เครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน

ธนะโรจน์ เจริญพุฒิวัฒน์[1*] และ อุทาน บูรณศักดิ์ศรี[1]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
*164480322003-st@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบภายในองค์กรเริ่มเปลี่ยนจากการลงทุนในทรัพยากรของตัวเองมาใช้ระบบเช่าจากผู้ให้บริการคลาวด์ ในปัจจุบันมีบริการที่หลากหลายจากผู้ให้บริการจำนวนมากให้องค์กรสามารถเลือกได้ตามความต้องการ การใช้คลาวด์มีจุดประสงค์หลักคือเพื่อลดค่าใช้จ่าย ระบบองค์กรส่วนใหญ่ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจึงเลือกคูเบอร์เนเตสซึ่งเป็นแพลตฟอร์มโอเพ่นซอร์สที่ใช้ติดตั้งระบบที่มีความทนทาน แต่องค์กรอาจประสบปัญหาของการเลือกใช้ทรัพยากรเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานของระบบคูเบอร์เนเตสซึ่งวิธีการทั่วไปคือการใช้คนในการวิเคราะห์เพื่อเลือกคุณสมบัติของเซิร์ฟเวอร์หรืออาจใช้ประสบการณ์รายบุคคลเพื่อประเมิน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส เพื่อช่วยให้องค์กรสามารถเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่ามากที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชันของพวกเขา ซึ่งงานวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการวิเคราะห์และการประมวลผลข้อมูลเพื่อหาค่าที่คุ้มค่าสูงสุดสำหรับทรัพยากร เครื่องมือที่สร้างขึ้นจะใช้ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณการใช้งานทรัพยากรเซิร์ฟเวอร์ในแต่ละช่วงเวลาและข้อมูลประสบการณ์รายบุคคลเพื่อประเมินคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน ผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้จะช่วยให้องค์กรทำการเลือกทรัพยากรที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานในขอบเขตทรัพยากรที่สอดคล้องกับงบประมาณที่มีอยู่

คำสำคัญ: คลาวด์ คูเบอร์เนเตส การเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่า

A Model-Based Tool on Kubernetes Platform for Selecting the Most Cost-Effective Resources for Web Applications

Thanaroj Charoenphuthiwat[1*] and Utharn Buranasaksee[1]

[1]Science and Technology Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
*164480322003-st@rmutsb.ac.th

Abstract

On-premise systems have started to shift from investing in their own resources to renting systems from cloud providers. Nowadays, there are a variety of services from many service providers that organizations can choose according to their needs. The main purpose of using the cloud is to reduce costs. Most enterprise systems run web applications and therefore choose Kubernetes, an open source platform to implement robust systems. But organizations may face the problem of selecting server resources suitable for their Kubernetes deployment. A common method is to use human analysis to select server properties or may use individual experience to evaluate. The purpose of this research is to design and develop a modeling tool on the Kubernetes platform. To help organizations select the most cost-effective resources for their web applications. This research consists of data analysis and processing steps to find the best value for the resource. The built-in tool uses factors such as server resource traffic over time and individual experience data to evaluate the eligibility for a web application. The results of this research will help organizations to select the most appropriate resources and effectively use them in the resource scope in line with their existing budget.

Keywords: Cloud, Kubernetes, Cost-effective

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบคลาวด์เป็นระบบที่องค์กรเริ่มที่จะลงทุนในทรัพยากรของตัวเองและมาใช้ระบบเช่า โดยปัจจุบันมีผู้ให้บริการหลายรายที่ให้บริการที่หลากหลาย เช่น AWS [1], Google Cloud Platform (GCP) [2] และ DigitalOcean [3] เป็นต้น การเช่าทรัพยากรช่วยองค์กรลดค่าใช้จ่ายของพนักงานที่มีความรู้ความชำนาญดูแลเซิร์ฟเวอร์ อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายของคลาวด์อาจมีค่าใช้จ่ายสูง หากองค์กรเลือกใช้ทรัพยากรเกินความจำเป็น ดังนั้น การเลือกใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมและเพียงพอจึงเป็นวิธีการที่น่าสนใจในปัจจุบัน ในระบบคลาวน์ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ เป็นค่าใช้จ่ายของ ไมโครเซอร์วิส (Microservices) [4] และมีแอปพลิเคชันที่รันอยู่บนพอร์ต (Pod) ของคูเบอร์เนเตส (Kubernetes) [5] ซึ่งแต่ละพอร์ต (Pod) จะรวมไมโครเซอร์วิส (Microservices) ต่าง ๆ เอาไว้รวมกันซึ่งทำงานปฏิสัมพันธ์กันอยู่ใน คลัสเตอร์ (Cluster) นั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้รองรับโหลดขนาดใหญ่ ซึ่งโหนดพวกนี้ก็มักจะมีค่าใช้จ่ายที่สูง

วิธีการลดต้นทุนนั้นมีหลายวิธีการ เช่น Amazon EC2 Spot [6] การเลือกใช้อินสแตนซ์สปอตในปริมาณงานที่เหมาะสมย่อมช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งการที่องค์กรสามารถนำมาใช้ในเรื่องของการบริหารจัดการต้นทุนระยะสั้น แต่ไม่ใช่ทุกงานจะเหมาะกับการใช้งานอินสแตนซ์สปอต (Spot instances) เช่นระบบบริหารและจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) [7] หรือระบบงานที่ต้องมีความพร้อมในการใช้งานตลอดเวลาซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมที่จะใช้งาน เนื่องจากอินสแตนซ์สปอตเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์สำรองที่ไม่ได้ใช้งานและนำมาให้เช่าในราคาที่ถูกลงถึง 90% ซึ่งแลกมากับการที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ไม่การันตีเรื่องความพร้อมสำหรับใช้งานตลอดเวลา อีกวิธีการหนึ่งคือการเลือกเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่มีคุณสมบัติต่ำเพื่อติดตั้งระบบงานและทำการทดสอบตามปริมาณการใช้งานที่ตั้งไว้ (Load testing) [8] หากคลาวด์ที่เลือกไว้ไม่เพียงพอสามารถอัปเกรดเพิ่มประสิทธิภาพได้ในภายหลัง แต่วิธีการนี้มีข้อเสียในเรื่องระยะเวลาไม่พร้อมใช้งานระหว่าง

การอัปเกรด และผู้ให้บริการอาจจะมีทรัพยากรไม่เพียงพอให้อัปเกรด ณ เวลานั้น ซึ่งไม่เหมาะกับระบบที่ต้องการให้ระบบพร้อมใช้งานตลอดเวลา

คูเบอร์เนเตส (Kubernetes) เป็นแพลตฟอร์มโอเพ่นซอร์สที่ได้รับความนิยมและเป็นมาตรฐานหนึ่งที่นิยมใช้มากที่สุดในตอนนี้สำหรับระบบที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา ระบบเหล่านี้นำมาใช้อย่างแพร่หลายสำหรับการปรับใช้งานของปริมาณงานที่หลากหลาย เช่น บิ๊กดาต้า เว็บเซอร์วิซ (Web service) และไอโอที (IoT) โดยจะสนับสนุนแอปพลิเคชันที่คล่องตัว ความสอดคล้องของสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการเคลื่อนย้ายระบบปฏิบัติการ (OS) รวมถึงการจัดการที่เน้นแอปพลิเคชันและการแยกทรัพยากร

จากงานวิจัยก่อนหน้า Zhiheng Zhong and Rajkumar Buyya [9] ได้กล่างถึงกลยุทธ์การจัดสรรงานที่แตกต่างกันสำหรับการจัดการคอนเทนเนอร์ที่คุ้มค่าผ่านการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและการ กำหนดราคาเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ยืดหยุ่นพร้อมคุณสมบัติหลักสามประการ ประการแรกคือการสนับสนุนการกำหนดค่างานที่ต่างกันเพื่อปรับตำแหน่งเริ่มต้นของคอนเทนเนอร์ลงในทรัพยากรที่มีอยู่ให้เหมาะสมโดยการบรรจุงาน อย่างที่สองคือการปรับขนาดคลัสเตอร์เพื่อให้ตรงกับภาระงานที่เปลี่ยนแปลงผ่านอัลกอริธึมการปรับขนาดอัตโนมัติ ตัวที่สามคือกลไกการตั้งเวลาใหม่เพื่อปิดการใช้งานเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ที่ใช้งานน้อยเกินไปเพื่อการประหยัดต้นทุนและจัดสรรงานที่เกี่ยวข้องใหม่โดยไม่สูญเสียความคืบหน้าของงาน แต่งานวิจัยดังกล่าวนั้นเป็นการปรับแต่งกลไกการทำงานของคูเบอร์เนเตส เพื่อลดต้นทุนของเซิร์ฟเวอร์ แต่พบว่าปัญหาของการเลือกใช้ทรัพยากรเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานของระบบ ต้องใช้คนในการวิเคราะห์เพื่อเลือกคุณสมบัติของเซอร์เวอร์ซึ่งยังขาดในเรื่องของการแนะนำการเลือกใช้เซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมทั้งราคา คุณสมบัติและประสิทธิภาพระบบ

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือสำหรับสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส(Kubernetes) เพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชันหรือซอต์ฟแวร์เพื่อช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ โดยแก้ปัญหาเรื่องการเลือกใช้คุณสมบัติเซิร์ฟเวอร์ให้เหมาะสมกับระบบ ปริมาณผู้ใช้งาน และระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้งบประมาณที่คุ้มค่า

2. วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชันแบ่งการพัฒนาออกเป็น 4 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยต้องศึกษาข้อมูลผู้ให้บริการระบบคลาวด์ที่รองรับการเช่าใช้งานเซิร์ฟเวอร์แบบแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส วิธีการติดตั้ง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาดังนี้ 1) ใช้ภาษา PHP สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อทดสอบโหลด 2) ใช้ฐานข้อมูล Mysql เพื่อจัดเก็บข้อมูล 3) ใช้การเขียนสคริปต์เพื่อตั้งค่าเซิร์ฟเวอร์ตามคุณสมบัติที่ต้องการทดสอบ 4) ใช้เครื่องทดสอบโหลด (WRK) เพื่อทดสอบโหลด 5) ใช้ผู้บริการคลาวด์จาก DigitalOcean เพื่อใช้งานบริการแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบประเมินผลการพัฒนาระบบเชิงคุณภาพโดยเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบที่พัฒนาขึ้นมากับวิธีการที่ในงานก่อนหน้าเพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน
2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน
3. เพื่อศึกษาผลการใช้เครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าเรื่องผู้ให้บริการระบบคลาวด์ที่รองรับการเช่าใช้งานเซิร์ฟเวอร์แบบแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส วิธีการติดตั้ง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าผู้ให้บริการเช่าใช้งานเซิร์ฟเวอร์ของ Digitalocean นั่นเป็นอีกเจ้าหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งมีราคาไม่แพงเกินไปเมื่อเทียบกับเจ้าอื่นๆ เพื่อให้ระบบสามารถเป็นเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชันได้นั้น เซิร์ฟเวอร์ต้องมีคุณสมบัติ 2 ประการ คือ 1) การสร้างเซิร์ฟเวอร์แบบแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส สามารถเลือก Datacenter region ได้ดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีข้อมูลให้เลือกหลากหลายเช่น Asia จะมี Region ของ Signapore ที่ใกล้ประเทศไทยมากที่สุด การเลือกใช้ Node ขั้นต่ำต้องเป็น 2 Nodes และสามารถเลือกคุณสมบัติของเซิร์ฟเวอร์ ราคา ได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งคุณสมบัติขั้นต่ำจะเป็น Basic nodes 1GB RAM/1 vCPUs $12/month per node($0.018/hour) 2) การสร้างเซิร์ฟเวอร์สำหรับติดตั้ง Database mysql version 5.7 โดยสร้างเซิร์ฟเวอร์แบบ Droplets 1 เซิร์ฟเวอร์ มีคุณสมบัติ 8CPUs 16GB RAM 320 GB SSD Disk Debian11 OS คุณสมบัติทั้งสองประการนี้ช่วยให้เครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน สามารถเป็นเครื่องมือที่แนะนำการเลือกทรัพยากรให้ผู้ที่พัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างคุ้มค่า

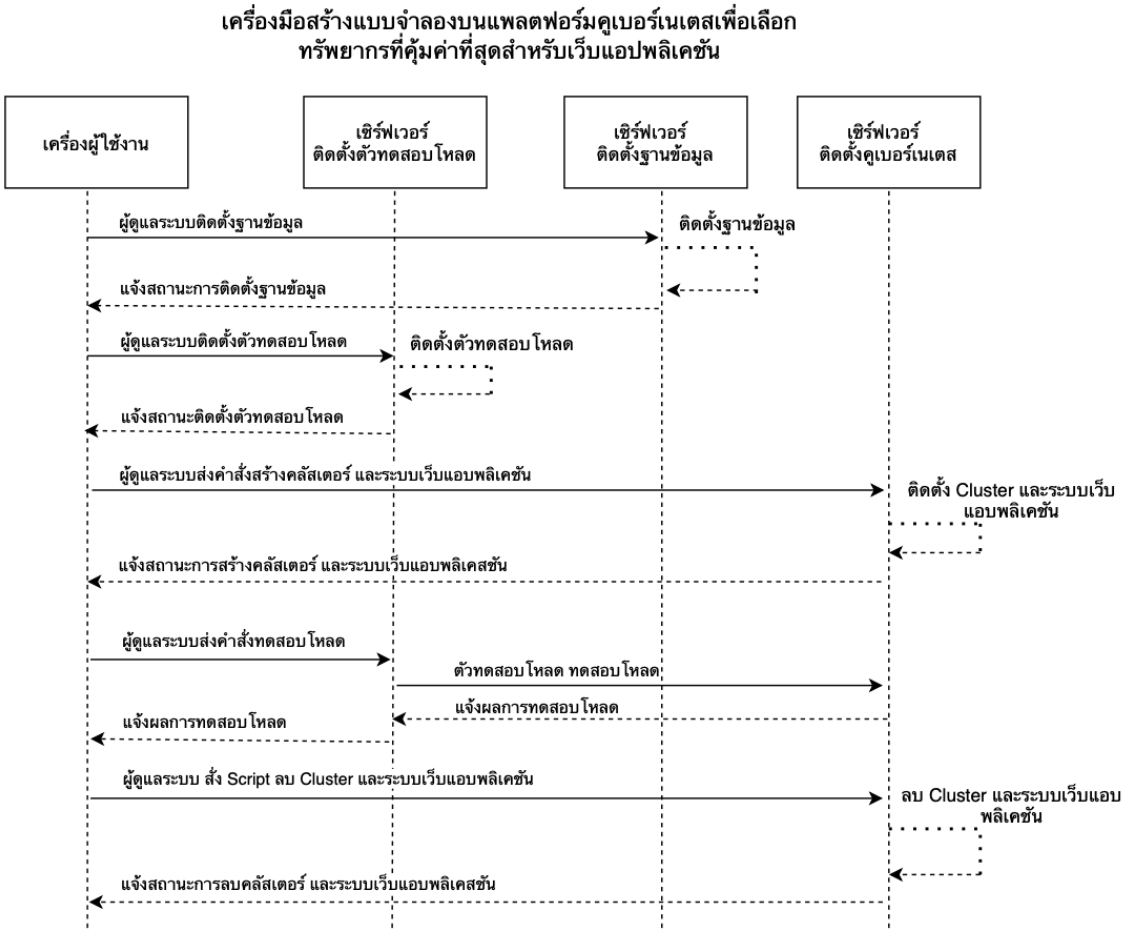
ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลเซิร์ฟเวอร์ตามภูมิภาคที่ให้บริการ

Region	Region Code	Country/City
North America	NYC1	New York
North America	NYC3	New York
North America	TOR1	Toronto
North America	SFO3	San Francisco
Europe	LON1	London
Europe	AMS3	Amsterdam
Europe	FRA1	Frankfurt
Asia	SGP1	Singapore
Asia	BLR1	Bangalore
Australia	SYD1	Sydney

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติเซิร์ฟเวอร์

Machine type (Droplet)	vCPUs	RAM	Price/month	Price/hour
Basic nodes	1	1GB	$12	$0.018
Basic nodes	2	1GB	$18	$0.027
Basic nodes	2	2.5GB	$24	$0.036
Basic nodes	4	6GB	$48	$0.071
Basic nodes	8	13GB	$96	$0.143
Basic nodes(Premium Intel)	1	1GB	$14	$0.021
Basic nodes(Premium Intel)	2	1GB	$21	$0.031
Basic nodes(Premium Intel)	2	2.5GB	$28	$0.042
Basic nodes(Premium Intel)	4	6GB	$56	$0.083
Basic nodes(Premium Intel)	8	13GB	$112	$0.167
Basic nodes(Premium AMD)	1	1GB	$14	$0.021
Basic nodes(Premium AMD)	2	1GB	$21	$0.031
Basic nodes(Premium AMD)	2	2.5GB	$28	$0.042
Basic nodes(Premium AMD)	4	6GB	$56	$0.083
Basic nodes(Premium AMD)	8	13GB	$112	$0.167

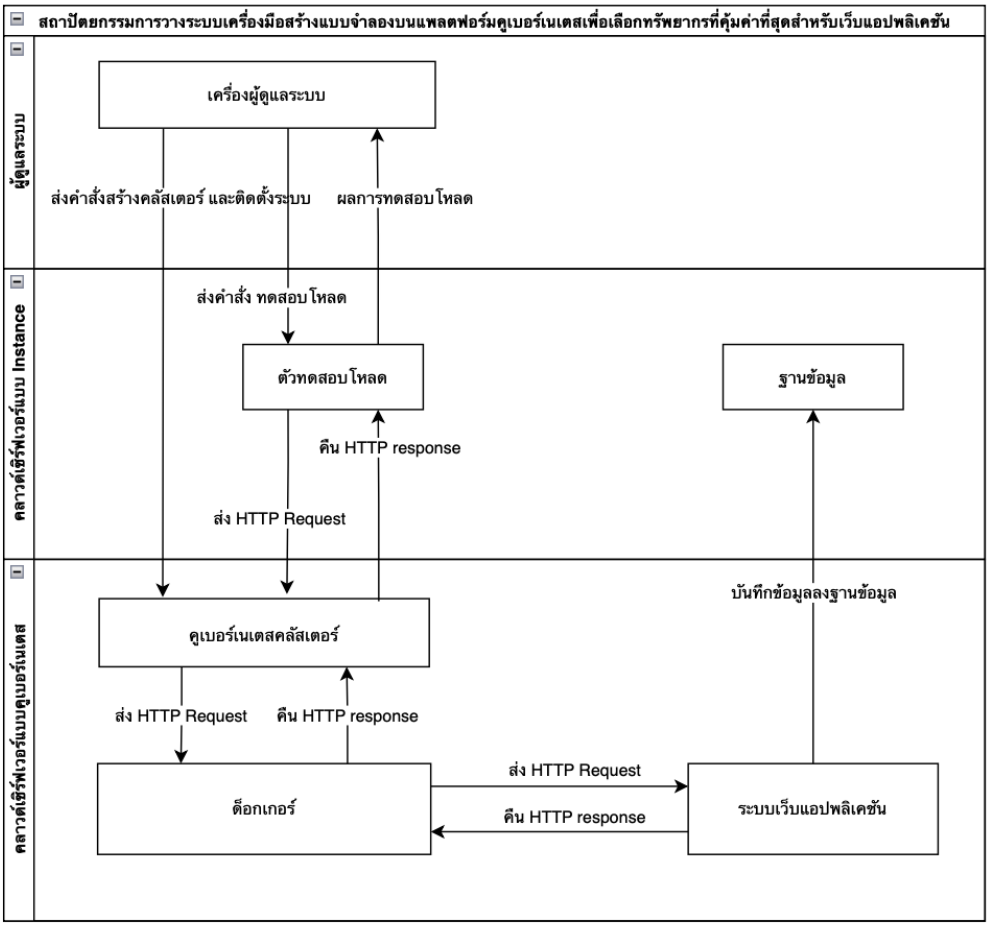
เนื่องจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นเรื่องกระบวนการการสร้างเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส เพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบดังรูปที่ 1 กระบวนการจึงเริ่มต้นหลังจากที่ผู้ดูแลระบบได้ตั้งค่าการทดสอบแล้ว โดยขั้นตอนที่ 1 ผู้ดูแลระบบติดตั้งฐานข้อมูล จากนั้นขั้นตอนที่ 2 ผู้ดูแลระบบติดตั้งตัวทดสอบโหลด (WRK) จากนั้นขั้นตอนที่ 3 ผู้ดูแลระบบส่งคำสั่งสร้างคลัสเตอร์ และติดตั้งระบบเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นขั้นตอนที่ 4 ผู้ดูแลระบบส่งคำสั่งทดสอบโหลดไปที่ตัวทดสอบโหลด (WRK) เมื่อตัวทดสอบโหลดได้รับคำสั่งจะทำการทดสอบโหลดและแจ้งผลการทดสอบโหลดกลับไปยังผู้ดูแลระบบ ขั้นตอนที่ 5 ผู้ดูแลระบบส่งคำสั่งลบคลัสเตอร์และระบบเว็บแอปพลิเคชันพร้อมแจ้งผลการลบ และกลับไปขั้นตอนที่ 3 เพื่อทดสอบเซิร์ฟเวอร์คุณสมบัติอื่น ๆ ที่ได้ตั้งค่าไว้สำหรับทดสอบขั้นตอนสุดท้าย ผู้ดูแลระบบนำผลของการทดสอบมาเปรียบเทียบเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการเลือกใช้ ทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 1 Sequence diagram ของระบบ

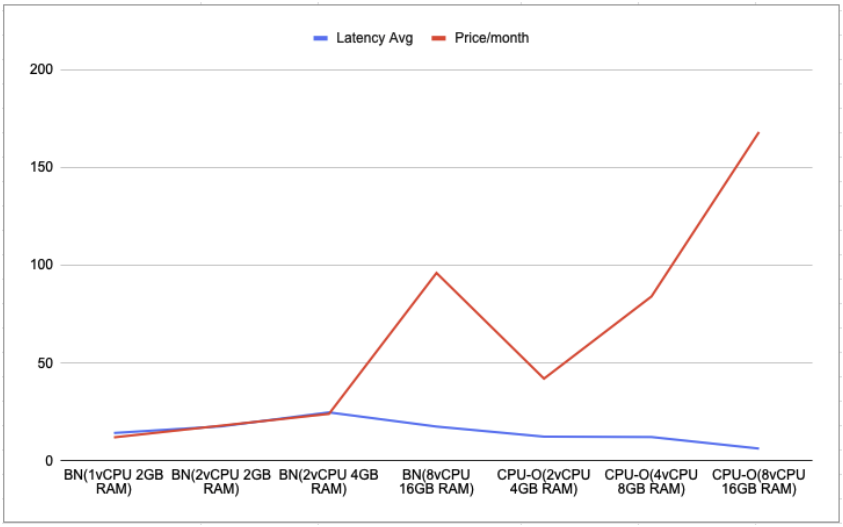
ในการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยเลือกพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP ที่สามารถเขียนเว็บแอปพลิเคชันบันทึกข้อมูลพนักงานลงบนฐานข้อมูล Mysql เพื่อทดสอบโหลดโดยใช้ตัวทดสอบโหลด (WRK) และสามารถติดตั้งลงในด็อกเกอร์ (Docker) และคลัสเตอร์ (Cluster)ได้ โดยผู้วิจัยเลือกใช้บริการคลาวด์จาก DigitalOcean ซึ่งเป็นผู้ให้เช่าที่รองรับแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส และเป็นผู้ให้บริการหนึ่งที่น่าสนใจซึ่งมีราคาไม่แพงเกินไปเมื่อเทียบกับผู้ให้บริการรายอื่นๆ เพื่อสร้างเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน โดยสถาปัตยกรรมมีลักษณะดังรูปที่ 2 เมื่อผู้ดูแลระบบส่งชุดสั่งคำสั่งเพื่อสร้างคลัสเตอร์ (Cluster) และติดตั้งระบบเว็บแอปพลิเคชัน ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นผู้ดูแลระบบส่งชุดสั่งคำสั่งทดสอบโหลดไปที่ตัวทดสอบโหลด ตัวทดสอบโหลดรับคำสั่งและทำการทดสอบโหลดตามการตั้งค่าการทดสอบไปที่ระบบเว็บแอปพลิเคชันผ่านคูเบอร์เนเตสคลัสเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนด็อกเกอร์ซึ่งตัวทดสอบโหลดจะ

จำลองปริมาณการเข้าใช้ระบบและสุ่มตัวอย่างข้อมูลเพื่อทำการบันทึกข้อมูลพนักงานไปที่ระบบเว็บแอปพลิเคชัน ระบบเว็บแอปพลิเคชันทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลและแจ้งผลกลับเพื่อให้ตัวทดสอบโหลดรับทราบผล



ภาพที่ 2 สถาปัตยกรรมของระบบ

หลังจากที่นำระบบไปติดตั้งและทดสอบใช้งานแล้ว ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบข้อมูลการทดสอบดังรูปที่ 3 จะเห็นว่า Basic nodes (1vCPU 2GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 14.23ms ราคา $12 ต่อเดือน ถัดมา Basic nodes (2vCPU 2GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 17.64ms ราคา $18 ต่อเดือน ถัดมา Basic nodes (2vCPU 4GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 24.75ms ราคา $24 ต่อเดือน ถัดมา Basic nodes (8vCPU 16GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 17.51 ms ราคา $96 ต่อเดือน ถัดมา CPU-Optimized (2vCPU 4GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 12.36ms ราคา $42 ต่อเดือน ถัดมา CPU-Optimized (4vCPU 8GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 12.16ms ราคา $84 ต่อเดือน และ CPU-Optimized (8vCPU 16GB RAM) มีค่า Latency Avg เท่ากับ 6.27ms ราคา $168 ต่อเดือน และประเมินผลการพัฒนาระบบเชิงคุณภาพโดยเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียวิธีการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอดังตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าวิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยฉบันนี้สามารถสร้างเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตสเพื่อเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุดสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน วิธีที่นำเสนอเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบการทดสอบของเซิร์ฟเวอร์

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติวิธีการที่นำเสนอกับวิธีก่อนหน้า

คุณสมบัติ	**วิธีที่นำเสนอ**	**ผู้เชี่ยวชาญ**
การเลือกเซิร์ฟเวอร์	ระบบแนะนำเซิร์ฟเวอร์ได้	ต้องเลือกเอง
การติดตั้ง	ส่งคำสั่งติดตั้งแบบอัตโนมัติ	ติดตั้งเอง
ประสิทธิภาพ	สามารถวัดประสิทธิภาพของเซิร์ฟเวอร์ได้	ใช้เครื่องเพื่อวัดประสิทธิภาพเอง
ความคุ้มค่าของเลือกเซิร์ฟเวอร์	แสดงผลการวัดประสิทธิภาพและราคา	ไม่มี

5. สรุปผล

จากความนิยมปัจจุบันในการลงทุนในการเช่าบริการคลาวด์และการใช้งานเว็บแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส เพื่อลดค่าใช้จ่ายของระบบ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การเลือกใช้ทรัพยากรเซิร์ฟเวอร์ที่เหมาะสมและคุ้มค่าสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน วิธีการที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องมือสร้างแบบจำลองบนแพลตฟอร์มคูเบอร์เนเตส เพื่อช่วยให้องค์กรสามารถเลือกทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุดและมีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลเพื่อหาค่าที่คุ้มค่าสูงสุดสำหรับทรัพยากร โดยใช้ปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณการใช้งานทรัพยากรเซิร์ฟเวอร์ในแต่ละช่วงเวลาและข้อมูลประสบการณ์รายบุคคลเพื่อประเมินคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน

ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้จะช่วยให้องค์กรสามารถเลือกทรัพยากรที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานในขอบเขตทรัพยากรที่สอดคล้องกับงบประมาณที่มีอยู่

นอกจากนี้ ผู้วิจัยวางแผนงานในอนาคตที่สร้างเป็นหน้าจอระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถเข้าใช้งานและเลือกทรัพยากรเซิร์ฟเวอร์ได้เองเพื่อจำลองเลือกทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุด

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Amazon Inc. (2006). Amazon Web Services (AWS). amazon. https://aws.amazon.com.

[2] Google Inc. (2008). Google Cloud Platform. Google. https://cloud.google.com/gcp.

[3] DigitalOcean Inc. (2011). DigitalOcean. DigitalOcean. https://www.digitalocean.com.

[4] Richardson, C. & Smith, F. (2016). Microservices: From Design to Deployment. Nginx. https://www.nginx.com/blog/microservices-from-design-to-deployment-ebook-nginx.

[5] Beda, J., Burns, B., & McLuckie, C. (2014). Kubernetes. Kubernetes. https://kubernetes.io/blog/2018/07/20/the-history-of-kubernetes-the-community-behind-it.

[6] Amazon Inc. (2023). Amazon EC2 Spot. Amazon. https://aws.amazon.com/th/ec2/spot.

[7] Mullins, C. S. (2022). Database management system. Techtarget.
https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/database-management-system.
[8] TechTarget Contributor. (2007). Load testing. Techtarget.
https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/load-testing.
[9] Zhong, Z. & Buyya, R. (2020). A Cost-Efficient Container Orchestration Strategy in Kubernetes-Based Cloud Computing Infrastructures with Heterogeneous Resources. University of Melbourne. https://doi.org/10.1145/3378447.