

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของการจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์สตอเรจแบบ โอเพ่นซอร์สบนเซิร์ฟเวอร์แบบเวอร์ช่วลไลเซชันสำหรับองค์กรธุรกิจ

Comparison the Performance of Open Source Cloud Storage on a Virtualization Server for Business Organizations

จรรยา สาวิถี

Charuay Savithi

สาขาวิชาการจัดการสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
Department of Smart City Management and Digital Innovation, Mahasarakham Business School, Mahasarakham University

E-Mail: charuay.s@msu.ac.th

(Received: August 16, 2023; Revised: October 29, 2023; Accepted: January 9, 2024)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของคลาวด์สตอเรจทั้ง 5 โปรแกรม ได้แก่ Nextcloud, ownCloud, Seafile, Pydio และ Tonido แบบโอเพ่นซอร์สบนเซิร์ฟเวอร์แบบเวอร์ช่วลไลเซชัน โดยมีการทดลอง 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 ทำการทดสอบการวัดความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล (Bandwidth) วิธีที่ 2 ทำการทดสอบค่าการตอบกลับต่อผู้ใช้งาน (Response Time) โดยจำลองสถานการณ์ให้ผู้ใช้งานทำการดาวน์โหลดข้อมูลพร้อม ๆ กัน จำนวน 40 เครื่อง วิธีที่ 3 ทำการทดสอบค่าการร้องขอของผู้ใช้ในการทำงาน 1 รอบต่อนาที (Throughput) โดยการรับค่าตอบกลับจากเครื่องลูกข่าย ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน เวลาตอบสนอง (Response Time) โปรแกรม Nextcloud มีประสิทธิภาพในการตอบกลับต่อผู้ใช้งานได้ดี ส่วนการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพด้าน ทราฟฟิค (Throughput) จะเห็นได้ว่า Seafile มีการร้องขอได้เร็วกว่า Nextcloud ที่มี ประสิทธิภาพในการตอบกลับต่อผู้ใช้งานได้ดีกว่า และผลการทดสอบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth ในการอัปโหลด ไฟล์ จะเห็นได้ว่า Seafile อัปโหลดได้เร็วที่สุดเป็นลำดับแรก ส่วน Tonido มีการ Download ไฟล์ได้เร็วที่สุดเป็น ลำดับแรก

คำสำคัญ : คลาวด์สตอเรจ, คลาวด์คอมพิวติ้ง, เวอร์ช่วลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์

ABSTRACT

This research aims to compare the performance of five open-source server-based cloud storage programs, namely Nextcloud, ownCloud, Seafile, Pydio, and Tonido. The comparison was conducted using three testing methods: Method 1 involved measuring the data transfer speed (bandwidth), Method 2 involved testing the response time by simulating a scenario where 40 users simultaneously download data, and Method 3 involved measuring the throughput, which represents the number of user requests processed per minute. The research findings revealed that Nextcloud demonstrated efficient response time performance compared to other programs. On the other hand, Seafile exhibited faster throughput performance compared to Nextcloud. Regarding bandwidth performance for file uploads, Seafile was the fastest, followed by Tonido for file downloads.

Keywords : Cloud Storage, Cloud Computing, Virtualization

บทนำ

เวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) หรือการจำลองเสมือน มีการให้ความหมายและคำจำกัดความไว้อย่างหลากหลาย เวอร์ชวลไลเซชันเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถใช้ฮาร์ดแวร์ของฟิสิคัลเดียว (Physical Host) หรือคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวที่ประกอบด้วย โปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ ฮาร์ดดิสก์ การเชื่อมต่อเครือข่ายและอื่น ๆ เพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมการดำเนินการที่แตกต่างกันหลายรูปแบบ โดยสภาพแวดล้อมเหล่านี้เป็นระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันที่อาจทำงานพร้อมกันและอาจโต้ตอบซึ่งกันและกัน อนุญาตให้ระบบปฏิบัติการทำงานเป็นแอปพลิเคชันภายในระบบอื่นได้ [1] หรือเทคโนโลยีที่ให้อะไรที่เป็นนามธรรมของทรัพยากรการประมวลผลที่มีการใช้โดยซอฟต์แวร์บางประเภท ซึ่งทำงานในสภาพแวดล้อมของการจำลองที่เรียกว่าเครื่องเสมือน (Virtual Machines : VMs) [2]

สถาบันมาตรฐานแห่งชาติและเทคโนโลยี (National Institute of Standards and Technology : NIST) ของสหรัฐอเมริกาได้ให้คำนิยามของคลาวด์คอมพิวเตอร์ไว้ว่า คลาวด์คอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบหนึ่งของการให้บริการและการเข้าถึงระบบเครือข่ายที่ต้องการ โดยใช้ทรัพยากรของระบบร่วมกันแบบกำหนดค่าได้ เช่น เครือข่าย เซิร์ฟเวอร์ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล แอปพลิเคชัน และบริการที่ผู้ให้บริการคลาวด์คอมพิวเตอร์ สามารถจัดการได้โดยง่ายและเป็นไปด้วยความรวดเร็ว เมื่อมีการใช้บริการเทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ ทำให้องค์กรสามารถปรับเปลี่ยน เพิ่ม หรือลดการใช้ทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้ทันทีตามนโยบายการดำเนินธุรกิจ โดยไม่ต้องลงทุนในการติดตั้งระบบเครือข่าย นอกจากนั้นองค์กรต่าง ๆ ยังสามารถเลือกใช้คลาวด์คอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ (Cloud Service Provider : CSP) ได้ ปัจจุบันมีการใช้ระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ในงานด้านต่าง ๆ ขององค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนมากขึ้น โดย NIST ได้กำหนดการใช้คลาวด์คอมพิวเตอร์เป็น 4 รูปแบบ [3] ดังนี้

1. คลาวด์สาธารณะ (Public Cloud) เป็นระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่ให้บริการและจัดการโครงสร้างพื้นฐานสำหรับบุคคลทั่วไป โดยผู้ให้บริการจากภายนอกเครือข่ายองค์กร เช่น AWS, Windows Live และ iCloud เป็นต้น

2. คลาวด์ส่วนบุคคล (Private Cloud) เป็นระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่สามารถติดตั้งเพื่อให้บริการภายในองค์กรได้ โดยให้บริการระบบเครือข่าย เซิร์ฟเวอร์ และอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล ระบบคลาวด์ส่วนบุคคลซึ่งเป็นโปรแกรมคลาวด์สตอเรจ (Cloud Storage) เช่น Nextcloud, ownCloud, Seafile, Pydio และ Tonido เป็นต้น

3. คลาวด์ชุมชน (Community Cloud) เป็นโครงสร้างพื้นฐานระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่ให้บริการสำหรับองค์กรทั่วไป องค์กรต่าง ๆ สามารถทำงานร่วมกันได้โดยการแชร์สภาพแวดล้อมของคลาวด์ที่มีความต้องการพิเศษร่วมกัน และจัดการโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้โดยองค์กรใดองค์กรหนึ่งหรือผู้ให้บริการคลาวด์

4. คลาวด์แบบผสม (Hybrid Cloud) เป็นระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ที่ให้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่มีองค์ประกอบของคลาวด์สาธารณะและคลาวด์ส่วนบุคคลทำงานร่วมกัน ในองค์กรมีการใช้คลาวด์ส่วนบุคคลที่ติดตั้งไว้ภายในองค์กรเอง เพื่อเป็นโฮสต์แอปพลิเคชัน การให้บริการ และจัดเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อนทั้งหมด ซึ่งมีระดับของความปลอดภัยที่ค่อนข้างสูง

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการเปรียบเทียบการทำงานของคลาวด์สตอเรจ 5 โปรแกรม ได้แก่ Nextcloud, ownCloud, Seafile, Pydio และ Tonido เนื่องจากคลาวด์ส่วนบุคคลที่กล่าวมาได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน [4-6] เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงาน ให้เป็นทางเลือกในการใช้งานขององค์กรต่าง ๆ เป็นการจัดสรรทรัพยากรของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มาแบ่งปันในลักษณะของการให้บริการ (Software as a Services: SaaS) โดยการประมวลผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ด้วยการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องมาเชื่อมต่อกันและทำงานร่วมกัน โดยที่คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องนั้นไม่จำเป็นต้องมีฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ที่เหมือนกันแต่สามารถใช้งานร่วมกัน รวมทั้งสามารถบริหารจัดการระบบทั้งหมดผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งเกิดความเสียหายก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่น ๆ เนื่องจากระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ จะมีการสวิตช์การประมวลผลจากเครื่อง

ที่เสียหายไปยังอีกเครื่องหนึ่งโดยอัตโนมัติทันที และผู้ใช้บริการยังสามารถใช้งานข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงกับการให้บริการแต่อย่างใด และเพื่อให้เป็นแนวทางในการใช้งานขององค์กรต่าง ๆ ในการใช้คลาวด์สตอเรจต่อไป

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของคลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอสบนเซิร์ฟเวอร์แบบเวอร์ชวลไลเซชันสำหรับองค์กร

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

Nextcloud ก่อตั้งในปี 2559 โดย Frank Karlitschek บริษัทได้พัฒนา Enterprise File Sync and Share แบบโอเพ่นซอสและดำเนินการตามวิสัยทัศน์ ซึ่งเป็นการยกระดับมาตรฐานสำหรับโซลูชันที่โฮสต์ Nextcloud ได้กลายเป็นโซลูชันที่เป็นที่ต้องการมากที่สุด ตามรายงานของ Google Trends และได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นผู้นำในอุตสาหกรรม Enterprise File Sync and Share ในองค์กร [7]

ownCloud ได้ก่อตั้งขึ้นในปี 2554 เทคโนโลยีสารสนเทศมีการควบคุมที่ดีต่อข้อมูลขององค์กรโดยรวม การเข้าถึงของผู้ใช้โดยไม่มีข้อจำกัดพร้อมกับความเปิดเผยและความยืดหยุ่น รวมถึงการให้บริการเซิร์ฟเวอร์และพื้นที่จัดเก็บภายในองค์กร โดยมีความเชี่ยวชาญทางธุรกิจและซอฟต์แวร์โอเพ่นซอร์สอย่างมาก เป็นทางเลือกแทนคลาวด์สาธารณะ ความปลอดภัยทางดิจิทัล และปกป้องความคุ้มครองข้อมูล [8]

Seafile ก่อตั้งขึ้นในปี 2555 เป็นแพลตฟอร์มการซิงค์และแชร์ไฟล์ระดับองค์กรแบบโอเพ่นซอสที่มีความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพสูง Seafile มีฟีเจอร์ที่คล้ายกับ Dropbox, Google Drive และ Office 365 คุณสมบัติหลักของ Seafile คือการซิงค์และแชร์ไฟล์ระดับองค์กรที่มีความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพสูง ได้รับการออกแบบให้เป็นที่เก็บไฟล์บนคลาวด์ที่เชื่อถือ มีแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการส่วนใหญ่ เช่น Windows, Mac OS, Linux, iOS และ Android [9]

Pydio ก่อตั้งขึ้นในปี 2555 และเป็นผู้นำในตลาด Document Sharing and Collaboration (DSC) ขององค์กรที่โฮสต์เอง มีพันธกิจในการพัฒนาซอฟต์แวร์โอเพ่นซอสคุณภาพสูงที่โฮสต์เองสำหรับองค์กรที่คำนึงถึงความปลอดภัย Pydio Cells เป็นแพลตฟอร์ม Document Sharing and Collaboration (DSC) แบบโอเพ่นซอสออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับองค์กรที่ต้องการการแชร์เอกสารขั้นสูงและการทำงานร่วมกันโดยปราศจากการแลกเปลี่ยนด้านความปลอดภัยหรือการปฏิบัติตามข้อกำหนด [10]

Tonido ก่อตั้งขึ้นในปี 2552 แพลตฟอร์มคลาวด์ส่วนบุคคล โดยมีพันธกิจในการเก็บรักษาข้อมูลการพัฒนาของ Tonido ขยายความสามารถด้วยโซลูชันอย่าง TonidoPlug ซึ่งเป็น NAS แบบ "คลาวด์ในปลั๊ก" สำหรับธุรกิจขนาดเล็ก มอบพื้นที่เก็บข้อมูลไม่จำกัด การรักษาความปลอดภัยข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และการเข้าถึงที่ง่ายดายจากทุกที่และทุกอุปกรณ์ [11]

แบนด์วิดท์ (Bandwidth) แบนด์วิดท์เป็นความกว้างของช่องสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารผ่านตัวกลางเป็นระยะทางระหว่างคลื่นสัญญาณความถี่สูงสุดและความถี่ต่ำสุดที่ใช้เป็นช่องทางการสื่อสาร โดยแบนด์วิดท์จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเครื่องส่ง ตัวกลาง และเครื่องรับ ในระบบเครือข่ายและการสื่อสารมีการใช้แบนด์วิดท์ 2 รูปแบบ [12] คือ

1) แบนด์วิดท์ในเฮิรตซ์ (Bandwidth in Hertz) เป็นช่วงของความถี่ที่สามารถผ่านช่องสื่อสารได้ โดยมีหน่วยการนับที่เรียกว่า Hertz (Hz) ซึ่ง 1 Hz คือสัญญาณที่เกิดขึ้น 1 ครั้งในเวลา 1 วินาที และในระบบการสื่อสารจะมีทั้ง KHz (KiloHertz), MHz (MegaHertz) และ GHz (GigaHertz) ตัวอย่างเช่น แบนด์วิดท์ของการใช้บริการสายสัญญาณโทรศัพท์เป็น 4 KHz เป็นต้น

2) แบนด์วิดท์ในบิตต่อวินาที (Bandwidth in Bits per Seconds) เป็นส่วนของแบนด์วิดท์ที่สามารถใช้ค่าอ้างอิงเป็นจำนวนบิตต่อวินาทีในช่องทางสื่อสารหรือลิงก์ หรือเป็นความสามารถในการส่งข้อมูลบนเครือข่าย ตัวอย่างเช่น แบนด์วิดท์ของเครือข่ายกิกะบิตอีเทอร์เน็ต (หรือลิงก์ในเครือข่าย) มีค่าสูงถึง 1,000 Mbps หรือ 1 Gbps ความหมายก็คือระบบเครือข่ายนี้สามารถมีอัตราส่งได้ถึง 1,000 Mbps

ทราฟฟิค (Throughput) [12] ทราฟฟิคเป็นอัตราการวัดตามความเป็นจริงในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย หรือเป็นความสำเร็จของการนำส่งข้อมูลจากต้นทางไปถึงปลายทางในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งจากหัวข้อที่ผ่านมา แบนด์วิดท์เป็นค่าของบิตต่อวินาทีและทราฟฟิคก็มีความคล้ายคลึงกัน แต่จะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย เช่น ลิงก์ของเครือข่ายอาจจะมีแบนด์วิดท์เป็น x Bps แต่ผู้ใช้เครือข่ายสามารถส่งข้อมูลผ่านลิงก์ได้ y Bps เท่านั้น (โดยให้ค่า y น้อยกว่า x) หรืออธิบายเพิ่มเติมก็คือแบนด์วิดท์เป็นอัตราส่งที่เป็นไปได้ของลิงก์และทราฟฟิคเป็นอัตราส่งที่สามารถส่งข้อมูลได้ตามความเป็นจริง ตัวอย่างของการส่งข้อมูลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์คือ เครือข่ายอาจจะมีแบนด์วิดท์ของลิงก์เป็น 1000 Mbps แต่อุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบเครือข่ายอาจจะสามารถส่งข้อมูลได้เพียง 100 Mbps เท่านั้น และไม่สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่า 100 Mbps ได้

เวลาตอบสนอง (Response Time) [12] คือช่วงระยะเวลาระหว่างที่มีการร้องขอข้อมูล จนได้รับข้อมูลที่ร้องขอนั้น หรือการวัดเวลาที่ผ่านไปทั้งหมดระหว่างการเริ่มต้นและความสำเร็จของงาน ตัวอย่างเช่น บนอินเทอร์เน็ต เวลาตอบสนองคือเวลาที่ใช้หลังจากที่ผู้ใช้กดปุ่ม Enter และเบราว์เซอร์แสดงเว็บเพจที่ร้องขอ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รติมา คงขุบ และ จุฑาทิพย์ สุรารักษ์ [13] ได้ศึกษาเรื่อง แนวทางการประยุกต์ใช้คลาวด์คอมพิวเตอร์ในการแก้ไขปัญหาการติดตามงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของแผนกบริการลูกค้า (Customer Service) งานวิจัยนี้ได้นำคลาวด์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ Google Sheet, Gmail และ Google Calendar มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการติดตามงานที่อยู่นอกเหนือกระบวนการผลิต

ไกรยวิรัช ศุภโสภางค์ [14] ได้ศึกษาเรื่อง การวัดและการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบันทึกเหตุการณ์บนการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ งานวิจัยนี้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบบันทึกเหตุการณ์บนการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆหรือคลาวด์ และทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบันทึกเหตุการณ์เพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยกำหนดการทำงานของโปรเซสล็อกเกอร์ภายในหน่วยประมวลผลกลาง และวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพดังกล่าว จำเป็นที่จะต้องใช้ผลวิเคราะห์จากการวัดและทดสอบประสิทธิภาพของฮาร์ดแวร์ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบบันทึกเหตุการณ์เมื่อได้ผลการวัดประสิทธิภาพของระบบบันทึกเหตุการณ์

Yan [15] ได้ศึกษาเรื่อง การให้บริการคลาวด์สตอเรจ ในบทความนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์สถานะของการพัฒนาระบบเก็บข้อมูลในคลาวด์ โดยสำรวจเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับคลาวด์รวมถึงโครงสร้างและคุณสมบัติของแพลตฟอร์มคลาวด์ งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอระบบจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์สตอเรจสาธารณะ (Public Cloud Storage) ประกอบด้วย Dropbox, Google Drive และ iCloud โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบการจัดเก็บข้อมูลระบบไฟล์ การถ่ายโอนไฟล์ แอปพลิเคชัน และแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน

สุชสุตา ขุนราช [16] ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคลาวด์คอมพิวเตอร์ในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) จากการศึกษาพบว่า SMEs ประสบปัญหาทางด้านการเงินงบประมาณจำกัด ปัญหาด้านแรงงาน ขาดแคลนแรงงาน ขาดความรู้และทักษะในการทำงาน การนำคลาวด์มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินธุรกิจจึงพิจารณาที่ต้นทุน การใช้งานที่สะดวกและง่ายการตัดสินใจของผู้บริหาร รวมถึงความน่าเชื่อถือของผู้ให้บริการ

อนันต์ สมไร่ชิง [17] ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์เสมือนกับฮาร์ดแวร์ทางกายภาพ กรณีศึกษา : กรมเทคโนโลยีสารสนเทศและอวกาศกลาโหม งานวิจัยนี้ได้จัดทำเครื่องเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ขึ้นด้วยฮาร์ดแวร์ 2 แบบ คือ ฮาร์ดแวร์

ทางกายภาพ และฮาร์ดแวร์เสมือน โดยผลวิจัยแสดงให้เห็นขีดความสามารถของเซิร์ฟเวอร์ ระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์บนฮาร์ดแวร์ทางกายภาพมีศักยภาพการทำงานสูงกว่าฮาร์ดแวร์เสมือน

สุวัฒน์ ทองคงใหม่ [18] ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เสมือนสำหรับองค์กร การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยนำระบบเซิร์ฟเวอร์เสมือนมาติดตั้งใช้แทนระบบเดิมโดยมีเครื่องมือประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์ 2 เครื่องที่ทำงานร่วมกันเป็นระบบคลัสเตอร์ (Clustering) กับที่จัดเก็บข้อมูลภายนอกหนึ่งชุด และใช้ระบบปฏิบัติการ VMWARE VSPHERE 4.1 ESSENTIALPLUS จากนั้นทำการย้ายเครื่องเซิร์ฟเวอร์เก่าที่มีทั้งหมด 42 เครื่องไปเป็นเซิร์ฟเวอร์เสมือน ทดสอบการใช้งาน แล้วจึงคำนวณและเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างระบบเดิมกับระบบเซิร์ฟเวอร์เสมือน

จากงานวิจัยที่นำมาอ้างอิงมีประเด็นที่น่าสนใจ 2 ประเด็นคือ

1) เป็นการให้บริการในการจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์สาธารณะ (Public Cloud Storage) ขององค์กร เช่น Dropbox, Google Drive และ iCloud

2) การเปรียบเทียบการจัดเก็บข้อมูลขององค์กรระหว่าง ฮาร์ดแวร์ทางกายภาพ (Physical Hardware) กับฮาร์ดแวร์เสมือน (Virtualization Hardware)

งานวิจัยที่น่าสนใจมีจุดเด่นของงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1) ในงานวิจัยนี้ใช้ฮาร์ดแวร์เสมือน (Virtualization Hardware) หรือเทคนิคแบบเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ ทำให้องค์กรสามารถใช้ทรัพยากรทางสารสนเทศได้อย่างคุ้มค่า และลดปัญหาการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนระบบเครือข่ายขององค์กร

2) ในงานวิจัยนี้เป็นการให้บริการจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์ส่วนบุคคล (Private Cloud Storage) ซึ่งมีจุดเด่นในด้านการจัดการความปลอดภัยให้กับข้อมูลของผู้ใช้บริการ

3) ในงานวิจัยนี้ยังใช้โปรแกรมคลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอสที่องค์กรทั่วโลกนำมาติดตั้งใช้งาน ซึ่งจุดเด่นของโอเพ่นซอสก็คือ ไม่มีค่าลิขสิทธิ์ในการใช้ซอฟต์แวร์ ทำให้องค์กรประหยัดค่าใช้จ่ายและมีความปลอดภัยในการจัดข้อมูลขององค์กรอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์คลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอส จำนวน 5 โปรแกรมคือ Seafile, ownCloud, Pydio, Todino และ NextCloud ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานจริงในองค์กรทั่วไป มาติดตั้งบนเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ และทดสอบการทำงานบนสภาพแวดล้อมของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งมีอุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินงาน ดังนี้

1) ฮาร์ดแวร์ แล็ปท็อป 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- 1) CPU Intel Core i7 4712MQ @2.30 GHz
- 2) RAM 12.00 GB DDR4 DRAM 798 MHz
- 3) Model EA50_HWS Ver.1.02
- 4) SSD 1 TB และ 5) Intel(R) HD Graphics 4600

2) ซอฟต์แวร์ ประกอบด้วย (1) ระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 16.04 (2) โปรแกรมเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ KVM (Kernel-base Virtual Machine) (3) โปรแกรม NewRelic (4) โปรแกรมคลาวด์สตอเรจ (5) โปรแกรม ประกอบด้วย Nextcloud 14, ownCloud 10.0.3, Seafile 6.3.4, Pydio 8 และ Tonido 14.90.0.34030

2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

2.1 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 16.04

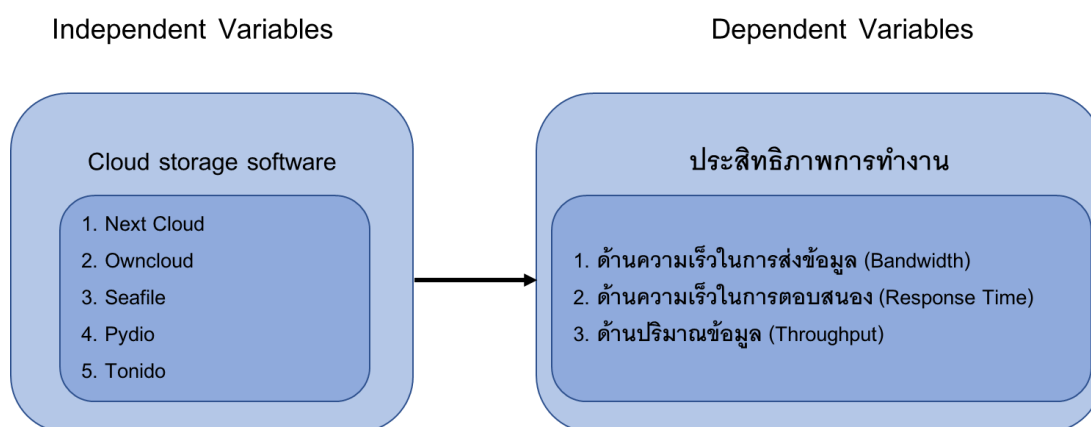
2.2 ติดตั้งโปรแกรมเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ KVM_(Kernel-base Virtual Machine)

2.3 ติดตั้งโปรแกรมคลาวด์สตอเรจบนเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 5 โปรแกรม Nextcloud, ownCloud, Seafile, Pydio และ Tonido

2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) Bandwidth 2) Response Time 3) Throughput

2.5 จัดเตรียมเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพของคลาวด์สตอเรจ 1) ศึกษาแนวทางการวัดประสิทธิภาพ 2) ออกแบบการทดลองในการวัดประสิทธิภาพ 3) จัดเตรียมข้อมูลที่เป็นในการวัดประสิทธิภาพ 4) ติดตั้งและทดสอบวิธีการวัดประสิทธิภาพ

2.6 ทดสอบประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์คลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอร์ส 1) ติดตั้งซอฟต์แวร์คลาวด์สตอเรจทั้ง 5 โปรแกรมบนเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ 2) ตั้งค่าคอนฟิกให้คลาวด์สตอเรจทั้ง 5 โปรแกรมสามารถให้บริการได้ 3) ติดตั้งเครื่องมือสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ 4) ทดสอบประสิทธิภาพและบันทึกผล 5) แสดงรายงานผลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย



ภาพที่ 1 โมเดลเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของคลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอร์สบนเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์

3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth ของการ Download, Upload, ค่า Response Time ซึ่งเป็นการตอบกลับช่วงเวลาระหว่างคำขอของผู้ใช้งานและเวลาที่ส่งค่าคืนให้กับคำขอของผู้ใช้งาน และค่า Throughput เป็นจำนวน Transaction/Request ที่ถูกสร้างขึ้นหรือทำงานได้ในช่วงเวลาการทดสอบหนึ่ง ค่าใช้สำหรับบอกว่า ระบบงานมีความสามารถในการจัดการงานจำนวนเท่าไรในแต่ละหนึ่งหน่วยเวลานั้น ๆ บนคลาวด์สตอเรจ

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของคลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอร์สบนเซิร์ฟเวอร์แบบเวอร์ชวลไลเซชันสำหรับองค์กรสามารถสรุปผลวิจัย ได้ตารางที่ 1-5

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth การ Upload จาก Client 1 เครื่อง

Cloud Storage	Bandwidth การ Upload / minutes			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
Nextcloud	2.42	2.47	2.39	2.43
ownCloud	3.46	3.03	3.42	3.30
Seafile	1.03	1.03	1.04	1.03
Pydio	1.48	1.43	1.40	1.44
Tonido	2.45	2.40	2.27	2.40

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth การ Upload บนคลาวด์สตอเรจ ขนาดไฟล์ที่ใช้ในการทดสอบ 1.2 GB จากผลการทดสอบจะเห็นว่าคลาวด์สตอเรจที่มีการ Upload ไฟล์ได้เร็วที่สุดตามลำดับ ดังนี้ 1) Seafile โดยใช้เวลาในการ Upload ไฟล์ เฉลี่ย 1.03 นาที 2) Pydio โดยใช้เวลาในการ Upload ไฟล์ เฉลี่ย 1.44 นาที ลำดับ 3) Tonido โดยใช้เวลาในการ Upload ไฟล์ เฉลี่ย 2.40 นาที ลำดับ 4) Nextcloud โดยใช้เวลาในการ Upload ไฟล์ เฉลี่ย 2.43 นาที และลำดับ 5) ownCloud ใช้เวลาในการ Upload ไฟล์ ช้าที่สุด ถึง 3.30 นาที

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth การ Download จาก Client 1 เครื่อง

Cloud Storage	Bandwidth การ Download/minutes			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
Nextcloud	0.47	0.48	0.45	0.47
ownCloud	1.12	0.45	1.14	0.90
Seafile	0.43	0.55	0.38	0.45
Pydio	0.34	0.43	0.41	0.39
Tonido	0.44	0.44	0.41	0.43

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth การ Download บนคลาวด์สตอเรจ ขนาดไฟล์ที่ใช้ในการทดสอบ 1.2 GB จากผลการทดสอบจะเห็นว่าคลาวด์สตอเรจที่มีการ Download ไฟล์ได้เร็วที่สุด ตามลำดับดังนี้ 1) Pydio โดยใช้เวลาในการ Download ไฟล์ เฉลี่ย 0.39 นาที ลำดับ 2) Tonido โดยใช้เวลาในการ Download ไฟล์ เฉลี่ย 0.43 นาที ลำดับ 3) Seafile โดยใช้เวลาในการ Download ไฟล์ เฉลี่ย 0.45 นาที ลำดับ 4) Nextcloud โดยใช้เวลาในการ Download ไฟล์ เฉลี่ย 0.47 นาที และลำดับ 5) ownCloud ใช้เวลาในการ Download ไฟล์ ช้าที่สุดถึง 0.90 นาที

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Response Time จาก Client 40 เครื่อง

Cloud Storage	Time Picker /Last 60 minutes ending now					
	10 min	20 min	30 min	40 min	50 min	60 min
Nextcloud (ms)	27,200	25,900	5,560	278	26,400	55,100
Owncloud (ms)	1,710	12,000	18,900	2,890	20,200	1,930
Seafile (ms)	2,530	2,530	2,520	2,520	3,030	3,060
Pydio (ms)	8,300	15,100	17,300	32,200	41,400	6,360
Tonido (ms)	44.6	27.4	765	65.3	1,040	1,160

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Response Time ซึ่งเป็นการตอบกลับช่วงเวลาระหว่างคำขอของผู้ใช้งานและเวลาที่ส่งค่าคืนให้กับคำขอของผู้ใช้งาน วัดจากระยะเวลา 60 นาที แบ่งเป็น 6 ช่วง โดยคิดเป็นช่วงระยะเวลาละ 10 นาที ดังต่อไปนี้ 10 นาทีแรก Nextcloud ใช้ระยะเวลา 27,200 ms ต่อมา ownCloud ใช้ระยะเวลา 1,710 ms ต่อมา Seafile ใช้ระยะเวลา 2,530 ms ต่อมา Pydio ใช้ระยะเวลา 8,500 ms และ Tonido ใช้ระยะเวลา 44.6 ms จะเห็นได้จากการยกตัวอย่างในเวลา 30 นาทีแรก กราฟหรือตัวเลขในตารางจะมีค่าขึ้นลงที่สูงและต่ำไปแบบนี้เรื่อย ๆ แต่เห็นได้ว่า Nextcloud มีประสิทธิภาพในการตอบกลับต่อผู้ใช้งานได้ดีกว่า ownCloud, Seafile, Pydio และ Tonido

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Throughput จาก Client 40 เครื่อง

Cloud Storage	Time Picker /Last 60 minutes ending now					
	10	20	30	40	50	60
Nextcloud (rpm)	112.00	71.90	88.40	95.40	97.70	60.20
ownCloud (rpm)	64.70	89.30	82.90	150.00	67.50	70.80
Seafile (rpm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Pydio (rpm)	154.00	128.00	95.10	52.00	22.30	16.00
Tonido (rpm)	203.00	1.79	1.33	3.90	0.67	0.65

**หมายเหตุ rpm คือ rounds per minute

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Throughput ของคลาวด์สตอเรจบนเวอร์ชันไลเซนส์เซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีขนาดไฟล์ 1.2 GB ทั้ง 5 โปรแกรม จากผลทดสอบใช้ช่วงระยะเวลา 10 นาทีแรก Tonido ใช้ความเร็ว 203 rpm ต่อมา Pydio ใช้ความเร็ว 154 rpm ต่อมา Nextcloud ใช้ความเร็ว 112.00 rpm ต่อมา ownCloud ใช้ความเร็ว 64.70 rpm และ Seafile ใช้ความเร็ว 1.00 rpm ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Throughput ในส่วนนี้คือการทดสอบการทำงานเป็นจำนวน Transaction/Request ที่ถูกสร้างขึ้นหรือทำงานได้ในช่วงระยะเวลา 1 รอบของการทำงานของระบบ จะเห็นได้ว่า Tonido มีการร้องขอได้เร็วกว่า Pydio, Nextcloud, ownCloud, และ Seafile เป็นต้น

ตารางที่ 5 การจัดลำดับประสิทธิภาพของคลาวด์สตอเรจด้านต่าง ๆ

เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ด้านต่าง ๆ	การจัดลำดับประสิทธิภาพ Cloud Storage				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
Bandwidth (Download)	Pydio	Tonido	Seafile	Nextcloud	ownCloud
Bandwidth (Upload)	Seafile	Pydio	Tonido	Nextcloud	ownCloud
Response Time	Nextcloud	Pydio	Ownccloud	Seafile	Tonido
Throughput	Nextcloud	Ownccloud	Pydio	Tonido	Seafile

**หมายเหตุ วัดจากค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย = ข้อมูลทั้งหมด/จำนวนของข้อมูล (ข้อมูลทั้งหมด จากตารางที่ 1, 2, 3 และ 4 จำนวนของข้อมูล จากการแบ่งช่วงเวลาออกเป็น 6 ช่วง) ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลจากตารางที่ 4 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Throughput ของคลาวด์สตอเรจทั้ง 5 โปรแกรม ดังต่อไปนี้

- Nextcloud มีข้อมูลดังนี้ 112.00, 71.90, 88.40, 95.40, 97.70 และ 60.20

ค่าเฉลี่ย = $(112.00+71.90+88.40+95.40+97.70+60.20)/6$ ดังนั้นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.60

- ownCloud มีข้อมูลดังนี้ 64.70, 89.30, 82.90, 150.00, 67.50 และ 70.80
ค่าเฉลี่ย = $(64.70+89.30+82.90+150.00+67.50+70.80)/6$ ดังนั้นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.53
- Seafile มีข้อมูลดังนี้ 1.00, 1.00, 1.00, 1.00, 1.00 และ 1.00
ค่าเฉลี่ย = $(1.00+1.00+1.00+1.00+1.00)/6$ ดังนั้นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00
- Pydio มีข้อมูลดังนี้ 154.00, 128.00, 95.10, 52.00, 22.30 และ 16.00
ค่าเฉลี่ย = $(154.00+128.00+95.10+52.00+22.30+16.00)/6$ ดังนั้นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.90
- Tonido มีข้อมูลดังนี้ 203.00, 1.79, 1.33, 3.90, 0.067 และ 0.65
ค่าเฉลี่ย = $(203.00+1.79+1.33+3.90+0.67+0.65)/6$ ดังนั้นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.22

การจัดลำดับวัดจากค่ามากไปน้อย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Nextcloud มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 1 (87.60) ownCloud มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 2 (87.53) Pydio มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 3 (77.90) Tonido มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 4 (35.22) และ Seafile มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับสุดท้าย (1.00)

การศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของคลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอสบนเซิร์ฟเวอร์แบบเวอร์ชวลไลเซชันสำหรับองค์กร ของคลาวด์สตอเรจทั้ง 5 โปรแกรม โดยใช้ระบบปฏิบัติการ Linux Ubuntu Server เพื่อประยุกต์ใช้ใน Virtualization Server จากการศึกษา พบว่า ผลที่ได้จากโปรแกรมที่ใช้บันทึกผลการทดสอบจะแสดงให้เห็นว่าคลาวด์สตอเรจทั้ง 5 โปรแกรม มีคุณสมบัติการทำงานที่แตกต่างกัน โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Response Time ซึ่งเป็นการตอบกลับช่วงเวลาระหว่างคำขอของผู้ใช้งานและเวลาที่ส่งค่าคืนให้กับคำขอของผู้ใช้งาน Nextcloud มีประสิทธิภาพในการตอบกลับต่อผู้ใช้งานได้ดี ส่วนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Throughput ซึ่งเป็นการร้องขอในช่วงระยะเวลา 1 รอบ ของการทำงานของระบบ จะเห็นได้ว่า Seafile มีการร้องขอได้เร็วกว่า Nextcloud ที่มีประสิทธิภาพในการตอบกลับต่อผู้ใช้งานได้ดีกว่า และผลการทดสอบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth ในการอัปโหลดไฟล์ จะเห็นได้ว่า Seafile อัปโหลดได้เร็วที่สุดเป็นลำดับแรก ส่วน Tonido มีการดาวน์โหลดไฟล์ได้เร็วที่สุดเป็นลำดับแรก ซึ่งในการเลือกใช้คลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอสในการใช้งานจริง ผู้ใช้อาจจะไม่สามารถรับประกันถึงความแตกต่างในการใช้ระบบ และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ที่ได้มากกว่าคลาวด์สตอเรจอื่น ๆ อาจจะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการเช่าระบบเครือข่ายในการจัดเก็บข้อมูลมากเกินไปพื้นที่ที่กำหนดของแต่ละคลาวด์

ดังนั้นการเลือกเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ใช้ เพื่อที่สามารถจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสมกับงาน และสร้างเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์บนฮาร์ดแวร์เครื่องเดียวได้หลายเครื่องเพื่อใช้ในการทำภารกิจที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยให้องค์กรธุรกิจสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น ต่อมาในเรื่องโครงสร้างพื้นฐานของในแต่ละองค์กรก็มีส่วนสำคัญที่จะส่งผลต่อการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อให้มีความเหมาะสมที่จะพิจารณาคุณสมบัติสำหรับระบบสารสนเทศขององค์กร และข้อได้เปรียบของระบบคลาวด์สตอเรจที่เหนือกว่าการแชร์ไฟล์แบบเดิมคือ ลดปัญหาการใช้งาน หรือทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่างระบบกัน และมีความปลอดภัยในการรักษาข้อมูลในองค์กรอีกด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของซอฟต์แวร์คลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอสด้านต่าง ๆ ประกอบด้วยด้าน Bandwidth (Download), Bandwidth (Upload), Response Time, Throughput แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth การ Upload จาก Client 1 เครื่อง การ Upload ขึ้นคลาวด์สตอเรจที่มีการ Upload ไฟล์ ได้เร็วที่สุดคือ Seafile ส่วนที่ 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Bandwidth การ Download จาก Client 1 เครื่องคลาวด์สตอเรจที่มีการ Download ไฟล์ ได้เร็วที่สุดคือ Pydio ส่วนที่ 3) เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Response Time จาก Client 40 เครื่อง พบว่า Nextcloud

มีประสิทธิภาพในการตอบกลับต่อใช้งานได้ดีที่สุด และส่วนที่ 4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้าน Throughput จาก Client 40 เครื่อง พบว่า Tonido มีการร้องขอได้เร็วที่สุดจากโปรแกรมที่ทดลองด้วยกัน

จากข้อมูลข้างต้น ประกอบไปด้วย ด้าน Upload, ด้าน Download, ด้าน Response Time, และด้าน Throughput ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ส่วนที่ดีที่สุดของการทดลองของ 5 โปรแกรม จะเรียงได้ดังนี้ 1.) Seafile, 2.) Pydio, 3.) Nextcloud, 4.) Nextcloud แต่ข้อมูลจากค่าเฉลี่ยโดยรวม แตกต่างจากค่าที่ได้ในการทดลองครั้งแรก โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย จะเห็นได้ว่า

1. Nextcloud มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 1 (87.60)
2. ownCloud มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 2 (87.53)
3. Pydio มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 3 (77.90)
4. Tonido มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 4 (35.22)
5. Seafile มีค่าเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 5 (1.00)

สามารถอธิบายได้ว่า ประสิทธิภาพของครมของคลาวด์สตอเรจบนเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ทั้ง 5 โปรแกรม ซึ่งเป็นคลาวด์สตอเรจส่วนบุคคลแบบโอเพ่นซอสที่ไม่มีค่าใช้จ่าย และใช้งานบนสภาพแวดล้อมของเครือข่ายและองค์ประกอบเดียวกัน มีประสิทธิภาพการทำงานและจุดเด่นที่แตกต่างกัน ทำให้องค์กรประหยัดค่าใช้จ่ายและสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีความสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เสมือนสำหรับองค์กร โดยผลการวิจัยพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เสมือนหรือเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ สามารถใช้เซิร์ฟเวอร์จริง (Physical Server) ต่อเซิร์ฟเวอร์เสมือน (Virtualization Server) เป็น 21:1 ทำให้องค์กรสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งการใช้พลังงานไฟฟ้าและพื้นที่ในการติดตั้ง เวลาในการตั้งค่าสภาพแวดล้อม ค่าลิขสิทธิ์ในการใช้ซอฟต์แวร์ และมีความยืดหยุ่นในการให้บริการ และงานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์การจัดเก็บข้อมูลแบบคลาวด์ระหว่างฮาร์ดแวร์ทางกายภาพ (Physical Hardware) กับฮาร์ดแวร์เสมือน (Virtualization Hardware) ผลการวิจัยพบว่าการใช้เทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชันมีความเหมาะสมกับองค์กร ทำให้องค์กรสามารถใช้ทรัพยากรทางสารสนเทศได้อย่างคุ้มค่า และข้อได้เปรียบของการติดตั้งคลาวด์สตอเรจบนเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์ก็คือ ทำให้ลดปัญหาการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนระบบเครือข่ายขององค์กร รวมทั้งงานวิจัยเรื่อง การให้บริการคลาวด์สตอเรจ โดยในงานวิจัยเป็นการนำเสนอระบบจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์สตอเรจสาธารณะ (Public Cloud Storage) ที่ทำการเปรียบเทียบ Dropbox, Google Drive และ iCloud โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบการจัดเก็บข้อมูล ระบบไฟล์ การถ่ายโอนไฟล์ แอปพลิเคชัน และแนวทางที่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรวางแผนและศึกษาข้อมูลระบบเครือข่ายขององค์กรเป็นอย่างดีก่อนที่จะทำการติดตั้งระบบเวอร์ชวลไลเซชันและโปรแกรมคลาวด์สตอเรจ
2. ในการติดตั้งและให้บริการระบบคลาวด์ส่วนบุคคลในรูปแบบคลาวด์สตอเรจ ควรศึกษาข้อมูลของโปรแกรมและเวอร์ชันของโปรแกรมเสริมต่าง ๆ ให้ตรงกับคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ที่จะนำมาใช้เป็นเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์
3. ผู้มีหน้าที่ดูแลระบบควรวางแผนในด้านของจำนวนผู้ใช้ พื้นที่ให้บริการกับผู้ใช้แต่ละคน เพื่อให้สอดคล้องกับทรัพยากรของระบบเวอร์ชวลไลเซชันเซิร์ฟเวอร์
4. ควรจะใช้ Server (Physical) 1 เครื่อง ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยการติดตั้งระบบเวอร์ชวลไลเซชันเพื่อให้สามารถเป็น 5 Server (Virtualization) ที่สามารถรองรับโปรแกรมคลาวด์สตอเรจแบบโอเพ่นซอสได้ทั้ง 5 โปรแกรม (VM ละ 1 โปรแกรม)

เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Silberschatz, P.B. Galvin and G. Gagne, *Operating System Concepts*, 10th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018.
- [2] W. Stallings and B. Lawrie, *Computer Securit: Principles and Practice*. 4th ed. Boston: Pearson, 2019.
- [3] National Institute of Standards and Technology U.S.Department of Commerce. (2023, February 20). *Cloud Computing*. [Online]. Available: <https://www.nist.gov>
- [4] Cloudwards. (2023, February 20). *Home Cloud Storage: Best Personal Options for 2023*. [Online]. Available: <https://www.cloudwards.net/diy-cloud-storage-tools>
- [5] Ubuntupit. (2023, February 20). *Best Cloud Storage for Linux: 15 Reviewed for Linux Nerds*. [Online]. Available: <https://www.ubuntupit.com/best-cloud-storage-for-linux-reviewed-and-compared-for-linux-nerds>
- [6] Containerize. (2023, February 20). *Top 5 open source cloud storage software in 2021*. [Online]. Available: <https://blog.containerize.com/th/top-5-open-source-cloud-storage-software-in-2021/> (in Thai)
- [7] Nextcloud. (2023, February 20). *History of Nextcloud*. [Online]. Available: <https://nextcloud.com>
- [8] ownCloud. (2023, February 20). *About us Rooted in open-source culture, engineering for enterprise*. [Online]. Available: https://oc.owncloud.com/rs/038-KRL-592/images/ownCloud-company_profile-EN.pdf
- [9] Seafile. *About Seafile*. (2023, February 20). [Online]. Available: <https://www.seafile.com/en/home>
- [10] Pydio. (2023, February 20). *About Pydio*. [Online]. Available: <https://pydio.com/en>
- [11] Tonido. (2023, February 20). *The Sun Sets on Tonido*. [Online]. Available: <https://www.tonido.com>
- [12] C. Savithi, *Computer Network Security*, Bookplus Publishing Co.,Ltd, 2023. (in Thai)
- [13] R. Kongchup and J. Surarak, *Guidelines for Applying Cloud Computing to Solve Task Tracking Problems to Improve Efficiency in the Customer Service Department*, Burapha University, 2021. (in Thai)
- [14] K. Suppasopapong, "Measurement and Improvement of Cloud Logging Systems", M.S. Thesis, Computer Science, Naresuan University, 2018. (in Thai)
- [15] C. Yan, "Cloud Storage Services in Information Technology", M.S. Thesis, Information Technology, Centria University of Applied Sciences, Kokkola, Finland, 2017.
- [16] S. Khunrach, "Applying Cloud Computing to Small and Medium Sized Enterprised in Thailand", M.S. Thesis, Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University, 2016. (in Thai)
- [17] A. Somraikhing, "Performance Comparsion Between Physical Cloud Storage Server and Virtual Cloud Storage Server Case Study: Defence Information and Technology Department", M.S. Thesis, Department of Computer and Communication Technology Faculty of Engineer, Dhurakij Pundit University, 2014. (in Thai)
- [18] S. Tongkongmai, "An Enterprise Application of Server Virtualization Technology", M.S. Thesis, Department of Information System, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2015. (in Thai)