

การพัฒนาาระบบโครงสร้างพื้นฐานเครื่องแม่ข่ายสำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยบูรพาด้วยเทคโนโลยีเครื่องเสมือนโดยใช้ซอฟต์แวร์ Proxmox
ร่วมกับ Ceph Storageบนพื้นฐานของระบบเครือข่ายแบบ Link Aggregation
Server Infrastructure Development of Burapha University Library
with Virtualization Technology by Using Proxmox and Ceph
Storage based-on Link Aggregation

เหมรรัตม์ วชิรหัตถพงษ์

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา e-mail: hemmarat@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลทำให้รูปแบบการให้บริการสารสนเทศของห้องสมุดได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการเป็นรูปแบบดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น ห้องสมุดต่าง ๆ จึงได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อรองรับการให้บริการแบบดิจิทัลเพิ่มมากขึ้นด้วย และระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นนี้จะต้องทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่าย ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายจึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อให้เกิดความมั่นคงและคงทนต่อความล้มเหลวของระบบได้ แม้ว่าอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเกิดความเสียหายหรือเครื่องแม่ข่ายเกิดขัดข้อง สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพาตระหนักถึงความสำคัญของการออกแบบและพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายให้มีความมั่นคงและคงทนต่อความล้มเหลวของระบบ ทางผู้พัฒนาจึงได้ศึกษาและทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ใช้บริหารจัดการเครื่องเสมือนจำนวน 3 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ VMWare ESXi, Windows Server Hyper-V และ Proxmox ร่วมกับการออกแบบระบบเครือข่ายส่วนกลางโดยใช้เทคโนโลยีการรวมลิงค์ (Link aggregation) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งาน ประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลและคุณลักษณะการใช้งานของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 พบว่า ซอฟต์แวร์ Proxmox ที่ใช้การออกแบบให้รวมกลุ่มการทำงานของเครื่องแม่ข่าย (Cluster server) เมื่อใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ Ceph ที่มีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย จะทำให้ระบบโครงสร้างพื้นฐานเครื่องแม่ข่ายสามารถคงทนต่อความเสียหายของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลหรือเครื่องแม่ข่ายเกิดขัดข้อง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ:

เทคโนโลยีเครื่องเสมือน, โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่าย, ซอฟต์แวร์เครื่องเสมือน

Abstract

The advancement of digital technology, the information services in the library has been altered to have more digital formats. Many libraries have developed the

information system to support more digital services and the developed information system must be running on the server. Therefore, the design and development of server infrastructure is very important. The system will be secure and durable even though the storage device is damaged or the server failed. Burapha University Library has awareness to the importance of the design and development of server infrastructure in order to make the system secure and durable. The developer has studied and tested about the functionality of three virtual management softwares: VMWare ESXi, Windows Server Hyper-V and Proxmox together with the design of central network system by using Link Aggregation. After that, the developer compared the work performance, storage efficiency and usage feature among three softwares and it is found that if Proxmox software which is designed to use as a cluster server is collaborative with Ceph software which has distributed storage system, server infrastructure will be durable for the storage device damage or server failure efficiently.

Keyword:

Virtualization Technology, Server Infrastructure, Virtualization Software

บทนำ

โครงสร้างพื้นฐานเครื่องแม่ข่ายและระบบเครือข่ายจัดเป็นสิ่งที่สำคัญในการให้บริการระบบสารสนเทศของสำนักหอสมุด ซึ่งในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีเครื่องเสมือน (Virtualization technology) มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ทำให้มีผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการบริหารจัดการเครื่องเสมือนเป็นจำนวนมาก ทั้งในเชิงพาณิชย์และโอเพ่นซอร์สซอฟต์แวร์ (Open source software) ซึ่งซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่จะทำงานร่วมกับเทคโนโลยีเทรด (RAID Technology) เพื่อช่วยในการป้องกันความเสียหาย อันเกิดจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชำรุดเสียหาย และถึงแม้ว่าเทคโนโลยีเทรดอาจช่วยป้องกันอุปกรณ์บางส่วนเสียหายได้ก็ตาม แต่ยังคงพบปัญหาว่าหากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลของเครื่องแม่ข่ายเกิดการชำรุดเสียหายพร้อมกันหลายตัว ข้อมูลทั้งหมดอาจเกิดความเสียหายและไม่สามารถกู้ข้อมูลนั้นกลับคืนมาได้ ซึ่งในการใช้งานของระบบเดิม สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยบูรพาใช้การติดตั้งระบบปฏิบัติการบนเครื่องแม่ข่ายโดยตรง ทำให้เกิดปัญหาเมื่อมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเสียหายมากกว่า 1 ชุด ระบบจะไม่สามารถทำงานได้ และถ้าต้องการปรับปรุงเครื่องแม่ข่ายจะต้องปิดระบบ ดังนั้นทางผู้พัฒนาจึงได้ศึกษาซอฟต์แวร์ที่ใช้บริหารจัดการเครื่องเสมือนจำนวน 3 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ VMWare ESXi, Windows Server Hyper-V, Proxmox โดยเริ่มทดสอบซอฟต์แวร์ทั้ง 3 นี้ ในช่วงเดือน กันยายน 2560 - พฤศจิกายน 2560 และการทดสอบนี้ได้ควบคุมสภาพแวดล้อมของเครื่องแม่ข่ายให้มีสภาพแวดล้อมการทำงานเหมือนกันทั้ง 3 ระบบ กล่าวคือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทดสอบแต่ละระบบมีจำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลจำนวน 3 ชุด และมีหน่วยความจำหลัก(RAM) ขนาด 8GB ทำงานอยู่บนเครือข่ายที่มีความเร็ว 1Gbps แต่ละชุดของเครื่องแม่ข่ายจะใช้เทคโนโลยีการรวมลิงค์หรือ Link Aggregation ร่วมกับ

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ทดสอบ และสร้างเป็นกลุ่ม ของเครื่องแม่ข่ายให้ทำงานร่วมกันเป็นชุดเดียวกันเรียกว่าคลัสเตอร์ (Cluster server) ทางผู้พัฒนา ได้ออกแบบการทดสอบการทำงานของระบบโดยจำลองสถานการณ์ที่ทำให้อุปกรณ์ จัดเก็บข้อมูลเสียหายพร้อมกันจำนวน 3 ชุด และตรวจสอบว่าเครื่องเสมือนที่ทำงานอยู่บนเครื่องแม่ข่ายคลัสเตอร์ยังสามารถให้บริการต่อไปได้หรือไม่ และจำลองการหยุดทำงานของเครื่องแม่ข่ายจำนวน 1 เครื่อง จากทั้งหมด 3 เครื่อง และตรวจสอบเครื่องเสมือนที่ทำงานอยู่ในเครื่องแม่ข่ายคลัสเตอร์ยังสามารถให้บริการต่อไปได้หรือไม่ เมื่อทดสอบ เสร็จเรียบร้อยแล้วพบว่าซอฟต์แวร์ Proxmox ซึ่งเป็นโอเพ่นซอร์สซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถทำให้เครื่องแม่ข่าย ทำงานเป็นแบบคลัสเตอร์ และมีระบบบริหารจัดการที่ง่ายต่อการสร้างเครื่องเสมือน การย้ายเครื่องเสมือนไปยังเครื่อง แม่ข่ายอื่นในคลัสเตอร์เดียวกันในขณะที่เครื่องแม่ข่ายเสมือนที่ทำงานอยู่บนคลัสเตอร์ยังเปิดใช้งาน (Live migration) และเมื่อทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Ceph ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย (Distributed storage) สามารถป้องกันความล้มเหลวจากการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์จัดเก็บ ข้อมูลหรือความล้มเหลวที่เกิดจากเครื่องแม่ ข่ายไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องเสมือนที่มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายสำหรับเครื่องแม่ข่ายโดยใช้เทคโนโลยีการรวมลิงค์
3. เพื่อเป็นต้นแบบของการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานการของเครื่องแม่ข่ายของสำนักหอสมุด

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 ซอฟต์แวร์

ผู้พัฒนาได้ศึกษาคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 ก่อนที่จะเลือกซอฟต์แวร์เพื่อนำมาใช้ออกแบบโครงสร้างระบบ พื้นฐานของเครื่องแม่ข่าย โดยศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ในแง่ของการรองรับการทำงานของฮาร์ดแวร์และคุณสมบัติของ การนำไปใช้งาน ดังแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 ซอฟต์แวร์

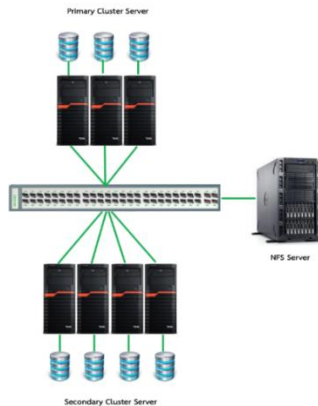
คุณลักษณะการรองรับทาง Hardware	Windows Server 2012 R2 Hyper-V	VMWare ESXi	Proxmox
จำนวน Logical Processors	320	576	768
จำนวนของ Physical Memory	4TB	4TB	12TB
จำนวน CPU เสมือนต่อเครื่องเสมือน	64	8	160
จำนวนหน่วยความจำต่อเครื่องเสมือน	1 TB	6128 GB	2 TB
การสร้างระบบคลัสเตอร์	รองรับ	ไม่รองรับ	รองรับ
ความสามารถในการทำ Live Migration	รองรับ	ไม่รองรับ	รองรับ
ความสามารถในการสำรองและกู้คืนเครื่องเสมือน	รองรับ	รองรับ	รองรับ

จากตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณลักษณะดังกล่าวพบว่า ซอฟต์แวร์ Proxmox นั้น มีความสามารถรองรับการ ทำงานของฮาร์ดแวร์และรองรับฟังก์ชันการทำงานที่ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการเครื่องแม่ข่ายเสมือนได้ ง่าย เช่น การย้ายเครื่องเสมือนไปยังเครื่องแม่ข่ายอื่นขณะที่เครื่องเสมือนยังเปิดใช้งานอยู่ (Live migration) การ

สำรองและการกู้คืนเครื่องเสมือน การกลุ่มของเครื่องแม่ข่ายให้สามารถทำงานเป็นแบบคลัสเตอร์ ผู้พัฒนาได้ทดสอบการใช้งานของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 โดยการติดตั้งและทดสอบการทำงานของซอฟต์แวร์ตามฟังก์ชันในตารางที่ 1 และ เมื่อพิจารณาจากการทำงานของซอฟต์แวร์ตามฟังก์ชันต่าง ๆ แล้ว จึงได้เลือกซอฟต์แวร์ Proxmox ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Ceph เพื่อใช้เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบระบบโครงสร้างพื้นฐานเครื่องแม่ข่าย

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบระบบ การออกแบบระบบประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายหลักและเครื่องแม่ข่ายสำรองในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่าย จะออกแบบ 3 ส่วนคือส่วนของคลัสเตอร์หลัก (Primary cluster) ประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชนิด SAS จำนวน 3 ชุด รวมเป็น 9 ชุด เชื่อมต่อให้ทำงานร่วมกันเป็นคลัสเตอร์เดียวกัน และส่วนที่ 2 คือส่วนของคลัสเตอร์สำรอง (Secondary cluster) ประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 2 เครื่อง และมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชนิด SAS จำนวนรวมทั้งหมด 6 ชุด เชื่อมต่อกันเป็นคลัสเตอร์เดียวกัน ส่วนที่ 3 คือส่วนคือการพัฒนาาระบบเครื่องแม่ข่ายสำหรับให้บริการเพิ่มข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย (Network file system) เพื่อใช้ในการสำรองข้อมูลจากทั้งคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง ซึ่งจะทำให้ระบบมีความเสถียรเพิ่มมากขึ้นและสามารถสำรองข้อมูลได้ง่าย และระบบ คลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรองนี้จะเชื่อมต่ออยู่ในระบบเครือข่ายแบบรวมลิงค์และแยก การทำงานของแต่ละส่วนออกจากกัน โดยการออกแบบทั้งหมดแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายและระบบเครือข่าย

2. การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายส่วนกลาง

ในการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายส่วนกลาง จะทำการติดตั้งค่าของอุปกรณ์เครือข่ายสวิตช์ (Switch) โดยแยกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระบบเครือข่ายของคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบซอฟต์แวร์ Ceph สำหรับการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับเครื่องเสมือนสำหรับให้บริการข้อมูลโดยการออกแบบแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2 การออกแบบโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายส่วนกลาง

ขั้นตอนที่ 3 การติดตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายให้ทำงานแบบรวมลิงค์

ในขั้นตอนนี้จะเป็นส่วนของการติดตั้งค่าอุปกรณ์เครือข่ายสวิตช์ (Network switch) ให้สามารถทำงานแบบรวมลิงค์ โดยทำการติดตั้งค่าของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. การติดตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์ที่ใช้กับคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง โดยการติดตั้งค่าของสวิตช์จะทำการรวมช่องทางการติดต่อสื่อสาร (Port) จำนวน 2 ช่องรวมเป็น 1 ช่องทาง(Channel) ซึ่งดำเนินการติดตั้งทั้งหมด 6 ช่องทาง
2. การติดตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์ที่ใช้กับส่วนที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ Ceph สำหรับจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย โดยการติดตั้งค่าของสวิตช์จะทำการรวมช่องทางการติดต่อสื่อสาร (Port) จำนวน 2 ช่องรวมเป็น 1 ช่องทาง (Channel) ซึ่งดำเนินการติดตั้งทั้งหมด 6 ช่องทาง
3. การติดตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์ที่ใช้กับส่วนที่เชื่อมต่อกับเครื่องเสมือนสำหรับการให้บริการข้อมูล โดยการติดตั้งค่าของสวิตช์จะทำการรวมช่องทางการติดต่อสื่อสาร (Port) จำนวน 2 ช่องรวมเป็น 1 ช่องทาง (Channel) ซึ่งดำเนินการติดตั้งทั้งหมด 6 ช่องทาง
4. ติดตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์สำหรับการเชื่อมโยงข้อมูลกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Uplink) โดยทำการรวมช่องทางการติดต่อสื่อสาร (Port) จำนวน 4 ช่องรวมเป็น 1 ช่องทาง (Channel) การติดตั้งค่าของอุปกรณ์สวิตช์แสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

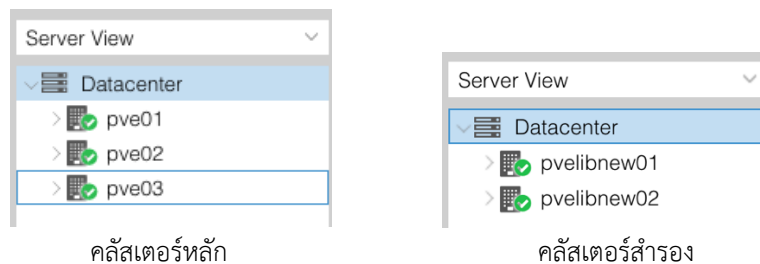
<pre>interface port-channel 1 description "VMServerGroup1" switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 112 exit interface port-channel 2 description "VMServerGroup2" switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 112 exit interface Gi1/0/1 channel-group 1 mode active switchport access vlan 112 exit interface Gi1/0/2 channel-group 1 mode active switchport access vlan 112 exit</pre>	<pre>interface port-channel 11 description "CephStorageGroup1" switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 100 exit interface port-channel 12 description "CephStorageGroup2" switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 100 exit interface Gi1/0/25 channel-group 11 mode active switchport access vlan 1000 exit interface Gi1/0/26 channel-group 11 mode active switchport access vlan 1000 exit</pre>	<pre>interface port-channel 21 description "ClusterServerGroup1" switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 19: exit interface port-channel 22 description "ClusterServerGroup2" switchport mode trunk switchport trunk allowed vlan 19: exit interface Gi1/0/33 channel-group 21 mode active switchport access vlan 192 exit interface Gi1/0/34 channel-group 21 mode active switchport access vlan 192 exit</pre>
---	---	---

ภาพที่ 3 (a) การติดตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์สำหรับส่วนที่เชื่อมต่อกับเครื่องเสมือนในการให้บริการข้อมูล
 (b) การติดตั้งอุปกรณ์สวิตช์สำหรับส่วนที่เชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ Ceph
 (c) การติดตั้งค่าอุปกรณ์สวิตช์สำหรับส่วนที่เชื่อมต่อกับคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง

ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้งซอฟต์แวร์เครื่องแม่ข่ายเสมือน Proxmox และซอฟต์แวร์ Ceph

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการติดตั้งซอฟต์แวร์บนเครื่องแม่ข่ายและติดตั้งค่าการใช้งานของซอฟต์แวร์ Proxmox และ Ceph โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox และดำเนินการเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่ายหลักจำนวน 3 เครื่องให้ทำงานร่วมกันเป็นคลัสเตอร์หลัก และติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox และดำเนินการเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่ายสำรองจำนวน 2 เครื่องให้ทำงานร่วมกันเป็นคลัสเตอร์สำรอง ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การติดตั้งซอฟต์แวร์ Proxmox ให้ทำงานเป็นคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง

2. ติดตั้งซอฟต์แวร์ Ceph บนคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง ดังแสดงในภาพที่ 5 และภาพที่ 6

2.1 คลัสเตอร์หลักประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ชนิด SAS จำนวน 3 ชุด รวมทั้งสิ้น 9 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 5

[-] pve03	host				
[-] osd.8	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] osd.7	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] osd.6	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] pve02	host				
[-] osd.5	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] osd.4	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] osd.3	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] pve01	host				
[-] osd.2	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] osd.1	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996
[-] osd.0	osd	up	🟢	/ in ...	1.089996

ภาพที่ 5 การติดตั้งซอฟต์แวร์ Ceph บนคลัสเตอร์หลัก

2.2 คลัสเตอร์สำรองประกอบด้วยเครื่องแม่ข่ายจำนวน 2 เครื่อง และมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชนิด SAS รวมทั้งหมดจำนวน 6 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 6

[-] pvelibnew02	host				
[-] osd.5	osd	...	...	up	🟢 / in ... 1.636688
[-] osd.4	osd	...	...	up	🟢 / in ... 1.636688
[-] osd.3	osd	...	...	up	🟢 / in ... 1.636688
[-] pvelibnew01	host				
[-] osd.2	osd	...	...	up	🟢 / in ... 1.636688
[-] osd.1	osd	...	...	up	🟢 / in ... 1.636688
[-] osd.0	osd	...	...	up	🟢 / in ... 1.636688

ภาพที่ 6 การติดตั้งซอฟต์แวร์ Ceph บนคลัสเตอร์สำรอง

3. ติดตั้งระบบเพิ่มข้อมูลผ่านเครือข่าย (Network file system) เพื่อใช้เป็นพื้นที่ในการสำรองข้อมูลของทั้งคลัสเตอร์หลักและคลัสเตอร์สำรอง ดังแสดงในภาพที่ 7

```
/backup 10.32.1.32(rw,no_root_squash) 10.32.1.33(rw,no_root_squash)
10.32.1.34(rw,no_root_squash)
root@pve01:~# mount 10.32.1.11:/backup /backup
```

ภาพที่ 7 การติดตั้งระบบเพิ่มข้อมูลผ่านเครือข่าย (Network file system)

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายและระบบเครือข่ายแบบรวมลิงค์

ในขั้นตอนของการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายและระบบเครือข่ายแบบรวมลิงค์ที่ได้พัฒนาขึ้นใช้งานนี้ จะทดสอบการทำงานว่าระบบดังกล่าวสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของกรรวมลิงค์หรือ Link Aggregation โดยมีสมมติฐานว่าหากระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ประสิทธิภาพการรับและส่งข้อมูลจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า โดยที่ช่องหนึ่งเป็นช่องส่ง และอีกช่อง

หนึ่งเป็นช่องที่รับข้อมูล การทดสอบการทำงานของการรวมลิงค์ ใช้การสร้างเครื่องเสมือนจำนวน 4 เครื่องให้ทำงานบนเครื่องแม่ข่ายคลัสเตอร์หลัก และใช้ซอฟต์แวร์ iperf3 เพื่อส่งข้อมูลจากเครื่องเสมือนเครื่องที่ 1 ไปยังเครื่องเสมือนเครื่องที่ 2 ในเวลาเดียวกันได้ทดสอบการใช้ซอฟต์แวร์ iperf3 เพื่อส่งข้อมูลจากเครื่องเสมือนเครื่องที่ 3 ไปยังเครื่องเสมือนเครื่องที่ 4 ดังแสดงในภาพที่ 8 และภาพที่ 9

```
root@testingserver2:~# iperf3 -c 10.80.6.46 -t 5 -i 1 -p 5201
Connecting to host 10.80.6.46, port 5201
[ 4] local 10.80.6.47 port 37942 connected to 10.80.6.46 port 5201
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth    Retr  Cwnd
[ 4] 0.00-1.00 sec    116 MBytes   971 Mbits/sec  0    3.12 MBytes
[ 4] 1.00-2.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.12 MBytes
[ 4] 2.00-3.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.12 MBytes
[ 4] 3.00-4.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.12 MBytes
[ 4] 4.00-5.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.12 MBytes
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth    Retr
[ 4] 0.00-5.00 sec    564 MBytes   945 Mbits/sec  0
[ 4] 0.00-5.00 sec    563 MBytes   944 Mbits/sec  0
sender
receiver
```

ภาพที่ 8 ทดสอบการส่งข้อมูลจากเครื่อง testingserver2 ไปยัง testingserver1

```
root@testingserver4:~# iperf3 -c 10.80.6.68 -t 5 -i 1 -p 5201
Connecting to host 10.80.6.68, port 5201
[ 4] local 10.80.6.69 port 39852 connected to 10.80.6.68 port 5201
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth    Retr  Cwnd
[ 4] 0.00-1.00 sec    116 MBytes   969 Mbits/sec  0    3.15 MBytes
[ 4] 1.00-2.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.15 MBytes
[ 4] 2.00-3.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.15 MBytes
[ 4] 3.00-4.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.15 MBytes
[ 4] 4.00-5.00 sec    112 MBytes   939 Mbits/sec  0    3.15 MBytes
-----
[ ID] Interval          Transfer      Bandwidth    Retr
[ 4] 0.00-5.00 sec    563 MBytes   945 Mbits/sec  0
[ 4] 0.00-5.00 sec    560 MBytes   939 Mbits/sec  0
sender
receiver
```

ภาพที่ 9 ทดสอบการส่งข้อมูลจากเครื่อง testingserver4 ไปยัง testingserver3

จากผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเครื่องแม่ข่ายสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้พร้อมกันและประมาณการรับและส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เนื่องจากมีการส่งข้อมูลพร้อม ๆ กันจากเครื่องแม่ข่ายเสมือนและแสดงให้เห็นว่าประมาณการรับและส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นจาก 1Gbps เป็น 2Gbps

1. การทดสอบความล้มเหลวอันเกิดจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชำรุดเสียหาย โดยจำลองเหตุการณ์ว่ามีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเสียหายตั้งแต่ 1-3 ชุด และตรวจสอบว่าระบบเครื่องแม่ข่ายเสมือนยังสามารถทำงานได้ตามปกติหรือไม่ โดยการถอดอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ออกจากเครื่องแม่ข่ายในขณะที่เครื่องแม่ข่ายยังทำงานอยู่จำนวน 3 ชุด จากทั้งหมด 9 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 10

default	root
pve03	host
osd.8	osd down 1.089996
osd.7	osd up / in 1.089996
osd.6	osd up / in 1.089996
pve02	host
osd.5	osd down 1.089996
osd.4	osd up / in 1.089996
osd.3	osd up / in 1.089996
pve01	host
osd.2	osd down 1.089996
osd.1	osd up / in 1.089996
osd.0	osd up / in 1.089996

ภาพที่ 10 การทดสอบอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลที่เสียหายจำนวน 3 ชุดจากทั้งหมด 9 ชุด

จากการทดสอบดังกล่าวพบว่าเมื่ออุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชำรุดเครื่องละ 1 ชุด รวมเสียหาย 3 ชุด ระบบเครื่องแม่ข่ายเสมือนยังสามารถให้บริการได้ตามปกติ

ผลการศึกษา และอภิปรายผล

จากผลของการเปรียบเทียบคุณสมบัติของซอฟต์แวร์และจากการทดสอบการติดตั้งและใช้งานตามที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น ผู้พัฒนาสามารถสรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 ซอฟต์แวร์ ในประเด็นต่าง ๆ โดยวิเคราะห์จากการติดตั้งและใช้งานจริง ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 สรุปผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์ทั้ง 3 ซอฟต์แวร์

รายการเปรียบเทียบ	VMWare ESXi	Windows Servers 2012 R2 Hyper-V	Proxmox
ความสะดวกในการติดตั้งให้ทำงานเป็นแบบคลัสเตอร์	N/A	4	5
ความสะดวกในการบริหารจัดการเครื่องเสมือนและการติดตั้งค่าการใช้งาน	5	5	5
ความเร็วในการย้ายเครื่องเสมือนในขณะที่เครื่องเปิดใช้งาน	N/A	5	5
ความเร็วในการย้ายเครื่องเสมือนในขณะที่เครื่องปิดการใช้งาน	N/A	5	5
ความสามารถคงทนต่อความล้มเหลวของเครื่องแม่ข่าย กรณีเครื่องแม่ข่ายไม่สามารถให้บริการได้จำนวน 1 เครื่องจาก 3 เครื่อง	N/A	5	5
ความสามารถคงทนต่อความล้มเหลวของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล 3 ชุดจำอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล 9 ชุด	N/A	4	5
ความสะดวกและรวดเร็วในการสำรองและการกู้คืนเครื่องเสมือน	5	5	5
ความรวดเร็วในการอ่านและเขียนข้อมูลเมื่อทำงานร่วมกับ Link Aggregation	5	5	4
ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อซอฟต์แวร์	ฟรี	มีค่าลิขสิทธิ์	ฟรี

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนนพิจารณาจาก

0-5 หมายถึง ระดับความสามารถหรือความสะดวกและรวดเร็ว ในการทำงานตามฟังก์ชันอยู่ในระดับน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุด เรียงตามระดับคะแนน

N/A หมายถึง ไม่สามารถวัดประสิทธิภาพในฟังก์ชันการทำงานนั้นได้เนื่องจากซอฟต์แวร์ ไม่สนับสนุนการทำงาน

จากตารางที่ 2 สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. ซอฟต์แวร์ VMWare ESXi รุ่นที่ใช้ทดสอบนี้เป็นซอฟต์แวร์รุ่นใช้งานฟรี ดังนั้นจึงไม่มีฟังก์ชันบางฟังก์ชันให้ใช้งานในตัวฟรี เช่น การสร้างคลัสเตอร์ การย้ายเครื่องเสมือนที่เปิดใช้งานอยู่ไปยังเครื่องแม่ข่ายอื่นในคลัสเตอร์ (Live migration) ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของ VMWare ESXi รุ่นฟรีนี้มีข้อจำกัด แต่สามารถติดตั้งและใช้งานได้อย่างรวดเร็ว หากองค์กรหรือหน่วยงานใดมีเครื่องแม่ข่ายเพียงเครื่องเดียว ซึ่งถ้าต้องการทำให้ระบบมีความเสถียรมากขึ้นจะต้องใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีอื่น เช่น RAID หรือ SAN หรือ NFS ร่วมด้วย ดังนั้นซอฟต์แวร์ VMWare ESXi จึงเหมาะสมกับหน่วยงานขนาดเล็กและขนาดกลางที่มีจำนวนของเครื่องคอมพิวเตอร์ 1-3 เครื่อง แต่จะต้องมีระบบสำรองข้อมูลที่ดียิ่งจะทำให้ระบบเกิดความเสถียร

2. ซอฟต์แวร์ Windows 2012 R2 Hyper-V นั้น ขั้นตอนของการติดตั้งให้ทำงานเป็นคลัสเตอร์ยังมีความยุ่งยาก และยังไม่มียุทธศาสตร์การจัดการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย ซึ่งถ้าจะใช้งานจะต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติม ทำให้เมื่อมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเกิดความเสียหายมากกว่า 1 ชุด ระบบจะไม่สามารถทำงานต่อไปได้ และจากการทดสอบยังพบว่าระบบไม่ยอมให้สร้างเครื่องเสมือน ที่กำหนดทรัพยากรของเครื่อง เช่น CPU หน่วยความจำหลัก เกินกว่าทรัพยากรที่คงเหลือของ เครื่องแม่ข่ายได้ Hyper-V จึงเหมาะสมกับหน่วยงานที่ซื้อลิขสิทธิ์ของระบบปฏิบัติการ Windows Server และมีผู้ดูแลระบบที่คุ้นเคยกับการใช้งานระบบปฏิบัติการ Windows Server อยู่ก่อนแล้ว

3. ซอฟต์แวร์ Proxmox เป็นซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งง่าย สามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ Ceph ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่มีการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย ทำให้คงทนต่อความล้มเหลวของระบบ ได้เป็นอย่างดี และเนื่องจากต้องอ่านและเขียนข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย ดังนั้นประสิทธิภาพของ การอ่านเขียนข้อมูลจึงยังด้อยกว่า Windows Server Hyper-V และ VMWare ESXi แต่ฟังก์ชัน การทำงานต่าง ๆ ที่มีอยู่ในซอฟต์แวร์ Proxmox นั้นเพียงพอและมีความสะดวกต่อการบริหารจัดการเครื่องเสมือนในหน่วยงานขนาดเล็กเช่น สำนักหอสมุด ได้เป็นอย่างดี จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Proxmox มาใช้ในการพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่าย และใช้งานมาเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเกิดความเสียหายหรือเครื่องแม่ข่ายบางเครื่องในคลัสเตอร์ หยุดทำงานไปก็ตาม เครื่องเสมือนที่ทำงานอยู่บนคลัสเตอร์ก็ยังสามารถให้บริการได้ หรือถ้าต้องการปรับปรุงซอฟต์แวร์บนเครื่องแม่ข่าย การเปลี่ยนอุปกรณ์ของเครื่องแม่ข่ายบางเครื่องภายในคลัสเตอร์ ก็สามารถดำเนินการได้โดยไม่ต้องปิดการให้บริการระบบสารสนเทศ ทำให้การดำเนินการเกิดความคล่องตัวและสามารถป้องกันความล้มเหลวของระบบอันเกิดจากอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชำรุดและเครื่องแม่ข่ายเกิดขัดข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบนี้ใช้การจัดเก็บข้อมูลแบบกระจาย การอ่านและเขียนข้อมูลต้องทำผ่านระบบเครือข่าย ดังนั้น สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเมื่อนำไปใช้งานอีกประการหนึ่งคือ ระบบเครือข่ายส่วนกลางจะต้องสามารถทำงานได้ตลอดเวลา ควรจะต้องมีไฟฟ้าสำรองและควรมีอุปกรณ์สวิตช์สำรองเพื่อให้สามารถเปลี่ยนได้ทันทีเมื่ออุปกรณ์สวิตช์เกิดความเสียหาย และสืบเนื่องจากการอ่านและเขียนข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายจะทำให้ประสิทธิภาพหรือความเร็วในการอ่านและเขียนข้อมูลมีประสิทธิผลด้อยลงเล็กน้อย หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการอ่านและเขียนข้อมูล ควรใช้อุปกรณ์สวิตช์ที่มีความเร็ว 10 Gbps จะช่วยให้ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบดีขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่มีเครื่องแม่ข่ายที่ต้องบริหารจัดการเครื่องแม่ข่ายเอง สามารถนำระบบนี้ไปใช้เพื่อปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องแม่ข่ายได้

รายการอ้างอิง

- รักษพล ลีลาฉัตร. (2560). *วิธีการติดตั้ง และตั้งค่า Failover clustering สำหรับ Hyper-V*. เข้าถึงได้จาก [http:// www.mvpskill.com/kb/w2016_failover_clustering.html](http://www.mvpskill.com/kb/w2016_failover_clustering.html)
- Finn, A. (2014). *5 Reasons To Choose Windows Server 2012 R2 Hyper-V over VMWare vSphere 5.5*. Retrieved from <https://www.petri.com/choose-windows-server-2012-r2-hyper-v-over-vmware-vsphere>.
- Linux Help. (2018). *How to add Multiple Nodes into Proxmox VE Cluster*. Retrieved from [https:// www.youtube.com/watch?v=qs0Lz5sOC_4](https://www.youtube.com/watch?v=qs0Lz5sOC_4)
- ManualsLib-The Ultimate Manuals Library. (2009). *Alcatel-Lucent OmniSwitch 6850-48 Network Configuration Manual: Quick Steps For Configuring Dynamic Link Aggregation; Configuring Dynamic Link Aggregation* (pp. 23-4). Retrieved from <https://www.manualslib.com/manual/354045/Alcatel-Lucent-Omniswitch-6850-48.html?page=456>
- NLB Solutions. (2017). *Failover Clustering for Hyper-V in Windows Server 2016 (Step by Step guide)*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=TQNtiAThe9M>
- Proxmox VE. (2018). *Cluster Manager*. Retrieved from https://pve.proxmox.com/wiki/Cluster_Manager
- Virtualizaione Proxmox. (2018). Retrieved from <https://www.corsinvest.it/proxmox/>
- Vmmare Co. Ltd., (2018). *User's Manual VMWare ESXi Server Manual*. Retrieved from [https:// www.vmware.com/pdf/esx_15_manual.pdf](https://www.vmware.com/pdf/esx_15_manual.pdf)