การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization

THE PERFORMANCE INVESTIGATION OF VIRTUALIZATION TECHNOLOGY

จุฑาทิพย์ สงคราม

JUTATIP SONGKRAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-EN-M-010-174

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization

THE PERFORMANCE INVESTIGATION OF VIRTUALIZATION TECHNOLOGY

T138758

จุฑาทิพย์ สงคราม

JUTATIP SONGKRAM

วน.
จ623ก
2557

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 138758
วัน เดือน ปี 16 ต.ค. 2558

.b.....
.i.....

12718725

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2557

KMITL-2014-EN-M-010-174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE PERFORMANCE INVESTIGATION OF VIRTUALIZATION TECHNOLOGY

JUTATIP SONGKRAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2014

KMITL-2014-EN-M-010-174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี Virtualization
Thesis Title The Performance Investigation of Virtualization Technology
นักศึกษา นางสาวจุฑาทิพย์ สงคราม
รหัสประจำตัว 55611901
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สิรภพ ตู้ประกาย
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2014-EN-M-010-174

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุวิพล	สิทธิชีวภาค	
ผศ.ดร.สุทธิชัย	นพนาคีพงษ์	
รศ.ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	
รศ.สมยศ	จุณณะปิยะ	
ผศ.ดร.สิรภพ	ตู้ประกาย	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 เวลา 10.00-12.00 น.
สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ศาสตราจารย์ ดร.สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์)
คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization
นักศึกษา	นางสาวจุฑาทิพย์ สงคราม
รหัสประจำตัว	55611901
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
พ.ศ.	2557
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. สิรภพ ตู้ประกาย

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการการทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization ระหว่างระบบระบบประมวลแบบกลุ่มเมฆส่วนตัว (Private Cloud) ที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี virtualization ของวีเอ็มแวร์ (VMware) กับระบบระบบประมวลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะ (Public Cloud) ของอะเมซอน (Amazon EC2) ที่ใช้เทคโนโลยี virtualization ที่ใช้พื้นฐานของเซน (Xen-virtualization) ในรูปแบบของระบบระบบประมวลแบบกลุ่มเมฆผสม (Hybrid Cloud) โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual Machine) ที่ใช้เทคโนโลยี virtualization ที่ต่างกัน ด้านประสิทธิภาพของการประมวลผล พบว่า การประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนบนเทคโนโลยี virtualization ของ อะเมซอนดีกว่าการประมวลผลบนเทคโนโลยี virtualization ของ วีเอ็มแวร์ 37.88 เปอร์เซ็นต์ ด้านประสิทธิภาพของการเขียนและจัดเก็บข้อมูล พบว่าการเขียนและจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อก ของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนบนเทคโนโลยี virtualization บนวีเอ็มแวร์ดีกว่าการเขียนและจัดเก็บข้อมูลบนเทคโนโลยี virtualization ของอะเมซอน คิดเป็น 60.37 เปอร์เซ็นต์ ด้านประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายพบว่าการรับและส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนบนเทคโนโลยี virtualization ของอะเมซอนดีกว่าการการรับและส่งข้อมูลบนเทคโนโลยี virtualization ของวีเอ็มแวร์ คิดเป็น 18.96 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization ของอะเมซอนมีประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อเทียบกับเทคโนโลยี virtualization ของวีเอ็มแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	The Performance Investigation of Virtualization technology
Student	Miss Jutatip Songkram
Student ID.	55611901
Degree	Master of Engineering
Program	Telecommunications Engineering
Year	2014
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Siraphop Tooprakai

ABSTRACT

This thesis is proposed the performance investigation of virtualization technology. It compares private cloud which is deployed by VMware virtualization with Amazon EC2's public cloud which is designed from Xen-virtualization in terms of Hybrid cloud. The performances of virtual machine in each technology are considered. For consolidation CPU, Amazon EC2 is better than VMware 37.88%. Read and write of storage, VMware is better than Amazon EC2 60.37% and network performance, Amazon EC2 is better than VMware 18.96%. The performance of Amazon EC2 virtualization is better than the VMware virtualization technology.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ได้จากการสนับสนุนของ บิดา มารดา ครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านพร้อมทั้งเป็นกำลังใจที่สำคัญตลอดการศึกษา และกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สิรภพ ตู้ประกาย ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยเหลือสนับสนุนสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้

ขอขอบคุณ NTC Telecommunication Research Laboratory สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำหรับสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณนางสาวจารุภัส จักษุนิมิตร ที่คอยให้คำปรึกษาและผลักดันการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จ ขอบคุณ คุณศรัณย์ เลิศรัตน์ คุณศุภกร พงษ์สำราญกุล และเพื่อนๆ น้องๆ ที่ให้การช่วยเหลือทุกอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา

ตลอดจนผู้มีพระคุณอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามที่อบรมสั่งสอนและมอบความรู้และประสบการณ์ที่ดีให้กับข้าพเจ้า ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

จุฑาทิพย์ สงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VII
สารบัญตาราง VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 1
1.4 ขั้นตอนในการศึกษา 2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่น (Virtualization Technology) 3
2.1.1 การทำงานของเทคโนโลยีเวอรชัวไลเซชั่น 3
2.1.1.1 สถาปัตยกรรมโฮสต์ (Hosted Architecture) 3
2.1.1.2 สถาปัตยกรรมเนทีฟ (Native Architecture) 3
2.1.2 ประเภทของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่น 4
2.1.2.1 ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบเต็ม (Full virtualization) 4
2.1.2.2 ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบกึ่ง (Para-Virtualization) 5
2.1.2.3 ระบบปฏิบัติการเสมือนจากฮาร์ดแวร์ (Hardware Assisted Virtualization) ... 5
2.2 เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์ (VMware Virtualization) 5
2.2.1 วีเอ็มเคอร์เนล (VMkernel) 5
2.2.2 ชุด Remote Command Line Interface (Remote CLI) 5
2.3 เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของเซน (Xen virtualization) 6
2.3.1 เซนไฮเปอร์ไวเซอร์ 6
2.3.2 The control domain (Domain 0) 6
2.3.3 Toolstack และ Console 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ(คลาวด์) 7

2.4.1 ประเภทของการบริการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ 7

2.4.1.1 การให้บริการระบบโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure As A Service : IAAS) ... 7

2.4.1.2 การให้บริการระบบแพลตฟอร์ม (Platform As A Service : PAAS) 9

2.4.1.3 การให้บริการระบบซอฟแวร์ (Software As A Service : SAAS) 9

2.4.2 โครงสร้างพื้นฐานของคลาวด์ส่วนตัวโดยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์ 9

2.4.3 โครงสร้างพื้นฐานของคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน (Amazon EC2) 11

2.4.3.1 ความสามารถและบริการต่าง ๆ ของ Amazon EC2 12

2.4.3.2 การเข้าใช้งาน Amazon EC2 13

2.4.3.3 Instances และ AMIs 13

2.4.3.4 Storage สำหรับ Instance 14

2.4.3.5 Regions and Availability Zones 14

บทที่ 3 การทดลอง 16

3.1 การสร้างโครงสร้างคลาวด์ส่วนตัวด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์ 16

3.2 การวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน 18

3.2.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล 18

3.2.2 ประสิทธิภาพการเขียนและจัดเก็บข้อมูล 19

3.2.3 ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย 19

3.3 เงื่อนไขการวัดการวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน 19

บทที่ 4 ผลการทดลอง 21

4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล 21

4.1.1 การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบไม่ประมวลผลแบบคู่ขนาน 21

4.1.2 การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบคู่ขนาน 22

4.2 ประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูล 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.1 ด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทตัวอักษร 23

4.2.2 ด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทบล็อก 24

4.2.3 ด้านการเขียนด้านการเขียนข้อมูลใหม่ 25

4.2.4 ด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร 25

4.2.5 ด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อก 26

4.2.6 ด้านการค้นหาข้อมูลแบบสุ่ม 26

4.3 ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย 27

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 29

เอกสารอ้างอิง 31

ภาคผนวก 33

ภาคผนวก ก. ตารางข้อมูลผลการทดลองทั้งหมดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ 34

ภาคผนวก ข. ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ 41

ประวัติผู้เขียน 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมโฮสต์ของไฮเปอร์ไวเซอร์ 4
รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมสถาปัตยกรรมเนทีฟของไฮเปอร์ไวเซอร์ 4
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ VMware ESXi virtualization 6
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของเซนเวอร์ชัวไลเซชั่น 7
รูปที่ 2.5 คลาวด์ส่วนตัว 8
รูปที่ 2.6 คลาวด์สาธารณะ 9
รูปที่ 2.7 คลาวด์ผสม 9
รูปที่ 2.8 โครงสร้างพื้นฐานของคลาวด์วีเอ็มแวร์ 11
รูปที่ 2.9 เครื่อง VirtualCenter 11
รูปที่ 2.10 เครื่องมือการเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนของเซน 12
รูปที่ 2.11 โครงสร้างของ Amazon EC2 Cloud 13
รูปที่ 2.12 พื้นที่การให้บริการ 15
รูปที่ 3.1 โครงสร้าง Private Cloud ที่สร้างขึ้น 16
รูปที่ 4.1 ผลการทดลองหน่วยประมวลผลแบบไม่คู่ขนาน 22
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองหน่วยประมวลผลแบบคู่ขนาน 22
รูปที่ 4.3 ผลการทดลองด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทตัวอักษร 24
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทบล็อก 24
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองด้านการเขียนข้อมูลใหม่ 25
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร 25
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อก 26
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองด้านการค้นหาข้อมูลแบบสุ่ม 27
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองวัดประสิทธิภาพการประมวลผล 17
ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองวัดประสิทธิภาพการเขียนและจัดเก็บข้อมูล 17
ตารางที่ 3.3 การตั้งค่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน 20
ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผล 21
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเขียนและจัดเก็บข้อมูล 23
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud computing) คือ การให้บริการระบบ computing เกิดจากรวมตัวกันของเทคโนโลยี virtualization และ web service ทำให้สามารถเข้าถึงระบบ computing ได้จากทุกสถานที่และทุกเมื่อผ่านการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยเทคโนโลยี virtualization เป็นเทคโนโลยีที่สำคัญในการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยทำงานเป็นผู้บริหารจัดการทรัพยากรคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ การนำทรัพยากรคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องมาทำงานร่วมกัน จึงจำเป็นจะต้องมีผู้จัดการในการนำเอาทรัพยากรจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มาทำงานร่วมกัน มาใช้ประโยชน์มากที่สุด [1] เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ปกติ ซึ่งทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและยังมีช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งาน หากนำเอาประสิทธิภาพที่เหลือและช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งานมาใช้ก็จะเป็นการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่มาใช้งานอย่างคุ้มค่า

ในปัจจุบันระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆถูกนำเข้ามาใช้งานในประเทศไทยเป็นที่แพร่หลายมากขึ้น เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดการลงทุนในด้านของอุปกรณ์, พื้นที่ในการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ค่าไฟฟ้า และค่าบำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ซึ่งองค์กรต่างๆ เริ่มสร้างระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆขึ้นใช้เองภายในองค์กรโดยนำเองเทคโนโลยี virtualization ของผู้ผลิตต่าง ๆ มาใช้ เช่น วีเอ็มแวร์ (VMware) ไฮเปอร์วี (Hyper-V) เป็นต้น [1] ในขณะที่อีกหลายองค์กรเลือกใช้บริการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจากผู้ให้บริการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud service provider) เช่น อะเมซอน (Amazon EC2) วินโดว์-อะซัวร์ (Windows Azure) เป็นต้น จึงเกิดการเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพการทำงานของระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆซึ่งมีเทคโนโลยี virtualization ที่ใช้ในการจัดการทรัพยากรให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนตัวที่สร้างขึ้นเองภายในองค์กรกับประสิทธิภาพของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะจากผู้ให้บริการ เพื่อตัดสินใจในด้านของประสิทธิภาพการทำงาน เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจที่จะลงทุนสร้างระบบขึ้นใช้งานเองหรือใช้บริการจากผู้ให้บริการภายนอก

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยี virtualization ที่ใช้ในระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

1.2.2 เพื่อวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (virtual machine) ที่เกิดจากการจัดสรรทรัพยากรจากเทคโนโลยี virtualization

1.2.3 เปรียบเทียบวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization จากประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาประเภท, โครงสร้างสถาปัตยกรรมของเทคโนโลยี virtualization

1.3.2 ศึกษาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจากเทคโนโลยี virtualization ของวีเอ็มแวร์ในรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนบุคคล และระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจากเทคโนโลยี virtualization ของอะเมซอนในรูปแบบระบบประมวลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะ

1.3.3 ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในการจัดเก็บข้อมูลของทั้งสองรูปแบบ

1.3.4 ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบการประมวลผลของทั้งสองรูปแบบ

1.3.5 ศึกษาประสิทธิภาพเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

1.4 ขั้นตอนในการศึกษา

1.4.1 ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 ทำการสร้างระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจากเทคโนโลยี virtualization ของวีเอ็มแวร์ในรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆส่วนบุคคล

1.4.3 สร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจากเทคโนโลยี virtualization ของวีเอ็มแวร์

1.4.4 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในด้านการประมวลผลข้อมูล การส่งออกและจัดเก็บข้อมูล การรับและส่งออกข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

1.4.5 ส่งเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะจากเทคโนโลยี virtualization ของอะเมซอน

1.4.6 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในด้านการประมวลผลข้อมูล การส่งออกและจัดเก็บข้อมูล การรับและส่งออกข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

1.4.7 วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่น (Virtualization Technology)

เทคโนโลยี virtualization หรือระบบปฏิบัติการเสมือน คือ การจำลองทรัพยากรจากเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องให้สามารถทำงานใช้งานได้เสมือนมีคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่อง โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์จะถูกเรียกว่าเครื่องแม่ข่าย (Host) และเรียกเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่ายว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (virtual machine)

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนแต่ละเครื่องจะทำงานแยกจากกันเป็นอิสระ มีทรัพยากรของระบบที่แตกต่างกันทั้งหน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยความจำ (RAM) พื้นที่เก็บข้อมูล (Hard disk) และระบบปฏิบัติการ (operation system)

2.1.1 การทำงานของเทคโนโลยีเวอรชัวไลเซชั่น

การทำงานของเทคโนโลยี virtualization อาศัยการทำงานของของไฮเปอร์ไวเซอร์ (Hypervisor) หรือ เวอร์ชวลแมชชีน มอนิเตอร์ (Virtual Machine Monitor - VMM) หรือ เวอร์ชัวไลเซชั่นเลเยอร์ (Virtualization Layer) ตามแต่ผู้ผลิตจะเรียกชื่อ คือ ซอฟแวร์ที่ทำหน้าที่ในการจัดสรรทรัพยากรจากเครื่องแม่ข่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน โดยไฮเปอร์ไวเซอร์จะเป็นผู้ติดต่อกับเครื่องแม่ข่ายที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Physical Machine) โดยตรง [1]

สถาปัตยกรรมของไฮเปอร์ไวเซอร์แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1.1.1 สถาปัตยกรรมโฮสต์ (Hosted Architecture)

คือ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Host) มีระบบปฏิบัติการติดตั้งอยู่และทำงานเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ปกติ โดยติดตั้งไฮเวอร์ไวเซอร์ลงบนระบบปฏิบัติการของเครื่องเหมือนเป็นโปรแกรมตัวหนึ่งบนเครื่อง [1] ดังแสดงในรูปที่ 2.1

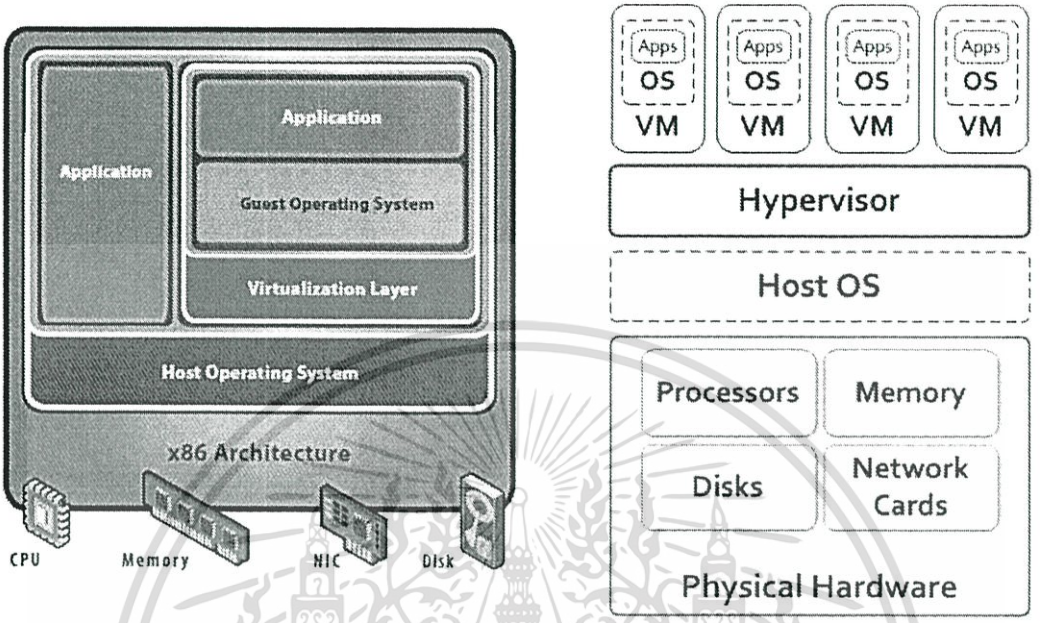
ไฮเปอร์ไวเซอร์จะทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการของเครื่องแม่ข่าย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานค่อนข้างช้าเนื่องจากจะต้องติดต่อกับระบบปฏิบัติการก่อนที่จะติดต่อกับฮาร์ดแวร์ สถาปัตยกรรมแบบโฮสต์นิยมใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อทดสอบหรือใช้งานโปแกรมเล็ก ๆ [1]

2.1.1.2 สถาปัตยกรรมเนทีฟ (Native Architecture)

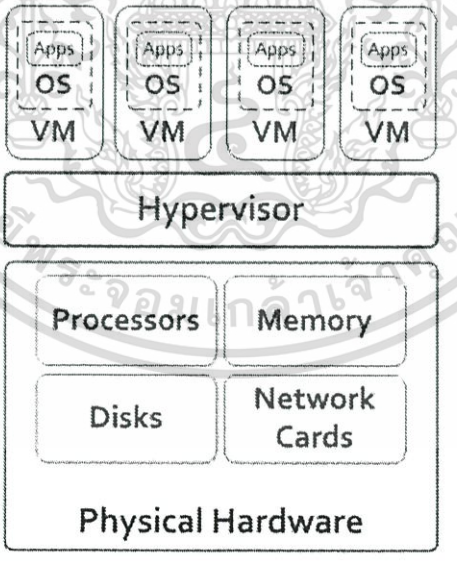
คือ การติดตั้งไฮเปอร์ไวเซอร์ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์โดยตรง สถาปัตยกรรมนี้ทำให้ไฮเปอร์ไวเซอร์สามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้โดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.2 สามารถบริหารและจัดสรรทรัพยากรจากเครื่องฮาร์ดแวร์ได้ดีกว่าสถาปัตยกรรมแบบโฮสต์ ส่งผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานอยู่มีประสิทธิภาพดีตามไปด้วย โดยผู้ผลิตเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นอย่างวีเอ็มแวร์ ใช้สถาปัตยกรรมนี้ในการออกแบบไฮเปอร์ไวเซอร์ [2]



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมโฮสต์ของไฮเปอร์ไวเซอร์ [3]



รูปที่ 2.2 สถาปัตยกรรมสถาปัตยกรรมเนทีฟของไฮเปอร์ไวเซอร์

2.1.2 ประเภทของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่น

เทคโนโลยี virtualization แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

2.1.2.1 ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบเต็ม (Full virtualization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบเต็ม คือ การที่ไฮเปอร์ไวเซอร์ ได้จำลอง Hardware เสมือนขึ้นมารองรับการทำงานของระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest ทำให้ระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest เข้าใจว่ากำลังทำงานอยู่บน Hardware ที่เป็นธรรมดา ซึ่ง VMware นำเทคโนโลยีนี้ในการออกแบบ vSphere ESXi Hypervisor [3] โดยสร้างชุดคำสั่งพิเศษที่เรียกว่า Binary Translation (BT) ทำหน้าที่รับส่งคำสั่งระหว่าง Hardware และระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest ทำการประมวลผลนั้นทำได้เหมือนปกติ เสมือนไม่มี Hypervisor กั้นอยู่ระหว่าง Hardware และระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest

2.1.2.2 ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบกึ่ง (Para-Virtualization)

คือ การที่ Hypervisor เข้าไปการแก้ไข Kernel ของระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest เพื่อให้การรับส่งคำสั่งระหว่าง Hardware และระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest ทำได้โดยตรง ซึ่งการแก้ไขดังกล่าวส่งผลให้ระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest รับทราบว่าไม่ได้ทำงานบน Hardware จริง ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่า [3] โดย Xen-Virtualization เป็นผู้ใช้เทคโนโลยีนี้

2.1.2.3 ระบบปฏิบัติการเสมือนจากฮาร์ดแวร์ (Hardware Assisted Virtualization)

คือ Hypervisor ทำงานโดยตรงกับ Hardware ซึ่งอาศัยการทำงานของ Hardware ที่รองรับการทำงานของเทคโนโลยี virtualization ทำให้การประมวลผลมีความรวดเร็วและได้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า เทคโนโลยี virtualization ประเภทอื่น [3] ซึ่งผู้ผลิตที่ทำการสร้างหน่วยประมวลผลชนิดนี้ได้แก่ค่าย Intel ในชื่อ “Intel Virtualization Technology (Intel VT)” และค่าย AMD ในชื่อ “AMD Virtualization (AMD-V)”

2.2 เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์ (VMware Virtualization)

เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์ ใช้ VMware vSphere ESXi Virtualization หรือ VMware vSphere ESXi เป็น hypervisor ที่ถูกสร้างขึ้นโดยบริษัท VMware, Inc เพื่อทำหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานจากเครื่องแม่ข่าย (host) เครื่องเดียวสามารถสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (virtual machine) หลายเครื่องให้ทำงานได้ [2] และสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ออกมาเพียงพอที่จะสร้างเป็น private cloud ภายในแต่ละองค์กรได้ ซึ่งอาศัยการทำงานของ VMkernal ที่อยู่ภายใต้ VMware vSphere ESXi [4] มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.3 โครงสร้างของ vSphere ESXi ประกอบด้วย

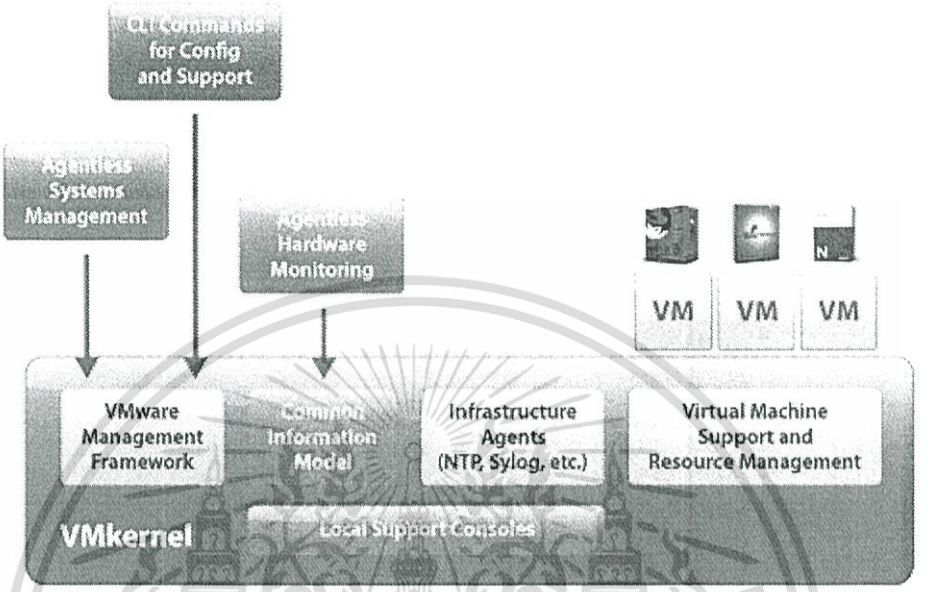
2.2.1 วีเอ็มเคอร์เนล (VMkernel)

คือ hypervisor code เป็นระบบปฏิบัติการประสิทธิภาพสูง มีกลไกควบคุมหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ การจัดเก็บข้อมูลและควบคุมระบบเครือข่าย สามารถสร้างกลุ่มทรัพยากร (Resource Pool) ซึ่งนำมาจัดระดับความสำคัญของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ชุด Remote Command Line Interface (Remote CLI)

คือ ช่องทางในการควบคุมเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนโดยเข้าไปสั่งการที่เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนโดยตรง [4]



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ VMware ESXi virtualization [3]

2.3 เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของเซน (Xen virtualization)

เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของเซน เป็นซอฟแวร์เสรี (open source) ถูกพัฒนาครั้งแรกที่มหาวิทยาลัยแคมบริดส์ (University of Cambridge Computer Laboratory) มีเซนไฮเปอร์ไวเซอร์ (Xen hypervisor) ที่หน้าที่ติดต่อกับเครื่องฮาร์ดแวร์และจัดสรรทรัพยากรต่าง ๆ ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน เซนไฮเปอร์ไวเซอร์นั้นใช้สถาปัตยกรรมแบบเนทีฟเช่นเดียวกับวีเอ็มแวร์ โดยโครงสร้างของเซนเวอร์ชัวไลเซชั่น [5] แสดงในรูปที่ 2.4 ประกอบด้วย

2.3.1 เซนไฮเปอร์ไวเซอร์

เป็นซอฟแวร์ที่ทำอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์โดยตรงทำหน้าที่จัดสรรทรัพยากร หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ ต่างๆ [6]

2.3.2 The control domain (Domain 0)

เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนพิเศษที่สามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (host) ได้โดยตรงและเป็นตัวบริหารจัดการระบบ I/O ของระบบทั้งหมด รวมทั้งติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนอื่น ๆ ด้วย เสมือนเป็นตัวควบคุมการติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบกับภายนอก โดยเซนไฮเปอร์ไวเซอร์จะไม่สามารถทำงานได้หากไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน Domain 0 [6]

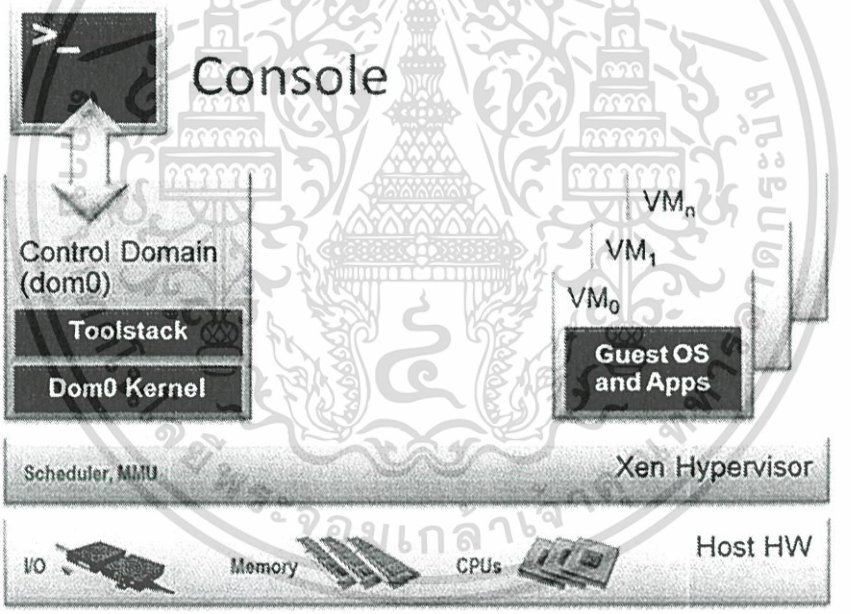
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 Toolstack และ Console

เป็นส่วนที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานเข้ามาบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน ทั้งการสร้าง ลบ หรือตั้งค่าต่าง ๆ ผ่านทาง Toolstack โดยจะเป็นหน้าต่าง Command Line หรือหน้าต่างเข้าใช้งานทั่วไป ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ [6]

เซนเวอร์ชัวไลเซชั่นสามารถทำงานในเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นได้ 2 แบบ คือ ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบกึ่งและแบบระบบปฏิบัติการเสมือนจากฮาร์ดแวร์

ระบบปฏิบัติการเสมือนแบบกึ่งนั้น เซนใช้สำหรับรองรับการทำงานของระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนประเภท Linux NetBSD FreeBSD และ OpenSolaris. โดยจะเข้าไปแก้ไขเคอร์เนลของระบบปฏิบัติการเหล่านี้เพื่อให้ทำงานได้ ส่วนระบบปฏิบัติการเสมือนจากฮาร์ดแวร์ใช้สำหรับรองรับระบบระบบปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนประเภทที่ไม่สามารถเข้าไปแก้ไขเคอร์เนลของระบบปฏิบัติการ เช่น Windows แต่จะอาศัยเทคโนโลยีจากฮาร์ดแวร์สร้างฮาร์ดแวร์เสมือนขึ้นมาแล้วให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนเข้ามาใช้งานทรัพยากร ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานช้ากว่าประเภทแรก



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของเซนเวอร์ชัวไลเซชั่น [6]

2.4 ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (คลาวด์)

ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) คือ การให้บริการระบบ Computing เกิดจากรวมตัวกันของเทคโนโลยี virtualization กับ web service ทำให้สามารถเข้าถึงระบบ Computing ได้จากทุกสถานที่และทุกเมื่อ โดยผ่านการเชื่อมต่อทาง internet [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

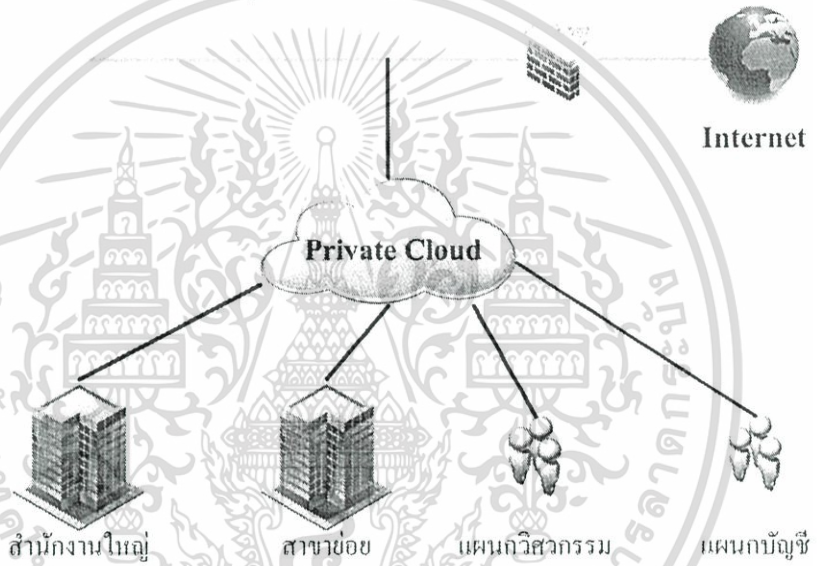
2.4.1 ประเภทของการบริการระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ประเภทของระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆถูกแบ่งออกตามรูปแบบการบริการได้ดังนี้

2.4.1.1 การให้บริการระบบโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure As A Service)

เป็นการให้บริการทรัพยากรคอมพิวเตอร์แก่ผู้ใช้บริการ โดยผู้ใช้บริการสามารถกำหนดความต้องการทางด้านโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนได้ เช่น จำนวนหน่วยประมวลผล จำนวนหน่วยความจำ ขนาดของพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูล และการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย [8] สามารถแบ่งตามประเภทการใช้งานได้ดังนี้

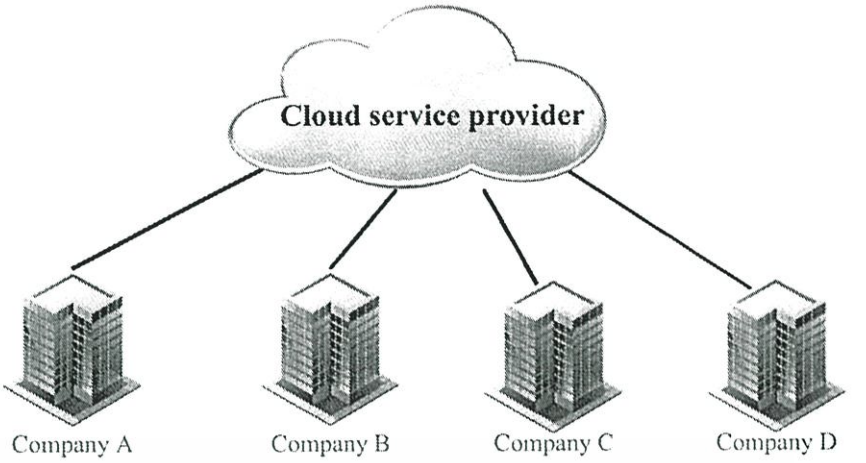
1. คลาวด์ส่วนตัว (Private Cloud) คือ ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่สร้างขึ้นเพื่อให้บริการเฉพาะกลุ่ม หรือ ภายในองค์กร ไม่อนุญาตให้บุคคลภายนอกเข้าใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 คลาวด์ส่วนตัว

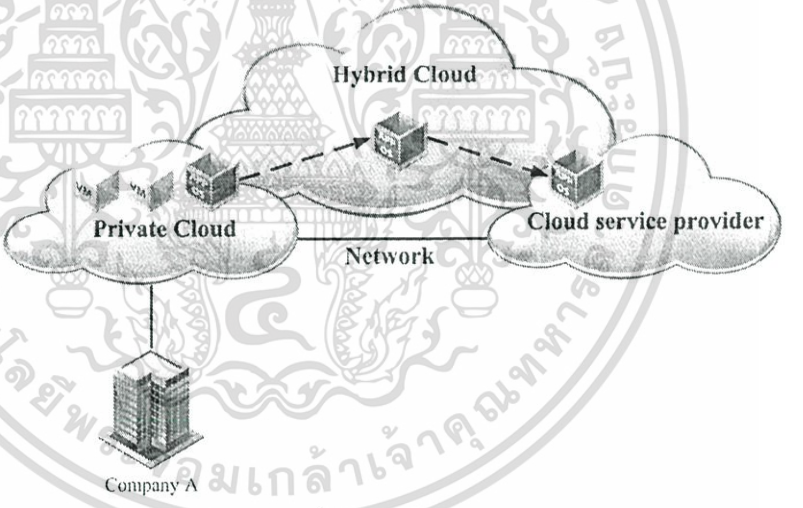
2. คลาวด์สาธารณะ (Public Cloud) คือ ระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่สร้างขึ้นเพื่อให้บริการแกบุคคลทั่วไป โดยมีผู้ให้บริการคลาวด์ทำหน้าที่จัดหาทรัพยากรต่าง ๆ ให้ผู้ใช้บริการ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ตัวอย่างผู้ให้บริการคลาวด์สาธารณะได้แก่ อะเมซอน (Amazon EC2), Windows Azure, Google Cloud, Rackspace เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 คลาวด์สาธารณะ

3. คลาวด์ผสม (Hybrid Cloud) คือ การใช้งานระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆทั้ง 2 แบบแรกมาใช้งานร่วมกัน เช่น องค์กร A มีระบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่ใช้ภายในองค์กรแต่ทรัพยากรไม่เพียงพอ จึงมาใช้บริการคลาวด์สาธาณะโดยทั้ง 2 ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 คลาวด์ผสม

2.4.1.2 การให้บริการระบบแพลตฟอร์ม (Platform As A Service : PAAS)

คือ การให้บริการด้านระบบแพลตฟอร์มต่าง ๆ โดยผู้ให้บริการเป็นผู้จัดเตรียมแพลตฟอร์มหรือซอฟแวร์ต่าง ๆ ให้ผู้ใช้บริการเข้ามาใช้งานได้โดยไม่ต้องทำการติดตั้งแพลตฟอร์มนั้นเอง [8] ตัวอย่าง ผู้ให้บริการด้านแพลตฟอร์ม เช่น Google app engine, OpenShift เป็นต้น

2.4.1.3 การให้บริการระบบซอฟแวร์ (Software As A Service : SAAS)

คือ การให้บริการซอฟแวร์แก่ผู้ใช้บริการ โดยที่ผู้ใช้บริการไม่ต้องทำการติดตั้งซอฟแวร์ลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวหรือเครื่องที่ต้องการใช้งาน แต่เข้ามาใช้งานซอฟแวร์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

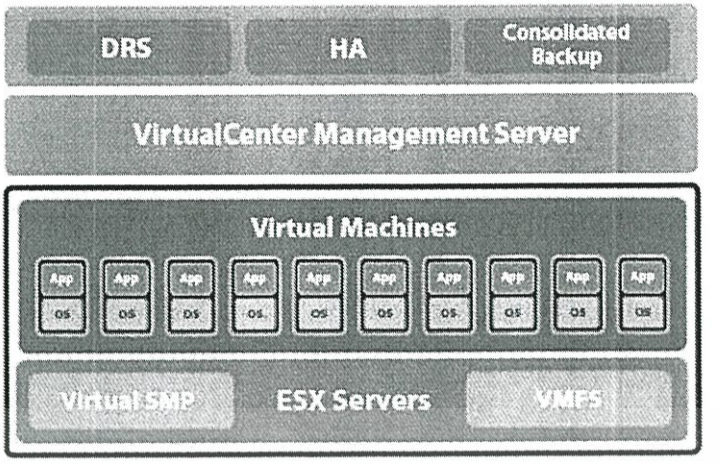
บนคลาวด์ที่ผู้ให้บริการจัดหาและติดตั้งไว้ให้ และไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ของซอฟแวร์ซึ่งมีราคาสูง แต่มาใช้บริการจากผู้ให้บริการซึ่งมีราคาถูกกว่า [8] ตัวอย่างผู้ให้บริการ เช่น Gmail, Hotmail, SkyDrive เป็นต้น

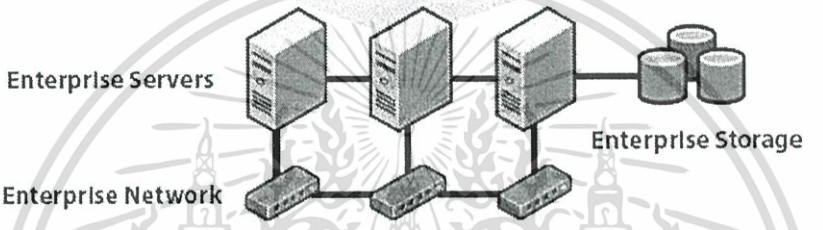
2.4.2 โครงสร้างพื้นฐานของคลาวด์ส่วนตัวโดยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์

โครงสร้างพื้นฐานของคลาดว์ส่วนตัวโดยใช้เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์นั้น ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ [9] ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ประกอบด้วย

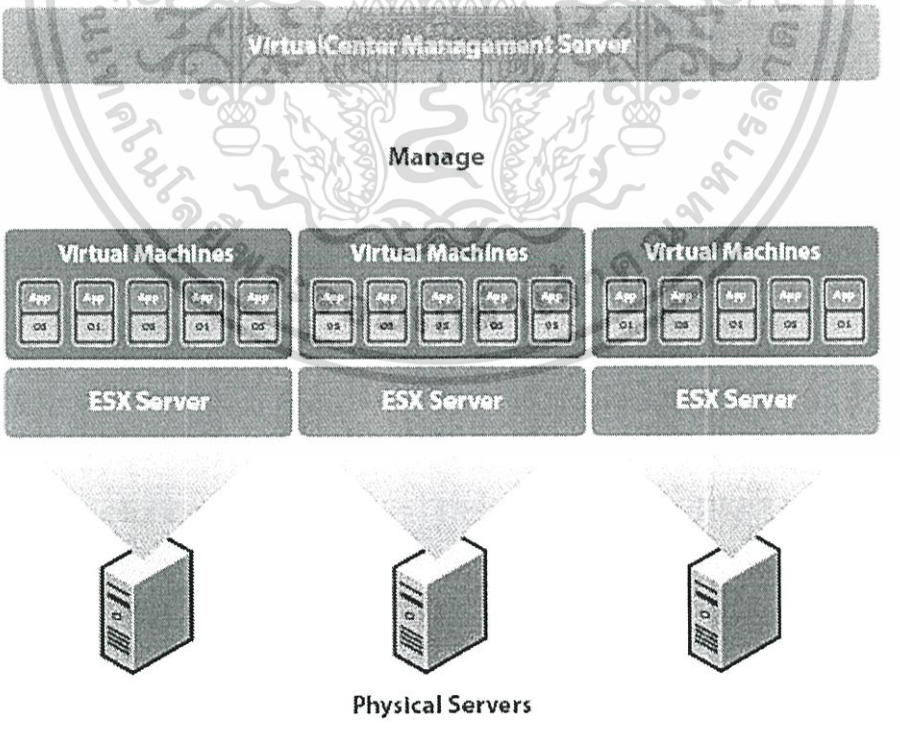
1. VMware ESX Servers คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งไฮเปอร์ไวเซอร์ของวีเอ็มแวร์ โดยจะเป็นเครื่องที่ให้บริการทรัพยากรพื้นฐานต่างๆ แก่ระบบ
2. VMware Virtual Machine File System (VMFS) คือ ระบบ cluster ของไฟล์ที่จำเป็นสำหรับระบบที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อเป็นไฟล์ระบบให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน
3. VMware Virtual Symmetric Multi-Processing (SMP) คือ การจำลองหน่วยประมวลผล ให้เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน 1 เครื่องสามารถมีหน่วยประมวลผลได้มากกว่า 1 หน่วย
4. VirtualCenter Management Server (vCenter) คือ เครื่องคอมพิวเอตร์เสมือนที่ถูกติดตั้งซอฟแวร์ (vCenter) ให้เป็นผู้ควบคุมระบบทั้งหมด เช่น การตั้งค่าต่าง ๆ การสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน, การควบคุมบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนทั้งหมดดังแสดงในรูปที่ 2.9 โดยผู้ดูแลระบบจะใช้เครื่องนี้เป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการคลาวด์
5. Virtual Infrastructure Client (VI Client) คือ ช่องทางในการเข้าถึง (access) เครื่อง VirtualCenter หรือ เครื่อง ESX Server ผ่านทางการรีโมทเข้ามาที่เครื่องโดยตรง
6. Virtual Infrastructure Web Access คือ ช่องทางที่ให้ผู้ใช้งานสามารถรีโมทเข้ามาใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนของตนเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.8 โครงสร้างพื้นฐานของคลาวด์วีเอ็มแวร์ [9]



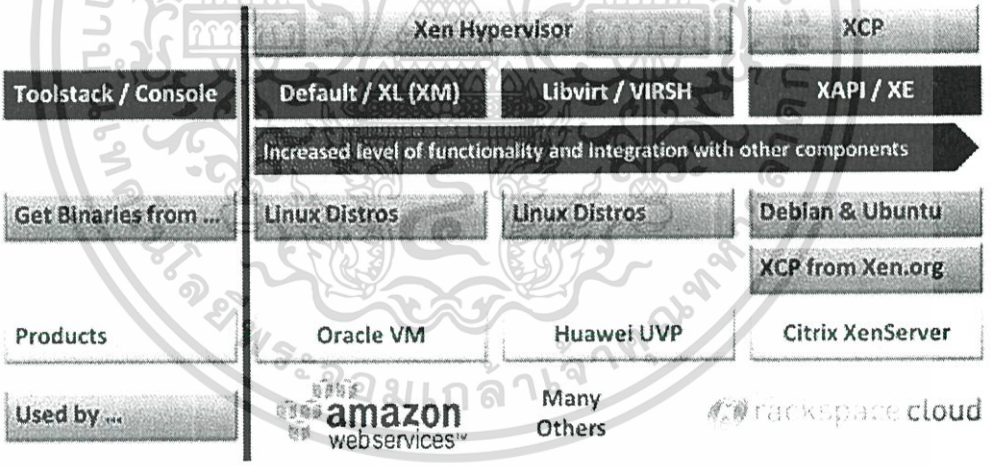
รูปที่ 2.9 เครื่อง VirtualCenter [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โครงสร้างพื้นฐานของคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน (Amazon EC2)

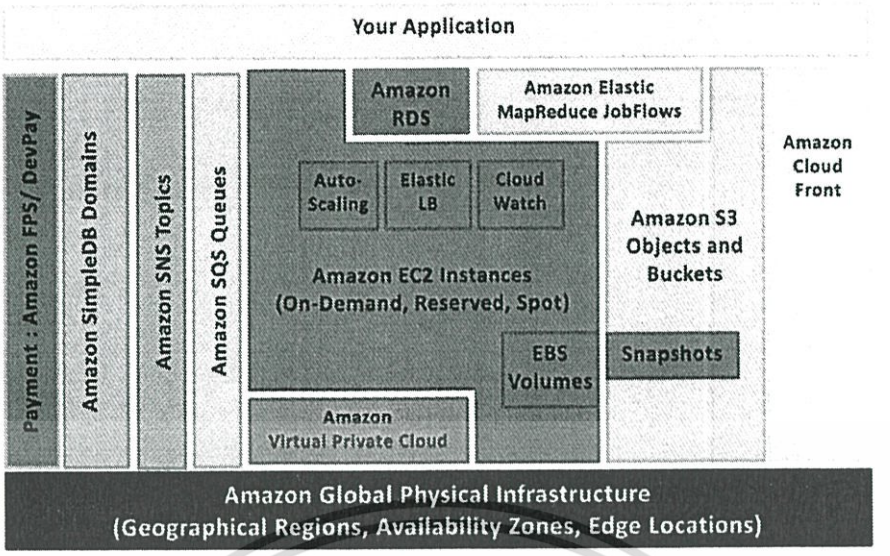
Amazon Elastic Compute Cloud หรือ Amazon EC2 เป็นผู้ให้บริการ Computing บนระบบ Cloud ผ่าน web service ในชื่อว่า Amazon Web Services (AWS) [10] ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าความปลอดภัย ระบบเครือข่าย และบริหารการใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล ได้ด้วยตนเอง อะเมซอนนั้นอนุญาตให้ผู้ใช้งานเพิ่มหรือลดจำนวนเครื่อง Server ได้ตามต้องการ และมีรูปแบบการจัดการบริการทรัพยากรที่หลายหลาก เพื่อรองรับกับความต้องการของผู้ใช้งาน จึงมีโครงสร้างของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นที่ออกแบบขึ้นมาโดยเฉพาะ

ภายใต้ อะเมซอนนั้นใช้โครงสร้างพื้นฐานของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของเซน (Xen-virtualization) [10] ในการบริหารจัดการทรัพยากรจากเครื่องคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน แต่ปรับปรุงให้รองรับกับระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เนื่องจากอะเมซอนนั้นสามารถให้บริการระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายและมากกว่า Xen-hypervisor รวมทั้งระบบการเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน ดังแสดงในรูปที่ 2.10 โดยมีเครื่องมือสำหรับบริหารจัดการคลาวด์ ขึ้นในรูปแบบเฉพาะ โดยนำเอา Eucalyptus และ OpenStack [10] มาผสมผสานในการออกแบ ส่วนการเข้าใช้ทรัพยากรต่างๆ จะถูกแบ่งเป็น Service โดยแต่ละ Service ให้บริหารและจัดการทรัพยากรแต่ละชนิดที่ต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.10 เครื่องมือการเข้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนของเซน[11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของ Amazon EC2 Cloud [11]

2.4.3.1 ความสามารถและบริการต่าง ๆ ของ Amazon EC2 [12]

1. ระบบคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtual computing environment) โดยเรียกว่า Instance
2. สามารถตั้งค่าเครื่องต้นแบบได้ (Template) ของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Instance) เรียกว่า Amazon Machine Images (AMIs) สามารถติดตั้งหรือตั้งค่าต่าง ๆ ได้ เช่น Operating System หรือ Software ต่าง ๆ ได้
3. สามารถตั้งค่าของ ระบบประมวลผล (CPU) หน่วยความจำ (RAM) พื้นที่ในการเก็บข้อมูล (พื้นที่เก็บข้อมูล) และระบบเครือข่าย (Network) ของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนได้ หลากหลายแบบ ซึ่งถูกเรียกว่า Instance types
4. ความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนนั้นใช้ key pairs (AWS นั้นเก็บ public key และ เก็บ private key ไว้ในที่ที่ปลอดภัย
5. ขนาดของพื้นที่ในการเก็บข้อมูลนั้นใช้ Amazon Elastic Block Store (Amazon EBS) ที่เรียกว่า Amazon EBS volumes
6. มีเครื่อง Physical อยู่ในหลากหลายพื้นที่ สำหรับให้บริการแก่ผู้ใช้ เช่น instances and Amazon EBS volumes จะอยู่ในสถานที่ตั้งต่าง ๆ เรียกว่า Regions and Availability Zones
7. มี Firewall ให้ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าต่างๆ ได้เอง เช่น Protocols, Ports หรือระบุช่วงของ IP Address ที่จะสามารถเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนได้ โดยใช้ security groups

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. มี Static IP address สำหรับ cloud computing เรียกว่า Elastic IP addresses
9. มีเครือข่ายเสมือน (Virtual Network) ที่ผู้ใช้งานสามารถสร้างขึ้นและแยกออกจากเครือข่ายที่ส่วนกลาง(AWS cloud) ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้ติดต่อกับระบบเครือข่ายของตัวเองได้ เรียกว่า virtual private clouds (VPCs)

2.4.3.2 การเข้าใช้งานอะเมซอน

อะเมซอนให้บริการแก่ผู้ใช้งานผ่านทาง web-based user interface ผู้ใช้งานจะต้องลงชื่อเข้าใช้งาน (Sign up) โดยใช้บัญชีผู้ใช้งาน (Account) ของ AWS จึงจะสามารถเข้าใช้งานหน้าต่างการทำงานของอะเมซอนได้

หากต้องการจัดการอะเมซอนผ่านทาง Command line ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน โดยมีเครื่องมือที่ชื่อว่า Command Line Interface (CLI) สำหรับการเข้าใช้งานผ่าน Command Line โดยเฉพาะ ซึ่งเป็นเครื่องมือของเซนเวอร์ชัวไลเซชั่น

2.4.3.3 Instances และ AMIs

AMIs ย่อมาจาก Amazon Machine Image (AMI) คือ เครื่องต้นแบบ (Template) ซึ่งประกอบด้วย software configuration เช่น Operating System, application server และ applications ต่างๆ โดยผู้ใช้งานสามารถ Run เครื่อง Instance ซึ่งเครื่อง Instance นั้นคือเครื่องที่ถูกคัดลอกมาจาก AMIs ทำงานเหมือนเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (virtual server) เครื่อง instance จะทำงานต่อไปจนกระทั่งผู้ใช้งานปิดเครื่องหรือยกเลิกการใช้งาน หรือหากเครื่อง instance นั้นเสีย ผู้ใช้งานสามารถสร้างเครื่อง instance ใหม่ขึ้นมาทำงานต่อจาก AMIs ได้ Instance คือ เครื่องแม่ข่ายเสมือน (virtual server) หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (virtual machine) ที่ทำงานอยู่บนเครื่อง Host Computer โดยสามารถ Run เครื่อง Instance หลายๆ ชนิดจาก AMI เดียวได้ เครื่อง Instance จะแตกต่างกันในด้านของทรัพยากรต่างๆ ที่ได้จากเครื่อง Host Computer เช่น CPU Memory การเลือกชนิดของ Instance จึงขึ้นอยู่กับจำนวน Memory และ computing power ตามความต้องการของ application หรือ software [12]

2.4.3.4 พื้นที่เก็บข้อมูล สำหรับ Instance

พื้นที่เก็บข้อมูล คือ พื้นที่สำหรับจัดเก็บข้อมูล โดยจะถูกแบ่งเป็น volumes เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับนำไปใช้งาน ซึ่งเครื่อง Instance จะประกอบด้วย local พื้นที่เก็บข้อมูล volumes ซึ่งเรียกว่า instance store volumes โดย volumes นั้นจะถูกติดตั้ง (mount) ให้กับเครื่อง Instance และใช้งาน โดยหากเครื่อง Instance ของผู้ใช้งานเสียหาย ข้อมูลที่อยู่ภายใน volumes นั้นก็จะสูญหายไปด้วย [12]

2.4.3.5 Regions and Availability Zones

อะเมซอน นั้นมีเครื่อง Host Server ไว้ให้บริการอยู่ในพื้นที่ทั่วโลก โดยในแต่ละพื้นที่นั้นจะถูกกำหนดเป็นภูมิภาค (regions) และ Availability Zones โดยภูมิภาคนั้นจะแบ่งตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ภูมิศาสตร์ ในแต่ละภูมิภาคจะมีพื้นที่ให้บริการหลายที่ตั้งซึ่งจะถูกเรียกว่า Availability Zones โดยจะจัดหาพื้นที่ที่สามารถให้บริการได้ให้กับผู้ใช้งาน และไม่สามารถถ่ายโอนข้อมูลข้ามภูมิภาคได้ โดยภูมิภาคที่อะเมซอนให้บริการมีดังแสดงในรูปที่ 2.12

Code	Name
ap-northeast-1	Asia Pacific (Tokyo) Region
ap-southeast-1	Asia Pacific (Singapore) Region
ap-southeast-2	Asia Pacific (Sydney) Region
eu-west-1	EU (Ireland) Region
sa-east-1	South America (Sao Paulo) Region
us-east-1	US East (Northern Virginia) Region
us-west-1	US West (Northern California) Region
us-west-2	US West (Oregon) Region

รูปที่ 2.12 พื้นที่การให้บริการ [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

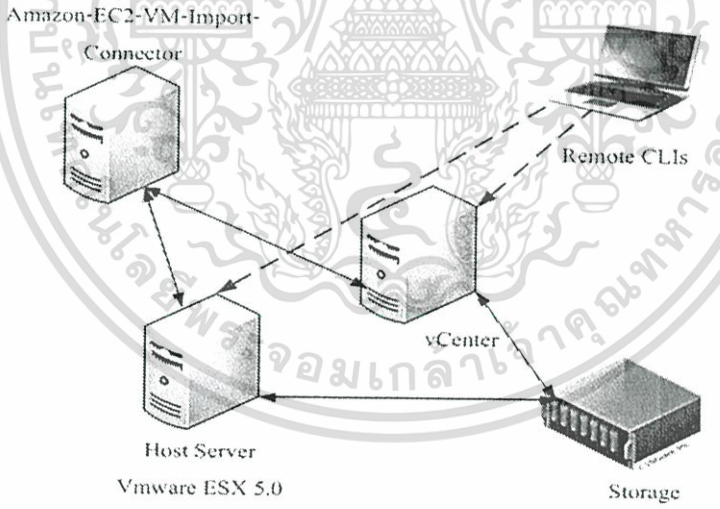
การทดลอง

การทดลองวัดประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่น จะทำโดยการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานอยู่บนเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นที่แตกต่างกัน 2 เทคโนโลยี คือ เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์กับ เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของอะเมซอน

ซึ่งโดยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์จะถูกสร้างเป็นระบบคลาวด์ส่วนตัว ส่วนเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของอะเมซอนจะทำการทดลองบนระบบคลาวด์ สาธารณะของอะเมซอน

3.1 การสร้างโครงสร้างคลาวด์ส่วนตัวด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์

การสร้างระบบคลาวด์ส่วนตัวด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์ ทำโดยติดตั้ง VMware ESX5.0 ลงบนเครื่อง Host Server แล้วตั้งค่าการเชื่อมต่อให้สามารถติดต่อได้กับเครื่องเก็บข้อมูล (Storage) จากนั้นติดตั้งเครื่อง vCenter Server เพื่อเป็นตัวบริหารจัดการทรัพยากรของเครื่อง Host และพื้นที่เก็บข้อมูล โดยเป็นเสมือนตัวกลางในการเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้าง Private Cloud ที่สร้างขึ้น

การเข้าใช้งานระบบคลาวด์ส่วนตัว จะเข้าใช้งานผ่านเครื่อง vCenter เพื่อสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนขึ้นใช้งานและบริหารจัดการทรัพยากรพื้นฐานต่าง ๆ จากเครื่องแม่ข่ายที่เป็นเครื่องฮาร์ดแวร์ หากต้องการเข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนก็สามารถผ่านการรีโมทเข้าไปที่เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2 ระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน

ระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน สร้างมาจากเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของเซน (Xen) โดยเข้าใช้งานผ่านหน้าเว็บเซอร์วิส เพื่อเข้าไปสร้างหรือเปิดปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน ส่วนการเข้าใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนสามารถเข้าใช้งานโดยการรีโมทเข้าไปใช้งาน

เนื่องจากการเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนบนระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอนจะถูกเคลื่อนย้ายเครื่องแม่ข่ายฮาร์ดแวร์เพื่อการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ ในการทดลองจึงทำการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนดังนี้

1. วัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนวันละ 3 ช่วงเวลาที่แตกต่างกันแล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละวัน ได้เป็นประสิทธิภาพของวันนั้น
2. วัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนจากข้อ 1 จำนวน 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบกับเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์

ผลการหาค่าเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 3.1 – 3.3

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองวัดประสิทธิภาพการประมวลผล

ชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในคลาวด์อะเมซอน	Test001	Test002	Test003	
	1 CPU /1 parallel	1 CPU /1 parallel	1 CPU /1 parallel	2 CPU /2 parallel
Score Index	2239.3	2245.5	2216.6	3027.5

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองวัดประสิทธิภาพการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

VM's Cloud	VM's Name	Sequential Output			Sequential Input		Random Seek
		Per Char	Per Block	Rewrite	Per Char	Per Block	
		(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	
Amazon EC2	Test001	28171	27215	21949	59276	75486	388.3
	Test002	26587	26927	20522	57588	74271	391.9
	Test003	34575	32702	23283	62232	75934	444.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
133758

3.2 การวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน

การวัดประสิทธิภาพการทำของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (virtual machine) เป็นการวัด **การบริหารจัดการทรัพยากรจากเครื่องแม่ข่าย (Host) [13] ที่กระทำโดยเทคโนโลยี** virtualization เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนจะได้รับทรัพยากรที่ประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU), หน่วยความจำ พื้นที่จัดเก็บข้อมูล อุปกรณ์เครือข่าย ตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

โดยผลของประสิทธิภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรของไฮเปอร์ไว-เซอร์ ที่อยู่ในเทคโนโลยี virtualization หากทรัพยากรที่ได้รับมาถูกจัดสรรอย่างเต็มประสิทธิภาพ เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนก็จะทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน [13]

การคำนวณค่าประสิทธิภาพการทำงานของอะเมซอนเมื่อเปรียบเทียบกับวีเอ็มแวร์คำนวณจาก

$$\left(\frac{\text{ค่าการทำงานของอะเมซอน} - \text{ค่าการทำงานของวีเอ็มแวร์}}{\text{ค่าการทำงานของวีเอ็มแวร์}}\right) \times 100\%$$

3.2.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล

หน่วยประมวลผล ทำหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะทำงานร่วมกับหน่วยความจำที่มีผลต่อความเร็วและอัตราการส่งผ่านข้อมูล ถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องคอมพิวเตอร์ การวัดประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลจะทำการวัดการประมวลผลข้อมูลในรูปแบบต่างๆ [14]

การวัดประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลใช้ซอฟแวร์ที่ชื่อ “Unix Bench” ในการวัดประสิทธิภาพและสร้างชุดข้อมูลขึ้นมาแล้ววัดค่าการประมวลผลดังนี้ [15]

- Dhrystone คือ การนับจำนวนชุดคำสั่งในการประมวลผลจำนวนข้อมูลประเภทตัวอักษร, จำนวนเต็ม, ชุดคำสั่งจากการเขียนโปรแกรม ที่สามารถทำได้ใน 1 วินาที
- Whetstone คือ การนับจำนวนชุดคำสั่งในการประมวลผลจำนวนข้อมูลประเภททศนิยมสามารถทำได้ใน 1 วินาที เช่น การคำนวณค่า sin cos tan
- Execl Throughput คือ ค่าเวลาเฉลี่ยในการเปลี่ยนการประมวลผลโปรแกรมหนึ่งไปยังอีกชุดโปรแกรมหนึ่ง
- File Copy คือ ความเร็วในการคัดลอกข้อมูล
- Pipe Throughput คือ ค่าเวลาเฉลี่ยในการรับส่งข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผล
- Process Creation คือ จำนวนครั้งในการสร้างบล็อกควบคุมและหน่วยความจำภายในหน่วยประมวลผลกลางสำหรับการประมวลผลครั้งใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำค่าต่าง ๆ ที่วัดได้มาเปรียบเทียบเป็นคะแนน (score index) ซึ่งถ้าผลคะแนนออกมาเป็นตัวเลขที่มาค่ามาก หมายถึงประสิทธิภาพในการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางนั้นมีประสิทธิภาพดีตามไปด้วย โดยจะนำคะแนน(score index) เป็นตัววัดประสิทธิภาพ

ในการทดลองจะแบบการทดสอบประสิทธิภาพออกตามการทำงานของหน่อยประมวลผลดังนี้

1. การทำงานของหน่วยประมูลผลแบบไม่ประมวลผลแบบคู่ขนาน
2. การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบคู่ขนาน เฉพาะเครื่องที่มีจำนวนหน่วยประม วลผล 2 หน่วย

3.2.2 ประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

เป็นการวัดประสิทธิภาพของหน่วยจัดเก็บข้อมูลจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Storage) ทั้งการเขียนและอ่านข้อมูลในรูปแบบตัวอักษร บล็อกข้อมูล และการเขียนข้อมูลที่มีอยู่ขึ้นมาแสดงผล ซึ่งมีผลต่อการทำงานของฐานข้อมูลหรือการแสดงผลข้อมูลต่างๆ โดยผลของประสิทธิภาพนั้นจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Storage) ของไฮเปอร์ไวเซอร์ (hypervisor) ที่อยู่ในเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่น

การวัดประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลใช้ซอฟแวร์ชื่อ "Bonnie++" [16] ในการวัดปริมาณการอ่านและเขียนข้อมูลประเภทตัวอักษร,บล็อกข้อความ และการเขียนข้อมูลที่มีอยู่ขึ้นมาแสดงผล จากการเข้าถึงตำแหน่งข้อมูลแบบต่อเนื่องในหนึ่งวินาที

3.2.3 ประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

เป็นการวัดประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ได้รับการจัดสรรทรัพยากรด้านเครือข่ายเพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลใช้ซอฟแวร์ชื่อ "Netperf" [17] ในการวัดปริมาณ Throughput สูงสุดที่เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนจะทำได้ โดยจำลองให้มีการรับและส่งข้อมูลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนเครื่องนั้นเอง (Loopback)

3.3 เงื่อนไขการวัดการวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน

เพื่อให้การวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนมีเงื่อนไขเดียวกันทั้ง 2 ระบบ โดยทำการสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนโดยตั้งค่าต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 การตั้งค่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน	หน่วยประมวลผล	หน่วยความจำ (GB)	พื้นที่เก็บข้อมูล (GB)	ระบบปฏิบัติการ
Test001	1	4 GB	100 GB	Red Hat 6.3
Test002	1	2 GB	30 GB	Red Hat 6.3
Test003	2	2 GB	50 GB	Red Hat 6.3

ขั้นตอนในการวัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน มีดังนี้

1. วัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนทั้ง 3 เครื่องในระบบคลาวด์ส่วนตัวด้วยเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์
2. ส่งเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนทั้ง 3 เครื่อง ผ่านโปรแกรม Amazon-EC2-VM-Import-Connector ไปยังระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน เพื่อใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนเครื่องเดิมในการวัดประสิทธิภาพ
3. วัดประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนบนระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล

การวัดประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลใช้ซอฟแวร์ที่ชื่อ “Unix Bench” ในการวัดประสิทธิภาพและสร้างชุดข้อมูลขึ้นมาแล้ววัดค่าประสิทธิภาพรวมออกมาเป็นคะแนน (score index) โดยจะแบบการทดสอบประสิทธิภาพตามการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง

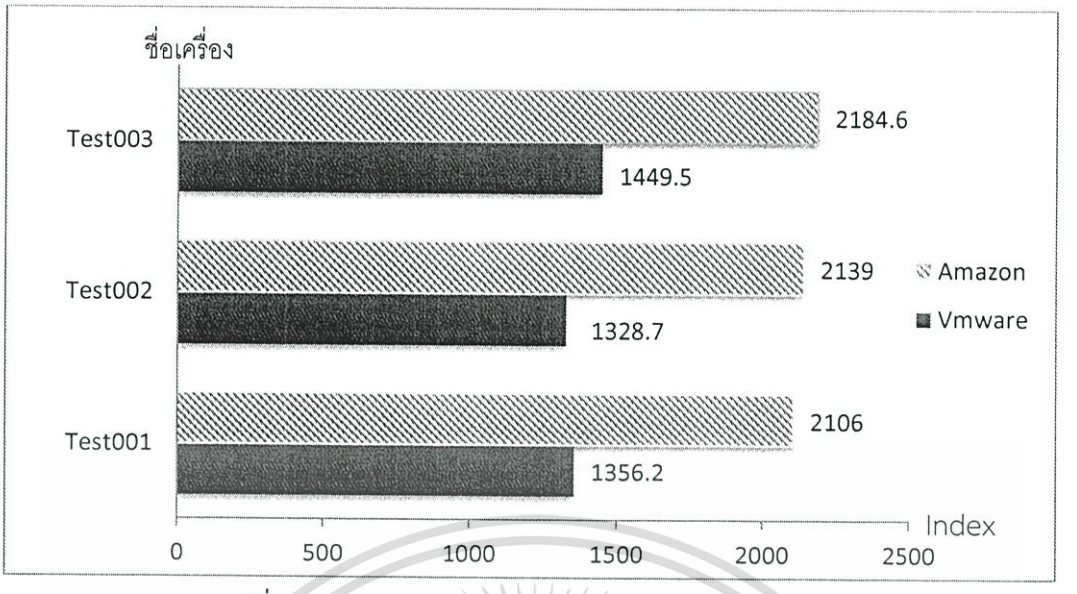
ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผล

ระบบคลาวด์	คอมพิวเตอร์เสมือน	คะแนน (Score index)	
		ประมวลผลแบบไม่คู่ขนาน (1CPU)	ประมวลผลแบบคู่ขนาน (2 CPU)
ระบบคลาวด์วีเอ็มแวร์	Test001	1356.2	-
	Test002	1328.7	-
	Test003	1449.5	2299.1
ระบบคลาวด์อะเมซอน	Test001	2106.0	-
	Test002	2139.0	-
	Test003	2184.6	3115.8

4.1.1 การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบไม่ประมวลผลแบบคู่ขนาน

จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพการประมวลผลแบบไม่ประมวลผลแบบคู่ขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานบนระบบอะเมซอนคลาดว์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

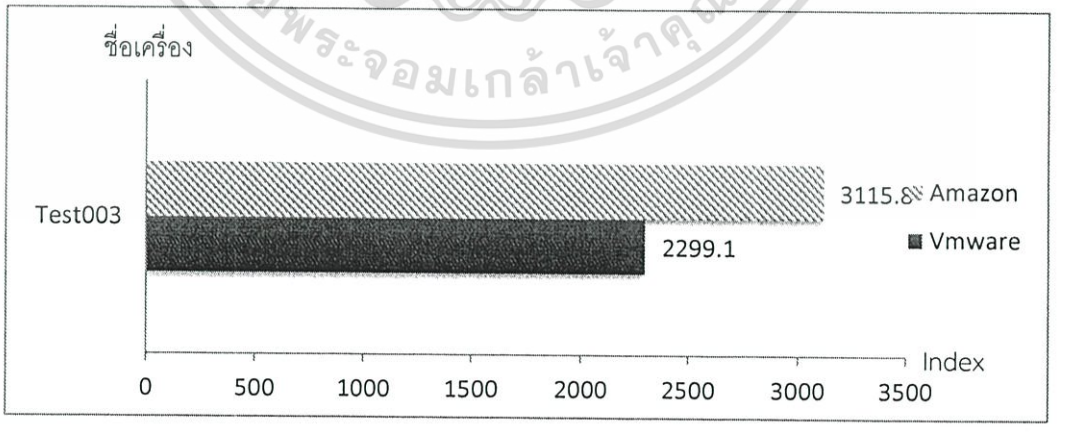


รูปที่ 4.1 ผลการทดลองหน่วยประมวลผลแบบไม่คู่ขนาน

การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบไม่ประมวลผลแบบคู่ขนานของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอนดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ คิดเป็น 35.60 เปอร์เซ็นต์ 37.88 เปอร์เซ็นต์ และ 33.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.1.2 การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบคู่ขนาน

ทำการทดสอบเฉพาะเครื่องที่มีจำนวนหน่วยประมวลผล 2 หน่วย โดยประสิทธิภาพการประมวลผลแบบคู่ขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานบนระบบคลาวด์ของอะเมซอนทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองหน่วยประมวลผลแบบคู่ขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบประมวลผลแบบคู่ขนานของเครื่อง Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอนดีกว่า เครื่อง Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ คิดเป็น 35.52 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานบนระบบคลาดว์ของอะเมซอนมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์

4.2 ประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

การวัดประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลใช้ซอฟแวร์ชื่อ "Bonnie++" ในการวัดปริมาณการอ่านและเขียนข้อมูลประเภทตัวอักษรบล็อกข้อความ และการเขียนข้อมูลที่มีอยู่ขึ้นมาแสดงผล จากการเข้าถึงตำแหน่งข้อมูลแบบต่อเนื่องในหนึ่งวินาที

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

คลาวด์	เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน	Sequential Output			Sequential Input		การค้นหาแบบสุ่ม
		Per Char	Per Block	Rewrite	Per Char	Per Block	
		(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	
วีเอ็มแวร์	Test001	60428.00	133762.00	90302.00	64699.00	190950.67	651.33
	Test002	60492.33	116222.33	69996.67	62101.33	142573.67	547.50
	Test003	61301.00	138616.00	85315.00	65248.67	146836.00	638.53
อะเมซอน	Test001	26978.67	27719.67	21353.67	60056.67	75664.33	387.23
	Test002	27334.67	27403.67	20556.67	57527.33	73613.00	389.60
	Test003	34293.33	32643.33	23138.33	62116.00	75928.00	449.17

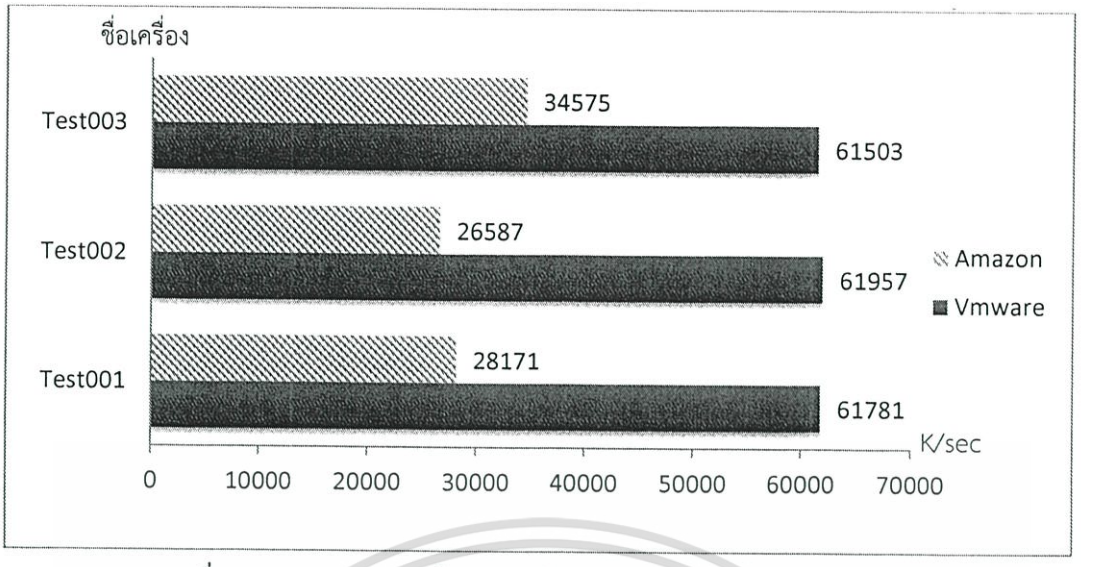
จากตารางที่ 4.2 สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูลได้ดังนี้

4.2.1 ด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทตัวอักษร

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน ดังแสดงในรูปที่ 4.3

การส่งข้อมูลตัวอักษรของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 55.35 เปอร์เซ็นต์ 54.81 เปอร์เซ็นต์ 44.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

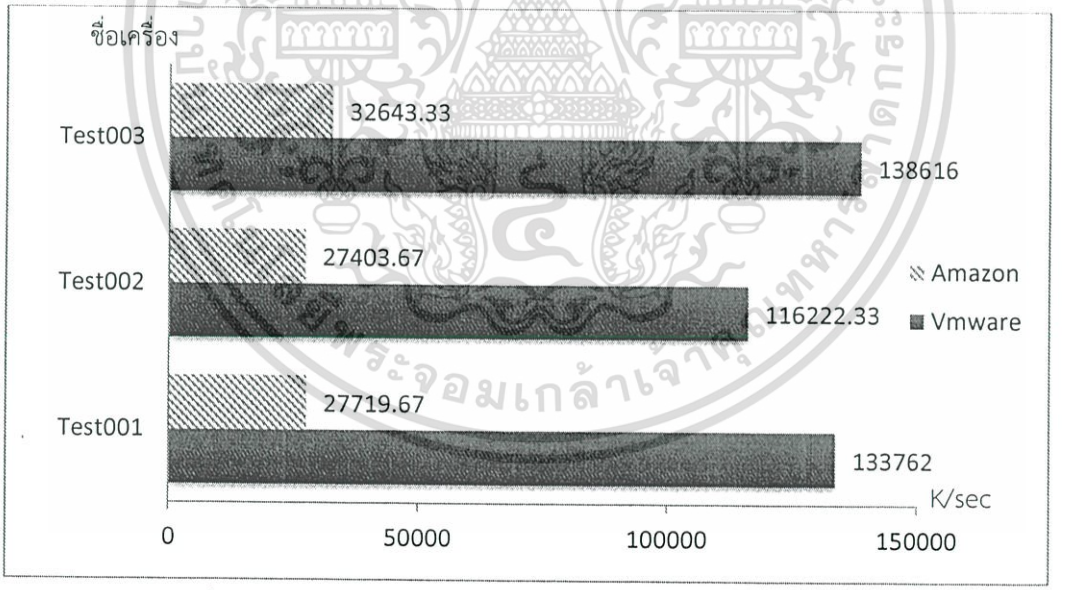
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทตัวอักษร

4.2.2 ด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทบล็อก

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบคลาวด์ของอะเมซอน ดังแสดงในรูปที่ 4.4



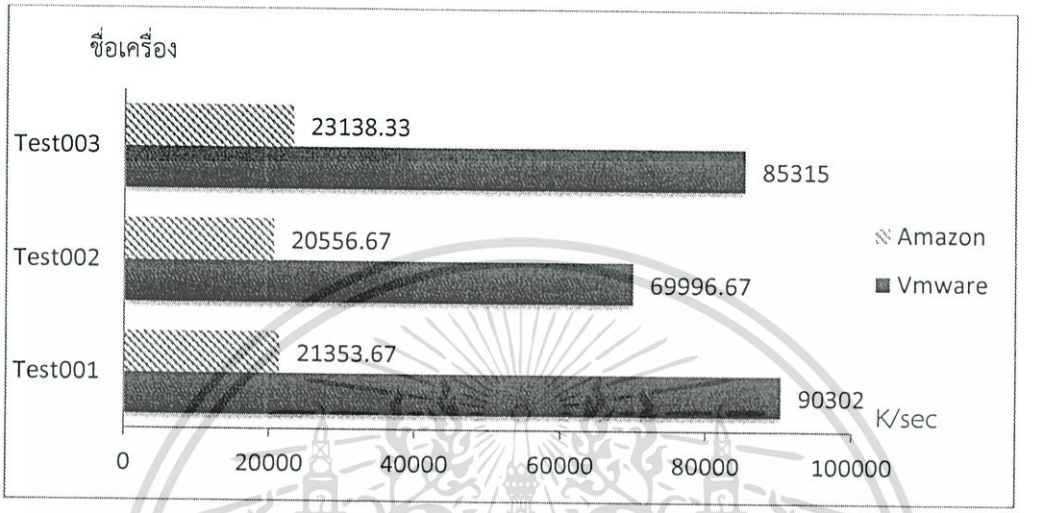
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองด้านการเขียนข้อมูลส่งออกประเภทบล็อก

การส่งข้อมูลประเภทบล็อกของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 79.28 เปอร์เซ็นต์ 76.42 เปอร์เซ็นต์ 76.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ด้านการเขียนข้อมูลใหม่

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน ดังแสดงในรูปที่ 4.5

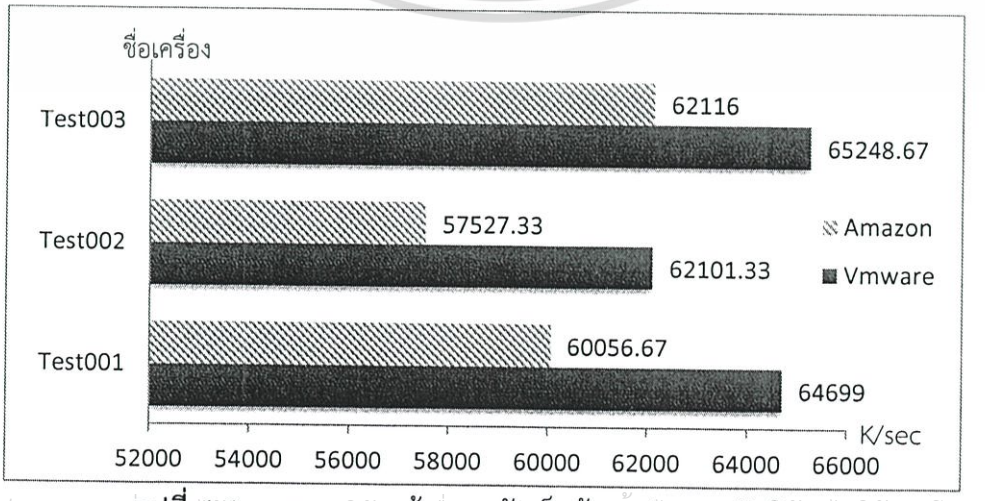


รูปที่ 4.5 ผลการทดลองด้านการเขียนข้อมูลใหม่

การเขียนข้อมูลใหม่ของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 76.35 เปอร์เซ็นต์ 70.63 เปอร์เซ็นต์ 72.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2.4 ด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน ดังแสดงในรูปที่ 4.6



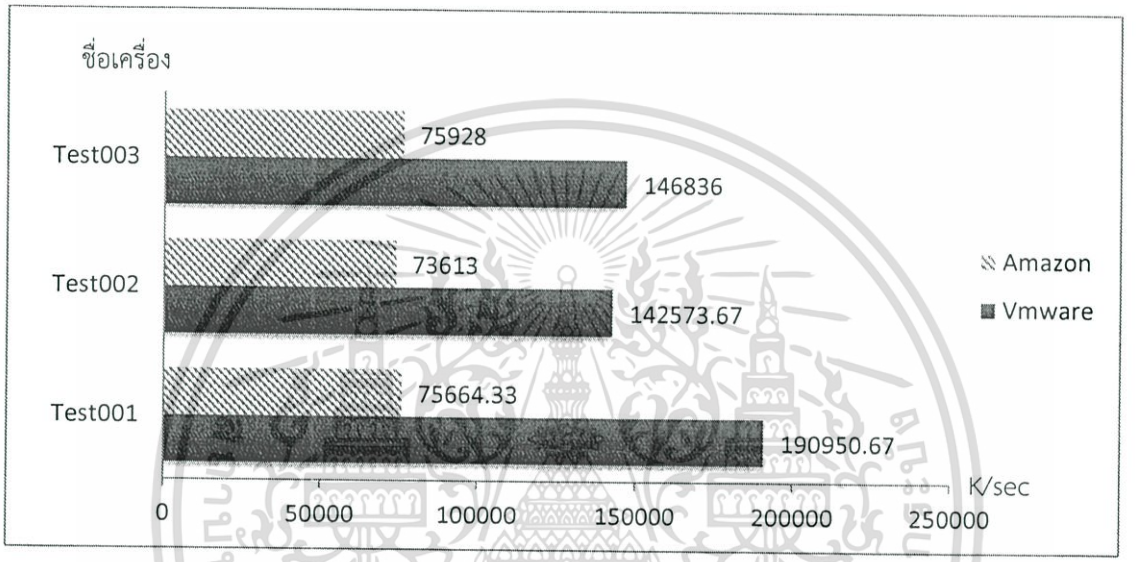
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดเก็บข้อมูลตัวอักษรของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 7.18 เปอร์เซ็นต์ 7.37 เปอร์เซ็นต์ 4.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2.5 ด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อก

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีอะเมซอนทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ ดังแสดงรูปที่ 4.7



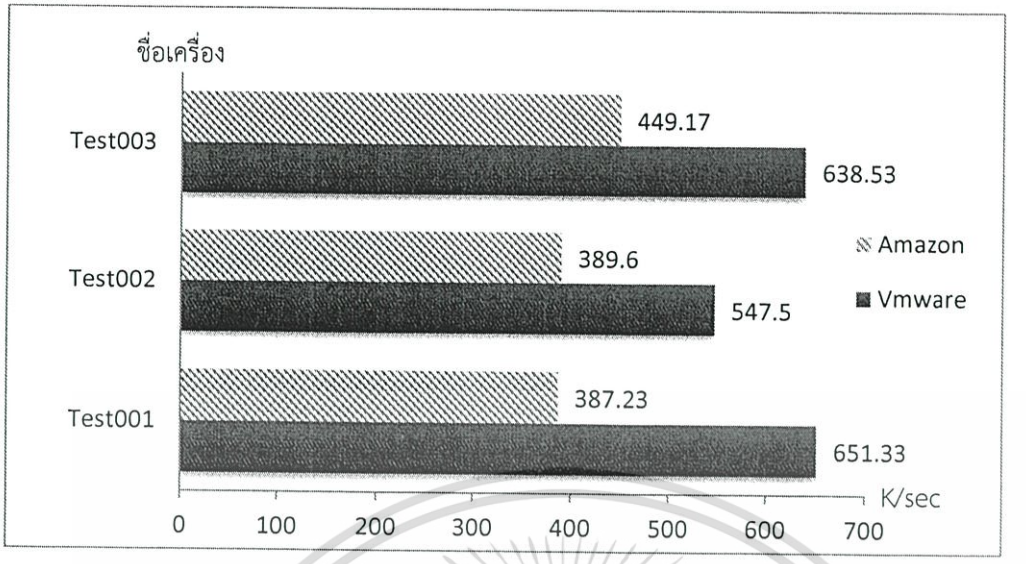
รูปที่ 4.7 ผลการทดลองด้านการจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อก

การจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อกของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 60.37 เปอร์เซ็นต์ 48.37 เปอร์เซ็นต์ 48.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4.2.6 ด้านการค้นหาข้อมูลแบบสุ่ม

เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่ทำงานในระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ทุกเครื่องมีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน ดังแสดงในรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองด้านการค้นหาข้อมูลแบบสุ่ม

การค้นหาแบบสุ่มของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 40.55 เปอร์เซ็นต์ 28.84 เปอร์เซ็นต์ 29.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการเขียนและจัดเก็บข้อมูลนั้นระบบคลาวด์ของวีเอ็มแวร์มีประสิทธิภาพดีกว่าระบบคลาวด์สาธารณะของอะเมซอน

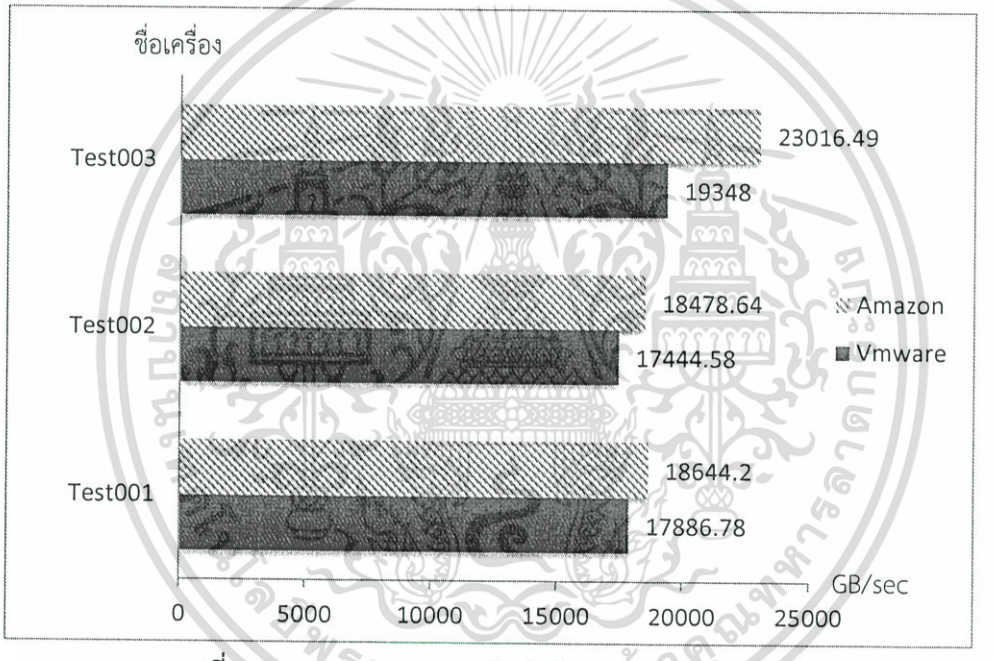
4.3 ประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

สำหรับการวัดประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายของแต่ละ virtual machine นั้นได้ใช้ Netperf หาค่า Throughput สูงสุดของ Bandwidth ที่เป็นไป โดยเทคโนโลยี virtualization จะช่วยจัดสรรจากอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ขึ้นมาให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน โดยวัดที่ตัวของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนเครื่องนั้นเองเพื่อวัดประสิทธิภาพ Throughput ของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

VM's Name	Throughput (GB/Sec)
Test001 on VMware	17886.78
Test002 on VMware	17444.58
Test003 on VMware	19348.00
Test001 on Amazon EC2	18644.20
Test002 on Amazon EC2	18478.64
Test003 on Amazon EC2	23016.49



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

การรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย โดยจะแสดงค่า Throughput สูงสุดของ Bandwidthที่เป็นไปได้ในแต่เครื่อง virtual machine พบว่า เครื่อง Test001 บน อะเมซอนดีกว่า เครื่อง Test001 บน วีเอ็มแวร์คิดเป็น 4.23 เปอร์เซ็นต์ เครื่อง Test002 บน อะเมซอนดีกว่า เครื่อง Test002 บนวีเอ็มแวร์ คิดเป็น 5.93 เปอร์เซ็นต์ เครื่อง Test003 บน อะเมซอน ดีกว่า เครื่อง Test003 บน วีเอ็มแวร์คิดเป็น 18.96 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นที่เป็นสิ่งสำคัญในการสรรทรัพยากรให้กับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน การทดสอบประสิทธิภาพจึงใช้การทดสอบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนบนคลาวด์ที่ใช้เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นที่ต่างกัน พบกว่าเทคโนโลยีของวีเอ็มแวร์และของอะเมซอนที่ใช้เทคโนโลยีของเซนเป็นโครงสร้างพื้นฐาน มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ซึ่งเปรียบเทียบไว้ดังนี้

ด้านการทำงานของหน่วยประมวลผลแบบไม่ประมวลผลแบบคู่ขนานของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอนดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ คิดเป็น 35.60 เปอร์เซ็นต์ 37.88 เปอร์เซ็นต์ และ 33.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทำงานของหน่วยประมวลผลแบบคู่ขนานของเครื่อง Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอนดีกว่า เครื่อง Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ คิดเป็น 35.52 เปอร์เซ็นต์ หากผู้ต้องการที่จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนทีมีความต้องการในด้านการประมวลผลเป็นสำคัญ เช่น เครื่องที่ใช้งานการประมวลผลทางสถิติ หรือเครื่องคำนวณผลการวิจัยที่ต้องใช้การประมวลผลเป็นหลัก จึงเหมาะที่จะใช้เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของอะเมซอนหรือเซนเวอรชัวไลเซชั่น

ด้านการเขียนและการจัดเก็บข้อมูล การส่งข้อมูลตัวอักษรของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 55.35 เปอร์เซ็นต์ 54.81 เปอร์เซ็นต์ 44.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การส่งข้อมูลประเภทบล็อกของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 79.28 เปอร์เซ็นต์ 76.42 เปอร์เซ็นต์ 76.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การจัดเก็บข้อมูลตัวอักษรของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 7.18 เปอร์เซ็นต์ 7.37 เปอร์เซ็นต์ 4.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การจัดเก็บข้อมูลประเภทบล็อกของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 60.37 เปอร์เซ็นต์ 48.37 เปอร์เซ็นต์ 48.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การค้นหาแบบสุ่มของเครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของวีเอ็มแวร์ดีกว่า เครื่อง Test001 Test002 Test003 บนคลาวด์ของอะเมซอน คิดเป็น 40.55 เปอร์เซ็นต์ 28.84 เปอร์เซ็นต์ 29.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของวีเอ็มแวร์จึงเหมาะสำหรับงานด้านการเขียนและจัดเก็บข้อมูล เช่น งานด้านฐานข้อมูล หรืองานที่มีอัตราการเขียนและจัดเก็บข้อมูลสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย โดยใช้ค่า Throughput สูงสุดของ Bandwidthที่เป็นไปได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนแต่ละเครื่อง พบว่า เครื่อง Test001 เครื่อง Test002 และเครื่อง Test003 ที่ทำงานบนอะเมซอนดีกว่าที่ทำงานบนวีเอ็มแวร์คิดเป็น 4.23 เปอร์เซ็นต์ 5.93 เปอร์เซ็นต์ และ18.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการทำงานทางด้านการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายของเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นของอะเมซอนหรือเซนจึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการการส่งผ่านข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายจำนวนมาก

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในงานวิจัยสามารถนำไปพิจารณาในการเลือกใช้เทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและตรงตามความต้องการอย่างแท้จริง เนื่องจากเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นนั้นมีผลต่อจัดสรรทรัพยากรให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนที่จะทำงานในระบบคลาวด์จึงมีผลต่อการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะนำมาใช้เป็นเครื่องแม่ข่าย (Host) จะต้องมีหน่วยประมวลผลที่สามารถรองรับเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นได้
2. การจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนแต่ละเครื่องจะต้องมีทรัพยากรไม่เกินทรัพยากรของเครื่องแม่ข่าย หากต้องการจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนจำนวนหลาย ๆ เครื่อง จะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ขายที่มีประสิทธิภาพสูง
3. หากจะนำเทคโนโลยีเวอร์ชัวไลเซชั่นไปใช้เป็นระบบการใช้งานหลักในองค์กร ควรจะมีเครื่องที่จะเป็นเครื่องแม่ข่ายอีกอย่างน้อย 1 เครื่องเพื่อที่จะเป็นทรัพยากรสำรองหากเครื่องที่ใช้งานหลักเกิดความเสียหายเป็นการสร้างความสามารถในการรองรับความเสียหาย (High Availability) โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนจะสามารถทำงานได้เหมือนปกติโดยไม่ต้องมีการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] พรพล ชุนชฎาธาร, 2552 **จักรกลเสมือน หมายเลข 1 VMware ESXi,** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อย่าไปกลัว, 2552.

[2] D. Barrett and G. Kipper, "Virtualization and Forensics," United States of America : Syngress, 2010.

[3] Vmware Technicial, "Virtualization Overview," Whiter Paper, 2010.

[4] C. Chaubal, "The Architecture of VMware ESXi," White Paper, 2011.

[5] Xen Technicial, "How Does Xen Work," White Paper, 2009.

[6] Linux Foundation Collaborative Project, "Xen Overview," [Online]. Available : http://wiki.xenproject.org/wiki/Xen_Overview, 2013.

[7] J.S. Chee and C. Franklin Jr, "Cloud Computing Technologies and Strategies of the Ubiquitous Data Center," United States of America : CRC Press, 2010.

[8] G. Shroff, "Enterprise Cloud Computing: Technology, Architecture, Applications," United States of America : Cambridge University Press, 2010.

[9] Vmware Technicial, "VMware Infrastructure Architecture Overview," White Paper, 2010.

[10] S. Alrwais, "Behind the scenes of IaaS implementations," Indiana University, 2010.

[11] Amazon Hand book, "Getting Started with AWS," 2011.

[12] Amazon Elastic Compute Cloud, "Amazon EC2," [Online]. Available : http://aws.amazon.com/ec2, 2008.

[13] Z. Ou, H. Zhuang, A. Lukyanenko, K. Nurminen, P. Hui, V. Mazalov, A. Yla-Jaaski, "Is the Same Instance Type Created Equal? Exploiting Heterogeneity of Public Clouds," IEEE Transections on cloud computing, vol. 1, no. 2, Jul-Dec 2013.

[14] J. Hwang, S. Zeng, F. Wu, and T. Wood, "A Component-Based Performance Comparison of Four Hypervisors (IM 2013)," IFIP/IEEE, pp.269 –276, 2013.

[15] Unknown anonymouse, "UnixBench," [Online]. Available : https://code.google.com/p/byte-unixbench/, 2010.

[16] Russell Coker, "Bonnie++," [Online]. Available : http://www.coker.com.au/bonnie++/, 2009.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[17] Unknown anonymouse, “netperf,” [Online]. Available : http://www.netperf.org/netperf/, 2013.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ตารางข้อมูลผลการทดลองทั้งหมดที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

ตารางแสดงผลการทดลองวัดประสิทธิภาพ
ผลการทดลองวันที่ 9 มกราคม 2557 เวลา 8.00 น.

1. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล

ระบบคลาวด์	คอมพิวเตอร์เสมือน	คะแนน (Score index)	
		ประมวลผลแบบไม่คู่ขนาน (1CPU)	ประมวลผลแบบคู่ขนาน (2 CPU)
ระบบคลาวด์วีเอ็มแวร์	Test001	1155.7	-
	Test002	1203.3	-
	Test003	1423.2	2004.9
ระบบคลาวด์อะเมซอน	Test001	2239.4	-
	Test002	2260.5	-
	Test003	2283.1	3221.6

2. ประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

VM's Cloud	VM's Name	Sequential Output			Sequential Input		Random Seek
		Per Char	Per Block	Rewrite	Per Char	Per Block	
		(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	
VMware	Test001	61781	151694	91302	65669	197338	660.6
	Test002	61957	131097	69193	62445	149368	395.7
	Test003	61503	153370	83053	65673	213321	638.1
Amazon EC2	Test001	20920	23417	19014	54897	75275	415.9
	Test002	29298	28566	20620	47854	69179	325.2
	Test003	33374	30819	21089	61580	75589	429.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

VM's Name	Throughput (GB/Sec)
Test001 on VMware	18771.94
Test002 on VMware	18470.7
Test003 on VMware	19242.56
Test001 on Amazon EC2	21995.38
Test002 on Amazon EC2	18747.92
Test003 on Amazon EC2	24440.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลองวัดประสิทธิภาพ

ผลการทดลองวันที่ 6 มีนาคม 2557 เวลา 13.00 น.

1. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล

ระบบคลาวด์	คอมพิวเตอร์เสมือน	คะแนน (Score index)	
		ประมวลผลแบบไม่คู่ขนาน (1CPU)	ประมวลผลแบบคู่ขนาน (2 CPU)
ระบบคลาวด์วีเอ็มแวร์	Test001	1323.3	-
	Test002	1243.7	-
	Test003	1334.9	1998.9
ระบบคลาวด์อะเมซอน	Test001	1950.3	-
	Test002	2002.1	-
	Test003	2121.8	3115.7

2. ประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

VM's Cloud	VM's Name	Sequential Output			Sequential Input		Random Seek
		Per Char	Per Block	Rewrite	Per Char	Per Block	
		(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	(K/sec)	
VMware	Test001	60236	121352	90230	63278	192264	649.6
	Test002	59283	115209	68263	61525	145726	636.8
	Test003	61198	132678	83002	65291	21125	652.1
Amazon EC2	Test001	29800	29834	22992	61927	74899	349.1
	Test002	27155	27362	20403	62868	77088	427.3
	Test003	37186	35385	25572	61706	74839	568

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

VM's Name	Throughput (GB/Sec)
Test001 on VMware	16025.4
Test002 on VMware	17470.71
Test003 on VMware	18426.53
Test001 on Amazon EC2	16963.07
Test002 on Amazon EC2	18777.33
Test003 on Amazon EC2	23367.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการทดลองวัดประสิทธิภาพ

ผลการทดลองวันที่ 1 พฤษภาคม 2557 เวลา 21.00 น.

1. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบหน่วยประมวลผล

ระบบคลาวด์	คอมพิวเตอร์เสมือน	คะแนน (Score index)	
		ประมวลผลแบบไม่คู่ขนาน (1CPU)	ประมวลผลแบบคู่ขนาน (2 CPU)
ระบบคลาวด์วีเอ็มแวร์	Test001	1589.6	-
	Test002	1539.22	-
	Test003	1590.4	2128.2
ระบบคลาวด์อะเมซอน	Test001	2128.2	-
	Test002	2154.5	-
	Test003	2149	3010.2

2. ประสิทธิภาพในการเขียนและจัดเก็บข้อมูล

VM's Cloud	VM's Name	Sequential Output			Sequential Input		Random Seek
		Per Char (K/sec)	Per Block (K/sec)	Rewrite (K/sec)	Per Char (K/sec)	Per Block (K/sec)	
VMware	Test001	59267	128240	89374	65150	183250	643.8
	Test002	60237	102361	72534	62334	132627	610
	Test003	61202	129800	89890	64782	206062	625.4
Amazon EC2	Test001	30216	29908	22055	63346	76819	396.7
	Test002	25551	26283	20647	61860	74572	416.3
	Test003	32320	31726	22754	63062	77356	349.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประสิทธิภาพการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

VM's Name	Throughput (GB/Sec)
Test001 on VMware	18863
Test002 on VMware	16392.34
Test003 on VMware	20374.9
Test001 on Amazon EC2	16974.16
Test002 on Amazon EC2	17910.66
Test003 on Amazon EC2	21241.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

จุฑาทิพย์ สงคราม และ สิรภพ ตู้ประกาย “การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทความวิจัย
การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6
Proceedings of the 6th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2014 (EENET 2014)

การทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization

The performance of virtualization technology

จุฑาทิพย์ สงคราม และ สิรภพ ตู้ประกาย
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520 โทรศัพท์: 023298000-023298099 E-mail: jutatip.sk@gmail.com, siraphop@telecom.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการการทดสอบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization ระหว่างระบบ Private Cloud ที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี virtualization ของ VMware กับระบบ Public Cloud ของ Amazon EC2 ที่ใช้เทคโนโลยี virtualization ซึ่งมีพื้นฐานของ Xen-virtualization ในรูปแบบของ Hybrid Cloud โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพการทำงานของ virtual machine ที่ใช้เทคโนโลยี virtualization ที่ต่างกัน ซึ่งประสิทธิภาพของเทคโนโลยี virtualization ของ Amazon EC2 สามารถจัดสรร CPU ได้ดีกว่า ของ VMware ส่วนการรับส่งข้อมูลของ VMware ดีกว่าของ Amazon EC2 และในการส่ง รับข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายประสิทธิภาพของ Amazon EC2 จะดีกว่า VMware ดังนั้นประสิทธิภาพของเทคโนโลยีvirtualization ของ Amazon EC2 มีประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อเทียบกับเทคโนโลยี virtualization ของ VMware

คำสำคัญ: คลาวด์สาธารณะ, คลาวด์ไฮบริด, วีเอ็มแวร์, อเมซอน อีซี2, เทคโนโลยีพาราเสมือน , ประสิทธิภาพ

Abstract

This paper is proposed to measure the performance of virtualization technology between private cloud which is deployed by VMware virtualization and Amazon EC2's public cloud that designed from Xen-virtualization in terms of Hybrid Cloud. The performances of virtual machine in each technology are considered. For consolidation CPU, Amazon EC2 is better than VMware. For storage, VMware is better than Amazon EC2. For throughput network, Amazon EC2 is better than VMware. Therefore the performance of Amazon EC2 virtualization technology is better than the VMware virtualization technology.

Keywords: Public cloud, Hybrid cloud, VMware, Amazon EC2, virtualization technology, performance

1. บทนำ

Cloud Computing คือ การให้บริการระบบ Computing เกิดจากรวมตัวกันของเทคโนโลยี virtualization กับ web service ทำให้สามารถเข้าถึงระบบ Computing ได้จากทุกสถานที่และทุกเมื่อ โดยผ่านการเชื่อมต่อทาง internet ซึ่งสามารถแบ่งการให้บริการของ Cloud ได้ 3 ประเภทคือ IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a service) และ SaaS (Software as a Service) ในบทความนี้จะพูดถึง Cloud ในบริการแบบ IaaS (Infrastructure as a Service) ที่มีการให้บริการบนพื้นฐานของเทคโนโลยี virtualization ของ VMware และ Amazon EC2 ในรูปแบบ Hybrid Cloud

การทำงานของรูปแบบของ Hybrid Cloud คือการที่ระบบ Cloud ภายในขององค์กร(Private Cloud) มาทำงานร่วมกับระบบ Cloud ที่ให้บริการแก่บุคคลทั่วไป(Public Cloud) โดย Private cloud นั้นสามารถเข้ามาใช้ทรัพยากรในระบบของ Public Cloud ของผู้ให้บริการภายนอกได้

1.1 เทคโนโลยี Virtualization

เทคโนโลยี virtualization แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

Full Virtualization คือ Hypervisor ได้จำลอง Hardware เสมือนขึ้นมารองรับการทำงานของระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest ทำให้ระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest เข้าใจว่ากำลังทำงานอยู่บน Hardware ที่เป็นธรรมดา ซึ่ง VMware นำเทคโนโลยีนี้ในการออกแบบ vSphere ESXi Hypervisor [1]

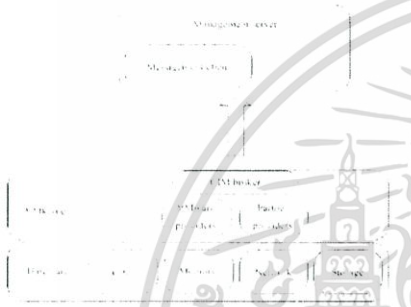
Para-Virtualization คือ Hypervisor เข้าไปการแก้ไข Kernel ของระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest เพื่อให้การรับส่งคำสั่งระหว่าง Hardware และระบบปฏิบัติการของเครื่อง Guest ทำได้โดยตรง โดย Xen-virtualization เป็นผู้ใช้เทคโนโลยีนี้

Hardware Assisted Virtualization คือ Hypervisor ทำงานโดยตรงกับ Hardware ซึ่งอาศัยการทำงานของ Hardware ที่รองรับการทำงานของเทคโนโลยี virtualization

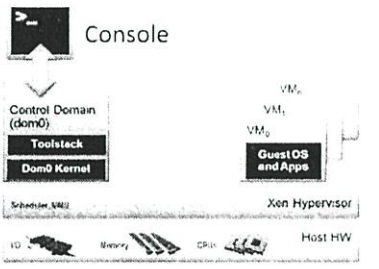
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 VMware Virtualization สำหรับ Private Cloud

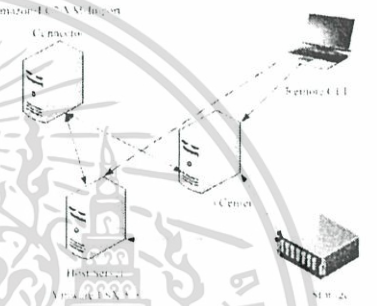
VMware Virtualization ใช้ ESXi Hypervisor ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานจากเครื่อง Host Server เครื่องเดียวสามารถสร้างเครื่อง server เสมือน (virtual machine) หลายเครื่องให้ทำงานได้ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ VMkernal ซึ่ง hypervisor code เป็นระบบปฏิบัติการประสิทธิภาพสูง มีกลไกควบคุมหน่วยประมวลผล, หน่วยความจำ, การจัดเก็บข้อมูลและควบคุมระบบเครือข่าย สามารถสร้างกลุ่มทรัพยากร (Resource Pool) ซึ่งนำมาจัดระดับความสำคัญของ virtual machine [1] ได้ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างของ VMkernal ใน VMwere ESXi [2]



รูปที่ 2 โครงสร้างของ Xen-Virtualization [5]



รูปที่ 3 โครงสร้าง Private Cloud ที่สร้างขึ้น

1.3 Amazon EC2 virtualization สำหรับ Public Cloud

Amazon Elastic Compute Cloud หรือ Amazon EC2 เป็นผู้ให้บริการ Computing บนระบบ Cloud ผ่าน web service ในชื่อว่า Amazon Web Services (AWS) [3]

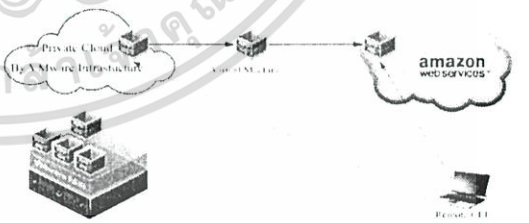
ภายใต้ Amazon EC2 นั้นใช้โครงสร้างพื้นฐานของ Xen-virtualization [4] ดังแสดงในรูปที่ 2 ในการบริหารจัดการทรัพยากรจาก Hardware ให้กับเครื่อง Guest แต่ได้รับปรุงให้รองรับกับระบบปฏิบัติการที่หลากหลายและสร้างเครื่องมือบริหารจัดการ Cloud ขึ้นในรูปแบบเฉพาะโดยนำเอา Eucalyptus และ OpenStack [4] มาผสมผสานในการออกแบบ

2. การออกแบบและวิธีการดำเนินการ

2.1 การออกแบบ

สร้างระบบ Virtualization ของ VMware โดยติดตั้ง VMware ESX5.0 ลงบนเครื่อง Host Server และตั้งค่าการเชื่อมต่อให้สามารถติดต่อได้กับเครื่อง Storage จากนั้นติดตั้งเครื่อง vCenter Server เพื่อเป็นตัวบริหารจัดการทรัพยากรของเครื่อง Host และ Storage โดยเป็นเสมือนตัวกลางในการเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3

จากนั้นสร้างเครื่อง Amazon-EC2-VM-Import-Connector จากไฟล์ Amazon-EC2-VM-Import-Connector-1.4.1.ova [6] สำหรับเชื่อมต่อกับ Amazon EC2 Cloud โดยสามารถส่งเครื่อง virtual machine ข้ามจาก VMware ไปยัง Amazon EC2 Cloud ดังรูปที่ 4 ได้โดยไม่ต้องทำการสร้างหรือติดตั้งระบบปฏิบัติการ หรือติดตั้งโปรแกรมใหม่



รูปที่ 4 Hybrid Cloud ในการทดลอง

2.2 การดำเนินการ

การวัดประสิทธิภาพของระบบ Virtualization ทำได้โดยการสร้างเครื่อง virtual machine 3 ขนาด จากนั้นติดตั้งระบบปฏิบัติการซึ่งแต่ละเครื่องมีขนาดต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยจะวัดค่าประสิทธิภาพของเครื่อง virtual machine ในระบบของ private cloud ก่อนจากนั้นส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง virtual machine ทั้ง 3 เครื่องไปยัง Amazon EC2 แล้วทำการวัดประสิทธิภาพเครื่อง virtual machine อีกครั้งทำการวัดค่าต่างๆ ดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพในการประมวลผลของ CPU Unixbench ในการวัดค่าการประมวลผลของ CPU
- การจัดเก็บข้อมูล (Read/Write Rate) โดยใช้ Bonnie++ ในการวัดค่าการจัดเก็บข้อมูล [7]
- ค่า Bandwidth ที่ทำการใช้งานโดยการใช้ Netperf ในการวัด Bandwitdh สูงสุดของแต่ละเครื่อง virtual machine [7]

ตารางที่ 1 ขนาดของเครื่อง virtual machine

VM's Name	CPU	RAM	Hard disk	Operation System
Test001	1 Core	4 GB	100 GB	Red Hat 6.3
Test002	1 Core	2 GB	30 GB	Red Hat 6.3
Test003	2 Core	2 GB	50 GB	Red Hat 6.3

3.ผลการทดลอง

3.1ประสิทธิภาพในการประมวลผลของ CPU

การวัดประสิทธิภาพในการประมวลผลของ CPU นั้นได้ใช้ Unixbench ซึ่งใช้คะแนนที่เกิดขึ้นตอนท้าย (Score Index) ของการทดสอบเป็นตัววัดดังแสดงในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 แสดงค่าประสิทธิภาพการประมวลผลของ CPU โดยดูที่ Score Index พบว่าเครื่อง Test001 บน Amazon cloud ดีกว่าเครื่อง Test001 บน VMware คิดเป็น 60.72%, เครื่อง Test002 บน Amazon cloud ดีกว่าเครื่อง Test002 บน VMware คิดเป็น 61.84% และเครื่อง Test003 บน Amazon cloud ดีกว่าเครื่อง Test003 บน VMware คิดเป็น 60.86%

3.2 ประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูล

ในการวัดประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูลได้ โดยใช้ Bonnie++ ในการวัดปริมาณข้อมูลประเภทตัวอักษร บล็อกข้อความ และการเขียนข้อมูลใหม่ ใน 1 วินาที ของข้อมูลที่เข้าและออกผลการทดลองที่ได้เป็นดังแสดงในตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพความเร็วของการจัดเก็บข้อมูลที่เครื่อง Host server ส่งข้อมูลไปจัดเก็บไว้ยัง Storage ซึ่งได้ทำการทดสอบตามวิธีการดังนี้

การส่งข้อมูลตัวอักษรของเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน VMware ดีกว่าเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน Amazon Cloud คิดเป็น 66.14%, 52.71%, 45.73% ตามลำดับ

การส่ง Block ข้อความของเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน VMware ดีกว่าเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน Amazon Cloud คิดเป็น 84.56%, 78.12%, 79.90% ตามลำดับ

การรับข้อมูลตัวอักษรของเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน VMware ดีกว่าเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน Amazon Cloud คิดเป็น 16.40%, 23.36%, 6.23% ตามลำดับ

การรับ Block ข้อความของเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน VMware ดีกว่าเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน Amazon Cloud คิดเป็น 61.85%, 53.68%, 64.56% ตามลำดับ

การ Random Seek เครื่อง Test001, Test002, Test003 บน VMware ดีกว่าเครื่อง Test001, Test002, Test003 บน Amazon Cloud คิดเป็น 37.04%, 17.81%, 32.64% ตามลำดับ

3.3 ประสิทธิภาพของระบบเครือข่าย

สำหรับการวัดประสิทธิภาพในการส่ง รับข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายของแต่ละ virtual machine นั้นได้ใช้ Netperf หาค่า Throughput สูงสุดของ Bandwidth ที่เป็นไป ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพในการส่ง รับข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

VM's Name	Throughput (GB Sec)
Test001 on VMware	18771.94
Test002 on VMware	17470.70
Test003 on VMware	19242.56
Test001 on Amazon EC2	21995.38
Test002 on Amazon EC2	18747.92
Test003 on Amazon EC2	24440.13

จากตารางที่ 4 แสดงค่าประสิทธิภาพในการส่ง รับข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย โดยจะแสดงค่า Throughput สูงสุดของ Bandwidth ในแต่เครื่อง virtual machine พบว่า เครื่อง Test001 บน Amazon cloud ดีกว่าเครื่อง Test001 บน VMware คิดเป็น 14.66%, เครื่อง Test002 บน Amazon cloud ดีกว่าเครื่อง Test002 บน VMware คิดเป็น 7.31%, เครื่อง Test003 บน Amazon cloud ดีกว่าเครื่อง Test003 บน VMware คิดเป็น 27.01%

4. สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ของเทคโนโลยี virtualization พบว่าของ Amazon EC2 สามารถจัดสรร CPU ได้ดีกว่าของ VMware ด้านการรับส่งข้อมูลของ VMware มีการรับส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพในการประมวลผลของ CPU

VM's Name Cloud	Test001 VMware	Test002 VMware	Test003 VMware	Test001 Amazon EC2	Test002 Amazon EC2	Test003 Amazon EC2
	1 CPU 1 parallel	1 CPU 1 parallel	2 CPU 2 parallel	1 CPU 1 parallel	1 CPU 1 parallel	2 CPU 2 parallel
Score Index	879.5	862.5	869.4	2239.4	2260.5	2221.6

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูล

VM's Cloud	VM's Name	Sequential Output			Sequential Input		Random Seek
		Per Char (K/sec)	Per Block (K/sec)	Rewrite (K/sec)	Per Char K/sec	Per Block K/sec	
VMware	Test001	61781	171694	91302	65665	197338	660.6
	Test002	61957	171097	69193	62445	148365	393.7
	Test003	61503	158370	83053	65673	213831	678.1
Amazon EC2	Test001	20920	23417	19014	5438*	75276	415.9
	Test002	29293	28566	20620	47854	69179	335.2
	Test003	33374	30815	21089	61552	75839	419.8

ดีกว่าของ Amazon EC2 ส่วนการส่ง/รับข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายของ Amazon EC2 ส่ง/รับข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายได้ดีกว่า ของ VMware

ดังนั้นประสิทธิภาพของเทคโนโลยีด้าน virtualization ของ Amazon EC2 มีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีด้าน virtualization ของ VMware

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร. สิรภพ ตู้ประกาย ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือสนับสนุนที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยและบทความนี้สำเร็จลุล่วงได้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดการศึกษา ขอขอบพระคุณ คุณศรัณย์ เลิศรัตน์ ที่ให้คำปรึกษาต่างๆที่เกี่ยวกับการทำบทความวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] Charu Chaubal : VMwarevCenter™ Operations Standard Evaluator's Guide, Vmware Technicial Whiter Paper.

[2] VMware Infrastructure Architecture Overview, Vmware White Paper 2010.

[3] Amazon Elastic Compute Cloud User Guide API Version 2013-07-15, July 2013

[4] Sumayah Alrwais : Behind the scenes of IaaS implementations Indiana University.

[5] Unknown anonymouse, **Xen Overview** [online], Avaliable : http://wiki.xen.org/wiki/Xen_Overview [2013, Dec]

[6] Amazon EC2, **Amazon Web Service** [online], Avaliable : http://aws.amazon.com/ [2013, Nov]

[7] Jinho Hwang, Sai Zeng, Frederick y Wu, and Timothy Wood, "A Component-Based Performance Comparison of Four Hypervisors (IM 2013), 2013 IFIP IEEE pp 269 – 276

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจุฑาทิพย์ สงคราม สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม จากภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2554

นายสิรภพ ตู้ประกาย สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวัสดุศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า) และ ปริญญาเอก วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจุฑาทิพย์ สงคราม
วัน เดือน ปีเกิด	6 กุมภาพันธ์ 2533 ที่จังหวัดพิษณุโลก
ประวัติการศึกษา	2554 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1.) ระบบคอมพิวเตอร์ 2.) Cloud Computing
ประสบการณ์การทำงาน พ.ศ.2556-ปัจจุบัน	ตำแหน่ง Senior Project Officer บริษัทบริษัท อินเทอร์เน็ตประเทศไทย จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้