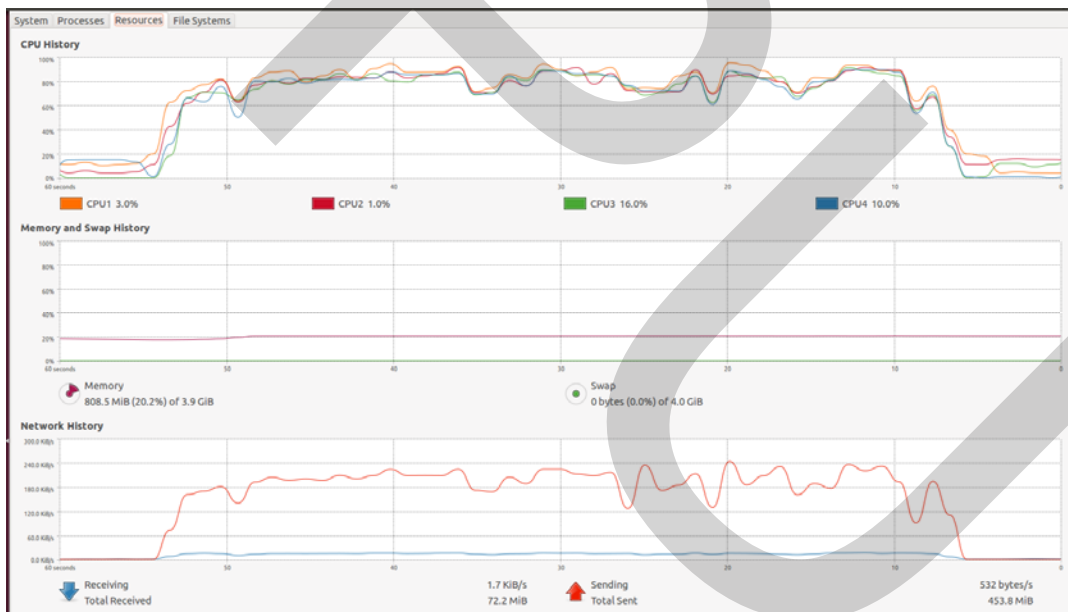
รูปที่ 4.61 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 10 Connection บน Physical hardware



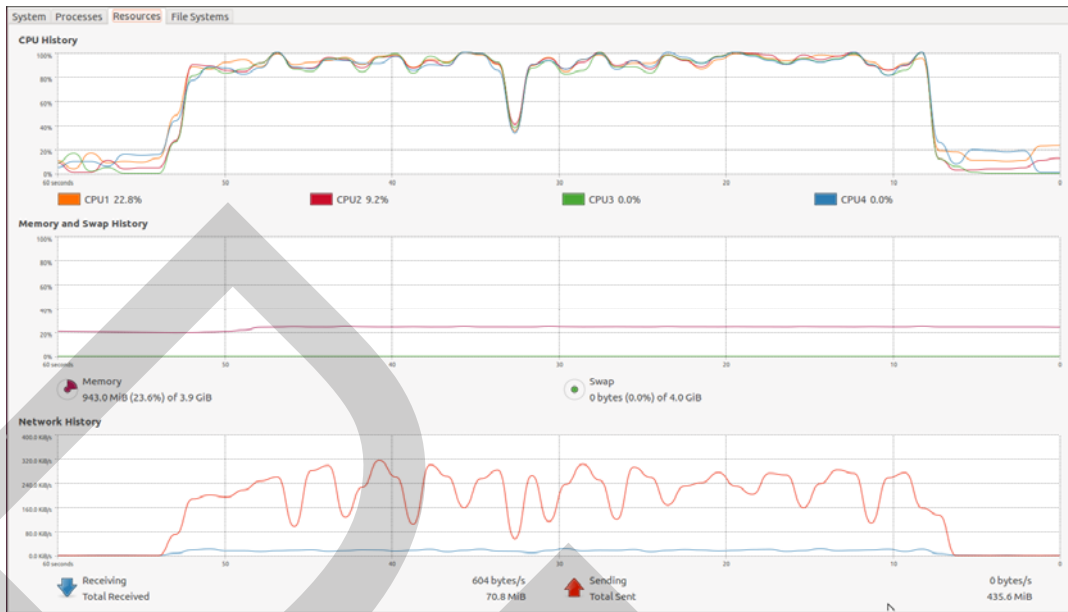
รูปที่ 4.62 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 20 Connection บน Physical hardware



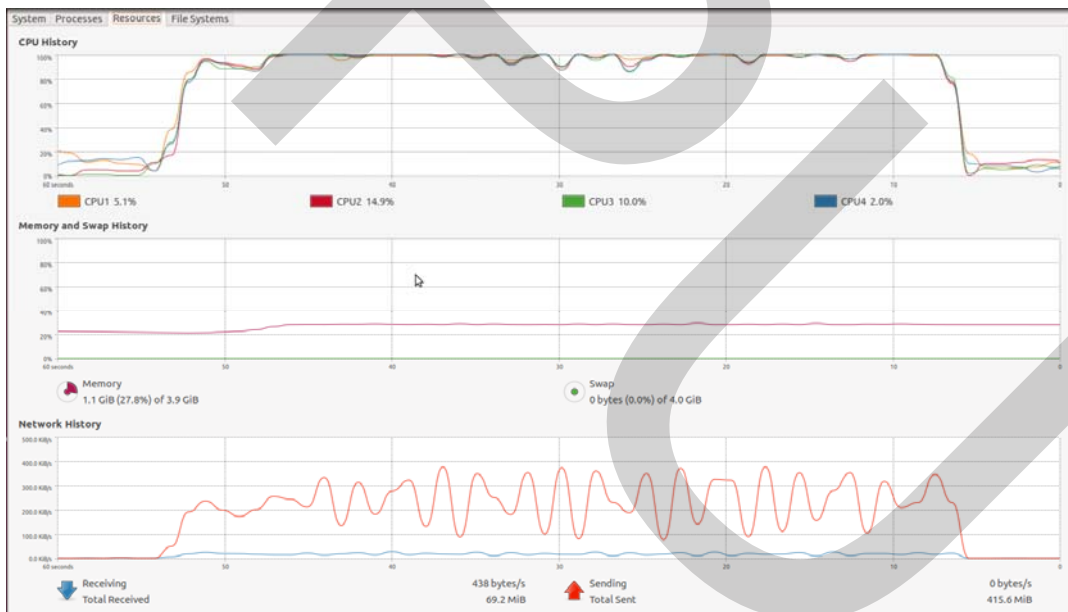
รูปที่ 4.63 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 30 Connection บน Physical hardware



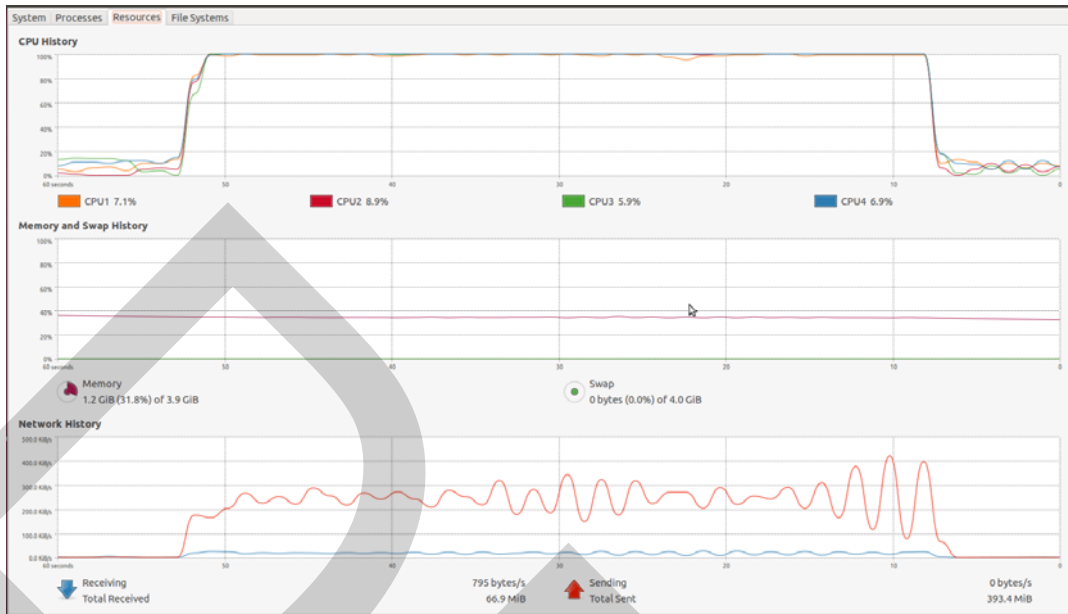
รูปที่ 4.64 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 40 Connection บน Physical hardware



รูปที่ 4.65 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 60 Connection บน Physical hardware

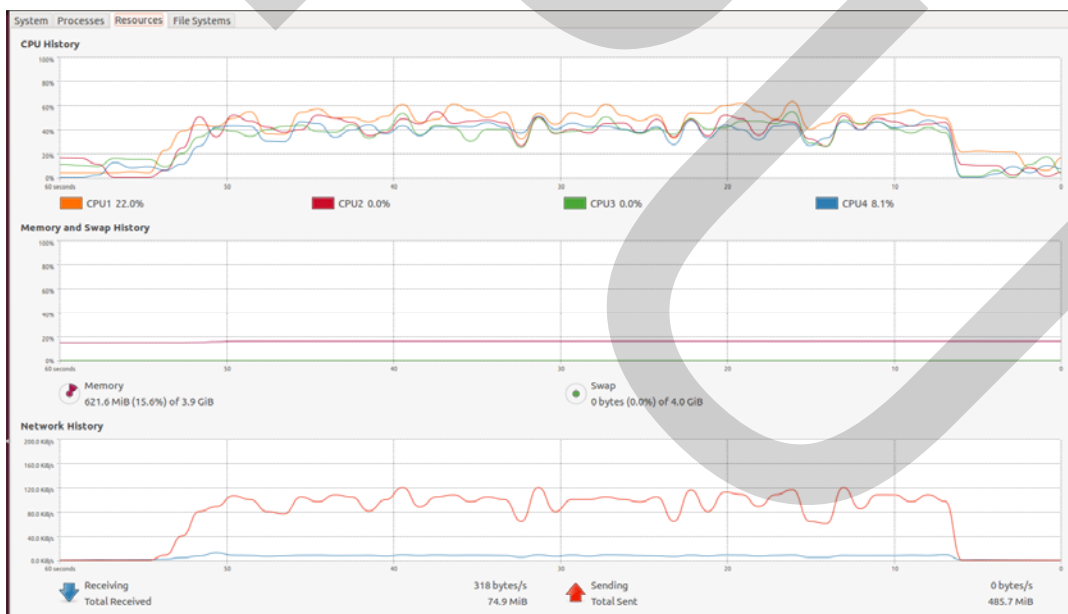


รูปที่ 4.66 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 80 Connection บน Physical hardware



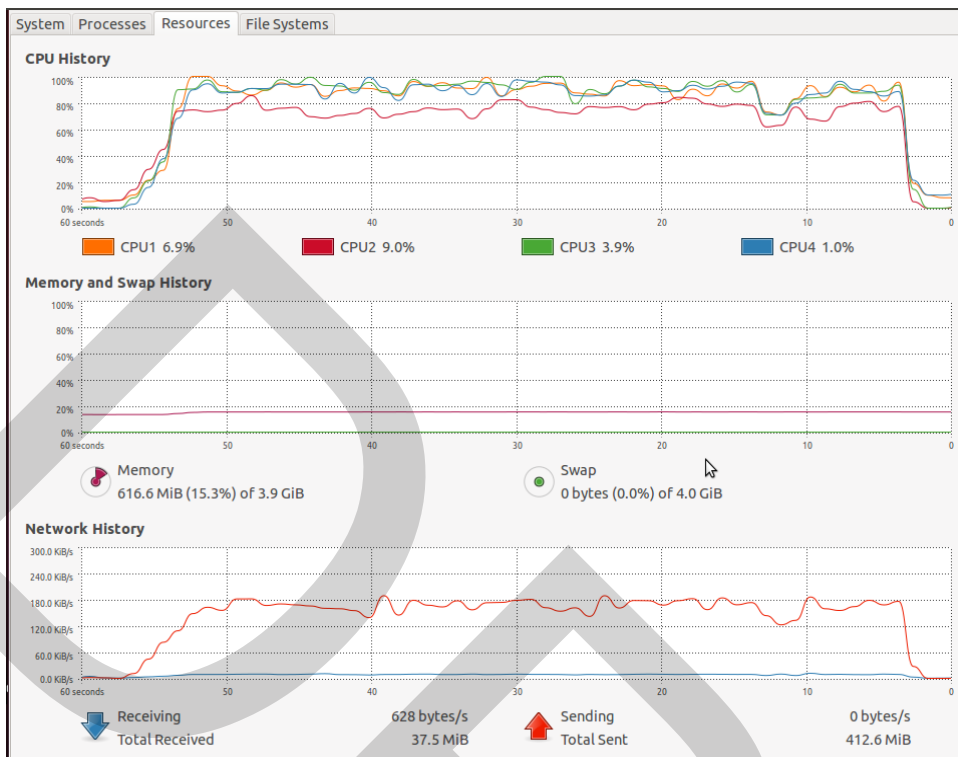
รูปที่ 4.67 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 100 Connection บน Physical hardware

การทดลองแบบที่ 2 การจำลอง Connection บน Virtual hardware

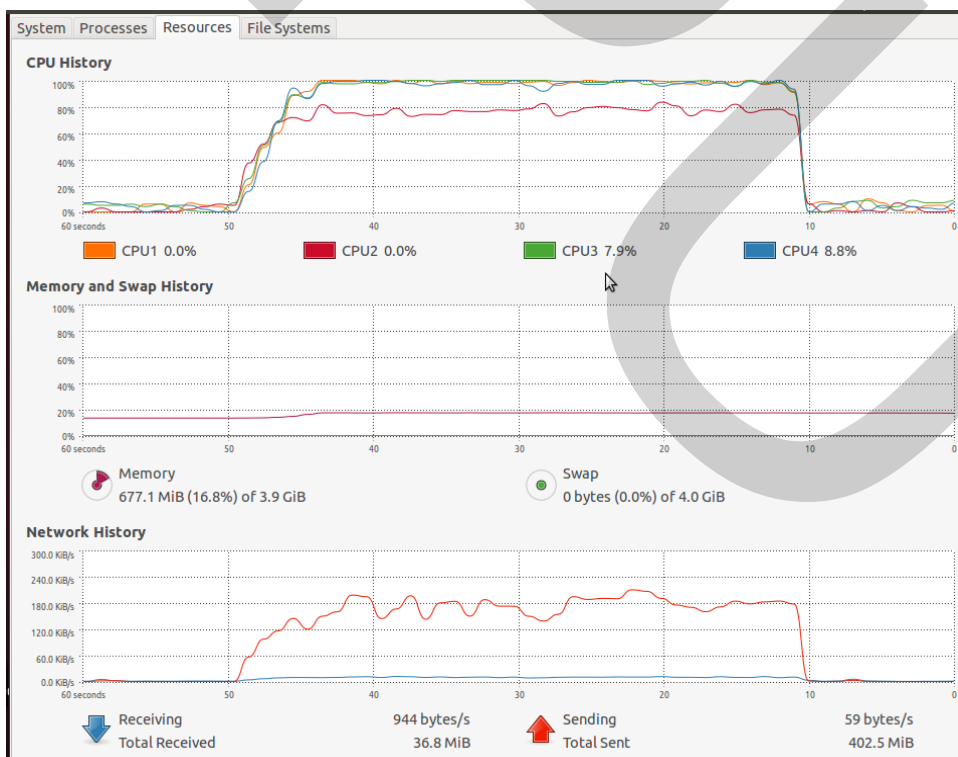


รูปที่ 4.68 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 10 Connection บน Virtual hardware

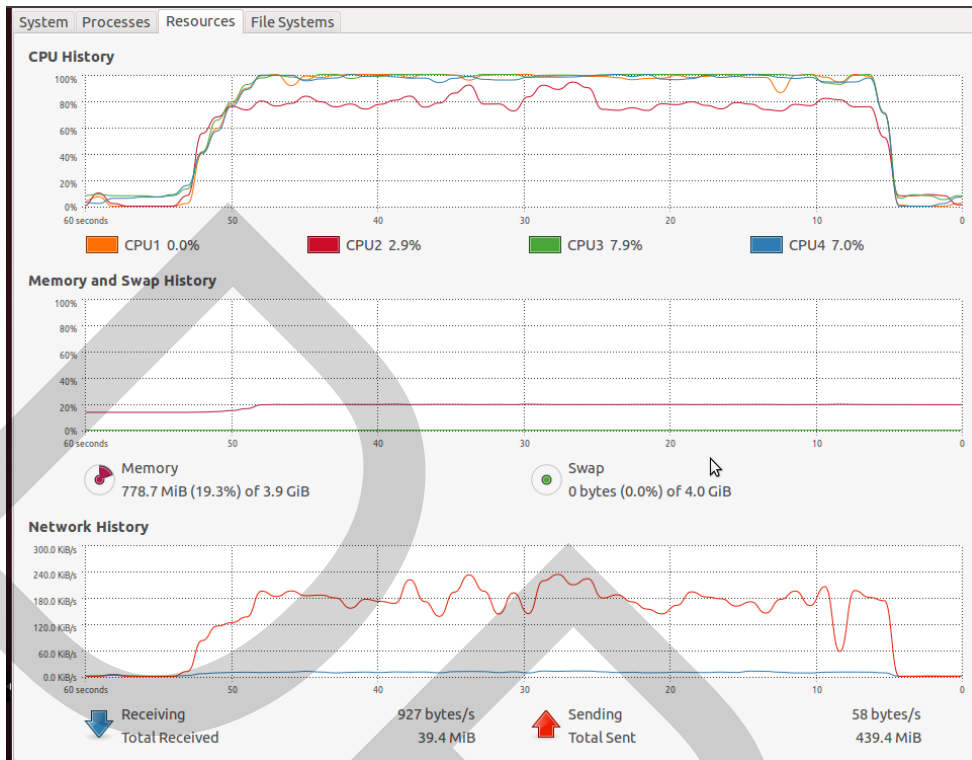




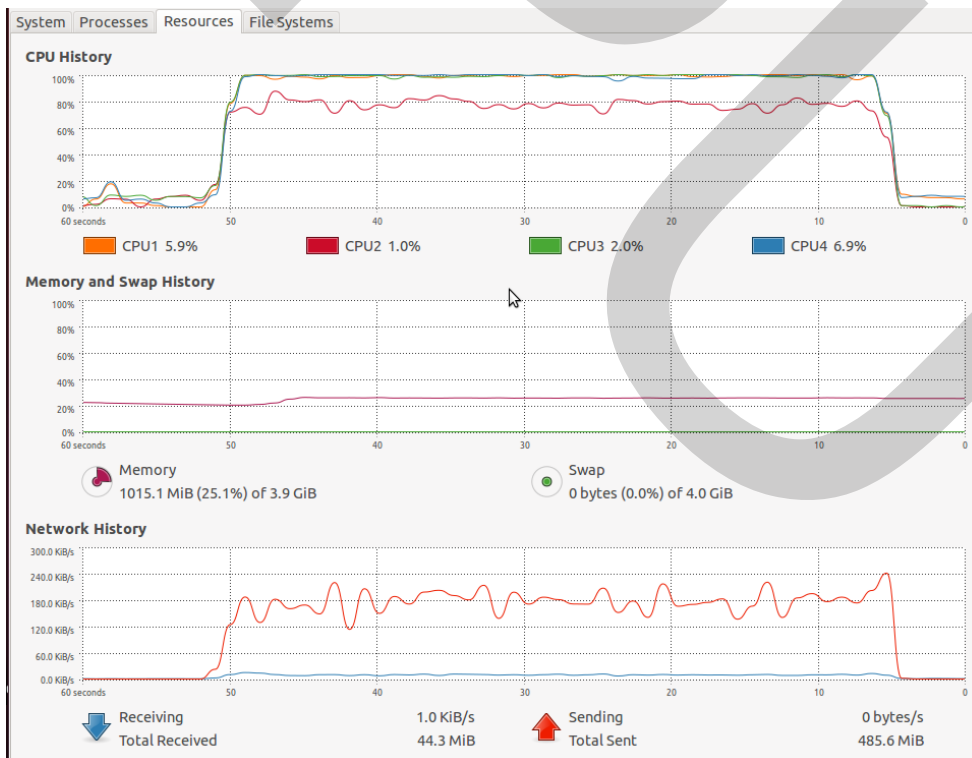
รูปที่ 4.69 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 20 Connection บน Virtual hardware



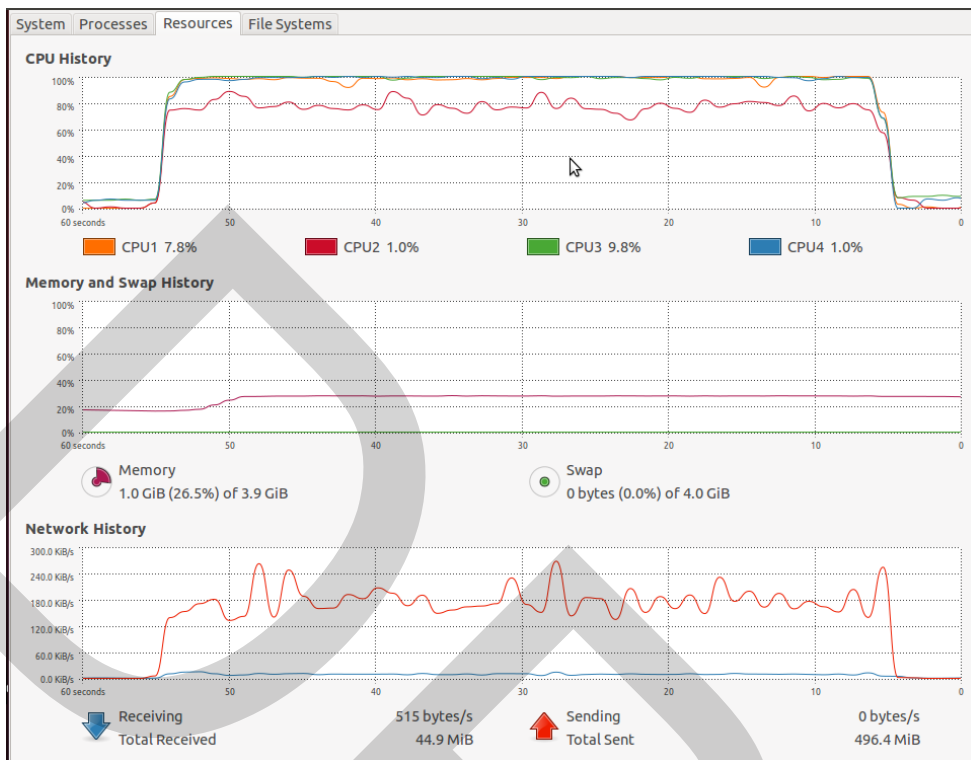
รูปที่ 4.70 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 30 Connection บน Virtual hardware



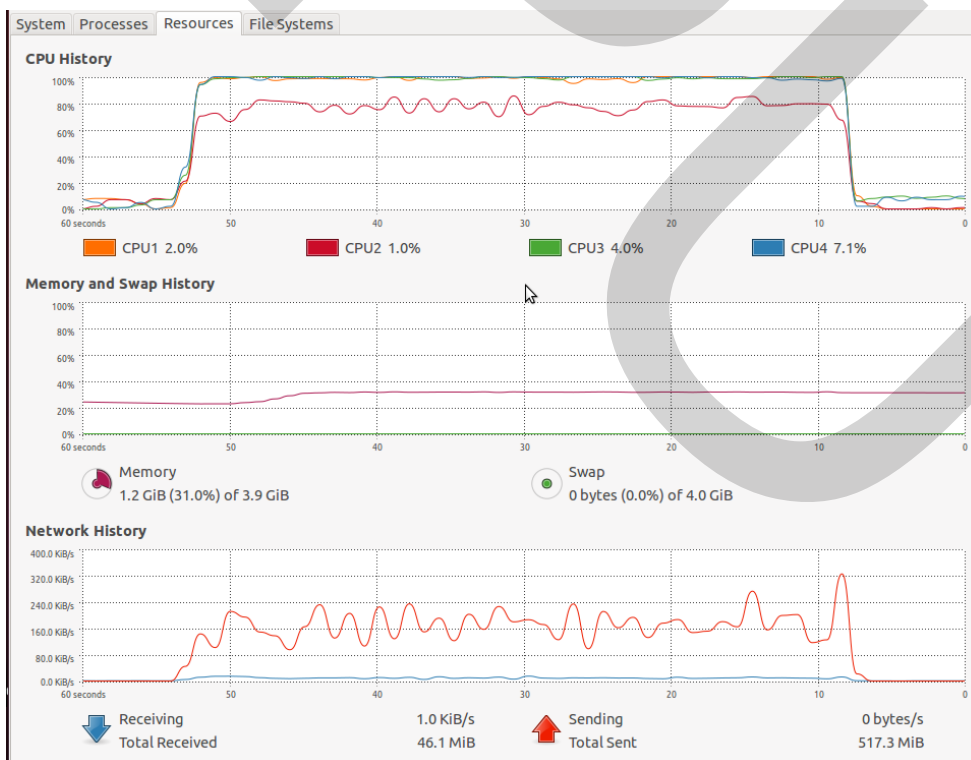
รูปที่ 4.71 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 40 Connection บน Virtual hardware



รูปที่ 4.72 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 60 Connection บน Virtual hardware



รูปที่ 4.73 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 80 Connection บน Virtual hardware



รูปที่ 4.74 ผลการทดลองแบบที่ 2 : จำลอง 100 Connection บน Virtual hardware

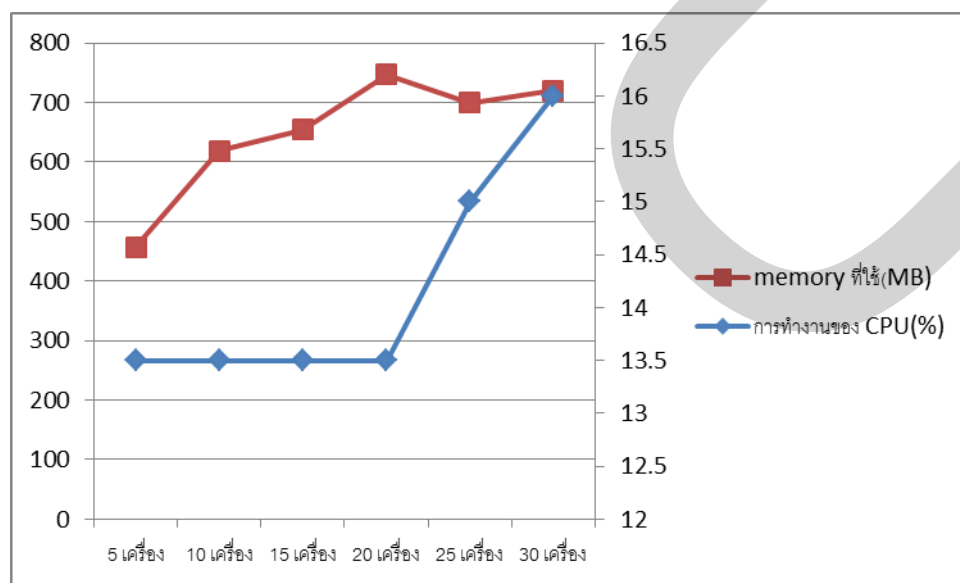
#### 4.4.2 ประเมินผล

จากผลการทดลองสามารถสรุปให้อยู่ในรูปตารางเพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ง่ายขึ้น ดังนี้ ตารางบันทึกผลการทดลองแบบที่ 1 เป็นการทดลองโดยทำการโอนข้อมูลขนาด 2 GB จากเครื่อง client ขึ้นไปเก็บไว้บน Cloud Server ที่ทำงานด้วย Physical hardware โดยวัดการทำงานด้วยโปรแกรม System monitor นำข้อมูลที่สำคัญมาบันทึกได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Physical hardware

จำนวน Client	% การทำงานของ CPU	Memory ที่ใช้(MB)	Network(Mbps)
5 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 5-22%	456.9	เกือบ 100 ตกมาที่ 0 บ้าง
10 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 5-22%	618.3	100 ตกมาเล็กน้อยบางช่วง
15 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 5-22%	654.4	100
20 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 5-22%	746.9	100
25 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 8-22%	699.6	100
30 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 10-22%	720.5	100

จากข้อมูลในตารางสามารถนำข้อมูลจำนวน Client, % การทำงานของ CPU และ Memory ที่ใช้มา plot กราฟได้ ดังรูป



รูปที่ 4.75 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Physical hardware

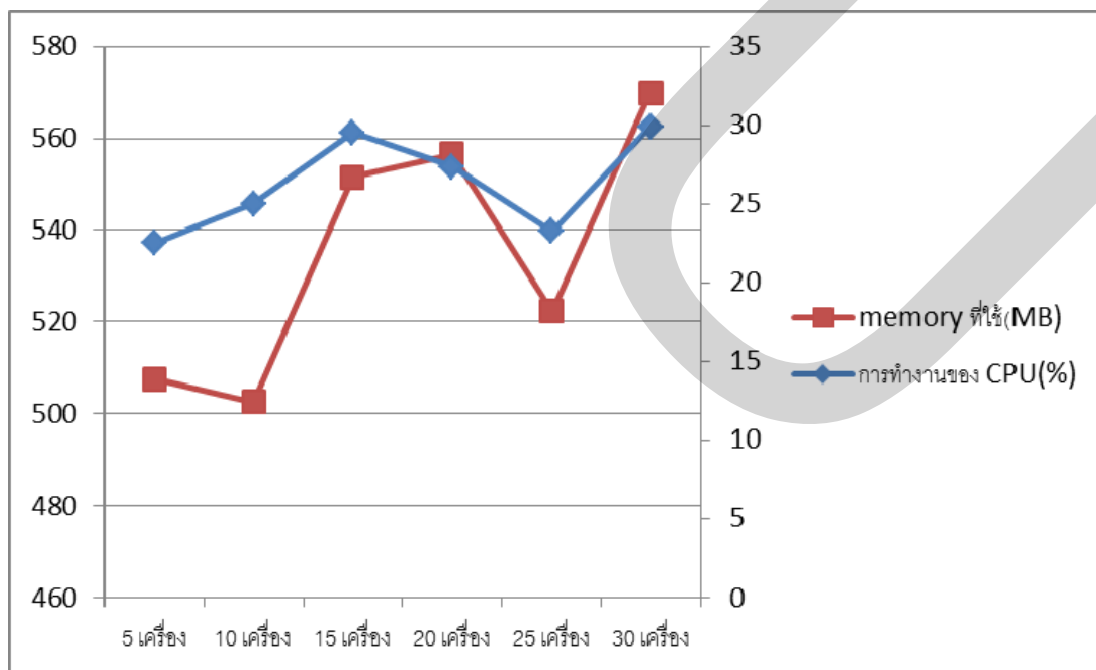
ผลการทดลองแบบที่ 1 จากการทดลองบน Physical hardware โดยบันทึกผลด้วย System Monitor และดูข้อมูลจากตารางที่ 4.1 และกราฟในรูปที่ 4.75 เมื่อดูการทำงานของ CPU จะเห็นว่าจะมีการใช้การทำงานค่อนข้างน้อยคือ มีการทำงานที่มีความแวก่ง เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 5-20 เครื่องมีการใช้งาน CPU ใกล้เคียงกันคือมีการทำงานแวก่งอยู่ที่ 5-22% และเมื่อมีการเชื่อมต่อจาก Client เป็น 25 และ 30 เครื่อง CPU จะมีการทำงานขยับสูงขึ้นเป็น 8-22% และ 10-22% ตามลำดับ ในส่วนของการใช้งาน Memory เมื่อดูตารางบันทึกข้อมูลการใช้งานจะสังเกตเห็นว่ามีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของจำนวนเครื่อง Client ที่ทำการเชื่อมต่อใช้งานกับ Server โดยมีการใช้งาน Memory ต่ำที่สุดอยู่ที่ 456.9 MB เมื่อมีการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client จำนวน 5 เครื่อง และจะมีการใช้งานเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งมีการเชื่อมต่อด้วย Client จำนวน 30 เครื่องจะมีการใช้งาน Memory อยู่ที่ประมาณ 720 MB แต่ในการทดลองในขณะที่มี Client เชื่อมต่อจำนวน 20 เครื่องได้มีการใช้งาน Memory สูงที่สุดถึง 746.9 MB ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุมาจากมี Process การทำงานอย่างอื่นอยู่ด้วยจึงทำให้มีการใช้งาน Memory สูงกว่าปกติ สุดท้ายเมื่อดูการทำงานของ Network จะเห็นว่ามีการทำงานอยู่ที่ 100 Mbps ซึ่งเป็นข้อจำกัดของโครงสร้างของระบบเครือข่ายที่ติดตั้ง Network Switch ที่รองรับ Bandwidth ได้เพียง 100 Mbps แต่เมื่อดูความต่อเนื่องของการทำงานในส่วน of เครือข่าย เมื่อมีการ Connect จากเครื่อง Client จำนวน 5 เครื่องจะมีการใช้งาน 100 Mbps แต่มีบางช่วงของการใช้งานระบบเครือข่ายตกมา 0 Mbps จากนั้นเมื่อมีการนำเครื่อง Client มาเชื่อมต่อจำนวน 10 เครื่อง จะมีการทำงาน 100 Mbps แต่มีบางช่วงของการใช้งานการทำงานของ Network ตกลงมาบ้างเล็กน้อย และเมื่อมีการใช้งานพร้อมๆกัน ตั้งแต่ 15 – 30 เครื่อง ระบบเครือข่ายจะมีการทำงานที่ 100 Mbps ตลอดเวลา ดังนั้นจะเห็นแนวโน้มการใช้งาน Network มากขึ้นเมื่อมีจำนวน Client สูงขึ้น

ตารางบันทึกผลการทดลองแบบที่ 1 เป็นการทดลองโดยทำการโอนข้อมูลขนาด 2 GB จากเครื่อง Client ขึ้นไปเก็บไว้บน Cloud Server ที่ทำงานด้วย Virtual hardware โดยวัดการทำงานด้วยโปรแกรม System monitor นำข้อมูลที่สำคัญมาบันทึกได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Virtual hardware

จำนวน Client	% การทำงานของ CPU	Memory ที่ใช้(MB)	Network(Mbps)
5 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 15-30%	507.6	100 ตกมาที่ 0 บ้าง
10 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 12-38%	502.6	100 ตกมาที่ 0 บ้าง
15 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 30-42% 3 Core ประมาณ 10% 1 Core	551.5	100 ตกมาที่ 35 บ้าง
20 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 25-40% 3 Core ประมาณ 12% 1 Core	556.5	100 ตกมาที่ 25 บ้าง
25 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 22-32% 3 Core ประมาณ 12% 1 Core	522.2	100 ตกมาเล็กน้อย ในบางช่วง
30 เครื่อง	ช่วงการทำงาน 28-45% 3 Core ประมาณ 10% 1 Core	569.9	100 ตกมาเล็กน้อย ในบางช่วง

จากข้อมูลในตารางสามารถนำข้อมูลจำนวน Client, % การทำงานของ CPU และ Memory ที่ใช้มา plot กราฟได้ ดังรูป



รูปที่ 4.76 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Virtual hardware

ผลการทดลองแบบที่ 1 จากการทดลองบน Virtual hardware โดยบันทึกผลด้วย System Monitor และดูข้อมูลจากตารางที่ 4.2 และกราฟในรูปที่ 4.76 เมื่อดูการทำงานของ CPU จะเห็นว่าจะมีการใช้การทำงานค่อนข้างน้อยถึงปานกลาง คือ มีการทำงานที่มีความแฉ่งอยู่ในช่วง ตั้งแต่ 15-30% เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 5 เครื่อง จนถึง 28-45% เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 30 เครื่อง ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนเครื่อง Client ที่มีการเชื่อมต่อ แต่จำนวนเครื่อง Client ตั้งแต่ 15 เครื่อง จนถึง 30 เครื่อง จะเห็นได้ชัดว่าการทำงานของ CPU จากทั้งหมด 4 Core จะมีการทำงานที่เท่าๆ กัน จำนวน 3 Core และจะมี 1 Core ที่มีการทำงานต่ำกว่า Core อื่นๆ โดยมีค่าการทำงานอยู่ประมาณ 10 – 12% ซึ่งน่าจะเป็นผลจากการจัดสรรแบ่งการทำงานให้กับ CPU แต่ละตัวของโปรแกรม Oracle VirtualBox ยังทำได้ไม่ดึ้นัก เมื่อเทียบกับการทำงานของ CPU ที่ทำงานบน Physical hardware แล้วจะพบว่า ค่าเฉลี่ยการทำงานของ CPU ที่ทำงานบน Physical hardware มีการทำงานต่ำกว่าการทำงานของ CPU บน Virtual hardware จากนั้นเมื่อพิจารณาทำงานในส่วนของการใช้งาน Memory บน Virtual hardware เมื่อดูตารางบันทึกข้อมูลการใช้งานจะสังเกตเห็นว่ามีแนวโน้มการใช้งานเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณของจำนวนเครื่อง Client ที่ทำการเชื่อมต่อใช้งานกับ Server โดยมีการใช้งาน Memory ต่ำที่สุดอยู่ที่ 502.6 MB เมื่อมีการเชื่อมต่อจากเครื่อง Client จำนวน 10 เครื่อง และจะมีการใช้งานเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งมีการเชื่อมต่อด้วย Client จำนวน 30 เครื่องจะมีการใช้งาน Memory อยู่ที่ประมาณ 569.9 MB ซึ่งต่างกันไม่มาก และเมื่อเทียบกับการทำงานของ Memory ที่ทำงานบน Physical hardware แล้วปรากฏว่าเมื่อมีการใช้งานของเครื่อง Client จำนวน 5 เครื่องบน Physical hardware จะใช้งาน Memory น้อยกว่าการทำงานบน Virtual hardware แต่เมื่อมีจำนวนเครื่อง Client เพิ่มขึ้น Physical hardware จะมีการใช้ Memory เพิ่มขึ้นมากกว่าการทำงานบน Virtual hardware และเมื่อดูการทำงานของ Network จะเห็นว่ามีการทำงานอยู่ที่ 100 Mbps ซึ่งเป็นข้อจำกัดของโครงสร้างของระบบเครือข่ายที่ติดตั้ง Network Switch ที่รองรับ Bandwidth ได้เพียง 100 Mbps เช่นกัน แต่เมื่อดูความต่อเนื่องของการทำงานในส่วนองเครือข่าย เมื่อมีการ Connect จากเครื่อง Client จำนวน 5 เครื่องและ 10 เครื่องจะมีการใช้งาน 100 Mbps แต่มีบางช่วงของการใช้งานระบบเครือข่ายมีค่าเฉลี่ยตกมาที่ 0 Mbps จากนั้นเมื่อมีการนำเครื่อง Client มาเชื่อมต่อจำนวน 15 เครื่อง จะมีการทำงาน 100 Mbps แต่มีบางช่วงของการใช้งานระบบเครือข่ายมีค่าเฉลี่ยตกมาที่ 35 Mbps เมื่อ Client มีจำนวน 20 เครื่อง มีการทำงานที่ 100 Mbps และจะมีบางช่วงของการใช้งานระบบเครือข่ายมีค่าเฉลี่ยตกมาที่ 25 Mbps และเมื่อมีการใช้งานพร้อมๆกันตั้งแต่ 25 – 30 เครื่อง ระบบเครือข่ายจะมีการทำงานที่ 100 Mbps และจะมีบางช่วงของการใช้งานระบบเครือข่ายมีค่าเฉลี่ยตกลงมาเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบการทำงานด้าน Network ของ Hardware ทั้ง 2 แบบ จะเห็นว่าการทำงานด้าน Network ของ Physical hardware

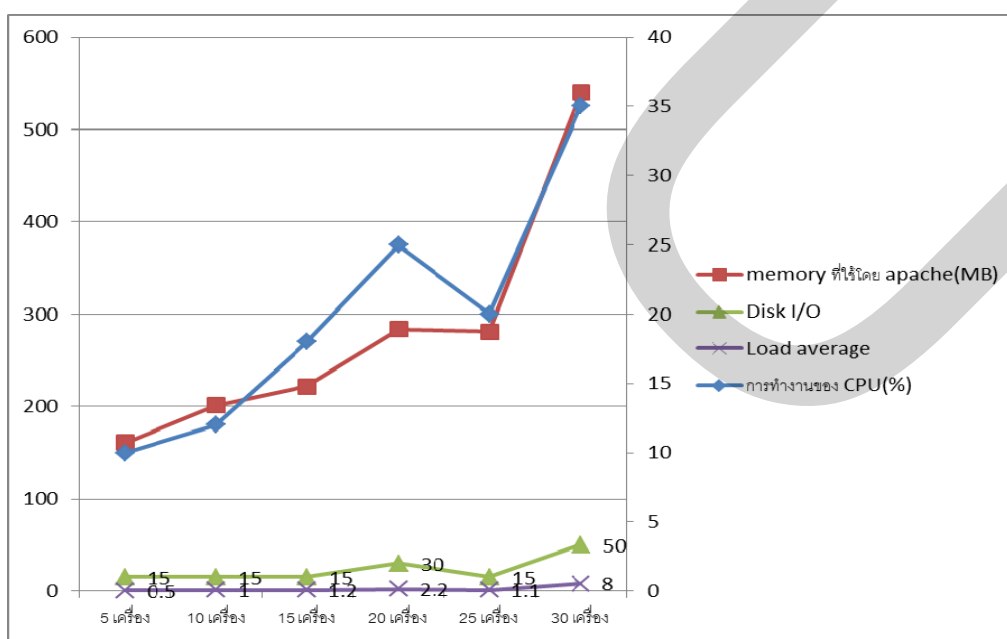
มีการทำงานที่มีความต่อเนื่องมากกว่า Virtual hardware โดยสังเกตได้จากเมื่อมีจำนวนเครื่อง Client จำนวนมาก Network จะทำงานอย่างต่อเนื่องค่าเฉลี่ย Bandwidth ของ Network ไม่ตกลงมา

ตารางบันทึกผลการทดลองแบบที่ 1 เป็นการทดลองโดยทำการโอนข้อมูลขนาด 2 GB จากเครื่อง Client ขึ้นไปเก็บไว้บน Cloud Server ที่ทำงานด้วย Physical hardware โดยวัดการทำงานด้วยโปรแกรม New relic นำข้อมูลที่สำคัญมาบันทึกได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Physical hardware

จำนวน Client	% การทำงานของ CPU	Memory ที่ใช้โดย Apache(MB)	Disk I/O	Load average
5 เครื่อง	10	161	15	0.5
10 เครื่อง	12	201	15	1
15 เครื่อง	18	222	15	1.2
20 เครื่อง	25	284	30	2.2
25 เครื่อง	20	281	15	1.1
30 เครื่อง	35	540	50	8

จากข้อมูลในตารางสามารถนำข้อมูลมา plot กราฟได้ ดังรูป



รูปที่ 4.77 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Physical hardware



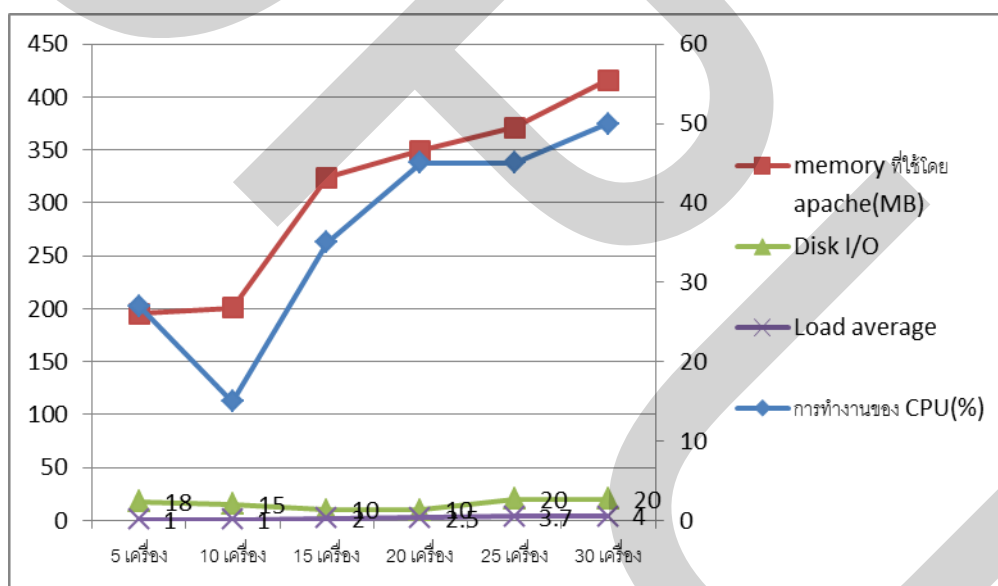
ผลการทดลองแบบที่ 1 จากการทดลองบน Physical hardware โดยบันทึกผลด้วย New Relic และดูข้อมูลจากตารางที่ 4.3 และกราฟในรูปที่ 4.77 การบันทึกการทำงานด้วยโปรแกรม New Relic แตกต่างจากการบันทึกค่าด้วย System Monitor ตรงที่ System Monitor สามารถติดตามผลได้เพียงช่วงเวลาสั้นๆคือภายในช่วงเวลา 1 นาที แต่ New Relic สามารถติดตามบันทึกผลได้ในช่วงเวลา 30 นาที จึงสามารถดูการทำงานของ Server ได้ในค่าเฉลี่ยหรือในภาพรวมของการทำงานได้ดีกว่า จากผลการทดลองเมื่อดูการทำงานของ CPU ค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในช่วง 10% เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 5 เครื่อง และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 35% เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 30 เครื่อง โดยมีแนวโน้มการทำงานของ CPU สูงขึ้นเมื่อมีจำนวน Client มากขึ้น เมื่อดูการใช้งาน Memory ที่มีการใช้โดยโปรแกรม Apache โดยเมื่อมี Client จำนวน 5 เครื่อง มีการใช้ Memory ขนาด 161 MB และจะมีการใช้งาน Memory ขนาด 540 MB เมื่อมี Client จำนวน 30 เครื่อง โดยมีแนวโน้มการใช้งาน Memory ในขนาดที่มากขึ้นเมื่อมีจำนวน Client มากขึ้น การใช้งาน Disk I/O จะมีการทำงานอยู่ในช่วง 15 – 50% เมื่อมี Client จำนวน 5, 10, 15 และ 25 เครื่อง มีการใช้งานเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่ประมาณ 15% และมีการทำงานสูงที่สุด 50% เมื่อมี Client จำนวน 30 เครื่อง แต่เมื่อย้อนกลับไปดูผลการบันทึกจากโปรแกรมโดยตรงจะเห็นว่า Disk I/O จะมีการทำงาน 100% เป็นบางช่วงอันเนื่องมาจากเมื่อมีการ Transfer file ครบ 100% แล้วจะมีกระบวนการนำชิ้นส่วนต่างๆของ files ที่มารวมเป็นไฟล์เดียวกันจึงมีการอ่านและเขียนบน Hard disk ทำให้มีการทำงาน 100% แต่เมื่อดูในภาพรวมแล้วก็ยังมียังมีแนวโน้มมีการทำงานสูงขึ้นตามจำนวน Client ที่มากขึ้นเช่นกัน สุดท้ายเป็นการดู Load average ซึ่งมีการทำงานค่อนข้างต่ำ คือเมื่อ Client จำนวน 5 เครื่อง มี Load average ประมาณ 0.5% และมีการทำงานมากขึ้นตามจำนวน Client ที่มากขึ้น โดยมีการทำงานมากที่สุด 8% เมื่อมี Client จำนวน 30 เครื่อง ในภาพรวมจะเห็นว่าเมื่อมีจำนวน Client มากขึ้น Server ก็ทำงานหนักขึ้น

ตารางบันทึกผลการทดลองแบบที่ 1 เป็นการทดลองโดยทำการโอนข้อมูลขนาด 2 GB จากเครื่อง client ขึ้นไปเก็บไว้บน Cloud Server ที่ทำงานด้วย Virtual hardware โดยวัดการทำงานด้วยโปรแกรม New relic นำข้อมูลที่สำคัญมาบันทึกได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Virtual hardware

จำนวน Client	% การทำงานของ CPU	Memory ที่ใช้โดย Apache(MB)	Disk I/O	Load average
5 เครื่อง	27	195	18	1
10 เครื่อง	15	201	15	1
15 เครื่อง	35	324	10	2
20 เครื่อง	45	349	10	2.5
25 เครื่อง	45	371	20	3.7
30 เครื่อง	50	416	20	4

จากข้อมูลในตารางสามารถนำข้อมูลมา plot กราฟได้ ดังรูป



รูปที่ 4.78 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 1 ที่บันทึกผลด้วย New Relic บน Virtual hardware

ผลการทดลองแบบที่ 1 จากการทดลองบน Virtual hardware โดยบันทึกผลด้วย New Relic และดูข้อมูลจากตารางที่ 4.4 และกราฟในรูปที่ 4.78 การทำงานของ CPU ค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในช่วง 15% เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 10 เครื่อง และมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 50% เมื่อมีเครื่อง Client จำนวน 30 เครื่อง โดยมีแนวโน้มมีการทำงานของ CPU สูงขึ้นเมื่อมีจำนวน Client มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบการทำงานระหว่าง Physical hardware และ Virtual hardware จะสังเกตเห็นว่า

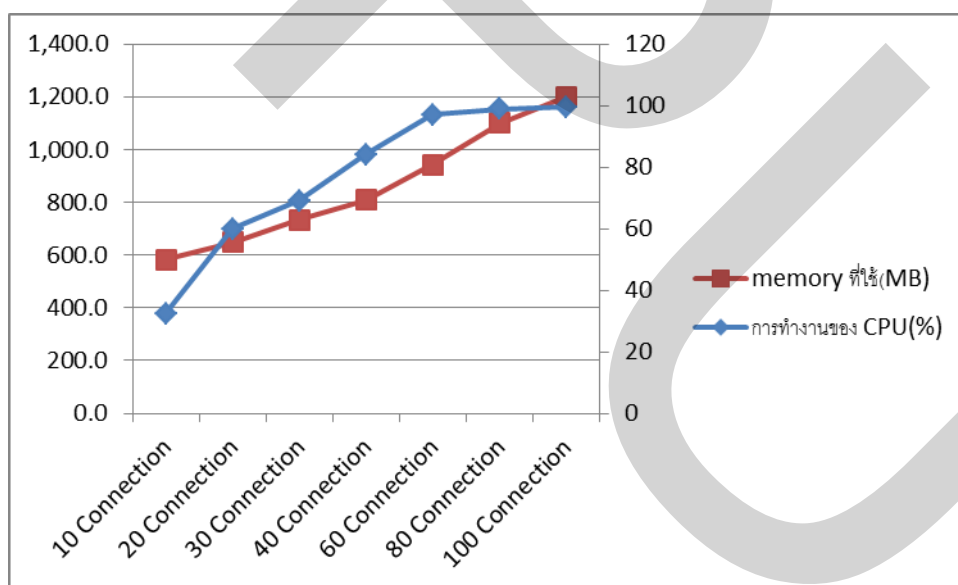
CPU ของ Virtual hardware มีการทำงานหนักกว่าเมื่อมีจำนวนเครื่อง Client เท่ากัน แต่มีแนวโน้มการทำงาน CPU ทำงานหนักขึ้นเมื่อมี Client มากขึ้นเช่นกัน ส่วนการใช้งาน Memory ที่มีการใช้โดยโปรแกรม Apache โดยเมื่อมี Client จำนวน 5 เครื่อง มีการใช้ Memory ต่ำที่สุดขนาด 195 MB และจะมีการใช้งาน Memory มากที่สุดขนาด 416 MB เมื่อมี Client จำนวน 30 เครื่อง โดยมีแนวโน้มการใช้ Memory ในขนาดที่มากขึ้นเมื่อมีจำนวน Client มากขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ Physical hardware และ Virtual hardware เมื่อ Client มีจำนวน 5 เครื่อง Physical hardware จะใช้ Memory น้อยกว่าและมีการใช้งาน Memory เท่ากันเมื่อมี Client จำนวน 10 เครื่อง และเมื่อมี Client จำนวนมากขึ้น Physical hardware จะมีการใช้ Memory มากขึ้นในอัตราที่สูงกว่า Virtual hardware ด้านการใช้งาน Disk I/O จะมีการทำงานอยู่ในช่วง 10 – 20% เมื่อมี Client จำนวน 15 และ 20 เครื่อง มีการทำงานเฉลี่ย 10% และมีการทำงานสูงที่สุด 20% เมื่อมี Client จำนวน 25 และ 30 เครื่อง เมื่อพิจารณาในการทำงานของ Disk I/O มีข้อสังเกตคือ ค่าเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดไม่ได้ขึ้นอยู่กับการทำงานที่มี Client จำนวนน้อยที่สุด ดังนั้นในส่วนของการใช้งาน Disk I/O จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้ สุดท้ายเป็นการดู Load average ซึ่งมีการทำงานค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกับการทำงานบน Physical hardware คือ เมื่อ Client จำนวน 5 และ 10 เครื่อง มี Load average ประมาณ 1% และมีการทำงานมากขึ้นตามจำนวน Client ที่มากขึ้น โดยมีการทำงานมากที่สุด 4% เมื่อมี Client จำนวน 30 เครื่อง ในภาพรวมจะเห็นว่าเมื่อมีจำนวน Client มากขึ้น Server ก็จะทำงานหนักขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่าง Physical hardware และ Virtual hardware จะสังเกตว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการใช้งาน Memory คือ การทำงานบน Physical hardware จะมี Load average เมื่อมี Client จำนวนน้อยจะมี Load average ต่ำกว่าแต่จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของ Physical hardware สูงกว่า Virtual hardware โดยจะมี Load average สูงกว่าเมื่อมี Client จำนวนมากขึ้น

ตารางบันทึกผลการทดลองแบบที่ 2 การทดลองโดยทำการจำลองสร้าง Connection ด้วยโปรแกรม Apache JMeter ในจำนวน Connection ที่แตกต่างกัน ที่ทำงานด้วย Physical hardware โดยวัดการทำงานด้วยโปรแกรม System monitor ดังนี้

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Physical hardware

จำนวน Connection	% การทำงานของ CPU	Memory ที่ใช้(MB)	Network(Kbps)
10 Connection	32.5	581.6	49
20 Connection	60	648.7	121.5
30 Connection	69	732.9	157.5
40 Connection	84	808.5	182.5
60 Connection	97	943	230
80 Connection	99	1,100	245
100 Connection	99.5	1,200	270

จากข้อมูลในตารางสามารถนำข้อมูลจำนวน Connection, % การทำงานของ CPU และ Memory ที่ใช้มา plot กราฟได้ ดังรูป



รูปที่ 4.79 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System monitor บน Physical hardware

ผลการทดลองแบบที่ 2 จากการทดลองบน Physical hardware โดยบันทึกผลด้วย System Monitor และดูข้อมูลจากตารางที่ 4.5 และกราฟในรูปที่ 4.79 จากการใช้โปรแกรม Apache JMeter จำลอง Connection เพื่อดูการทำงานของ Server ว่าจะสามารถรองรับการเชื่อมต่อได้

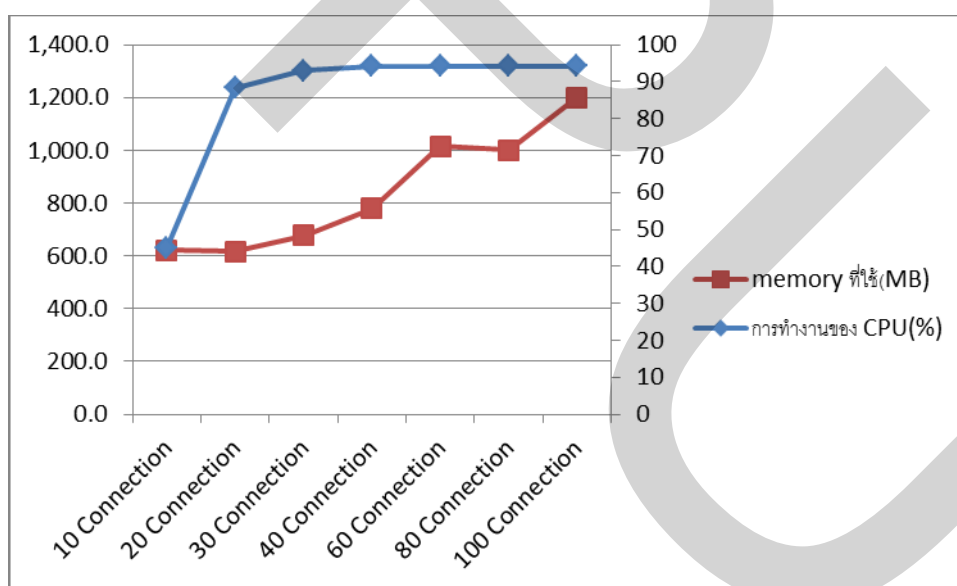
มากน้อยเพียงใดและ Server จะมีการทำงานอย่างไร โดยทำการทดลองสร้าง Connection ในจำนวนต่างๆ อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 50 วินาที เพื่อให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงการทำงานของ Server ได้ตั้งแต่ก่อนสร้าง Connection, ระหว่างทำการสร้าง Connection และเมื่อหยุดการสร้าง Connection การทดลองนี้จึงใช้การวัดผลการทำงานของ Server ด้วย โปรแกรม System Monitor เพียงโปรแกรมเดียว ผลการทดลองของ Physical hardware เมื่อมีการจำลอง Connection จำนวน 10 Connection จะส่งผลให้ CPU มีการทำงานประมาณ 32.5% และเมื่อเพิ่มจำนวน Connection มากขึ้นจะส่งผลให้ CPU ทำงานหนักมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการสร้าง Connection จำนวน 60 Connection จะทำให้ CPU ทำงานมากถึง 97% จากนั้น เมื่อมีการเพิ่มจำนวน Connection มากขึ้นไปอีกเป็น 80 และ 100 Connection จะทำให้ CPU ทำงานมากขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย คือทำงาน 99% และ 99.5% แสดงให้เห็นว่า CPU ไม่สามารถรองรับ Connection เพิ่มขึ้นได้อีกถึงแม้ว่าจะเพิ่มจำนวน Connection ขึ้นไปอีกก็ไม่สามารถรองรับหรือตอบสนองได้ทั้งหมด โดยในทางปฏิบัติแล้วเมื่อมี Request มาจากเครื่องลูกข่ายแล้วมันจะต้องมีการ Process ให้กับแต่ละ Connection อีกด้วยซึ่งแต่ละ Process จะทำให้ CPU ทำงานมากขึ้นจำนวนหนึ่ง ซึ่งแล้วแต่งานว่าจะต้องใช้การทำงานของ CPU ปริมาณใด ดังนั้นถึงแม้ว่าการทดลองจะสามารถรองรับ Connection ได้เกือบ 60 Connection แต่ในการนำไปให้บริการจริงไม่น่าจะรองรับ Request ของ Connection เหล่านั้นได้ทั้งหมด ต่อมาเมื่อพิจารณาในส่วนของ Memory จะมีการใช้งาน 581.6 MB เมื่อมีจำนวน 10 Connection และจะมีการใช้งานมากขึ้นตามจำนวน Connection ที่เพิ่มมากขึ้น โดยจะมีการใช้งาน 1,200 MB เมื่อมีจำนวน 100 Connection เมื่อพิจารณาจาก Memory ของระบบมีขนาด 4 GB ระบบจึงยังคงรองรับได้ สุดท้าย เมื่อดูปริมาณการใช้งาน Network จะเห็นว่าปริมาณการใช้งานเพียงเล็กน้อยโดยจะมี Traffic เพิ่มขึ้นตามปริมาณ Connection คือ มีปริมาณ Traffic 49 Kbps เมื่อมีจำนวน 10 Connection และสูงขึ้นจนถึง 270 Kbps เมื่อมีจำนวน 100 Connection แสดงให้เห็นว่าการทดลองนี้ Traffic ที่มีการจำลองขึ้นจาก Apache JMeter มีปริมาณเพียงเล็กน้อยและเป็น Request ที่ไม่ต้องการให้ Server ส่ง Data กลับไปให้เพียงแต่ต้องการให้ Server ดำเนินการบางอย่างเท่านั้นจึงไม่สร้าง Traffic ขึ้นมาในระบบ

ตารางบันทึกผลการทดลองแบบที่ 2 การทดลองโดยทำการจำลองสร้าง Connection ด้วยโปรแกรม Apache JMeter ในจำนวน Connection ที่แตกต่างกัน ที่ทำงานด้วย Virtual hardware โดยวัดการทำงานด้วยโปรแกรม System monitor ดังนี้

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System Monitor บน Virtual hardware

จำนวน Connection	% การทำงานของ CPU	Memory ที่ใช้(MB)	Network(Kbps)
10 Connection	45	621.6	95
20 Connection	88.25	616.6	165
30 Connection	93	677.1	180
40 Connection	94.25	778.7	180
60 Connection	94.25	1,015.1	170
80 Connection	94.25	1,000	200
100 Connection	94.25	1,200	190

จากข้อมูลในตารางสามารถนำข้อมูลจำนวน Connection, % การทำงานของ CPU และ Memory ที่ใช้มา plot กราฟได้ ดังรูป



รูปที่ 4.80 กราฟสรุปผลการทดลองแบบที่ 2 ที่บันทึกผลด้วย System monitor บน Virtual hardware

ผลการทดลองแบบที่ 2 จากการทดลองบน Virtual hardware โดยบันทึกผลด้วย System Monitor และดูข้อมูลจากตารางที่ 4.6 และกราฟในรูปที่ 4.80 แสดงให้เห็นถึงการทำงานของ CPU ของระบบเมื่อมีจำนวน 10 Connection จะส่งผลให้ CPU ทำงาน 45% เมื่อมีจำนวน Connection เพิ่มขึ้นเป็น 20 และ 30 Connection จะทำให้ CPU ทำงาน 88.25% และ 93% ตามลำดับ

และตั้งแต่ 40 Connection ขึ้นไป จะทำให้ CPU ทำงาน 94.25% ดังนั้น จากผลการทดลองนี้ Virtual hardware สามารถรองรับได้ไม่ถึง 30 Connection ที่ CPU ทำงาน 94.25% เมื่อนำมาเทียบกับ Physical hardware สามารถพิจารณาได้ถึงศักยภาพของ Physical hardware มีศักยภาพสูงกว่า Virtual hardware เพราะสามารถรองรับได้มากกว่า 40 Connection โดยที่ CPU ทำงาน 84% ใน Spec ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อดูในส่วนของ Memory จะมีการใช้งาน Memory 621.6 MB เมื่อมีจำนวน 10 Connection และจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน Connection ที่เพิ่มขึ้น โดยใช้ 1,200 MB เมื่อมีจำนวน 100 Connection เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของ Physical hardware จะไม่แตกต่างกันมากนัก โดยเมื่อมีจำนวน 10 Connection นั้น Physical hardware ใช้ 581.6 MB ซึ่งใช้น้อยกว่า Virtual hardware 40 MB แต่ Hardware จริงจะมีอัตราการใช้งานที่สูงขึ้นมากกว่า Virtual hardware เล็กน้อย โดยเมื่อมีจำนวน 100 Connection จะใช้ 1,200 MB เท่ากัน ส่วนในด้าน Network เมื่อมีจำนวน 10 Connection จะใช้ 95 Kbps โดยจะเพิ่มขึ้นตามจำนวน Connection เมื่อมีจำนวน 100 Connection จะใช้ 190 Kbps แต่จะมีการใช้งานสูงสุดเมื่อมีจำนวน 80 Connection อาจเกิดจากมี Process อื่นที่ไม่ใช่ Apache JMeter ใช้งาน Network ในขณะนั้นด้วย เมื่อเทียบกับ Physical hardware เมื่อจำนวน 10 Connection จะใช้งานด้าน Network 49 Kbps ซึ่งน้อยกว่า Virtual hardware แต่จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงกว่า เมื่อมีจำนวน 100 Connection การทำงานด้าน Network ของ Physical hardware จะมีการทำงานสูงกว่าเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับ Memory

#### 4.5 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 1 เป็นการทดลองโดยสร้างสถานการณ์จำลองการ Transfer Files ขนาด 2 GB ซึ่งเป็นไฟล์ขนาดใหญ่กว่าไฟล์ที่เป็นการใช้ในการทำงานในสถานการณ์การทำงานปกติ และเป็นไฟล์ขนาดสูงสุดที่ Apache web service ที่ทำงานบน CPU ขนาด 32 Bit สามารถรองรับได้ ทั้งนี้เพื่อให้มีช่วงเวลาในการ Transfer files นานพอที่จะทำให้ Server ต้องมีการทำงานรองรับกับจำนวน Clients จำนวนหลายๆ เครื่องในเวลาเดียวกัน เพราะถ้าหากเป็นไฟล์ขนาดเล็ก จะมีการ Transfer file เพียงเวลาสั้นๆ Server อาจจะทำการ Transfer file ที่ทำการส่งข้อมูลในเครื่อง Client ลำดับแรกๆ เสร็จสิ้นก่อนที่เครื่อง Client ลำดับท้ายๆ จะทำการส่ง Request ออกไป จะทำให้ไม่สามารถดูพฤติกรรมของ Server ที่จะต้องตอบสนองความต้องการของ Client ได้ครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ตามสถานการณ์ของกรณีวิจัยนี้ได้ จากผลการทดลองที่ทำการวัดผลจากโปรแกรมที่แตกต่างกัน 2 โปรแกรมอาจจะวัดค่าที่ได้แตกต่างกันบ้างเนื่องจากโปรแกรม System monitor สามารถดูผลได้ในช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ 1 นาทีหากบันทึกผลในห้วงเวลาที่ไม่เหมาะสม ก็อาจจะทำให้การวิเคราะห์มีความแม่นยำน้อย แต่โปรแกรม New Relic สามารถวัดและดูผลได้

ในช่วงเวลาที่ยาวกว่าจึงสามารถมองเห็นเป็นภาพรวมได้ดีกว่า แต่เมื่อนำผลการบันทึกจากตารางเขียนเป็นกราฟก็จะเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นไปในแนวทางเดียวกัน การทดลองที่ 1 นี้เมื่อดูจากค่าที่ได้จากโปรแกรม New Relic แสดงให้เห็นว่า CPU ของ Physical hardware มีการใช้งานต่ำสุดที่ 10% และใช้งานสูงสุดเพียง 35% และ CPU ของ Virtual hardware มีการใช้งานต่ำสุดที่ 15% และใช้งานสูงสุดเพียง 50% ซึ่งบ่งชี้ว่าในทรัพยากรที่ใกล้เคียงกัน Physical hardware จะมีศักยภาพสูงกว่า Virtual hardware แต่ในโครงสร้างพื้นฐานของระบบนี้ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware สามารถรองรับการทำงานได้ ในส่วนของ Memory ที่มีการใช้งาน Physical hardware มีการใช้งานต่ำสุดที่ 456.9 MB และใช้งานสูงสุดเพียง 720.5 MB และ Virtual hardware มีการใช้งานต่ำสุดที่ 502.6 MB และใช้งานสูงสุดเพียง 569.9 MB โดย Server ที่เป็น Physical hardware เมื่อมีจำนวน Client จำนวนน้อยจะใช้ Memory น้อยกว่าแต่จะมีอัตราการใช้งานเพิ่มขึ้นที่สูงกว่าและจะใช้งานมากกว่าเมื่อมีจำนวน Client เพิ่มขึ้นโดยพฤติกรรมในลักษณะของการใช้งาน Memory ของระบบนี้ยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด แต่ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware นี้ขนาดของ Memory ที่ติดตั้งสามารถรองรับการทำงานของโครงสร้างนี้ได้ ในส่วนของ Network ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware จะเห็นว่าเมื่อมีจำนวน Client ยังไม่มากนักปริมาณ traffic ที่ผ่าน Network card จะมีลักษณะตกลงเป็นห้วงๆ และเมื่อมีจำนวน Client เพิ่มขึ้นจะพบว่าบน Physical hardware จะมี traffic จะเกิดขึ้นตลอดเวลาแต่บน Virtual hardware ยังคงมีการตกลงมาบ้างในบางช่วงเวลา แสดงให้เห็นว่า Physical hardware มีประสิทธิภาพทางด้าน Network สูงกว่า Virtual hardware ซึ่งในการทดลองบนโครงสร้างทางด้าน Network นี้มีผลจากข้อจำกัดทางด้านระบบเครือข่ายซึ่งมี speed 10/100 Mbps ที่ทำให้การทดลองนี้ถึงแม้ว่าได้ใช้ Client จำนวน 30 เครื่องก็ยังใช้การทำงานของ CPU ไม่ถึง 50% และ Memory สูงสุดไม่ถึง 1 GB บน Hardware ทั้ง 2 แบบซึ่งเกิดจากคอขวดของระบบอันเกิดจากการทำงานของ Network card ของเครื่อง Server และเครื่อง Client มี Speed การรับส่งข้อมูลได้ถึง 1,000 Mbps แต่ระบบ Network ที่อยู่ตรงกลางระหว่างเครื่อง Server และเครื่อง Client สามารถรับส่งข้อมูลได้เพียง 10 Mbps จึงเกิดปัญหาคอขวดดังกล่าวจึงส่งผลถึงการทำงานของ Server ทั้ง 2 แบบให้ทำงานได้ไม่เต็มที่อีกด้วย แต่หาก infrastructure ของระบบสามารถรับส่งข้อมูลได้ 1000 Mbps จะช่วยให้การ transfer file ระหว่าง server และ client ได้ดีขึ้นแต่จะส่งผลถึงการทำงานของ CPU, Memory และ Hard disk ให้ทำงานมากขึ้นด้วยอันเกิดจากการทำงานกับปริมาณข้อมูลที่ต้องมีการ transfer ระหว่าง Server และ Client ที่มีความเร็วสูงขึ้นและมีปริมาณของการรับส่งข้อมูลเพิ่มมากขึ้นเป็น 10 เท่า ในส่วนของ Disk I/O เป็นการอ่านและเขียนข้อมูลลง Hard disk เมื่อดูผลจากตารางแสดงให้เห็นว่า Physical hardware อยู่ระหว่าง 15-50% ส่วน Virtual hardware อยู่ระหว่าง 10-20% เป็นการแสดงให้เห็นว่าการทำงาน



ของ Physical hardware มีการทำงานมากกว่าจึงต้องมีการรับส่งข้อมูลกับ Hard disk มากกว่า และช่วงที่มีการทำงานที่สูงอาจเกิดจากการส่งข้อมูลจาก Client มาเก็บที่ Server เรียบร้อยแล้วจึงทำให้มีการนำชิ้นส่วนของ file ที่มีการรับส่งในแต่ละชิ้นมาประกอบเป็น file เดียวกันจึงทำให้มีการอ่านและเขียนเป็นปริมาณสูงตามผลที่ได้จากตาราง สุดท้ายในส่วนของ Load average เครื่อง Server ที่เป็น Physical hardware มีการทำงานอยู่ระหว่าง 0.5-8% และ Virtual hardware มีการทำงานอยู่ระหว่าง 1-4% เมื่อดูจากตารางสรุปผล จะเห็นว่ามีค่า Load average ใกล้เคียงกันแต่มีค่าสุดท้ายที่ Physical hardware มีค่าสูงกว่าโดยน่าจะมีผลจากค่าที่บันทึกเป็นช่วงการทำงานระหว่างการที่ Transfer file เรียบร้อยและอยู่ระหว่างการรวมไฟล์ให้เป็นไฟล์เดียวกันจึงทำให้มีค่าสูงแตกต่างจากค่าอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามยังเป็นค่าที่น้อยมาก ดังนั้น Server ทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware สามารถรองรับการทำงานตามโครงสร้างพื้นฐานนี้ได้

จากผลการทดลองที่ 2 เป็นการจำลองสร้าง Connection ในปริมาณต่างๆ ตั้งแต่ 10 จนถึง 100 Connection ซึ่งในผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า Physical hardware สามารถรองรับได้จำนวนประมาณ 60 Connection โดย CPU มีการทำงาน 97% แต่ Virtual hardware สามารถรองรับได้จำนวนประมาณ 30 Connection โดย CPU มีการทำงาน 93% โดยหากเพิ่มจำนวน Connection เพิ่มขึ้นอีก CPU ก็จะมีการทำงานเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อยเนื่องจากไม่สามารถรองรับการทำงานเพิ่มได้อีก แสดงให้เห็นว่า Physical hardware มีศักยภาพในการรองรับ Connection สูงกว่า Virtual hardware เมื่อดูในส่วนของ Memory ในส่วนของ Physical hardware มีการใช้งานต่ำสุดที่ 581.6 MB และใช้งานสูงสุดเพียง 1,200 MB และ Virtual hardware มีการใช้งานต่ำสุดที่ 616.6 MB และใช้งานสูงสุดเพียง 1,200 MB โดย Server ทั้ง 2 แบบมีการใช้ Memory ใกล้เคียงกันและ Memory ที่ติดตั้งสามารถรองรับการทำงานได้ สุดท้ายในด้าน Network จากตารางแสดงให้เห็นว่า Server ทั้ง 2 แบบมีการใช้งาน Network เพียงเล็กน้อยโดย Physical hardware ใช้สูงสุดเพียง 270 Kbps และ Virtual hardware ใช้สูงสุดเพียง 200 Kbps เท่านั้น เนื่องจากการจำลองสร้าง Connection เพื่อให้ Server ทำงานบางอย่างแต่ไม่มีการส่งข้อมูลกลับจึงไม่สร้างผลกระทบต่อระบบ Network มากนักในการทดลองนี้

นอกจากการทดลองทั้ง 2 แบบแล้วผู้วิจัยได้นำระบบ Cloud storage ที่พัฒนาขึ้นทดลองใช้เก็บข้อมูลแผนกซึ่งในการใช้งานจริง ข้อมูลที่มีการจัดเก็บเป็นไฟล์ด้านเอกสารต่างๆ ไปมีขนาดเล็กกว่าซึ่งโดยทั่วไปเป็นการทำงานด้วยไฟล์เอกสารจากชุดโปรแกรม Microsoft Office โดยทั่วไปมีขนาดเล็กกว่า 10 MB แต่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใช้งานในไฟล์ขนาดประมาณ 700 MB ซึ่งเท่ากับขนาดบรรจุของแผ่น CD ก็สามารถมีความเร็วในการจัดเก็บน้อยกว่า 15 วินาทีซึ่งเป็นความเร็วในระดับที่เพียงพอต่อการสนับสนุนทำงานได้ ส่วนไฟล์ที่ใช้ในการทดลองที่ 1 ซึ่งมีขนาดประมาณ

2 GB ซึ่งเป็นขนาดสูงสุดที่ CPU ขนาด 32 Bit สามารถรองรับได้ นอกจากนี้ปัจจัยด้านขนาดของไฟล์ข้อมูล, โครงสร้างพื้นฐานด้านระบบเครือข่าย และคุณสมบัติของ Server ที่อาจส่งผลในการใช้งานแล้ว พฤติกรรมในการใช้งานจริงการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละผู้ใช้งานก็ไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับ Server ตลอดเวลา และไม่ได้ทำการเชื่อมต่อกับ Server พร้อมกันทั้งหมดอีกด้วย โดยในการทดลองใช้งานรองรับการปฏิบัติงานจริงนั้นสามารถรองรับการทำงานได้เป็นอย่างดี การ transfer files ระหว่างเครื่อง server กับเครื่อง client ซึ่งอยู่บนเครือข่าย intranet ถึงแม้จะมี bandwidth ในระดับ 10/100 Mbps ก็สามารถ transfer ได้อย่างรวดเร็วกว่าการใช้บริการ cloud storage ของผู้ให้บริการภายนอกที่ต้องมีการเชื่อมต่อออกไปยัง internet ที่จะส่งผลในการ transfer files โดยตรง. Cloud storage ที่พัฒนาขึ้นสามารถ shared ไฟล์ข้อมูลระหว่างกันได้ นอกจากนั้นยังสามารถใช้งานได้จากอุปกรณ์ที่หลากหลายสามารถใช้งานได้จากอุปกรณ์ Smart devices ต่างๆ สามารถ download application ติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ทำงานบน OS ได้ 3 ระบบ ได้แก่ windows, android และ iOS ซึ่งเมื่อติดตั้ง Application แล้วจะทำให้สามารถใช้ได้ Cloud storage ได้สะดวกสบายยิ่งขึ้น โดยจะสามารถใช้งานได้ในลักษณะเดียวกันกับ application ของ Dropbox คือจะจำลองให้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งเหมือนกับมี storage สำหรับทำงานอีก 1 ตัว แต่เนื่องจาก Cloud Storage ที่พัฒนาจาก ownCloud นี้เป็น open source และเป็น freeware จึงยังมีข้อบกพร่องบางประการที่ผู้วิจัยพบ เช่น จะพบปัญหาในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานบางเครื่องที่ JAVA Script ทำงานผิดพลาดหรือไม่สมบูรณ์ ไม่มีการแสดงผลปุ่มควบคุมการทำงานของโปรแกรม cloud storage ซึ่งทำงานบน browser ส่งผลให้ไม่สามารถใช้งานได้ และอีกปัญหาที่พบคือในการกำหนดสิทธิการเข้าใช้งานพื้นที่ storage ที่ไม่ใช่ขนาดที่เป็นมาตรฐานที่เป็นค่า default ที่มีการกำหนดมากับโปรแกรม เมื่อมีการตั้งค่าในขนาดพื้นที่ในค่าที่แตกต่างออกไปจะมีผลกระทบในการใช้งานสำหรับ user บางคนอาจจะใช้งานไม่ได้บ้าง แต่เมื่อกลับมาใช้ค่าที่ถูกกำหนดมากับโปรแกรมก็จะใช้งานได้เป็นปกติ ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสิทธิพื้นที่การเข้าใช้งานของแต่ละ user สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดและ Admin สามารถบริหารการให้บริการ Cloud Storage ได้อย่างง่ายดาย ซึ่งนับว่าเป็นโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนการทำงานขององค์กรขนาดเล็กและขนาดกลาง ที่มีจำนวนบุคลากรไม่มากนักซึ่งจากการตรวจสอบกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมมีลักษณะงานเป็นการบริการทางด้านเทคนิคให้กับหน่วยขึ้นตรงของกระทรวงกลาโหม ส่วนงานในด้านเอกสารที่มีการโต้ตอบทางหนังสือราชการทั้งภายใน และภายนอกประมาณวันละ 30 เรื่อง โดยมีสูงสุดไม่ถึง 50 เรื่อง และงานอื่นที่จะต้องใช้งานระบบ Cloud storage ไม่มากนัก อีกทั้งในแต่ละงานมีช่วงเวลาในการเข้าใช้งานระบบที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถใช้ทรัพยากร Hardware ที่มีอยู่พัฒนาระบบ Cloud Storage สนับสนุนการปฏิบัติงานได้

โดยสรุปผลจากการทดลองสามารถนำทรัพยากร Hardware ที่มีอยู่มีความสามารถเพียงพอสำหรับพัฒนาระบบ Cloud Storage ให้บริการภายในองค์กรได้ และเมื่อเปรียบเทียบการใช้ Physical hardware กับ Virtual hardware สำหรับทำ Server ให้บริการ Cloud storage ด้วย spec ที่ใกล้เคียงกันจากผลการทดลองจะเห็นว่า Server ที่ใช้ Physical hardware มีศักยภาพการทำงานสูงกว่าทั้งการทำงานของ CPU ที่สามารถรองรับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า และในส่วนของ Network สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องกว่า แต่เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีด้าน Hardware มีการพัฒนาไปอย่างมากมีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้นจากแต่ก่อนมาก โดยมีราคาที่ถูกลง สำหรับการนำ Server ที่มีประสิทธิภาพสูง 1 เครื่องนำมาจัดสรรทำเป็น Virtual hardware โดยใช้เทคโนโลยี Virtual machine เพื่อจำลองเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องในการให้บริการที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนงานสำหรับองค์กรที่มีขนาดเล็กก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะเป็นการใช้งาน Hardware ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และยังเป็นการใช้งานได้คุ้มค่า

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์ทางกายภาพกับฮาร์ดแวร์เสมือน กรณีศึกษา กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม” โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระบบเครือข่ายใหม่ที่สามารถนำมาเพิ่มประสิทธิภาพ ศักยภาพการทำงาน เป็นแนวทางในการพัฒนา และสร้างแม่แบบระบบ Cloud Storage ให้กับกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนา ระบบ Cloud storage เพื่อการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาระบบ cloud computing สำหรับกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหมนั้น จากการพัฒนา ระบบ cloud storage เป็น 2 แบบ คือ การใช้ Physical hardware และ Virtual hardware ทำเป็น Server เพื่อให้บริการเป็น Cloud storage แล้วทำการทดลอง Server ทั้ง 2 แบบ ด้วยการทดลอง 2 วิธีการด้วยกัน คือ วิธีที่ 1 การทดลองด้วยการจำลองสถานการณ์การใช้งาน Transfer files ขนาด 2 GB จากเครื่อง Client ไปเก็บไว้ที่เครื่อง Server ที่สร้างขึ้นมา ซึ่งเหตุผลที่ต้องใช้ไฟล์ขนาดใหญ่ถึง 2 GB เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการ Transfer ไฟล์ใช้เวลาน้อยเกินไปแล้วจะไม่สามารถทำการวัดผลเมื่อใช้ Client จำนวนมากได้ เพราะเครื่องที่ส่งข้อมูลก่อนจะทำงานเสร็จก่อนเครื่องที่ส่งคำสั่งในภายหลังและไฟล์ขนาด 2 GB เป็นไฟล์ขนาดใหญ่ที่สุดที่ Apache web server รองรับได้ โดยสร้างสถานการณ์ให้มีการใช้งานจาก Client จำนวนต่าง ๆ กันตั้งแต่ 5 เครื่อง และเพิ่มขึ้นทีละ 5 เครื่องจนกระทั่งมีการใช้งานพร้อมกันสูงสุดที่จำนวน 30 เครื่องในเวลาเดียวกัน ซึ่งการทดลองที่ 1 นี้จะใช้โปรแกรมในการวัดผล 2 โปรแกรมด้วยกัน โปรแกรมวัดผลตัวแรกคือ System Monitor ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีที่ติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Ubuntu แต่มีข้อจำกัดคือสามารถวัดผลได้ในช่วงเวลา 1 นาที และโปรแกรมวัดผลตัวที่ 2 คือโปรแกรม New Relic ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรี สามารถวัดและดูผลได้ในช่วงเวลา 30 นาที วิธีที่ 2 เป็นการทดลองด้วยการใช้โปรแกรม Apache JMeter จำลอง Connection ในปริมาณต่างๆ ตั้งแต่ 10 Connection ไปจนถึง 100 Connection เพื่อดูผลการตอบสนองจากเครื่อง Server ซึ่งการทดลองที่ 2 นี้ใช้โปรแกรม System Monitor วัดผลเพียงตัวเดียว

เพียงพอเพราะว่าการทดลองนี้ใช้เวลาเพียงช่วงเวลานั้นๆเท่านั้น นอกจากนั้นยังได้ทดสอบใช้งานจริงด้วย โดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าในทรัพยากรทางด้าน Hardware ของ Server เมื่อเป็น Physical hardware จะทำงานได้ดีกว่า Virtual hardware สิ่งที่สังเกตความแตกต่างได้อย่างชัดเจนได้แก่การทำงานของ CPU ของ Physical hardware สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า Virtual hardware ในขณะที่มีเครื่อง Client เข้ามาใช้บริการเครื่อง Server ในจำนวนเท่ากัน บนเครื่องที่ใช้ Physical hardware นั้น CPU มีเปอร์เซ็นต์การทำงานของ CPU ต่ำกว่าและเมื่อมีจำนวน Client เพิ่มสูงขึ้น CPU ของ Physical hardware มีการทำงานใกล้เคียงกันทั้ง 4 Core ในขณะที่ CPU ของ Virtual hardware จะมีการทำงานใกล้เคียงกัน 3 Core แต่มี 1 Core มีการทำงานต่ำกว่า Core อื่น ซึ่งอาจจะเกิดจากการจัดสรรการทำงานให้แก่ละ CPU ที่ยังไม่ดีพอจึงเป็นข้อด้อยอีกประการหนึ่งของ Virtual hardware องค์ประกอบตัวต่อมาที่น่าจะมีผลต่อการกำหนดคุณสมบัติเครื่อง Server คือ Memory จากการทดลองยังไม่มี ความแตกต่างกันมากนักเมื่อพิจารณาผลของการทำงานของ Memory การทดลองทั้ง 2 การทดลองยังมีการใช้งาน Memory ในขนาดไม่สูงนัก และมีการใช้งาน Memory ใกล้เคียงกันแต่มีรูปแบบของการทำงานของ Memory ที่น่าสนใจคือ เมื่อมี Load ในขนาดไม่มาก Physical hardware จะมีการใช้งาน Memory น้อยกว่า Virtual hardware เล็กน้อย แต่เมื่อ Load มีจำนวนมากขึ้น Physical hardware จะมีอัตราการใช้งาน Memory ที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้งาน Memory บน Virtual hardware และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในด้าน Network ทั้งการทดลองทั้ง 2 แบบ มีผลที่แสดงให้เห็นว่าการทำงานด้าน Network ของ Physical hardware มีความสามารถสูงกว่าโดยในการทดลองแรกเมื่อมีปริมาณการ Transfer ข้อมูลและมี Connection จำนวนมากจะเห็นว่าการทำงานของ Network Card บน Physical hardware สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องมากกว่า มีการรับ-ส่งข้อมูลเฉลี่ย 100 Mbps ตลอดเวลา ในขณะที่การทำงานด้าน Network ของ Virtual hardware จะมีการรับ-ส่งข้อมูลเฉลี่ย 100 Mbps เช่นกันแต่จะมีบางช่วงเวลาที่อัตราการรับ-ส่งข้อมูลเฉลี่ยต่ำกว่า 100 Mbps บ้าง และจากการทดลองที่ 2 จากตารางสรุปผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า Physical hardware สามารถรองรับจำนวน Connection ได้ถึง 60 Connection โดยที่ CPU มีการทำงาน 97% ก่อนที่จะไม่สามารถรับจำนวน Connection เพิ่มขึ้นได้อีก ในขณะที่ Virtual hardware สามารถรองรับจำนวน Connection ได้เพียง 30 Connection โดยที่ CPU มีการทำงาน 93% ก่อนที่จะไม่สามารถรับจำนวน Connection เพิ่มขึ้นได้อีก จึงสรุปได้ว่า Physical hardware สามารถรองรับจำนวน Connection ได้จำนวนมากกว่า Virtual hardware ดังนั้น ในภาพรวมของการทดลองทั้ง 2 แบบ สามารถสรุปผลได้ว่า Physical hardware มีศักยภาพในส่วนของ CPU และ Network สูงกว่า Virtual hardware แต่ในส่วนของ Memory ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนเนื่องจากทั้ง Physical hardware และ Virtual hardware ต่างมีข้อได้เปรียบกันในด้านต่างกันซึ่งแล้วแต่การนำไปใช้งาน

ว่าเป็นงานในลักษณะใด หากเป็นการใช้งานที่ไม่มีการประมวลผลมากนัก การใช้ Physical hardware จะมีความได้เปรียบด้านการใช้งาน Memory แต่ในทางตรงข้ามการใช้งานต้องรองรับการประมวลผลในจำนวนมาก Virtual hardware จะมีความได้เปรียบในด้าน Memory มากกว่า

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการเปรียบเทียบระหว่าง Physical hardware กับ Virtual hardware

หัวข้อ	Physical hardware	Virtual hardware
CPU	ประสิทธิภาพสูงกว่า ในปริมาณงานเท่าๆกัน ใช้การทำงานของ CPU ต่ำกว่า และทำงานในลักษณะ Symmetry คือการทำงานในแต่ละ Core มีการทำงานในปริมาณเท่าๆกัน	ประสิทธิภาพต่ำกว่า ในปริมาณงานเท่าๆกัน ใช้การทำงานของ CPU สูงกว่า และทำงานในลักษณะ Asymmetry คือมีการทำงานเท่าๆกัน 3 Core แต่มี 1 Core ทำงานต่ำกว่า Core อื่นๆ
Network	มีศักยภาพการทำงานดีกว่า เห็นได้จากสามารถทำการรับ - ส่งข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องทำให้การรับ - ส่งข้อมูลได้เร็วกว่า และเมื่อมีจำนวน Connection ในปริมาณเท่าๆ กันจะใช้การทำงานของ CPU ต่ำกว่า	มีศักยภาพการทำงานต่ำกว่า ในการรับ - ส่งข้อมูลเมื่อมีปริมาณข้อมูลจำนวนมาก จะมีการสวิงเป็นบางช่วงทำให้ค่าเฉลี่ยการรับ - ส่งข้อมูลตกลงในบางช่วงทำให้การรับ - ส่งข้อมูลได้ช้ากว่า และเมื่อมีจำนวน Connection ในปริมาณเท่าๆ กันจะใช้การทำงานของ CPU สูงกว่า
RAM	ใช้ทรัพยากรเริ่มต้นต่ำกว่า แต่มีอัตราการใช้งานเมื่อมี load สูงขึ้นมากกว่า	ใช้ทรัพยากรเริ่มต้นสูงกว่า แต่มีอัตราการใช้งานเมื่อมี load สูงขึ้นต่ำกว่า
การใช้งาน	เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการศักยภาพการทำงานสูง มีจำนวน Connection ที่ใช้งานพร้อมๆ กันในปริมาณมาก	เหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการศักยภาพการทำงานสูงมากนัก มีจำนวน Connection ที่ใช้งานพร้อมๆ กันไม่สูงมาก องค์กรที่ต้องการใช้งาน Hardware อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดการใช้พื้นที่ ลดค่าใช้จ่ายในด้านการลงทุน และการดูแลรักษา

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ถึงแม้ว่าผลจากการทดลองจะสรุปผลได้ว่า Physical hardware มีศักยภาพสูงกว่า Virtual hardware แต่ในการทำงานจริงภายในกรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม มีความแตกต่างจากสภาพแวดล้อมที่ทำการทดลอง คือ การทดลองเป็นการ Transfer file ที่มีขนาดใหญ่ ขนาด 2 GB แต่ในการทำงานจริงมีการทำงานกับไฟล์ข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งโดยทั่วไปเป็นไฟล์เอกสารของโปรแกรม Microsoft Office , ไฟล์รูปภาพทั่วไป และ ไฟล์ PDF และการใช้งานที่สภาวะปกติซึ่งโดยทั่วไป User ไม่ได้มีการใช้งานในเวลาพร้อมๆกันทั้งหมด ดังนั้น User โดยทั่วไปอาจจะไม่พบเจอกับปัญหาการใช้งานในเวลาพร้อมๆกันกับผู้อื่นบ่อยนัก เนื่องจากการ Transfer file ขนาดเล็กใช้เวลาเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อมีการใช้งานในเวลาเหลื่อมกันเพียงเล็กน้อยก็จะมีผลกระทบต่อการทำงานของบุคคลอื่น ซึ่งจากผลการทดลองที่ 1 ที่มีการเข้าใช้งานพร้อมกัน 30 เครื่องก็ยังใช้ทรัพยากรทั้ง CPU และ Memory ไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์แต่อาจจะเป็นเหตุผลมาจากโครงสร้างทางด้านเครือข่ายที่มีความสามารถในการรับ-ส่ง ข้อมูลได้ใน Speed 10/100 Mbps ซึ่งอาจทำให้เกิดคอขวดเพราะว่าทั้งเครื่อง Server และ เครื่อง Client จึงมีความสามารถรองรับการรับ-ส่งข้อมูลได้ถึง 1,000 Mbps เท่ากัน แต่ Network ที่อยู่ระหว่าง Server กับ Client สามารถรองรับได้เพียง 100 Mbps จึงเป็นคอขวดขัดขวางการทำงานของ Server ให้ทำงานได้ไม่เต็มที่ และอีกปัญหาที่จะทำให้เกิดปัญหาคอขวดคือจำนวน Client ที่มีจำนวนมากเข้าใช้งาน Server เพียงตัวเดียวพร้อมๆกัน ส่งผลให้อัตราการรับ-ส่งข้อมูลโดยรวมของ Client มากเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวตามจำนวนเครื่อง Client ที่เข้าใช้บริการจาก Server ตัวเดียวกันในเวลาเดียวกันดังนั้นจึงเกิดเป็นปัญหาคอขวดได้เช่นกัน ปัญหาคอขวดเป็นข้อจำกัดในการ Transfer files ระหว่าง Server และ Client จึงเป็นการจำกัดการทำงานของทรัพยากรที่ Server มีอยู่ และเครื่อง Client ก็ไม่สามารถทำให้ Server ตอบสนองความต้องการของเครื่องลูกข่ายได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ นอกจากปัจจัยทางด้าน Hardware แล้ว ปัจจัยทางด้านบุคลากรก็สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนของผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการระบบได้ง่ายเนื่องจากมีการทำงานในรูปแบบ Web service มีเมนูการทำงานไม่ซับซ้อน และในส่วนของผู้ใช้งานระบบ Cloud storage สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานได้ มีการใช้งานไม่ยุ่งยาก มีความเร็วในการ Transfer Files สูงกว่าการใช้งานของผู้ให้บริการบนอินเทอร์เน็ต รองรับการใช้งานจากอุปกรณ์ Smart devices สามารถรองรับการทำงานในรูปแบบใหม่ที่ไม่จำเป็นต้องทำงานอยู่กับที่ หรือจำกัดอยู่เฉพาะการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น รองรับการทำงานร่วมกัน และสามารถลดข้อจำกัดในการทำงานเมื่อใช้ระบบปฏิบัติการต่างระบบกัน

จากผลการวิจัยถึงแม้ว่าผลที่ได้จากโปรแกรมที่ใช้บันทึกผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่าใน Spec ที่ใกล้เคียงกันการทำงานด้วย Physical hardware จะทำงานได้ดีกว่า Virtual hardware แต่ในการใช้งานจริงผู้ใช้อาจจะไม่สามารถรับรู้ถึงความแตกต่างในการใช้งานระบบ ดังนั้นในการเลือก Hardware ที่มี spec สูงเกินไปก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะสร้างความพึงพอใจให้กับ User ได้มากกว่า Hardware อื่นๆ อาจจะทำให้มีการสิ้นเปลืองมากกว่า ดังนั้นการเลือกใช้เทคโนโลยี Virtual Machine โดยการใช้ virtual hardware อาจจะเป็นทางเลือกที่น่าสนใจเพื่อที่จะสามารถจัดสรรทรัพยากรเป็น Virtual hardware ให้มีความเหมาะสมกับงาน และสร้าง Virtual hardware ได้หลายเครื่องเพื่อใช้ในภารกิจที่แตกต่างกันซึ่งจะช่วยให้เป็นการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่ามากกว่า ประเด็นต่อมาในเรื่องโครงสร้างพื้นฐานของในแต่ละองค์กรก็มีส่วนสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อพัฒนาระบบสารสนเทศ อีกปัจจัยที่ควรนำมาเป็นข้อพิจารณาคือรูปแบบของลักษณะงานและพฤติกรรมการใช้งานระบบก็มีผลต่อการพัฒนาระบบสารสนเทศอื่นๆ เพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะพิจารณาคุณสมบัติด้าน Hardware สำหรับระบบสารสนเทศขององค์กร และข้อได้เปรียบของระบบ Cloud storage ที่เหนือกว่าการ shared แบบเดิมคือ ลดปัญหาการใช้งาน หรือทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่างระบบกัน เนื่องจากไม่ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะทำงานบนระบบปฏิบัติการใด หรือแม้กระทั่งอุปกรณ์ Smart devices ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ และมี Browser ก็สามารถใช้งานระบบ Cloud storage ร่วมกันได้

การพัฒนาระบบ Cloud computing ในแบบ Private cloud ขึ้นใช้ภายในองค์กรนั้น มีข้อได้เปรียบในด้านความเร็วในการใช้งานเพราะเป็นการใช้งานภายในระบบเครือข่ายภายในซึ่งเป็นที่อินทราเน็ตจะมีความเร็วในการให้บริการสูงกว่าการใช้งานจากผู้ให้บริการภายนอกองค์กรในแบบ Public cloud เพราะต้องมีการเชื่อมต่อออกไปยังเครือข่ายภายนอกองค์กรหรือออกไปยังอินเทอร์เน็ต นอกจากนั้นการใช้งานในแบบ Private cloud ซึ่งเป็นการใช้งานภายในองค์กรยังมีความปลอดภัยในการใช้งานมีโอกาสต่อการถูกโจมตีหรือการจารกรรมข้อมูลต่ำกว่า และสามารถป้องกันในข้อมูลที่มีชั้นความลับหรือมีความสำคัญที่หากถูกเผยแพร่ออกไปจะเกิดผลกระทบหรือเกิดความเสียหายได้ง่ายกว่าการใช้งานจาก Public cloud เพราะไม่ต้องเชื่อมต่อและรับ-ส่งข้อมูลที่มีความสำคัญออกไปยังอินเทอร์เน็ต

### 5.3 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการพัฒนาระบบ Cloud storage ด้วย ownCloud ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพบปัญหา 4 ประการ คือ



5.3.1 เครื่อง Client ในบางเครื่องเมื่อเข้าใช้งานระบบ Cloud storage ปุ่มควบคุมการทำงานด้าน Files ข้อมูลเมื่อนำ mouse ไปวางเหนือ file ที่การดำเนินการไม่มีการแสดงผลปุ่มควบคุมการทำงานทำให้ไม่สามารถทำการ Download , Rename และ Shared files ต่างๆได้ แนวทางการแก้ไขคือ ต้องทำการตรวจสอบค่า Config การทำงานของ Scripting ของ Browser ให้ Enable โดยขอยกตัวอย่างการเข้าไปแก้ไข Browser ของ Microsoft คือ Internet explorer เข้าไปในเมนู Tools เลือก Internet options ใน Tab Security เข้าไป Config ที่ Custom level ตรวจสอบค่า Settings ในหัวข้อ Scripting ทำการปรับค่า Active scripting ให้เป็น Enable จากนั้นทำการ Refresh เพื่อนำค่า Config ไปใช้งานจะสามารถใช้งานได้เป็นปกติ เมื่อทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าวแล้วยังไม่สามารถใช้งานได้แสดงว่า JAVA ของเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น ไม่สมบูรณ์จำเป็นต้องติดตั้ง JAVA ใหม่เพื่อให้ใช้งานได้ตามปกติ

5.3.2 การกำหนดสิทธิของแต่ละ User การเข้าใช้งานพื้นที่ storage ที่ไม่ใช่ขนาดที่เป็นมาตรฐานที่เป็นค่า default ที่มีการกำหนดมากับโปรแกรม เมื่อมีการตั้งค่าในขนาดพื้นที่ในค่าที่แตกต่างนอกเหนือจากค่า Default ของโปรแกรมออกไปจะมีผลกระทบในการใช้งานสำหรับ user บางคนอาจจะใช้งานไม่ได้บ้างโดยจะแสดงผลว่ามีสิทธิในการใช้พื้นที่ 0 MB แนวทางการแก้ไขให้เปลี่ยนกลับมาใช้ค่าที่ถูกกำหนดมาเป็นค่า Default ของโปรแกรมก็สามารถใช้งานได้เป็นปกติ

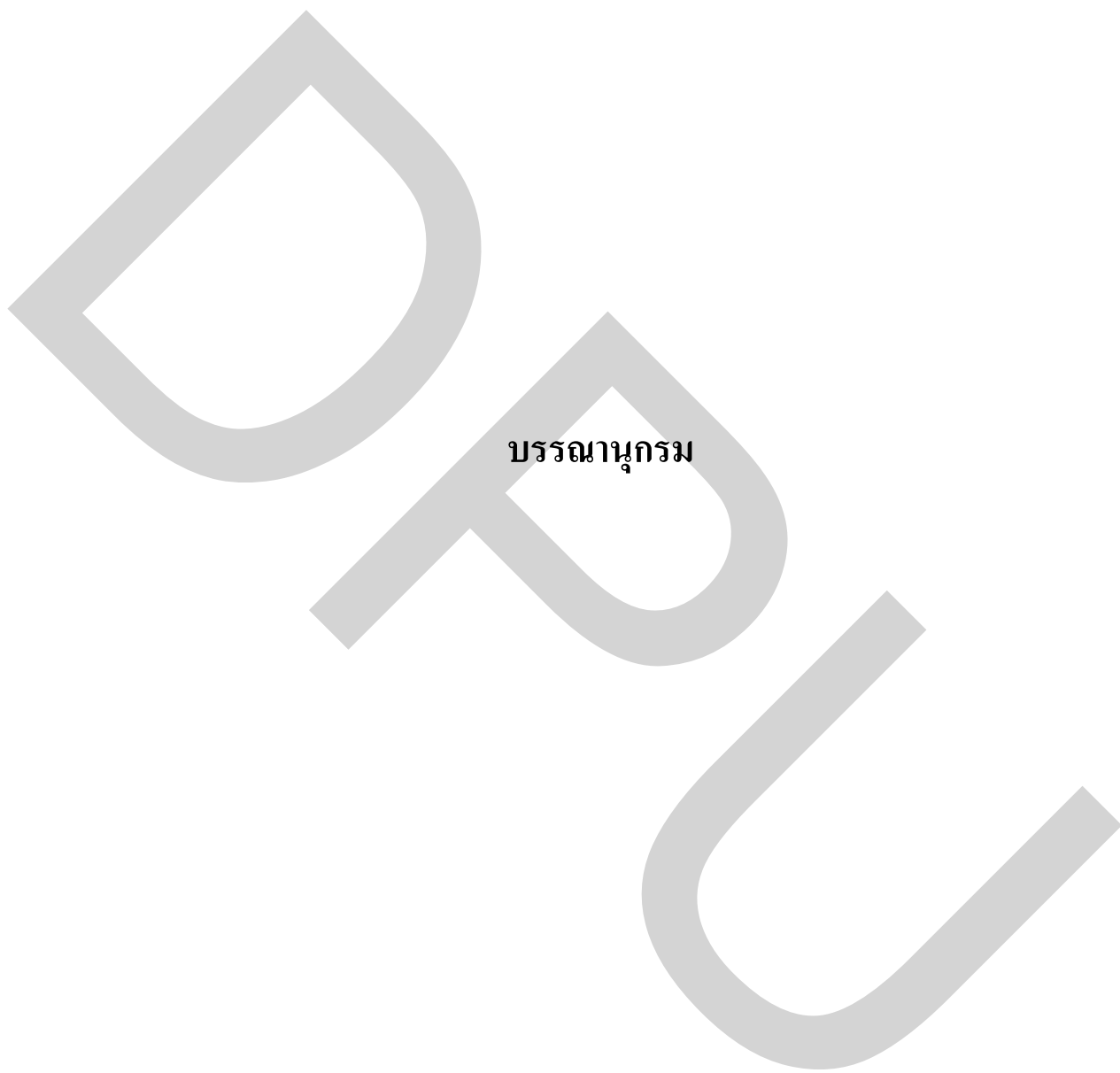
5.3.3 ปัญหาการอ่านค่าต่างๆจากโปรแกรมที่ใช้วัด ประเมินผลการวิจัย เนื่องจากโปรแกรมที่นำมาใช้เป็นการแสดงผลเป็นเชิงเส้นการอ่านค่าเพื่อบันทึกผลอาจมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งแนวทางการแก้ไขจึงควรหาโปรแกรมที่มีคุณสมบัติสามารถอ่านค่าต่างๆ ที่เป็นค่าเฉลี่ย และควรมีฟังก์ชันหรือเครื่องมือที่สามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

5.3.4 ปัญหาการ Config ระบบ Linux และ Cloud storage ที่ต้องทำการ Update และติดตั้ง Package ต่างๆผ่านเครือข่ายที่ต้องตั้งค่า Proxy สำหรับออกไปเชื่อมต่อกับ Internet ซึ่งปัญหาก็คือในบางครั้งสามารถทำการติดตั้งหรือ Update ได้แต่บางครั้งก็ไม่สามารถเชื่อมต่อออก Internet ได้และบางครั้งก็ออก Internet ได้แต่ช้า แนวทางการแก้ไข ควรหลีกเลี่ยงการทำงานบนระบบที่ต้องตั้งค่า Proxy สำหรับเชื่อมต่อกับ Internet , ตรวจสอบและปรับปรุงค่า Config ของ Proxy Server หรืออุปกรณ์อื่นๆที่กั้นระหว่าง LAN กับ Internet แนวทางการแก้ปัญหาคือให้ตั้งค่า Bypass ให้สามารถเชื่อมต่อ Internet ได้โดยตรง

## 5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้โครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ในการทดลองด้าน Network ยังมี Speed ในการรับ-ส่ง ข้อมูลเพียง 10/100 ในขณะที่ปัจจุบัน โครงสร้างทางด้านระบบ Network

ได้มีการใช้งานใน Speed 10/100/1000 Mbps กันอย่างกว้างขวาง ดังนั้นข้อเสนอสำหรับงานวิจัย ในอนาคตจึงสมควรที่จะทำการทดลองบนระบบ Network 10/100/1000 Mbps นอกจากนั้น การทดลองระบบ Storage cloud ผ่านสื่อที่เป็น Wireless LAN หรือผ่าน Internet และในปัจจุบันมี Software สำหรับบริหารจัดการระบบ Cloud computing เป็นจำนวนมากซึ่งอาจจะมีจุดเด่นและ ข้อด้อยที่แตกต่างกันและแต่ละผลิตภัณฑ์อาจจะมีฟังก์ชันพิเศษเสริมเพิ่มเติมเพื่อสร้างจุดเด่นของตัวเอง ดังนั้น จึงเป็นอีกหัวข้อหนึ่งที่สมควรทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติในด้าน ต่างๆ เพื่อเป็นบรรทัดฐานในการช่วยตัดสินใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติที่ตรงความ ต้องการมีความเหมาะสมกับองค์กร



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### วิทยานิพนธ์

- กิตติ เนตรน้อย. (2555). *การพัฒนาระบบจัดสรรยานพาหนะเพื่อลดค่าใช้จ่ายขององค์กร  
กรณีศึกษา บริษัท บริหารสินทรัพย์กรุงเทพพาณิชย์ จำกัด* (สารนิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ฐิตินันท์ เอียดรัถย์. (2553). *ศึกษาการพัฒนาเว็บไซต์เวชระเบียนคลินิกออนไลน์  
กรณีศึกษา คลินิกวรรณสิน การแพทย์* (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ :  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปติ เหลืองอร่าม. (2553). *การพัฒนาระบบ Cloud Data Center with Open Source กรณีศึกษา  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*  
(สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.
- รณชัย พุกเจริญ. (2553). *การติดตั้งระบบ Private Cloud Computing ด้วยโปรแกรม Eucalyptus  
กรณีศึกษา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*  
(สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
พระนครเหนือ.
- อุมาพร สุริรัถย์. (2555). *ระบบจัดการสารสนเทศสำหรับร้านจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องเขียน*  
(สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

#### เอกสารอื่นๆ

- อดิเรก เขาวังค์. (2556). *การจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศและการประยุกต์ใช้บนเทคโนโลยีการประมวลผล  
แบบกลุ่มเมฆ : The Data Information Storage and Usage on Cloud Computing  
Technology* วารสารการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี, 3(6)

ภาษาต่างประเทศ

### BOOKS

Aditya Patawari. (2013). *Getting Started with ownCloud*.

Johnson D. Kiran Murari Murthy Raju Suseendran RB Yogesh Girikumar. (2010). *Eucalyptus Beginner's Guide – UEC Edition*.

The ownCloud developers. (2014). *ownCloud Administrators Manual*. – Release 6.0

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งงานและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

พันตรี อนันต์ สมไร่จิง

พ.ศ. 2539 ระดับปริญญาตรี

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายทหารประจำแผนกแผนและโครงการ

กองแผนและวิศวกรรม

กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม