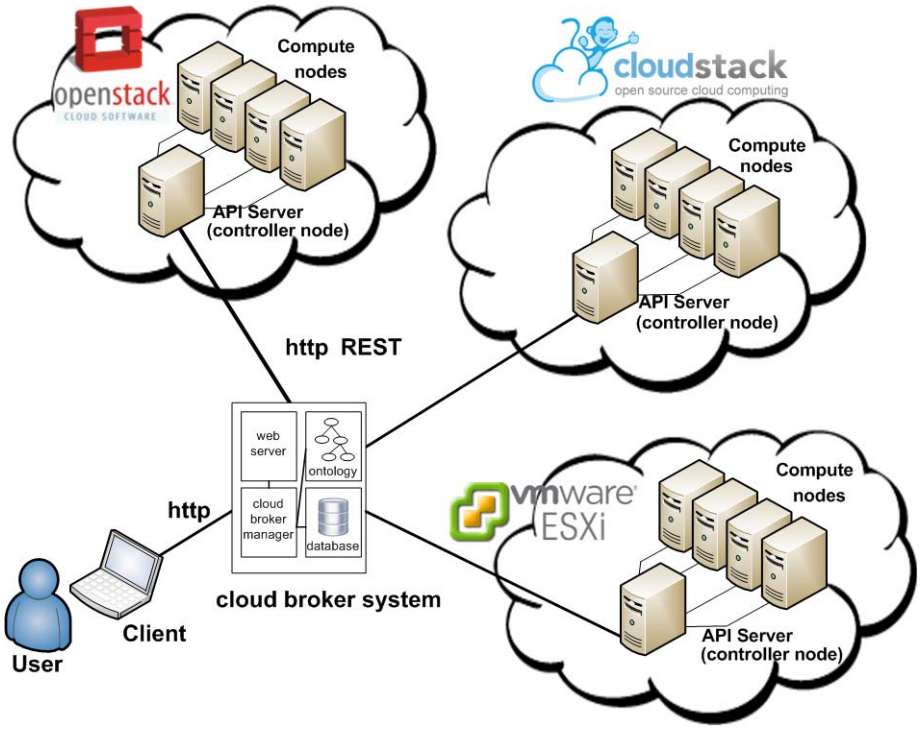
# บทที่ 4

# ผลการวิจัย

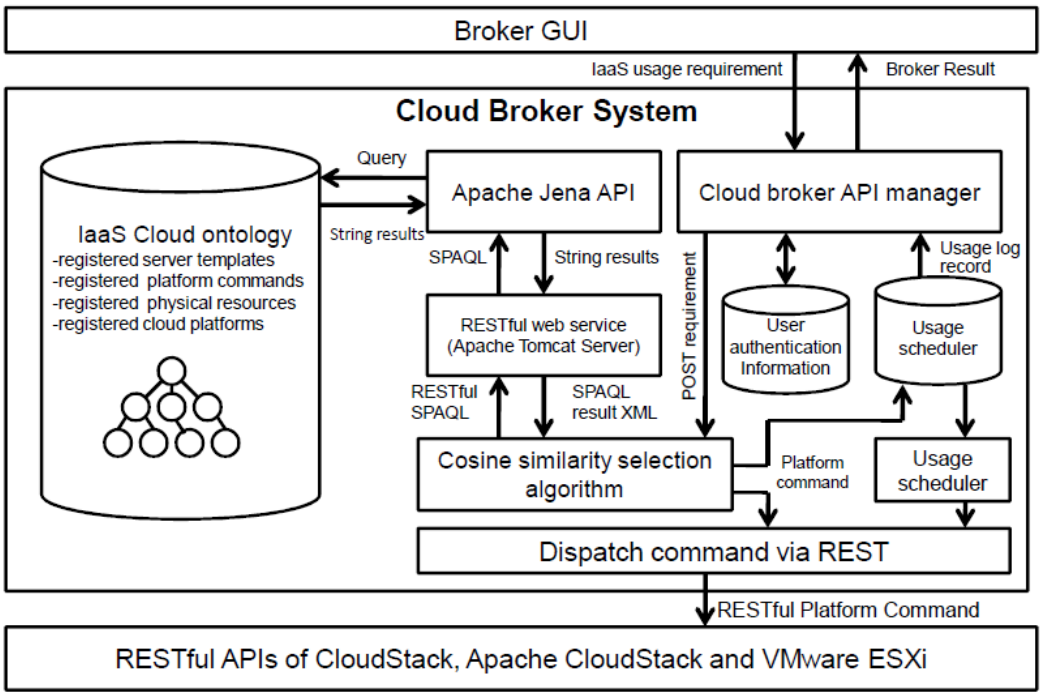
ผลการวิจัยในเนื้อหาบทที่ 4 นี้จะประกอบด้วย สถาปัตยกรรมระบบนายหน้าสำหรับบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์ม การสร้างออนโทโลจีการโดยใช้หลักการวิศวกรรมออนโทโลจีเพื่อพัฒนาฐานความรู้สำหรับการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม การพัฒนาระบบนายหน้าสำหรับบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ และการทดสอบและการประเมินผลการใช้งานระบบดังรายละเอียดต่อไปนี้

**สถาปัตยกรรมระบบนายหน้าสำหรับบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์ม**

การออกแบบระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารตำรา งานวิจัย และคู่มือแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์ที่เกี่ยวข้อง พบว่าแพลตฟอร์มโอเพนสแตกอาปาเช่คลาวด์สแตก และวีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ มีส่วนต่อประสานที่ใช้เทคโนโลยีเรสท์ในการรับชุดคำสั่งสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรพื้นฐานของคลาวด์แพลตฟอร์ม ซึ่งผู้ใช้งานจะทำการป้อนความต้องการใช้งานคลาวด์แพลตฟอร์มผ่านส่วนต่อประสานผู้ใช้ (user interface) ในรูปแบบเว็บเพ็จ แล้วระบบจะทำการแปลงความต้องการเป็นชุดคำสั่งและนำไปเปรียบเทียบเชิงความหมายกับออนโทโลจีที่ออกแบบไว้โดยใช้อาปาเช่จีน่า (Apache Jena) เพื่อเรียกใช้งานออนโทโลจีที่ออกแบบไว้ข้างต้น ซึ่งการเปรียบเทียบจะใช้แบบจำลองเวกเตอร์สเปซทำการเปรียบเทียบกับแผ่นแบบเครื่องบริการที่ลงทะเบียนไว้เพื่อเปรียบเทียบความเหมือนคล้ายโดยจะเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมือนคล้ายที่สุดมาหนึ่งแผ่นแบบซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นชุดคำสั่งในการจัดการทรัพยากรพื้นฐานของคลาวด์แพลตฟอร์ม โดยแสดงภาพรวมของการติดตั้งใช้งานของระบบดังภาพประกอบที่ 16 และสถาปัตยกรรมระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มแสดงรายละเอียดดังภาพประกอบที่ 17




**ภาพประกอบที่ 16** สถาปัตยกรรมภาพรวมการติดตั้งใช้งานระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม




**ภาพประกอบที่ 17** สถาปัตยกรรมระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม

จากภาพประกอบที่ 17 แสดงสถาปัตยกรรมระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มซึ่งในขั้นตอนการทำงานของระบบนายหน้าจะทำการรับความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์จากส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ผ่าน ส่วนจัดการส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ของนายหน้าคลาวด์ (Cloud broker API manager) จะทำหน้าที่รับข้อมูลความต้องการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปชุดคำสั่งและทำการโพสความต้องการ (POST requirement) ไปยังส่วนขั้นตอนวิธีคำนวณค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เพื่อเลือกแผ่นแบบ (Cosine similarity selection algorithm) ที่มีความเหมือนคล้ายมากที่สุดในขั้นตอนวิธีได้ทำการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการ (server templates) ที่ถูกจัดเก็บไว้ในออนโทโลจีที่ออกแบบไว้ โดยทำการป้อนคำถามรูปแบบภาษาสปาร์คิวแอลผ่านเรสท์ในรูปแบบเว็บเซอร์วิสที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมบริการอาปาเช่ ทอมแคท (Apache Tomcat Server) สำหรับจัดทำเว็บเซอร์วิสแบบเรสท์ และอาศัยคลังโปรแกรม (program library) ของอาปาเช่ จีนา เอพีไอ (Apache Jena API) ในการเข้าถึงออนโทโลจีที่ออกแบบไว้เพื่อรองรับการทำงานเว็บเชิงความหมายและรองรับแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้งสามแพลตฟอร์มประกอบด้วย 4 คลาสหลักที่สำคัญคือ 1) คลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์ (cloud_computing_platforms) เพื่อกำหนดแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ต้องการใช้งานประกอบด้วยแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์โอเพนสแตก อาปาเช่คลาวด์สแตก และ วีเอ็มแวร์ 2) คลาสอุปกรณ์การคำนวณกายภาพ (physical_compute_ devices) สำหรับการลงทะเบียนทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่พร้อมใช้งานและมีความสัมพันธ์กับสามแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานที่ถูกกำหนดในคลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์ 3) คลาสการบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ (REST_VMlife_cycle _management) เป็นคลาสที่จัดเก็บชุดคำสั่งสำหรับบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ซึ่งจะถูกจัดเก็บในรูปแบบสายอักขระโดยมีลักษณะเช่น “http://192.168.1.10/api?command=deployVirtual Machine &serviceOfferingId=85228261-fc66-4092-8e54-917d1702979d&diskOfferingId = 374b937d-2051-4440-b02c-a314dd9cb27e &templateId= CloudStack _tm_web_S&zoneId =a5d3 e0 1 5-0 7 9 7-4 2 8 3-b5 6 2-8 4 feea6 f6 6 af&cpunumber=1 &cpuspeed=3 . 4 &memory=2 &size=1 &apiKey=sfsdr6 X7 u6 bN_sdahOBpjNejPgEsT3 5 eXq-jB8 CG2 0 YI3 yax XcgpyuaIRmFI_EJT VwZ0nUkkJbPmY3y2bjkliuYT& signature=RTRfgRETAjcXU2Fcai K8RA P0O1hU3” และมีความสัมพันธ์กับสามแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานที่ถูกกำหนดในคลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์ และ4) คลาสแผ่นแบบเครื่องบริการ (template_ server) เป็นคลาสที่จัดเก็บข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการ โดยออนโทโลจีที่ออกแบบไว้จะถูกเรียกใช้งานด้วยภาษาสปาร์คิวแอลในขั้นแรกจะจับคู่แผ่นแบบที่มีฟังก์ชั่นการใช้งานตรงกันออกม่าก่อนแล้ววัดความคล้ายคลึง

เชิงมุมโคไซน์เพื่อหาแผ่นแบบเครื่องให้บริการทีมีความเหมือนคล้ายมากที่สุด จากนั้นทำการจับคู่ชุดคำสั่งกับคลาสการบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์เพื่อหาชุดคำสั่งที่มีความสัมพันธ์กับแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่เลือกจะได้ผลลัพท์ในรูปแบบสายอักขระ (String results) แล้วแปลงเป็นผลลัพท์สปาร์คิวแอลในรูปแบบเอกซ์เอ็มแอล (SPAQL result XML) ชุดคำสั่งเรสท์และถูกส่งไปยังแต่ละแพลตฟอร์ม และจะถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูลกำหนดการใช้งาน (Usage scheduler) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งเป็นผลลัพธ์ไปยังผู้ใช้งาน

**การสร้างออนโทโลจีสำหรับการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม**

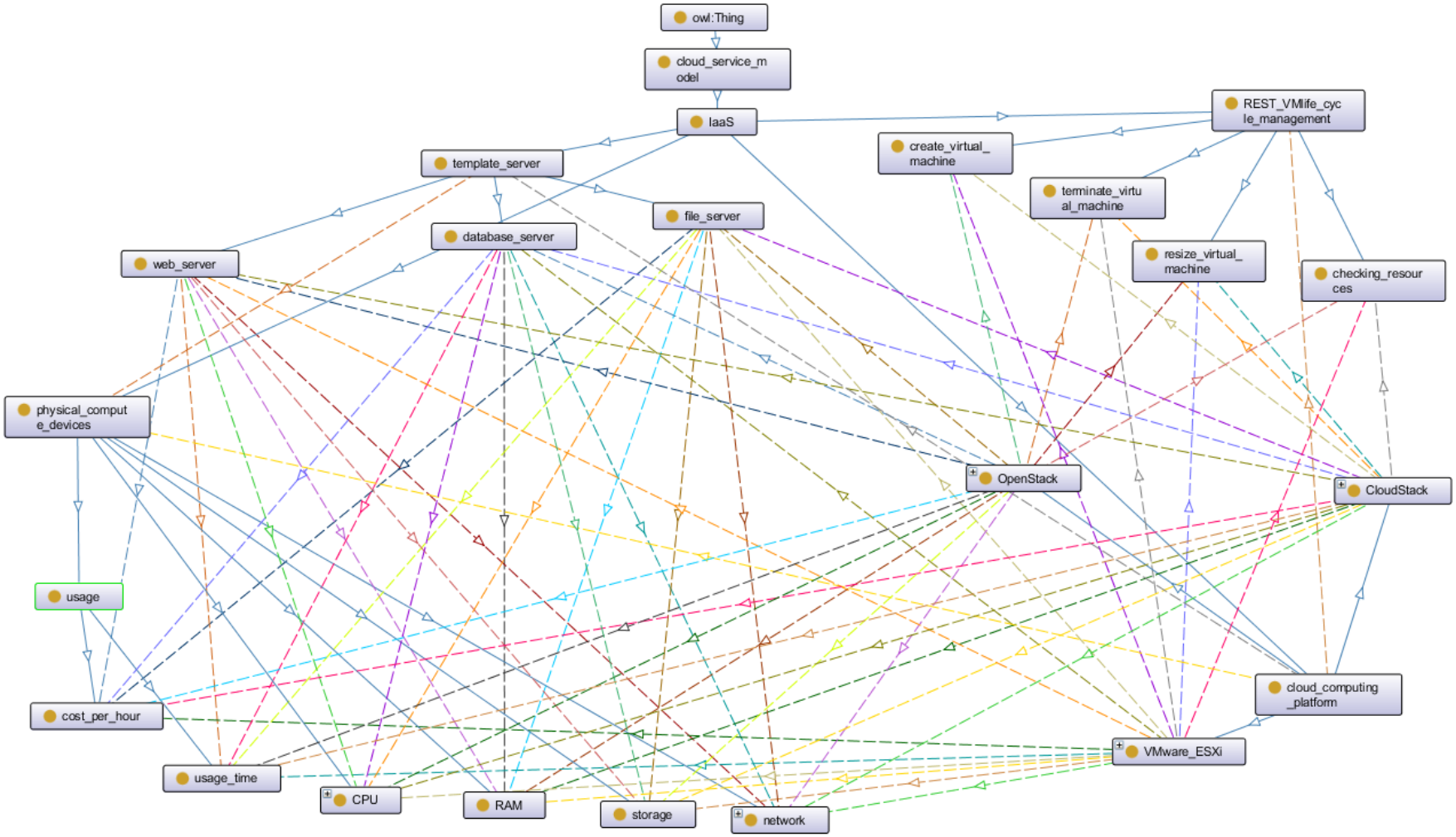
การสร้างออนโทโลจีสำหรับการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาฐานความรู้ในรูปแบบของออนโทโลจีโดยใช้หลักการวิศวกรรมออนโทโลจี ซึ่งมีรายละเอียดตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) ศึกษาความเป็นไปได้ (feasibility study) โดยศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัย และคู่มือแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดปัญหาและโอกาส (problem & opportunity) ของขอบเขตปัญหาที่สนใจโดยพิจารณาจาก 3 ปัจจัย ประกอบด้วย ข้อมูลทางเทคนิคที่รองรับการประหยัดค่าใช้จ่าย และความเป็นไปได้ของโครงการจากนั้นกำหนดความสนใจเฉพาะ เคเอ็มที่จะนำไปใช้งานจากนั้นกำหนดความสนใจเฉพาะเคเอ็มที่จะนำไปใช้งาน (focus of KM application)แล้วทำการออกแบบออนโทโลจีเบื้องต้นเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยพิจารณาจากสนับสนุนการทำงานร่วมกันและการนำกลับมาใช้ใหม่ของออนโทโลจีโดยกำหนดบุคคลที่เกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมก่อนนำมาใช้ในการสร้างออนโทโลจีแล้วทำการออกแบบออนโทโลจีเบื้องต้น

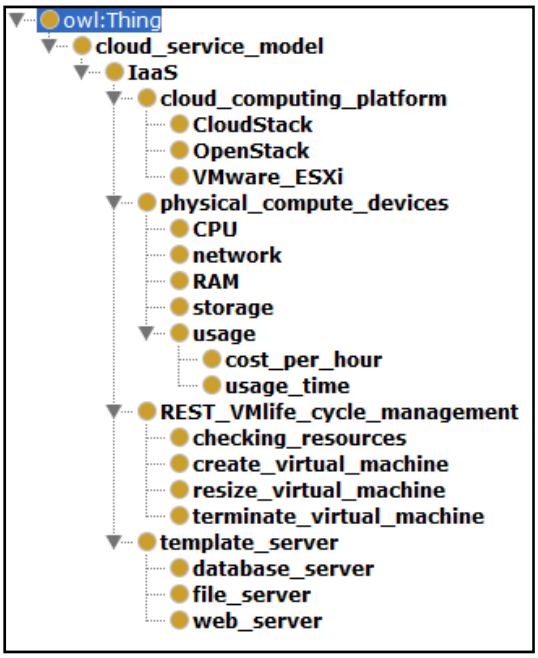
2) เริ่มพัฒนาออนโทโลจีจากความต้องการที่รวบรวมมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารคู่มือการใช้งานของแต่ละแพลตฟอร์มได้แก่ โอเพนสแตก (OpenStack, 2015) อาปาเช่คลาวด์สแตก (Apache CloudStack, 2016) และวีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ (VMware, 2016) จากนั้นใช้ซอฟต์แวร์โพรเตเจจัดทำฐานความรู้ที่รวบรวมมาให้อยู่ในรูปแบบของเอกสารโอดับบิวเอลในรูปแบบเอ็กเอ็มแอล (OWL/XML document) แล้วทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยแสดงออนโทโลจีในรูปแบบกราฟ จากนั้นทำการตรวจสอบความถูกต้องทางตรรกะของออนโทโลจีโดยใช้รีเซนเนอร์ (reasoner) ของเฮอร์มิตที (HermiT) และเพลเล็ต (Pellet) ซึ่งจะได้ออนโทโลจีที่มีความสัมพันธ์กันในรูปของคลาส (class) และคลาสย่อย (subclass) โดยสามารถแสดงออนโทโลจีในรูปแบบกราฟดังภาพประกอบที่ 17 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของออนโทโลจีในรูปแบบกราฟเพื่อให้สามารถมองภาพรวมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสและคลาสย่อยโดยแสดงเส้นที่มีลูกศรแสดงความสัมพันธ์ รวมถึงสมบัติอ็อบเจกต์ที่มีการอ้างถึงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสต่างๆ โดย

กำหนดโดเมน (domain) และ พิสัย (range) ด้วยเส้นเส้นไข่ปลา (dotted line) ที่มีลูกศรแสดงความสัมพันธ์

3) ทำการปรับแต่งออนโทโลจีด้วยวิธีการแบ่งละเอียด (refinement) โดยการทำออนโทโลจีจากขั้นตอนก่อนหน้ามาพิจารณาจากแหล่งความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับแต่งโดยเพิ่มเข้าหรือตัดออกจากออนโทโลจี เพื่อได้ออนโทโลจีที่มีคุณภาพสูงทางวิศวกรรมโดยขั้นตอนการปรับแต่งใช้วิธีการพิจารณาเซมิฟอร์มอลออนโทโลจีจากบนลงล่าง (top–down) และพิจารณาจากล่างขึ้นบน (bottom–up) โดยทำซ้ำองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องแล้วทำการปรับปรุงโดยทำซ้ำจนกว่าจะได้ออนโทโลจีที่มีคุณภาพสูง จากนั้นเซมิฟอร์มอลที่ได้แปลงเป็นออนโทโลจีตาม โดยการกำหนดความหมายเช่น “is-a” ของแต่ละคลาส โดยพิจารณาจากมโนทัศน์ คุณสมบัติ และความสัมพันธ์ของความหมายของคำเพื่อกำหนดโครงสร้างโดเมนขององค์ความรู้ตามตัวแบบมโนทัศน์ (conceptual model) โดยจะมีลักษณะเป็นออนโทโลจีแบบลำดับชั้น (hierarchical ontology) แล้วทำการสร้างต้นแบบออนโทโลจีด้วยซอฟต์แวร์โพรทีเจ ซึ่งองค์ประกอบของออนโทโลจีที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 คลาสหลักที่สำคัญคือ 1)คลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์ (cloud_computing_platforms) 2) คลาสอุปกรณ์การคำนวณกายภาพ (physical_compute_ devices) 3) คลาสการบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ (REST_VMlife_cycle _management) และ4) คลาสแผ่นแบบเครื่องบริการ (template_ server) ซึ่งแต่ละคลาสจะประกอบด้วยคลาสย่อยรวม 17 คลาส แสดงผลลัพทธ์ดังภาพประกอบที่ 18 ซึ่งแสดงลักษณะของข้อมูลฐานความรู้ที่ครอบคลุมการทำงานร่วมกันของการบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้ง 3 แพลตฟอร์มได้แก่โอเพนสแตก อาปาเช่คลาวด์สแตก และวีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ ซึ่งสามารถอธิบายในรูปแบบลำดับขั้นได้ดังภาพประกอบที่ 19




**ภาพประกอบที่ 18** โครงสร้างออนโทโลจีสำหรับการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม



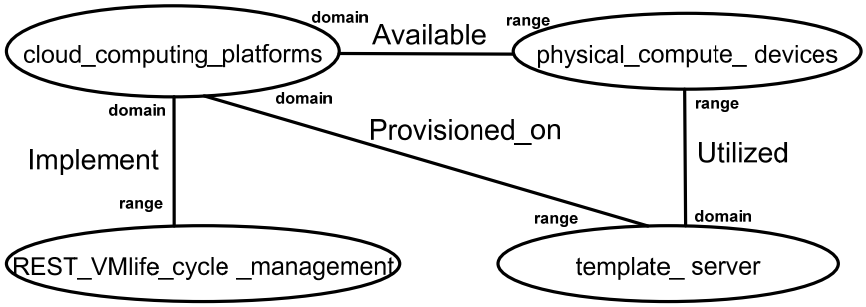

**ภาพประกอบที่ 19** ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสและคลาสย่อยของออนโทโลจีแบบลำดับขั้น

จากภาพประกอบที่ 19 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของคลาสย่อยโดยเริ่มจาก 1) คลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์ประกอบด้วยสามแพลตฟอร์มได้แก่ โอเพนสแตก อาปาเช่คลาวด์สแตก และวีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ ซึ่งเก็บข้อมูลของผู้ให้บริการของแต่ละแพลตฟอร์มในรูปแบบ อินสแตนท์ 2) คลาสอุปกรณ์การคำนวณกายภาพประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เครือข่าย (network) หน่วยความจำ (RAM) หน่วยเก็บข้อมูล (storage) และการใช้งาน (usage) ซึ่งกำหนดไว้สองแบบได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง (cost_per_hour) และระยะเวลาที่ใช้บริการ (usage_time) มีหน่วยเป็นวัน 3) คลาสการบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ ประกอบด้วยชุดคำสั่งที่ใช้ในการจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนโดยอาศัยเทคโนโลยีเรสท์ได้แก่ ชุดคำสั่งตรวจสอบการใช้ทรัพยากร (checking_ resourceses) ชุดคำสั่งในการสร้างเครื่องเสมือน (create_virtual_machine) ชุดคำสั่งการเปลี่ยนแปลงขนาดเครื่องเสมือน (resize_virtual_machine) และ ชุดคำสั่งสิ้นสุดการทำงานเครื่องเสมือน (terminate_virtual_machine) และ 4) คลาสแผ่นแบบเครื่องบริการทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลรูปแบบการให้บริการของเครื่องบริการที่ใช้บ่อยประกอบด้วย เครื่องบริการฐานข้อมูล (database_ server) เครื่องบริการไฟล์ (file_server) และเครื่องบริการเว็บ (web_server) ซึ่งแต่ละแผ่นแบบเครื่องบริการจะเก็บข้อมูลตามฟังก์ชั่นการให้บริการและต้องการใช้งานทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์อันได้แก่ 1) จำนวนเลขที่อยู่ไอพี 2) ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง 3) จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง 4) หน่วยความจำหลัก 5) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล 6) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด 7) ช่วงเวลาให้บริการ 8) ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และ 9) ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด ซึ่ง

ทั้งสี่คลาสหลักที่สำคัญมีความสัมพันธ์กันในรูปแบบของสมบัติอ็อบเจกต์ (object property) ดังภาพประกอบที่ 20

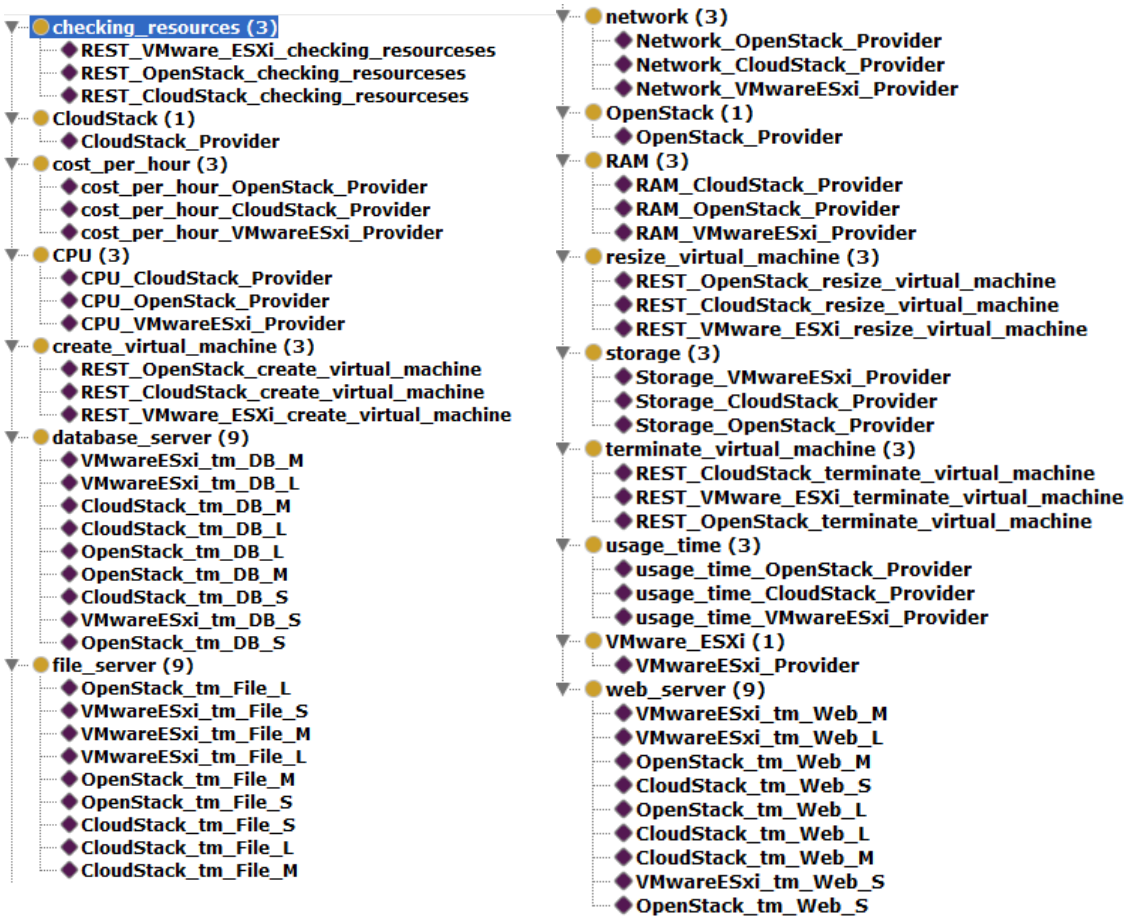
**ภาพประกอบที่ 20** แสดงสมบัติอ็อบเจกต์ของออนโทโลจีแบบลำดับขั้น

จากภาพประกอบที่ 20 สมบัติอ็อบเจกต์ของออนโทโลจีที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสหลักสำคัญประกอบด้วย 1) การใช้ประโยชน์ (Available) ระหว่างคลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์เป็นโดเมนและคลาสอุปกรณ์การคำนวณกายภาพเป็นเรนจ์ 2) การดำเนินการ (Implement) ระหว่างคลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์เป็นโดเมนและคลาสการบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์เป็นเรนจ์ 3) การจัดหา (Provisioned_ on) ระหว่างคลาสแพลตฟอร์มการคำนวณแบบคลาวด์เป็นโดเมนและคลาสแผ่นแบบเครื่องบริการเป็นเรนจ์ 4) การนำไปใช้ (Utilized) ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการเป็นโดเมนและคลาสอุปกรณ์การคำนวณกายภาพเป็นเรนจ์ ดังแสดงความสัมพันธ์ตามภาพประกอบที่ 21




**ภาพประกอบที่ 21** แสดงความสัมพันธ์สมบัติอ็อบเจกต์ของสี่คลาสหลักแบบกราฟ

ในการลงทะเบียนอินดิวิดวลที่เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของออนโทโลจี จะกล่าวถึงวัตถุที่เป็นรูปธรรม สำหรับจัดเก็บพร็อพเพอร์ตี้ข้อมูลที่ต้องการลงทะเบียนในออนโทโลจีของสามาชิกของข้อมูลบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ เช่น แผ่นแบบเครื่องให้บริการ ขนาดหน่วยประมวลผลกลาง ขนาดของหน่วยความจำ ดังแสดงรายละเอียดภาพประกอบที่ 22




**ภาพประกอบที่ 22** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสและอินดิวิดวล (individual)

4) ทำการประเมินออนโทโลจีการประเมินได้กำหนดไว้สองแบบแผนดังนี้

แบบแผนแรกทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยพิจารณาจากสนับสนุนการทำงานร่วมกันและการนำกลับมาใช้ใหม่ของออนโทโลจีโดยกำหนดบุคคลที่เกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมก่อนนำมาใช้ในการสร้างออนโทโลจีจำนวน 5 ท่านพบว่าโดยระดับความคิดเห็นของบุคคลที่เกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อมูล ส่วนใหญ่มีคิดเห็นว่าออนโทโลจีมีครอบคลุมเนื้อหาของบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้ง 3 แพลตฟอร์ม คุณสมบัติข้อมูลของคลาสเหมาะสม การกำหนดชนิดข้อมูลเหมาะสม คุณสมบัติวัตถุของคลาสเหมาะสม ชื่อสมบัติวัตถุเหมาะสม และภาพรวมของออนโทโลจีมีความเหมาะสมพร้อมใช้อยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}$ =4.40) รองลงมาให้ความเห็นว่าออนโทโลจีมีความครอบคลุมชุดคำสั่งจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ การจัดกลุ่มความสัมพันธ์

ของคลาสมีความสอดคล้องกับบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ และชื่อสมบัติวัตถุเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}$ =4.20) และให้ความเห็นว่าครอบคลุมความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้บริการอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}$=3.80) โดยแสดงรายระเอียดไว้ในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** ผลการประเมินออนโทโลจีโดยบุคคลที่เกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

| ระดับความคิดเห็น | $\bar{x}$ | S.D. |
|---|---|---|
| 1.ครอบคลุมเนื้อหาของบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้ง 3 แพลตฟอร์ม | 4.40 | 0.89 |
| 2.ครอบคลุมชุดคำสั่งจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ | 4.20 | 0.83 |
| 3.ครอบคลุมความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้บริการ | 3.80 | 0.83 |
| 4.การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของคลาสมีความสอดคล้องกับบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ | 4.20 | 0.44 |
| 5. ชื่อของคลาสเหมาะสม | 4.20 | 0.83 |
| 6. คุณสมบัติข้อมูลของคลาสเหมาะสม | 4.40 | 0.89 |
| 7. การกำหนดชนิดข้อมูลเหมาะสม | 4.40 | 0.89 |
| 8. คุณสมบัติวัตถุของคลาสเหมาะสม | 4.40 | 0.89 |
| 9. ชื่อสมบัติวัตถุเหมาะสม | 4.40 | 0.54 |
| 10. ภาพรวมของออนโทโลจีมีความเหมาะสมพร้อมใช้ | 4.40 | 0.54 |
| **รวม** | **4.26** | **0.64** |

แบบแผนที่สองทำการประเมินโดยใช้ซอฟต์แวร์โพรเตเจโดยอาศัยชุดข้อคำถาม (query) ที่กำหนดชุดข้อคำถามในรูปแบบภาษาสปาร์คิวแอล (SPARQL) ซึ่งกำหนดเงื่อนไขครอบคลุม 3 แพลตฟอร์มโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ คือ โอเพนสแตก อาปาเช่คลาวด์สแตก และ วีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ เงื่อนไขการเลือกใช้บริการครอบคลุม 3 แผ่นแบบเครื่องบริการคือ เครื่องบริการ เครื่องบริการไฟล์ และเครื่องบริการเว็บ และเงื่อนไขครอบคลุม 4 ชุดคำสั่งคือ ชุดคำสั่งตรวจสอบการใช้ทรัพยากร ชุดคำสั่งในการสร้างเครื่องเสมือน ชุดคำสั่งการเปลี่ยนแปลงขนาดเครื่องเสมือน และชุดคำสั่งสิ้นสุดการทำงานเครื่องเสมือน ซึ่งผลลัพธ์จะได้ชุดคำสั่งเรสท์ที่กำหนดไว้ในดาต้าพร็อพเพอร์ตี้ของอินสแตนท์ที่ถูกเลือกและเป็นไปตามเงื่อนไข โดยทำการทดสอบทั้งหมด 36 ข้อคำถาม พบว่ามีค่าความเที่ยงร้อยละ 100 ค่าความระลึกได้ร้อยละ 100 และค่าเอฟ-เมเชอร์ร้อยละ100 ดังแสดงในตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** ผลประเมินออนโทโลจี โดยเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่คาดการณ์ไว้ (predicted) และสิ่งที่เป็นจริง (actual)

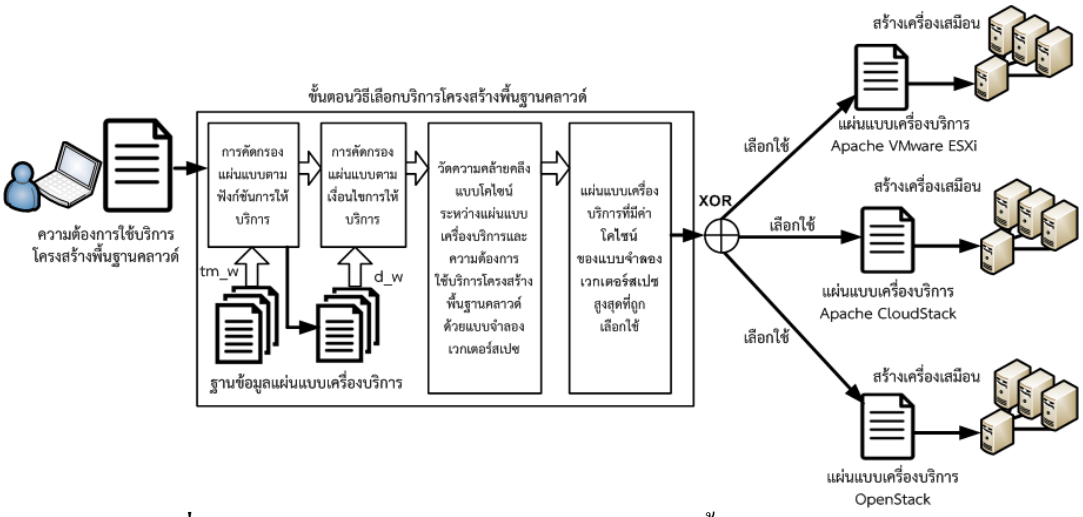
| ที่คาดการณ์ไว้/ ที่เป็นจริง | ค่าจริง | ค่าเท็จ |
|---|---|---|
| ค่าจริง | 36 | 0 |
| ค่าเท็จ | 0 | 0 |

5) นำออนโทโลจีที่ได้จากการประเมินไปประยุกต์ใช้งานโดยกำหนดให้ใช้เป็นฐานความรู้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มดังแสดงในหัวข้อต่อไป

**การออกแบบขั้นตอนวิธีการเลือกบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซ**

การออกแบบขั้นตอนวิธีการเลือกบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซจะทำการวัดความคล้ายคลึงระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการกับความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งานโดยใช้กรณีศึกษาแพลตฟอร์มโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์คือ แพลตฟอร์มคลาวด์โอเพนสแตก แพลตฟอร์มอาปาเช่คลาวด์สแตก และแพลตฟอร์มวีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 23 โดยพิจารณาจากฟังก์ชัน (function) ของบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่อยู่ในรูปแบบของเครื่องเสมือน (virtual machine) เช่น เครื่องบริการเว็บ หรือเครื่องบริการฐานข้อมูล โดยรายละเอียดของเครื่องบริการแต่ละเครื่อง (จำนวนเลขที่อยู่ไอพีค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลักขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุดช่วงเวลาให้บริการเป็นเปอร์เซ็นต์ ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด) จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของแผ่นแบบเครื่องบริการ (server template) ซึ่งขั้นตอนการออกแบบมีดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา งานวิจัย และคู่มือแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้งสาม




**ภาพประกอบที่ 23** แบบจำลองการเลือกใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของระบบนายหน้าคลาวด์ด้วยวิธีการวัดความคล้ายคลึงแบบโคไซน์

**ขั้นตอนที่ 2** ทำการออกแบบขั้นตอนวิธีการตัดสินใจเลือกใช้แพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้แบบจำลองเวกเตอร์สเปซสำหรับการวัดความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

เริ่มจากการกำหนดเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการดังสมการที่ (5)

$$tm_j = (w_{1,j}, w_{2,j}, \dots, w_{n,j}) \text{ when } \begin{cases} n = 1 \text{ to } 9 \\ j \geq 1 \end{cases} \quad (5)$$

ซึ่ง $tm_j$ คือเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการทั้งหมด, $j$ คือจำนวนของแผ่นแบบเครื่องบริการ, $w$ เป็นส่วนประกอบของเวกเตอร์ (components of a vector) และ $n$ คือจำนวนสมาชิกทั้งหมดของส่วน ประกอบของเวกเตอร์ซึ่งในที่นี้ $n$ เท่ากับ 9 ดังนี้

1) จำนวนเลขที่อยู่ไอพี (IP Address)
2) ค่าใช้บริการต่ำสุดในการใช้บริการต่อชั่วโมง (cost for use)
3) จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง (cpu core)
4) หน่วยความจำหลัก (memory)
5) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล (storage)
6) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด (ephemeral storage)
7) ช่วงเวลาให้บริการ (SLA uptime) มีหน่วยเปอร์เซ็นต์
8) ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูล (data transfer) ต่อเดือน
9) ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด (usage time)

จากนั้นกำหนดเวกเตอร์ความต้องการใช้งานทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ดังสมการที่ (6)

$$q = (w_1, w_2, \dots, w_n) \quad \text{when } n = 1 \text{ to } 9 \tag{6}$$

ซึ่ง œ คือเวกเตอร์ความต้องการใช้งานทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ซึ่งมีส่วนประกอบของเวกเตอร์เหมือนกับของเวกเตอร์ –æ

จากนั้นทำการคัดเลือกเวกเตอร์แผ่นแบบที่เหมาะสมจากเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการทั้งหมดในออนโทโลจีตามขั้นตอนการคัดกรองแผ่นแบบตามฟังก์ชันการให้บริการดังในภาพที่ 1 โดยมีเงื่อนไขการคัดกรองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1) ทำการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีฟังก์ชันตรงกับความต้องการใช้งานซึ่งถูกระบุไว้ในเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการ โดยมีเงื่อนไขในการคัดกรองดังนี้ เงื่อนไขแรกคือฟังก์ชันเครื่องให้บริการ (Server function) ได้แก่ เครื่องให้บริการเว็บ เครื่องให้บริการฐานข้อมูล หรือเครื่องให้บริการไฟล์ เงื่อนไขที่สองผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ (Software product) เช่น เครื่องให้บริการเว็บ อาปาเช่ (Apache webserver) ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL database) หรือเครื่องให้บริการแซมบ้า (SAMBA Server) และเงื่อนไขที่สามคือแพลตฟอร์ม ระบบปฏิบัติการ (OS platform) เช่น ลินุกซ์ (Linux) หรือวินโดว์ (Windows) ในกรณีที่ไม่ผ่านการคัดกรองเนื่องจากเลือกเงื่อนไขทั้งสามแล้วไม่พบแผ่นแบบเครื่องให้บริการที่ลงทะเบียนไว้ ขั้นตอนวิธีที่เสนอจะปฏิเสธข้อคำถามความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

2) ทำการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการจากขั้นตอนย่อยแรกโดยเปรียบเทียบกับเวกเตอร์ความต้องการใช้งานทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ผลลัพธ์ที่ได้คือ แผ่นแบบเครื่องบริการที่มีส่วนประกอบของเวกเตอร์เป็นไปตามเงื่อนไขในตารางที่ 7 ครบทุกเงื่อนไขเท่านั้น โดยเงื่อนไขในตารางที่ 7 สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มแรกเป็นเงื่อนไขที่กำหนดให้ส่วนประกอบของความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ต้องเท่ากับส่วนประกอบของแผ่นแบบเครื่องบริการเท่านั้น ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวคือ จำนวนเลขที่อยู่ไอพีที่ต้องการใช้งาน กลุ่มที่สองเป็นเงื่อนไขที่กำหนดให้ส่วนประกอบของความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับส่วนประกอบของแผ่นแบบเครื่องบริการเท่านั้น ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวคือ ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง กลุ่มที่สามเป็นเงื่อนไขมากกว่าหรือเท่ากับซึ่งใช้พิจารณาเท่านั้นซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวคือ จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง จำนวนหน่วยความจำหลัก ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด ช่วงเวลาให้บริการ ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด

**ตารางที่ 7** เงื่อนไขการการคัดกรองแบบเครื่องบริการ

| ลำดับ | ส่วนประกอบของเวกเตอร์แผ่นแบบ | เงื่อนไข | ส่วนประกอบของเวกเตอร์ความต้องการใช้งาน |
|---|---|---|---|
| 1 | จำนวนเลขที่อยู่ไอพี (tm_w[1,j]) | = | จำนวนเลขที่อยู่ไอพี (q_w[1]) |
| 2 | ค่าใช้บริการต่ำสุดในการใช้บริการต่อชั่วโมง (tm_w[2,j]) | <= | ค่าใช้บริการต่ำในการใช้บริการต่อชั่วโมง (q_w[2]) |
| 3 | จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง (tm_w[3,j]) | >= | จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง (q_w[3]) |
| 4 | หน่วยความจำหลัก (tm_w[4,j]) | >= | หน่วยความจำหลัก (q_w[4]) |
| 5 | ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล (tm_w[5,j]) | >= | ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล (q_w[5]) |
| 6 | ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด (tm_w[6,j]) | >= | ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด (q_w[6]) |
| 7 | ช่วงเวลาให้บริการ (tm_w[7,j]) | >= | ช่วงเวลาให้บริการ (q_w[7]) |
| 8 | ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน (tm_w[8,j]) | >= | ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน (q_w[8]) |
| 9 | ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด (tm_w[9,j]) | >= | ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด (q_w[9]) |

**หมายเหตุ** ค่าใช้บริการต่ำสุดในการใช้บริการต่อชั่วโมงคือ จำนวนเงินที่ผู้ใช้บริการต้องการจ่ายต่ำสุด

ผลลัพธ์การคัดกรองเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการที่ได้จากขั้นตอนย่อยที่ 2) คือเวกเตอร์ $d_j$ ดังสมการที่ (7) โดยที่ j คือจำนวนแผ่นแบบเครื่องบริการที่ผ่านการคัดกรองทั้งหมดข้างต้นแล้ว

$$d_j = (w_{1,j}, w_{2,j}, \dots, w_{n,j}) \text{ when } \begin{cases} n = 1 \text{ to } 9 \\ j \geq 1 \end{cases} \quad (7)$$

จากนั้นนำเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการและเวกเตอร์ความต้องการใช้งานทั่วไปมาสร้างโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ไปทำการวัดความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์โดยใช้สมการที่ (8) (Gareth, 2011)

$$\text{sim}(d_j, q) = \frac{d_j . q}{\|d_j\| \|q\|} \quad (8)$$

ซึ่งเขียนในอีกรูปแบบหนึ่งได้คือ

$$\text{sim}(d_j, q) = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_{i,j} . w_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} w_{i,j}^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n} w_i^2}} \quad \text{when } \begin{cases} n = 1 \text{ to } 9 \\ j \geq 1 \end{cases} \quad (9)$$

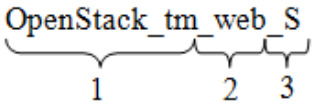
ค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ (sim) จะมีค่าเท่ากับ 1 ถ้าเวกเตอร์ทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกัน (คือมีมุมระหว่างเวกเตอร์เท่ากับ 0 องศา) ซึ่งหมายความว่ามีความคล้ายคลึงกันสูงสุด หรือเหมือนกัน ซึ่งค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์จะมีค่าต่ำสุดคือ 0

```
algorithm: IaaS selection
1.  input variables:
2.    q_w ←{q_w1, q_w2, q_w3, q_w4, q_w5, q_w6, q_w7, q_w8, q_w9} /*  a vector (1-D array) of requirement from
3.                                                                  user according to the equation (2) */
4.    tm_w← {tm_w1, tm_w2, tm_w3, tm_w4, tm_w5, tm_w6, tm_w7, tm_w8, tm_w9, ..., tm_wm} /* 9 x m matrix
5.      (2-D array) of IaaS template vectors according to the equation (1); m is the total number of templates */
6.  local variables:
7.    d_w← {d_w1, d_w2, d_w3, d_w4, d_w5, d_w6, d_w7, d_w8, d_w9,..., d_wp}
8.    /* 9 x p matrix (2-D array) of template vectors according to eq. (3); p is the number of functional templates
9.       where p<m */
10.   norm_d   /* norm of a vector template or ||d_wj|| */
11.   norm_q   /* norm of a vector requirement from user or ||q_w|| */
12.   coef     /* similarity coefficientor  d_w . q_w */
13.   sim[j]   /* cosine  similarity */
14.   p ← 0    /* counter of templates vectors */
15. begin
16.   d_w  ← find_templates_with_matched_functional_requirement(tm_w) /* functional filtering of templates */
17.   /* non- functional filtering of templates based on boundary constraints */
18.   For each tm_w[i,m] in d_w
19.      if tm_w[1,m]  = q_w[1]  /* IP address quantity of template and user requirement must be equal */
20.      if tm_w[2,m] <= q_w[2] /* template's cost must be less than or equal to that of user requirement */
21.      if tm_w[3,m] <= q_w[3] /* template's cores must be greater than or equal to that of user requirement */
22.      if tm_w[4,m] <= q_w[4] /* template's memory must be greater than or equal to that of user requirement */
23.      if tm_w[5,m] <= q_w[5] /* template's storage space must be greater than or equal to that of user
24.                                requirement */
25.      if tm_w[6,m] <= q_w[6] /*template's ephemeral storage space must be greater than or equal to that of
26.                                user requirement */
27.      if tm_w[7,m] <= q_w[7]/* template's SLA (uptime) must be greater than or equal to that of user
                                  requirement*/
28.      if tm_w[8,m] <= q_w[8]/* template's monthly data transfer amount must be greater than or equal to that
29.                                of user requirement */
30.      if tm_w[9,m] <= q_w[9]/* template's usage hours must be greater than that of or equal to user
                                 requirement */
31.      then d_w[1...9,++j]  ← tm_w[1...9,m]
32.   /* similarity calculation */
33.   For j ←1 to ++p
34.      coef ← ∑_{i=1}^{9} d_w[i,j] * q_w[i]
35.      norm_d ← √(∑_{i=1}^{9} d_w[i, j]^2)
36.      norm_q ← √(∑_{i=1}^{9} q_w[i]^2)
37.      sim[j] ← coef / (norm_d*norm_q)
38. return selected_template ← find_all_vectors_in_d_w_with_ first_max(sim) /* return template(s) of
39.                                                                            a maximum similarity value */
```

**ภาพประกอบที่ 24** ขั้นตอนวิธีการหาค่าการวัดความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ของระบบนายหน้า

ขั้นตอนวิธีที่ออกแบบทั้งหมดในขั้นตอนที่ 2 นี้แสดงไว้ในภาพประกอบที่ 24 ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการคัดเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมาะสมกับความใกล้เคียงกับความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์มากที่สุด โดยประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภทคือ 1) ตัวแปรนำเข้าประกอบด้วย q_w ซึ่งแทนเวกเตอร์ของความต้องการการใช้งานโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ตามสมการที่ (6) และ tm_w ซึ่งแทนเวกเตอร์ของแผ่นแบบเครื่องบริการตามสมการที่ (7), 2) ตัวแปรเฉพาะที่ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในประมวลผลภายในชุดคำสั่งของขั้นตอนวิธีประกอบด้วยตัวแปร d_w คือตัวแปรที่ใช้เก็บแผ่นแบบเครื่องบริการที่ถูกคัดกรองตามเงื่อนไขในตารางที่ 7 โดย $d_w \subseteq tm_w$ ขั้นตอนวิธีบรรทัดที่ 16 เป็นการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีหน้าที่ (เช่น เครื่องบริการเว็บ, เครื่องบริการฐานข้อมูล) ให้ตรงกับความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ แล้วนำไปคัดกรองต่อตามขั้นตอนวิธีบรรทัดที่ 18 – 31 เป็นการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการที่ถูกเก็บในตัวแปร tm_w ตามเงื่อนไขในตารางที่ 7 ถ้าแผ่นแบบใดทำให้เงื่อนไขเป็นจริงก็จะถูกนำไปเก็บในตัวแปร d จากนั้นนำตัวแปร d_w ไปทำการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ในขั้นตอนวิธีในบรรทัดที่ 33 – 37 โดยเปรียบเทียบเวกเตอร์ q ที่เก็บในตัวแปร q_w กับเวกเตอร์ d ที่เก็บในตัวแปร d_w ทุกแผ่นแบบเครื่องบริการ จากนั้นหาค่าสูงสุด โดยใช้ฟังก์ชัน find_all_vectors_in_d_w_with_max() ในบรรทัดที่ 38 ซึ่งจะส่งคืนค่าของแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมาะสมที่สุดออกมา กรณีที่ค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ของหลายแผ่นแบบมีค่าเท่ากันฟังก์ชัน find_all_vectors_in_d_w_with_first_max() จะมีสองทางเลือกขึ้นอยู่กับนโยบายที่ผู้ใช้กำหนดคือ จะเลือกแผ่นแบบเครื่องให้บริการแรกที่มีค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เท่ากัน

**ขั้นตอนที่ 3** สร้างชุดข้อมูลสำหรับประเมินผลการทำงานของขั้นตอนวิธีได้แก่ ชุดข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการและชุดข้อมูลความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์โดยชุดข้อมูลแผ่นแบบครอบคลุมฟังก์ชันการทำงานของเครื่องบริการ 2 ฟังก์ชันได้แก่ เครื่องบริการเว็บและเครื่องบริการฐานข้อมูล ซึ่งถูกเลือกใช้งานสำหรับระบบบริหารงานด้วยสารสนเทศโดยส่วนใหญ่ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งสดมภ์ทั้งหมด (ยกเว้นสดมภ์แรก) ของตารางตั้งชื่อตามตัวแปรทั้ง 9 ตัวตามสมการที่ (7) แต่ละแถวของตารางแทนหนึ่งเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการในสมการที่ (7) ซึ่งชุดข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการที่ใช้ในการทดลองได้ตั้งชื่อตามฟังก์ชันการทำงานและขนาดของเครื่องบริการดังระบุไว้ในสดมภ์ที่ 1 โดยมีรูปแบบการตั้งชื่อดังอธิบายในภาพประกอบที่ 25




**คำอธิบาย** 1) แพลตฟอร์มของแผ่นแบบเครื่องบริการได้แก่ OpenStack, Apache CloudStack และ VMware

2) ฟังก์ชันการทำงานได้แก่ เครื่องบริการเว็บ (web) และเครื่องบริการฐานข้อมูล (DB)

3) ขนาดของเครื่องบริการมี 3 ขนาดได้แก่ ขนาดเล็ก (S) ขนาดกลาง (M) และ ขนาดใหญ่ (L)

**ภาพประกอบที่ 25** ความหมายของชื่อแผ่นแบบเครื่องบริการ

**ตารางที่ 8** ข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง

| แผ่นแบบเครื่องบริการ | tm_w1 IP Address (numbers) | tm_w2 cost (USD/Hr) | tm_w3 cpu core (cores) | tm_w4 memory (GB) | tm_w5 storage (GB) | tm_w6 ephemeral storage (GB) | tm_w7 SLA(uptime) (%) | tm_w8 data transfer (GB) | tm_w9 usage time (days) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OpenStack_tm_web_S | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99 | 500 | 30 |
| OpenStack_tm_web_M | 2 | 2.5 | 2 | 4 | 10 | 500 | 99 | 1000 | 365 |
| OpenStack_tm_web_L | 2 | 5 | 4 | 8 | 100 | 500 | 99 | 1000 | 365 |
| OpenStack_tm_DB_S | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99 | 500 | 30 |
| OpenStack_tm_DB_M | 2 | 2.5 | 2 | 4 | 10 | 500 | 99 | 1000 | 365 |
| OpenStack_tm_DB_L | 2 | 5 | 4 | 8 | 100 | 500 | 99 | 1000 | 365 |
| OpenStack_tm_file_S | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99 | 500 | 30 |
| OpenStack_tm_file_M | 2 | 2.5 | 2 | 4 | 10 | 500 | 99 | 1000 | 365 |
| OpenStack_tm_file_L | 3 | 5 | 4 | 8 | 100 | 500 | 99 | 1000 | 365 |
| CloudStack_tm_web_S | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99.9 | 500 | 30 |
| CloudStack_tm_web_M | 2 | 2 | 2 | 4 | 50 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| CloudStack_tm_web_L | 2 | 6 | 4 | 8 | 100 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| CloudStack_tm_DB_S | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99.9 | 500 | 30 |
| CloudStack_tm_DB_M | 2 | 2 | 2 | 4 | 50 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| CloudStack_tm_DB_L | 2 | 6 | 3 | 8 | 100 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| CloudStack_tm_file_S | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99.9 | 500 | 30 |
| CloudStack_tm_file_M | 2 | 2 | 2 | 4 | 50 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| CloudStack_tm_file_L | 2 | 6 | 3 | 8 | 100 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| VMware_tm_web_S | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99.9 | 500 | 30 |
| VMware_tm_web_M | 2 | 4 | 2 | 4 | 10 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| VMware_tm_web_L | 2 | 8 | 4 | 16 | 100 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| VMware_tm_DB_S | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99.9 | 500 | 30 |
| VMware_tm_DB_M | 2 | 4 | 2 | 4 | 10 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| VMware_tm_DB_L | 2 | 8 | 4 | 16 | 100 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| VMware_tm_file_S | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 100 | 99.9 | 500 | 30 |
| VMware_tm_file_M | 2 | 4 | 2 | 4 | 10 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |
| VMware_tm_file_L | 2 | 8 | 4 | 16 | 100 | 500 | 99.9 | 1000 | 365 |

**ขั้นตอนที่ 4** ทำการทดสอบขั้นตอนวิธีที่เสนอไว้ในขั้นตอนที่ 2 ด้วยชุดข้อมูลจากขั้นตอนที่ 3 โดยใช้โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นในการอ่านค่าข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการที่ลงทะเบียนไว้ในออนโทโลจี แล้วนำข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการที่อ่านได้มาทำการคำนวณหาค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ตามขั้นตอนย่อยต่อไปนี้

1) กำหนดข้อมูลความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร q_w1-q_w9 ตามสมการที่ (6) โดยมีค่าตัวแปรดังระบุในตารางที่ 9 ซึ่งประกอบด้วย 3 เวกเตอร์ (2 แถว) ได้แก่ เวกเตอร์ความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดเล็ก เวกเตอร์ความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดกลาง และเวกเตอร์ความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดใหญ่

**ตารางที่ 9** ข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้

| No. | q_w1 IP Address (numbers) | q_w2 cost (USD/Hr) | q_w3 cpu core (cores) | q_w4 memory (GB) | q_w5 storage (GB) | q_w6 ephemeral storage (GB) | q_w7 SLA(uptime) (%) | q_w8 data transfer (GB) | q_w9 usage time (days) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 100 | 99 | 1000 | 365 |
| 2 | 2 | 8 | 2 | 4 | 10 | 100 | 99 | 1000 | 365 |
| 3 | 2 | 8 | 4 | 4 | 100 | 500 | 99 | 1000 | 365 |

2) นำเข้าข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการจากตารางที่ 9 เพื่อคัดกรองตามฟังก์ชั่นที่ตรงกับความต้องการใช้งานโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ตามขั้นตอนย่อยที่ 1) ในขั้นตอนที่ 2 จากนั้นคัดกรองตามเงื่อนไขดังอธิบายในขั้นตอนย่อยที่ 2) ของขั้นตอนที่ 2 (นั่นคือตามขั้นตอนวิธีในภาพประกอบที่ 24 บรรทัดที่ 18 – 31)

3) คำนวณหาค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการที่ผ่านการคัดกรองในขั้นตอนย่อยที่ 2) ข้างต้นและแต่ละความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานของผู้ใช้ตามขั้นตอนวิธีในภาพประกอบที่ 24 บรรทัดที่ 33 – 37

4) ทำการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์สูงสุด และในกรณีที่มีค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เท่ากันมากกว่าสองแผ่นแบบเครื่องบริการจะทำการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการแรกที่ถูกอ่านเข้ามาก่อน ตามขั้นตอนวิธีในภาพประกอบที่ 24 บรรทัดที่ 38 จากนั้นนำข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการที่ถูกเลือกไปจับคู่กับชุดคำสั่ง เรสท์ที่ลงทะเบียนในออนโทโลจี จากนั้นทำการส่งชุดคำสั่งเรสท์ไปยังคลาวด์แพลตฟอร์ม โอเพนสแตก อาปาเช่คลาวด์สแตก และวีเอ็มแวร์ อีเอสเอ็กซ์ไอ

เมื่อทำการออกแบบขั้นตอนวิธีการเลือกบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซแล้ว ทำการทดสอบโดยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

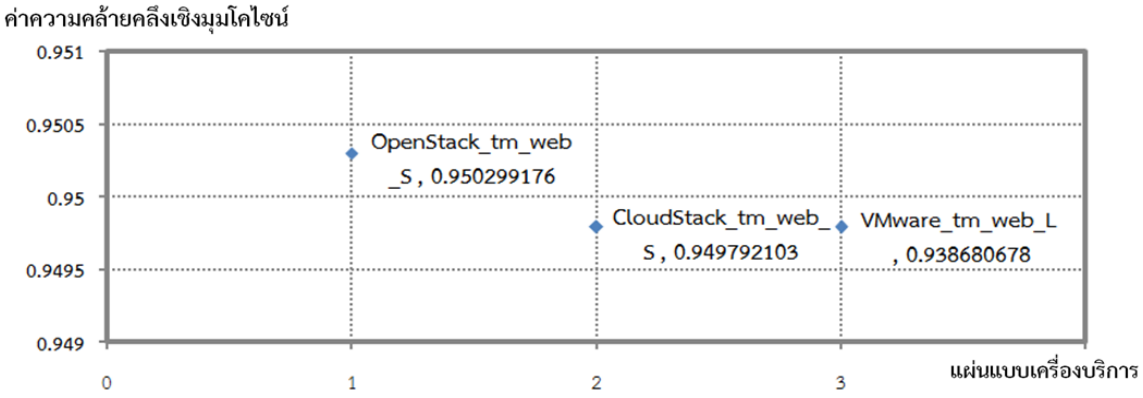
**ตอนที่ 1** ผลการคำนวณค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานของผู้ใช้

จากการหาค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างเวกเตอร์ของความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งานที่มีความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ชุดข้อมูลตามตารางที่ 10 สามารถเขียนในรูปแบบเวกเตอร์ได้ตามลำดับดังนี้ ลำดับที่ 1 ความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดเล็กเวกเตอร์คือ q_w(1,2,1,4,1,100,95,1000,365) ลำดับที่ 2 ความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดกลางเวกเตอร์คือ q_w(2, 8, 2, 4, 10, 100, 95, 1000, 365) และลำดับที่ 3 ความต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดใหญ่เวกเตอร์คือ q_w(2, 8, 2, 4, 10, 100, 95, 1000, 365) จากนั้นนำเวกเตอร์ทั้งสามไปคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ โดยนำไปเปรียบเทียบกับแผ่นแบบเครื่องบริการในตารางที่ 5 ตามขั้นตอนวิธีที่เสนอไว้ข้างต้น ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 10, 11 และ 12 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามตารางมีชื่อสดมภ์เป็นไปตามตัวแปรในสมการที่ (8)

**ตารางที่ 10** ผลการคำนวณค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานเครื่องบริการเว็บขนาดเล็ก

| แผ่นแบบเครื่องบริการ | $d_w_j \cdot q_w$ | $\|\|d_w_j\|\|$ | $\|\|q_w\|\|$ | $sim(d_w_j, q_w)$ |
|---|---|---|---|---|
| OpenStack_tm_web _S | 529988 | 519.5507675 | 1073.44 | 0.950299176 |
| CloudStack_tm_web_S | 530273 | 520.1076812 | 1073.44 | 0.949792103 |
| VMware_tm_web_S | 530275 | 520.1105652 | 1073.44 | 0.949790418 |

จากตารางที่ 10 สามารถเปรียบเทียบค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ได้ดังภาพประกอบที่ 26 ซึ่งจะพบว่าค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.950299176 สำหรับแผ่นแบบเครื่องบริการ OpenStack_tm_web_S

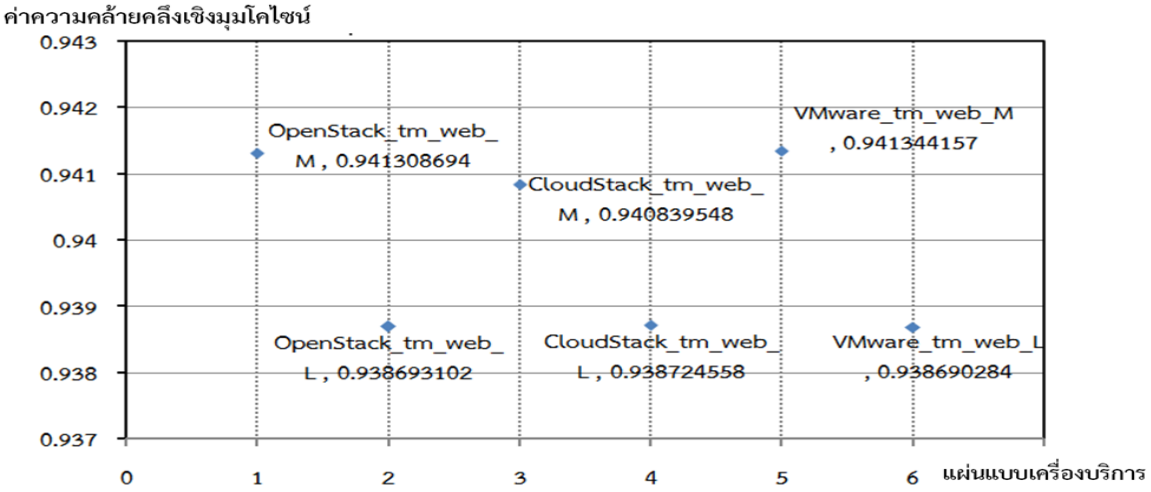



**ภาพประกอบที่ 26** กราฟเปรียบเทียบความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ผู้ใช้ต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดเล็ก

**ตารางที่ 11** ผลการคำนวณค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานเครื่องบริการเว็บขนาดกลาง

| แผ่นแบบเครื่องบริการ | $d_w_j \cdot q_w$ | $\|\|d_w_j\|\|$ | $\|\|q_w\|\|$ | $sim(d_w_j, q_w)$ |
|---|---|---|---|---|
| OpenStack_tm_web_M | 1192394 | 1179.991631 | 1073.517 | 0.941308694 |
| OpenStack_tm_web_L | 1193334 | 1184.212396 | 1073.517 | 0.938693102 |
| CloudStack_tm_web_M | 1193073 | 1181.252302 | 1073.517 | 0.940839548 |
| CloudStack_tm_web_L | 1193625 | 1184.461481 | 1073.517 | 0.938724558 |
| VMware_tm_web_M | 1192691 | 1180.241077 | 1073.517 | 0.941344157 |
| VMware_tm_web_L | 1193675 | 1184.554347 | 1073.517 | 0.938690284 |

จากตารางที่ 11 สามารถเปรียบเทียบค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ได้ ดังภาพประกอบที่ 27 ซึ่งจะพบว่าค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.941344157 สำหรับแผ่นแบบเครื่องบริการ VMware_tm_web_M

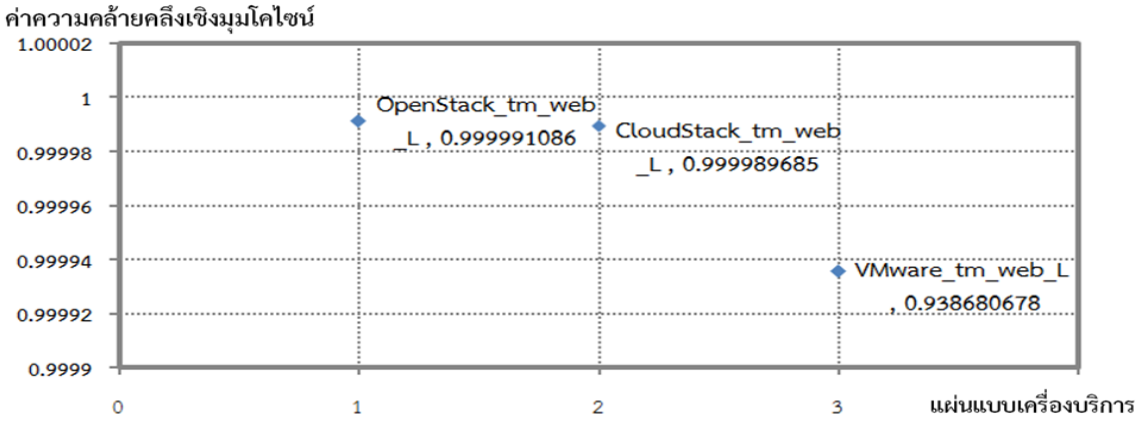



**ภาพประกอบที่ 27** กราฟเปรียบเทียบความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ผู้ใช้ต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดกลาง

**ตารางที่ 12** ผลการคำนวณค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการใช้งานเครื่องบริการเว็บขนาดใหญ่

| แผ่นแบบเครื่องบริการ | $d_w_j \cdot q_w$ | $\|d_w_j\|$ | $\|q_w\|$ | $sim(d_w_j, q_w)$ |
|---|---|---|---|---|
| OpenStack_tm_web_L | 1402342 | 1184.212396 | 1184.209 | 0.999991086 |
| CloudStack_tm_web_L | 1402635 | 1184.461481 | 1184.209 | 0.999989685 |
| VMware_tm_web_L | 1402669 | 1184.554347 | 1184.209 | 0.999935527 |

จากตารางที่ 12 สามารถเปรียบเทียบค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ได้ดังภาพประกอบที่ 28 ซึ่งจะพบว่าค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.999991086 สำหรับแผ่นแบบเครื่องบริการ OpenStack_tm_web_L




**ภาพประกอบที่ 28** กราฟเปรียบเทียบความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานที่ผู้ใช้ต้องการใช้เครื่องบริการเว็บขนาดใหญ่

จากการทดสอบขั้นตอนวิธีการเลือกบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซมาใช้คำนวณค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์มีเลือกแผ่นแบบเครื่องให้บริการตรงความต้องการที่กำหนดไว้ เนื่องจากมีการใช้ออนโทโลจีเป็นฐานความรู้การเก็บชุดข้อมูลแผ่บแบบเครื่องให้บริการและทำการจับคู่ชุดข้อมูลแผ่บแบบเครื่องให้บริการที่เป็นไปตามเงื่อนไขเล้วนำมาคำนวณค่าของความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ การเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์พบว่าข้อมูลความต้องการชุดที่ 1 ได้ค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เท่ากับ 0.950299176 ที่เป็นค่าสูงสุดและตรงกับแผ่นแบบ OpenStack_tm_web_S ข้อมูลความต้องการชุดที่ 2 ได้ค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เท่ากับ 0.941344157ที่เป็นค่าสูงสุดและตรงกับแผ่นแบบ VMware_tm_web_M และข้อมูลความต้องการชุดที่ 3 ได้ค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เท่ากับ 0.999991086 ที่เป็นค่าสูงสุดและตรงกับแผ่นแบบ OpenStack_tm_web_L ซึ่งตรงกับแผ่นแบบที่คาดการณ์ไว้ก่อนหน้าทั้ง 3 ครั้ง เมื่อพิจารณาจากกราฟเปรียบเทียบในภาพประกอบที่ 27 จะพบว่าแผ่นแบบเครื่องบริการทั้ง 6 แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มล่างที่มีค่าน้อยกว่า 0.94 เป็นกลุ่มของแผ่นแบบเครื่องบริการที่รองรับการบริการขนาดใหญ่ซึ่งมีส่วนประกอบของเวกเตอร์ทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ไม่ตรงกับความต้องการใช้บริการของผู้ใช้งานค่อนข้างมาก ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีค่ามากกว่า 0.94 ซึ่งมีส่วนประกอบของเวกเตอร์ที่มีความคล้ายคลึงกับความต้องการใช้บริการของผู้ใช้งานที่ต้องการเลือกใช้บริการแผ่นแบบเครื่องบริการขนาดกลางส่วนกราฟเปรียบเทียบในภาพประกอบที่ 27 จะมีเพียงกลุ่มเดียวเพราะแผ่นแบบเครื่องบริการที่ไม่เกี่ยวข้องได้ถูกคัดกรองในขั้นตอนแรกของขั้นตอนวิธีแล้ว

**การออกแบบระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม**

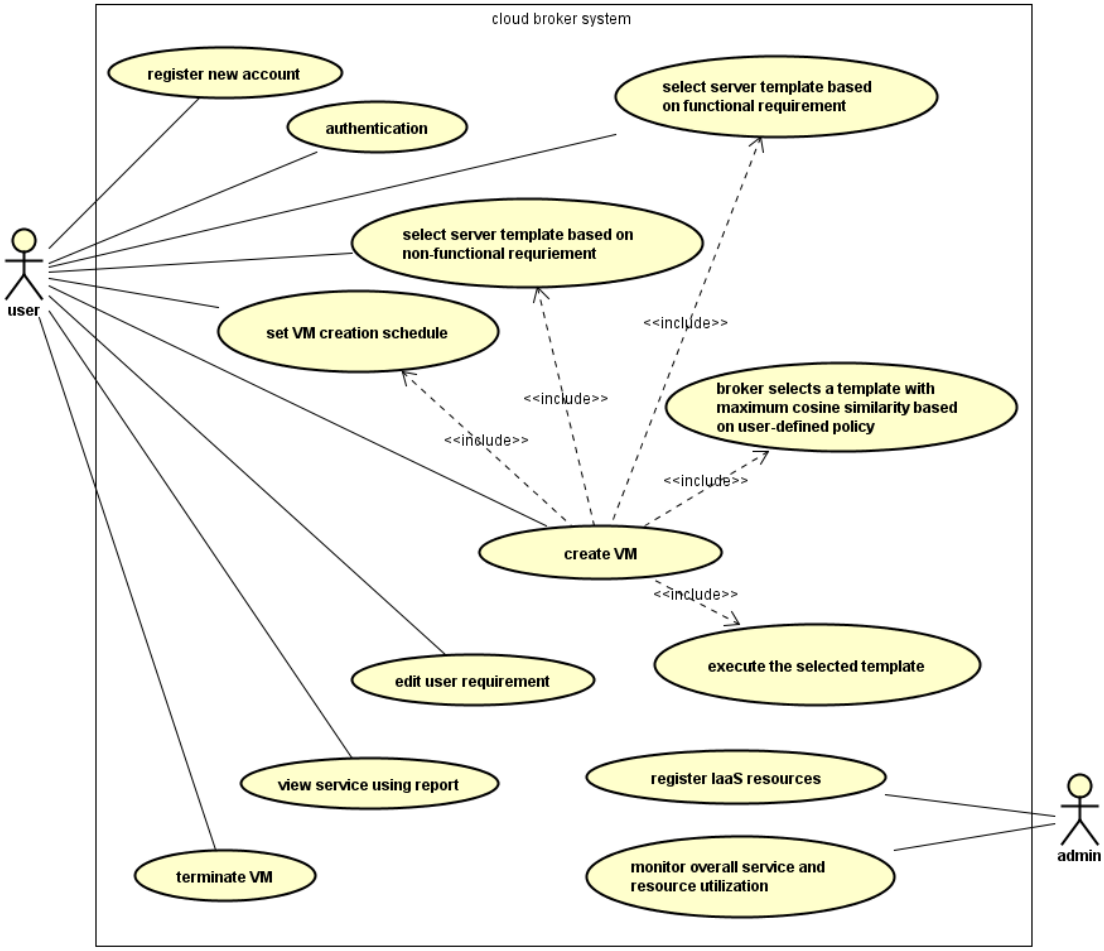
จากการศึกษาค้นคว้าและทำการทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ มาออกแบบการออกแบบระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มโดยใช้เครื่องมือยูเอ็มแอลช่วยในการออกแบบประกอบด้วย

1) แผนภาพยูสเคส (use case diagram)

2) แผนภาพคลาส (class diagram)

3) แผนภาพซีเควนซ์ (sequence diagram)

1) แผนภาพยูสเคส อธิบายถึงภาพรวมของระบบ ขอบเขต และกิจกรรมการทำงานหลักๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม แสดงตามภาพประกอบที่ 29




**ภาพประกอบที่ 29** แผนภาพยูสเคสระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม

คำอธิบายแผนภาพยูสเคสระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม

| **ชื่อยูสเคส :** ลงทะเบียนบัญชีผู้ใช้ (register new account) | **รหัสยูสเคส :** 1 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อลงทะเบียนผู้ใช้งานใหม่และแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า**: - | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. ผู้ใช้งานเข้าถึงบริการระบบนายหน้าผ่านเว็บไซต์หน้าแรกและทำการเลือกปุ่มลงทะเบียนสมาชิก<br>2. ระบบแสดงหน้าเว็บสำหรับกรอกข้อมูลในการลงทะเบียนสมัครสมาชิก<br>3. ผู้ใช้งานทำการกรอกข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดจนครบ<br>4. ระบบตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลที่ผู้ใช้งานกรอก และเมื่อระบบตรวจสอบข้อมูลถูกต้องครบถ้วนผ่าน<br>5. ผู้ใช้งานทำการคลิกยืนยันการลงทะเบียนสมัครสมาชิก<br>6. ระบบบันทึกการลงทะเบียนเก็บโปรไฟล์รายละเอียดเกี่ยวผู้ใช้งานสมาชิกและเพิ่มผู้ใช้งานสมาชิกเข้าสู่ระบบ ระบบแสดงข้อมูลสมาชิก<br>7. ผู้ใช้งานสมาชิกจะได้รับการแจ้งยืนยันการเป็นสมาชิกและได้รับบัญชีชื่อผู้ใช้ (username) และรหัสผ่าน (password) สำหรับเข้าสู่ระบบบริการของระบบนายหน้า<br>8. ผู้ใช้งานสามารถทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลรายละเอียดของผู้ใช้งานสมาชิกเองได้และทำการคลิกยืนยันบันทึกการแก้ไขเพื่อทำข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1 :**<br>1. กรณีผู้ใช้งานกรอกข้อมูลไม่ถูกต้องไม่ครบถ้วน ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ระบบกำหนด เช่น ไม่ใส่ข้อมูลในฟิลด์ที่จำเป็นระบบจะมีการแจ้งเตือนและจะไม่สามารถทำการยืนยันการลงทะเบียนสมัครสมาชิกได้ ผู้ใช้งานต้องกรอกข้อมูลให้ถูกครบถ้วนต้องเสียก่อน | |

| **ชื่อยูสเคส :** การพิสูจน์ตัวจริง (authentication) | **รหัสยูสเคส :** 2 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อการพิสูจน์ตัวจริงในการใช้บริการ | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า**: ต้องผ่านการลงทะเบียนบัญชีผู้ใช้จากยูสเคสที่ 1 | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. ผู้ใช้งานทำการป้อนข้อมูล username และ password<br>2. ทำการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานจากระบบฐานข้อมูล<br>3. ส่งค่าสิทธิ์การใช้งานผ่านตัวแปร session(“user_authen”)<br>4. เชื่อมโยงข้อมูลไปยังหน้าหลัก<br>5. ตรวจสอบตัวแปร session(“user_authen”) = 1 อนุญาติให้ใช้งาน | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1:**<br>1. กรณีผู้ใช้งานกรอกข้อมูล username และ password ไม่ถูกต้องหรือไม่มีในระบบ ตัวแปร session(“user_authen”) = 0 ไม่อนุญาติให้ใช้งานระบบให้ผู้ใช้งานทำการป้อนข้อมูล username และ password อีกครั้ง | |

| **ชื่อยูสเคส :** สร้างเครื่องเสมือน (create VM) | **รหัสยูสเคส :** 3 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อสร้างเครื่องเสมือนสำหรับบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่เลือกใช้ | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ผู้ใช้งานต้องผ่านการพิสูจน์ตัวจริงจากยูสเคสที่ 2 | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. ผู้ใช้งานทำการป้อนข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ผ่านทางส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่กำหนดประกอบด้วย<br>1.1 ความต้องการตามหน้าที่หลัก (functional requirement)<br>1.2 ความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลัก (non-functional requirement)<br>1.3 เซตกำหนดการสร้างเครื่องเสมือน (VM creation schedule)<br>2. ระบบทำการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ และทำการสร้างกำหนดการสำหรับการสร้างเครื่องเสมือน<br>3. ทำการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมือนคล้ายกับความต้องการใช้บริการโดยวัดจากค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ (cosine similarity) ที่มีค่าสูงสุด<br>4. กระทำการชุดคำสั่งการสร้างเครื่องเสมือนตามกำหนดการที่สร้างไว้ | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1:**<br>1. กรณีผู้ใช้งานป้อนความต้องการแล้วมีความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ของแผ่นแบบเครื่องบริการมากกว่าหนึ่งแผ่นแบบระบบจะพิจารณาจากลำดับความสำคัญที่กำหนดไว้ก่อนหน้า | |

| **ชื่อยูสเคส** : การเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการตามหน้าที่หลัก (select server template based on functional requirement) | **รหัสยูสเคส :** 3.1 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการตามหน้าที่หลัก | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ผู้ใช้งานผ่านการป้อนข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์จากยูสเคสที่ 3 | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. ผู้ใช้งานทำการป้อนข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ผ่านทางส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่กำหนด<br>2. ระบบทำการเปรียบเทียบความต้องการใช้บริการกับแผ่นแบบเครื่องบริการทั้งหมดเพื่อคัดกรองแผ่นแบบที่มีหน้าที่ตรงกับความต้องการใช้บริการ<br>3. ระบบจัดเก็บแผ่นแบบเครื่องบริการที่คัดกรองแล้วเก็บลงตัวแปร d_w ตามขั้นตอนวิธี<br>4. ระบบทำการส่งข้อมูลไปทำการคัดกรองตามความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลัก | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1:**<br>1. กรณีผู้ใช้งานป้อนความต้องการแล้วไม่มีแผ่นแบบที่พร้อมให้บริการระบบจะทำการแจ้งเตือน | |

| **ชื่อยูสเคส :** เซตกำหนดการสร้างเครื่องเสมือน (set VM creation schedule) | **รหัสยูสเคส :** 3.3 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อเซตกำหนดการสร้างเครื่องเสมือน | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ต้องผ่านการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการจากยูสเคสที่ 3.2 | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. รับข้อมูลจากการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลัก ผ่านตัวแปร d_w<br>2. ระบบทำการตรวจสอบแล้วบันทึกกำหนดการการทำงานของชุดคำสั่ง<br>3. เมื่อถึงกำหนดเวลาการทำงานของชุดคำสั่งระบบทำการส่งค่าข้อมูลไปทำการหาค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ ระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมือนคล้ายกับความต้องการใช้บริการ | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1: -** | |

| **ชื่อยูสเคส :** การเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลัก (select server template based on non-functional requriement) | **รหัสยูสเคส :** 3.2 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลัก | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ต้องผ่านการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการจากยูสเคสที่ 3.1 | |

**การไหลหลัก :**

1. รับข้อมูลจากการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการตามความต้องการตามหน้าที่หลัก ผ่านตัวแปร d_w
2. ระบบทำการเปรียบเทียบความต้องการใช้บริการกับแผ่นแบบเครื่องบริการที่เก็บในตัวแปร d_w เพื่อคัดกรองแผ่นแบบที่มีความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลักโดยพิจารณาจาก
    1) จำนวนเลขที่อยู่ไอพี (IP Address)
    2) ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง (cost for use)
    3) จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง (cpu core)
    4) หน่วยความจำหลัก (memory)
    5) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล (storage)
    6) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด (ephemeral storage)
    7) ช่วงเวลาให้บริการ (SLA uptime) มีหน่วยเปอร์เซ็นต์
    8) ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูล (data transfer) ต่อเดือน
    9) ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด (usage time)
3. ระบบจัดเก็บแผ่นแบบเครื่องบริการที่คัดกรองแล้วเก็บลงตัวแปร d_w อีกครั้งโดยเขียนทับตามขั้นตอนวิธี
4. ระบบทำการส่งข้อมูลไปทำการสร้างกำหนดการสำหรับการสร้างเครื่องเสมือนของความต้องการที่ใช้บริการ

**การไหลทางเลือกที่ 1: -**

| **ชื่อยูสเคส :** การเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมือนคล้ายกับความต้องการใช้บริการโดยวัดจากค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ที่มีค่าสูงสุดตามนโยบายของผู้ใช้บริการ (broker selects a template with maximum cosine similarity based on user-defined policy) | **รหัสยูสเคส :** 3.4 |
|---|---|
| **วัตถุประสงค์ :** เพื่อการเลือกแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีความเหมือนคล้ายกับความต้องการใช้บริการโดยวัดจากค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์ที่มีค่าสูงสุดตามนโยบายของผู้ใช้บริการ | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ต้องผ่านการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการจากยูสเคสที่ 3.3 | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. เมื่อถึงกำหนดการระบบทำการระบบทำการส่งตัวแปร d_w ที่ผ่านการคัดกรองตามเงื่อนไขทั้งสอง<br>2. ทำการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์แล้วเก็บลงตัวแปร sim[j] ตามขั้นตอนวิธี<br>3. ทำการหาค่าสูงสุดของคล้ายคลึงเชิงมุมโคไซน์เพื่อหาความเหมือนคล้ายระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการและความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์<br>4. นำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับนนโยบายของผู้ใช้บริการประกอบด้วย<br>1) พิจารณาจากลำดับความสำคัญ (priority) ที่กำหนดไว้ก่อน<br>2) พิจารณาจากภาระสมดุล (load balance) ของการใช้งานในปัจจุบัน | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1: -** | |

| **ชื่อยูสเคส :** กระทำการแผ่นแบบเครื่องบริการที่เลือก (execute the selected template) | **รหัสยูสเคส :** 3.5 |
|---|---|
| วัตถุประสงค์ **:** เพื่อกระทำการแผ่นแบบเครื่องบริการที่เลือกให้ทำงาน | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : - | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. ตรวจสอบกำหนดการทำงานจากยูสเคสรหัส 3.3<br>2. จับคู่แผ่นแบบเครื่องบริการกับออนโทโลจีเพื่ออ่านค่าชุดคำสั่งจากออนโทโลจี<br>3. กระทำการชุดคำสั่งสำหรับการสร้างเครื่องเสมือนของแต่ละแพลตฟอร์ม | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1: -** | |

| **ชื่อยูสเคส :** แก้ไขความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งาน (edit user requirement) | **รหัสยูสเคส :** 4 |
|---|---|
| วัตถุประสงค์ **:** เพื่อแก้ไขความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งาน | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ต้องมีข้อมูลในกำหนดการทำงานของยูสเคสที่ 3.3 | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. แสดงกำหนดการตารางเวลาความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานยคลาวด์ที่ยังไม่ถึงกำหนดการ<br>2. เลือกรายการข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานยคลาวด์ที่ต้องการแก้ไข<br>3. แสดงรายละเอียดและทำการกรอกข้อมูลความต้องการใหม่<br>4. การทำตามขั้นตอนของยูสเคสที่ 3.1-3.3 อีกครั้ง | |
| **การไหลที่ยกเว้นที่ 1 :** - | |

| **ชื่อยูสเคส :** แสดงรายงานที่ใช้บริการ (view service using report) | **รหัสยูสเคส :** 5 |
|---|---|
| วัตถุประสงค์ **:** เพื่อแสดงรายงานที่ใช้บริการ | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ต้องกำหนดความต้องการจากการสร้างเครื่องเสมือน | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. เลือกประเภทการแสดงบริการประกอบด้วย<br>1) ข้อมูลที่ใช้บริการกำลังทำงาน<br>2) ข้อมูลที่อยู่ในกำหนดการ<br>3) ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ<br>2. พิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1: -** | |

| **ชื่อยูสเคส :** ลงทะเบียนทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ (register IaaS resources) | **รหัสยูสเคส :** 7 |
|---|---|
| วัตถุประสงค์ **:** ลงทะเบียนทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : - | |

**การไหลหลัก :**

1. แสดงแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์เพื่อใช้ผู้จัดการระบบเลือกลงทะเบียน
2. ผู้จัดการระบบทำการเลือกแพลตฟอร์มที่ต้องการแล้วสร้างข้อมูลในฐานข้อมูล
3. ทำการกำหนดรูปแบบการให้บริการของแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่เลือกประกอบด้วย

    3.1 ความต้องการตามหน้าที่หลัก (functional requirement) เช่น เครื่องบริการเว็บ หรือเครื่องบริการฐานข้อมูล

    3.2 ความต้องการที่ไม่ใช้หน้าที่หลัก (non-functional requirement) ประกอบด้วย

        1) จำนวนเลขที่อยู่ไอพี (IP Address)
        2) ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง (cost for use)
        3) จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง (cpu core)
        4) หน่วยความจำหลัก (memory)
        5) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล (storage)
        6) ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุด (ephemeral storage)
        7) ช่วงเวลาให้บริการ (SLA uptime) มีหน่วยเปอร์เซ็นต์
        8) ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูล (data transfer) ต่อเดือน
        9) ระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด (usage time)
4. ทำการบันทึกข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่กำหนด

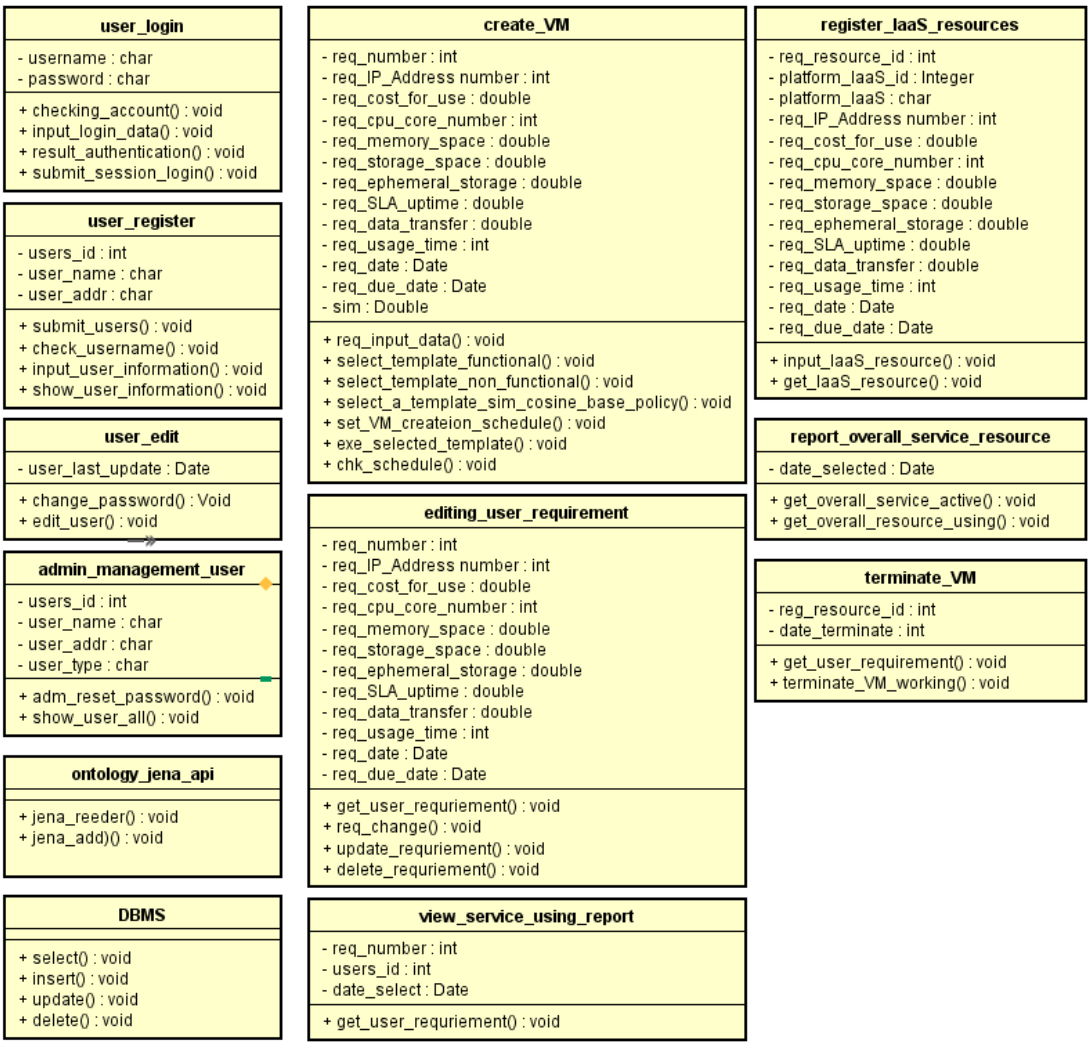
**การไหลทางเลือกที่ 1: -**

| **ชื่อยูสเคส :** สิ้นสุดการให้บริการเครื่องเสมือนที่กำลังทำงาน (terminate running VM) | **รหัสยูสเคส :** 6 |
|---|---|
| วัตถุประสงค์ **:** เพื่อผู้ใช้งานสามารถหยุดการกให้บริการเครื่องเสมือนที่กำลังทำงาน | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : ระบบต้องมีเครื่องเสมือนที่กำลังทำงาน | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. ระบบแสดงข้อมูลเครื่องเสมือนที่กำลังทำงานทั้งหมดของผู้ใช้บริการ<br>2. ทำการเลือกปุ่มหยุดการให้บริการและยืนยัน<br>3. ระบบทำการส่งชุดคำสั่งหยุดให้บริการไปยังเครื่องเสมือนที่ถูกเลือก | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1: -** | |

| **ชื่อยูสเคส :** เฝ้าสังเกตทรัพยากรและบริการทั้งหมดที่ให้บริการ (monitor oveall service and resource utilities) | **รหัสยูสเคส :** 8 |
|---|---|
| วัตถุประสงค์ **:** เพื่อดูแลในส่วนของการเปิดใช้บริการและปิดการใช้บริการ | |
| **เงื่อนไขก่อนหน้า** (Pre-condition) : - | |
| **การไหลหลัก :**<br>1. เลือกประเภทการแสดงบริการประกอบด้วย<br>1) ข้อมูลที่ใช้บริการกำลังทำงาน<br>2) ข้อมูลที่อยู่ในกำหนดการ<br>3) ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการใช้บริการ<br>2. พิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์ | |
| **การไหลทางเลือกที่ 1: -** | |

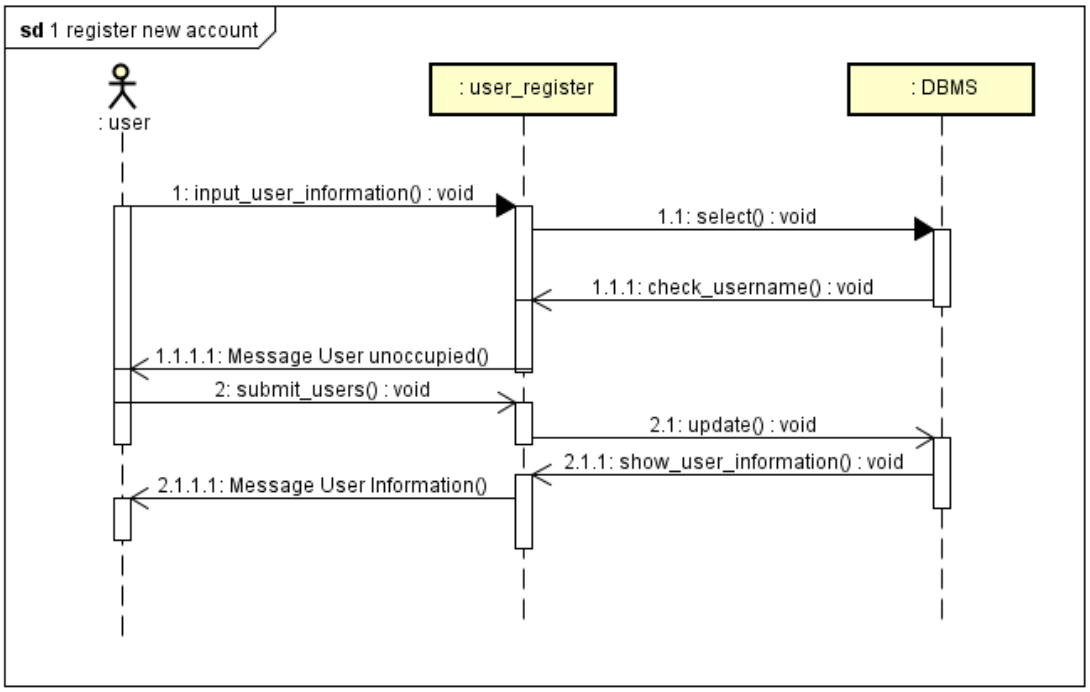
2) แผนภาพคลาส แสดงถึงโครงสร้างของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มที่ประกอบไปด้วยคลาสต่างๆ ดังนี้ คลาสลงบันทึกเข้าใช้งานของผู้ใช้งานระบบ (user_login) ซึ่งจะทำตรวจสิทธิ์ของ ผู้ใช้งานโดยป้อนชื่อผู้ใช้ (username) และ รหัสผ่าน (password) ที่ได้ลงทะเบียนไว้ก่อนหน้าและถูกบันทึกจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยใช้ คลาสลงทะเบียนผู้ใช้งาน (user_register) ทำหน้าที่ในการจัดเก็บและแสดงผลข้อมูลผู้ใช้งานจากฐานข้อมูล คลาสแก้ไขผู้ใช้งาน (user_edit) ทำหน้าที่เรียกข้อมูลผู้ใช้งานที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลมาแสดงเพื่อแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานแล้วทำการปรับปรุงข้อมูลแทนที่ข้อมูลเดิมได้โดยผู้ใช้งาน คลาสผู้แก้ไขผู้ใช้งานโดยผู้จัดการระบบ (admin_management_user) ระบบจะทำหน้าที่

แสดงรายการผู้ใช้บริการทั้งหมดเพื่อให้ผู้จัดการระบบทำการปรับปรุงข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้งานระบบทั้งหมดได้ คลาส (ontology_jena_api) ทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์โดยอาศัยจีน่าช่วยจัดการโดยทำการป้อนคำถามรูปแบบภาษาสปาร์คิวแอลเพื่อเข้าถึงออนโทโลจีที่ออกแบบไว้ คลาสระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ทำหน้าที่สำหรับจัดการฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบไว้สำหรับระบบ สำหรับการเรียกดูข้อมูล การเพิ่มข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล และการลบข้อมูล คลาสสร้างเครื่องเสมือน (create_VM) ทำหน้าที่สร้างเครื่องเสมือนโดยการกำหนดพารามิเตอร์ของความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งานและทำการเลือกแผนแบบเครื่องบริการที่ถูกเก็บไว้ในออนโทโลจี และส่งข้อมูลชุดคำสั่งไปยังแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ถูกเลือกในรูปแบบเรสท์ คลาสแก้ไขความต้องการใช้งานของผู้ใช้ (edit_uesr_requriement) ทำหน้าที่แสดงข้อมูลความต้องการทั้งหมดที่ยังไม่ถึงตารางงานที่กำหนดและทำการแก้ไขความต้องการใช้บริการซึ่งระบบทำการเลือกแผ่นแบบที่เหมาะสมใหม่ แล้วทำการปรับปรุงข้อมูล คลาสรายงานทรรศนะการใช้บริการ (view_service_usering_report) ทำหน้าที่แสดงข้อมูลการขอใช้บริการทั้งหมดที่ขอใช้บริการ คลาสการลงทะเบียนทรัพยากรบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ (register_IaaS_resource) ทำหน้าที่ลงทะเบียนลงทะเบียนทรัพยากรบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์เพื่อกำหนดเป็นข้อมูลพื้นฐานของระบบ คลาสรายงานการใช้บริการทรัพยากรบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้งหมด (report_overall_service_resource) ทำหน้าที่แสดงข้อมูลการขอใช้บริการทั้งหมดที่ขอใช้บริการทั้งหมดสำหรับแสดงข้อมูลเสนอผู้จัดการระบบ คลาสสิ้นสุดการทำงานเครื่องเสมือน (terminate_VM) ทำหน้าที่แสดงข้อมูลการขอใช้บริการทั้งหมดที่ขอใช้บริการและสามารถยกเลิกการทำงานเครื่องเสมือน โดยคลาสทั้งหมดสามารถเขียนแผนภาพคลาสระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ ดังแสดงตามภาพประกอบที่ 30



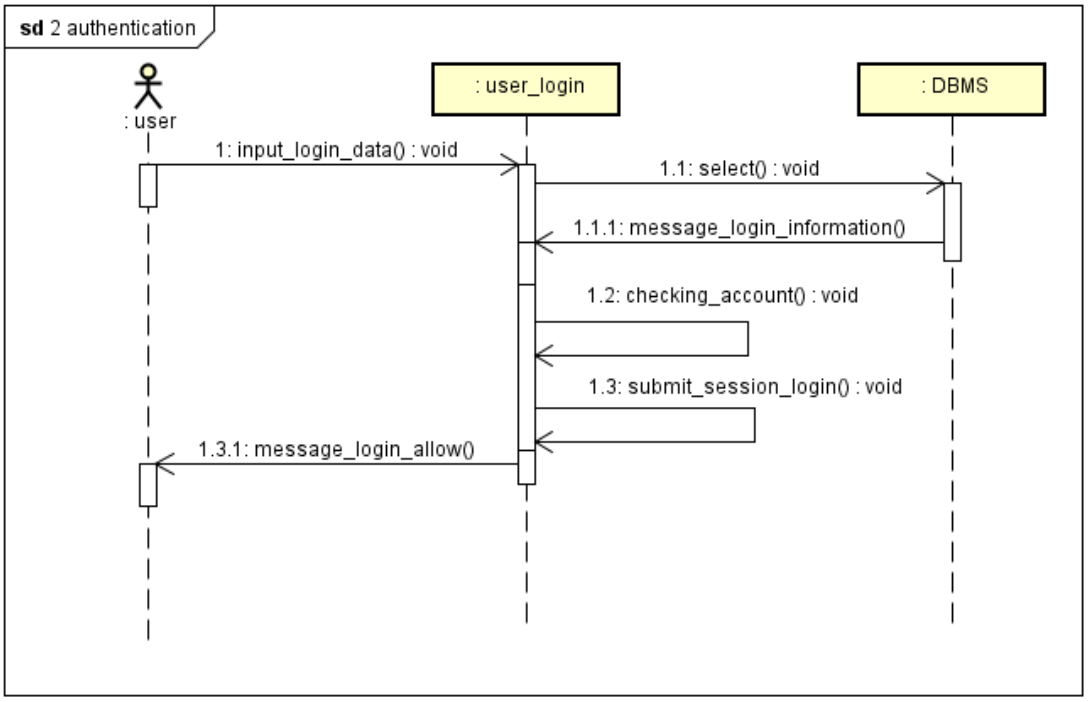

**ภาพประกอบที่** 30 แผนภาพคลาสระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม

3) แผนภาพซีเควนซ์ (sequence diagram) อธิบายว่าในยูสเคสนั้นๆ วัตถุแต่ละตัวติดต่อสื่อสารและมีลำดับขั้นตอนการทำงานอย่างไร มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุตามลำดับของเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนด แสดงตามภาพประกอบที่ 31 -38 ดังนี้



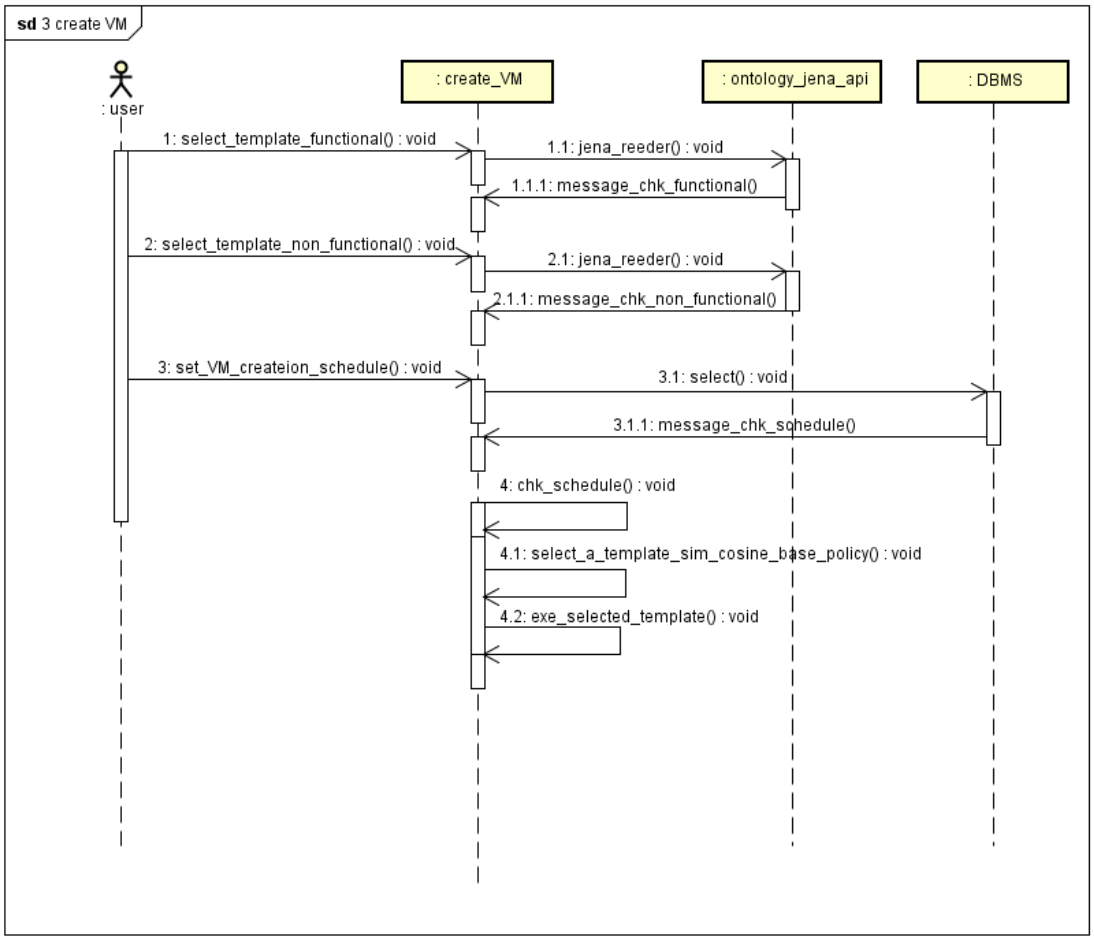

**ภาพประกอบที่** 31 แผนภาพซีเควนซ์การลงทะเบียนสมาชิกใหม่

จากภาพประกอบที่ 31 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนการลงทะเบียนสมาชิกใหม่เริ่มจากผู้ใช้งานเข้าถึงบริการระบบนายหน้าผ่านเว็บไซต์หน้าแรกและทำการเลือกปุ่มลงทะเบียนสมาชิก และผู้ใช้งานกรอกข้อมูลในการลงทะเบียนสมัครสมาชิก ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยการตรวจสอบชื่อผู้ใช้งานถ้าไม่มีในระบบจะส่งสารไปยังผู้ใช้งานอนุญาติลงทะเบียนได้ ผู้ใช้งานทำการเลือกปุ่มยืนยันส่งข้อมูลระบบทำการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลผู้ใช้งานสมาชิกจะได้รับการแจ้งยืนยันการเป็นสมาชิกและได้รับบัญชีชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน สำหรับเข้าสู่ระบบบริการของระบบนายหน้า



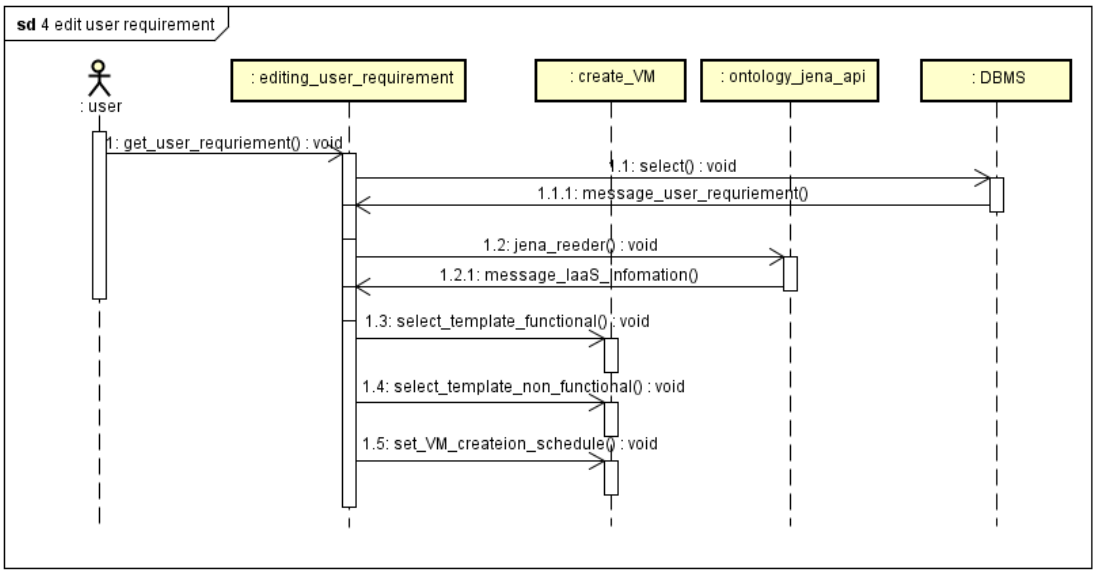

**ภาพประกอบที่** 32 แผนภาพซีเควนซ์การยืนยันสิทธิ์การเข้าใช้งาน

จากภาพประกอบที่ 32 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนการยืนยันสิทธิ์การเข้าใช้งานเริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลบัญชีชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยการตรวจสอบบัญชีชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ซึ่งจะเปรียบเทียบข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เลือกมากับข้อมูลที่ผู้ใช้งานกรอกเข้ามา ถ้าตรงกันจะทำการเก็บสิทธิ์การเข้าใช้งานลงตัวแปรเซสชั่นและระบบจะส่งสารไปยังผู้ใช้งานอนุญาติให้เข้าใช้งานระบบ



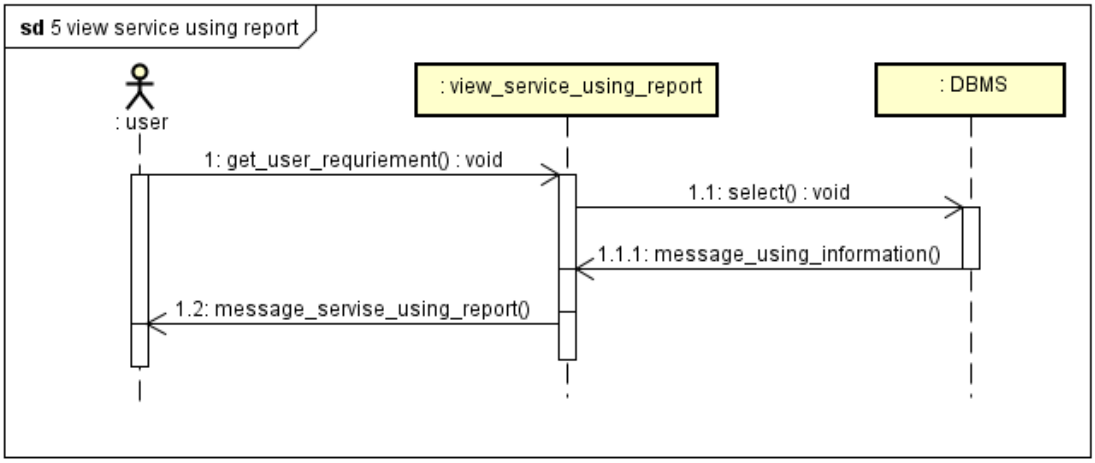

**ภาพประกอบที่** 33 แผนภาพซีเควนซ์การสร้างเครื่องเสมือน

จากภาพประกอบที่ 33 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนการสร้างเครื่องเสมือน เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลฟังก์ชันความต้องการบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการอ่านข้อมูลจากออนโทโลจีโดยอาศัย จีนา เอพีไอ ระบบส่งสารข้อมูลแผ่นแบบที่ถูกเลือกตามฟังก์ชัน จากนั้นระบบทำการนำเข้าข้อมูลความต้องการบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ตามเงื่อนไขการการคัดกรองแบบเครื่องบริการระบบทำการเปรียบเทียบแล้ว ด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซจะทำการวัดความคล้ายคลึงระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการกับความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งาน โดยรายละเอียดของเครื่องบริการแต่ละเครื่อง (จำนวนเลขที่อยู่ไอพี ค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลักขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุดช่วงเวลาให้บริการเป็นเปอร์เซ็นต์ ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด) จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของแผ่นแบบเครื่องบริการ จากนั้นทำการจัดเก็บความต้องการลงฐานข้อมูลตารางงาน เมื่อถึงเวลาระบบจะกระทำการส่งชุดคำสั่งไปยังแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์



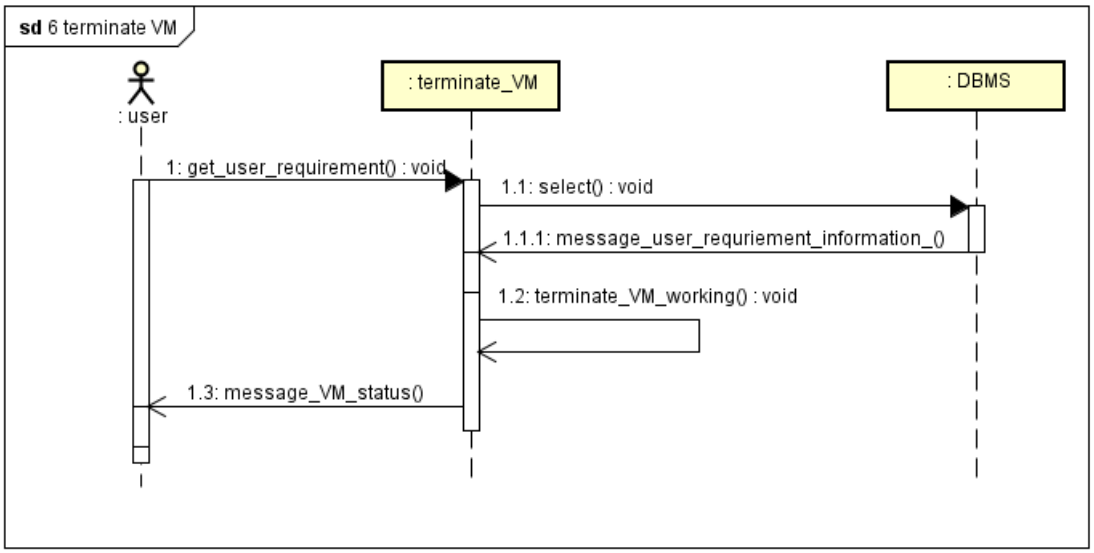

**ภาพประกอบที่** 34 แผนภาพซีเควนซ์การแก้ไขความต้องการใช้บริการของผู้ใช้งาน

จากภาพประกอบที่ 34 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนการแก้ไขความต้องการใช้บริการของผู้ใช้งาน เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลความต้องการบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการเลือกข้อมูลที่ลงทะเบียนไว้จากฐานข้อมูล และทำการอ่านข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการจากออนโทโลจีโดยอาศัย จีนา เอพีไอ ระบบส่งสารข้อมูลแผ่นแบบที่ถูกเลือกตามฟังก์ชัน จากนั้นระบบทำการนำเข้าข้อมูลความต้องการบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ตามเงื่อนไขการการคัดกรองแบบเครื่องบริการระบบทำการเปรียบเทียบแล้ว ด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซจะทำการวัดความคล้ายคลึงระหว่างแผ่นแบบเครื่องบริการกับความต้องการใช้งานบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งาน โดยรายละเอียดของเครื่องบริการแต่ละเครื่อง (จำนวนเลขที่อยู่ไอพีค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลักขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุดช่วงเวลาให้บริการเป็นเปอร์เซ็นต์ ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด) จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของแผ่นแบบเครื่องบริการ จากนั้นทำการจัดเก็บความต้องการลงฐานข้อมูลตารางงาน



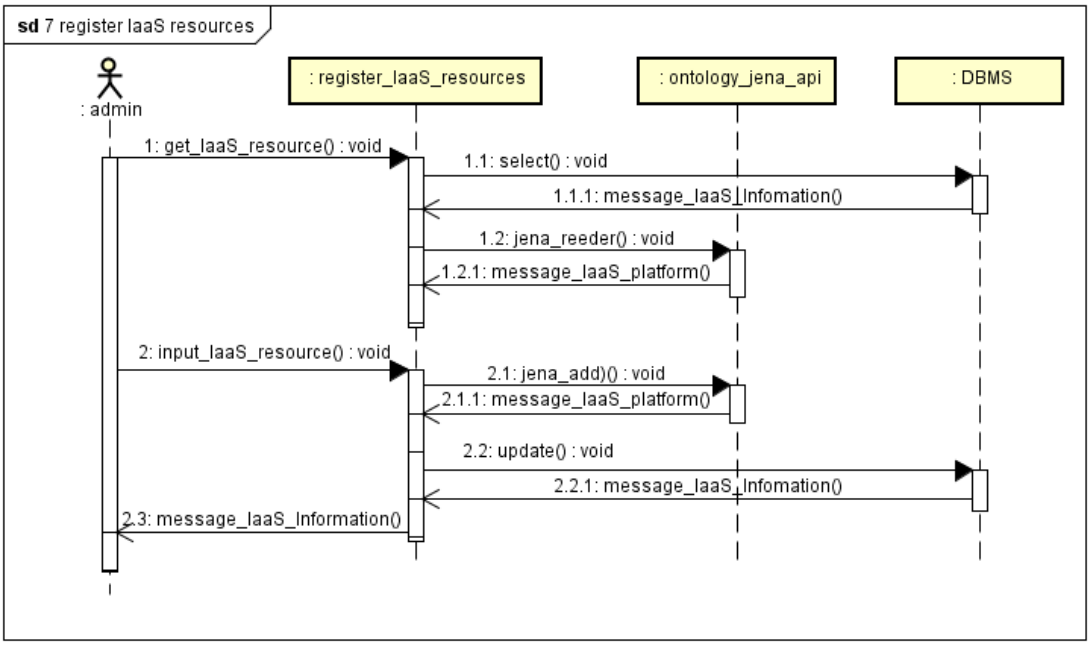

**ภาพประกอบที่** 35 แผนภาพซีเควนซ์รายงานบริการที่ผู้ใช้งานขอใช้บริการ

จากภาพประกอบที่ 35 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนรายงานบริการที่ผู้ใช้งานขอใช้บริการ เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลความต้องการบริการ โครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการเลือกข้อมูลที่ลงทะเบียนไว้จากฐานข้อมูลเฉพาะของผู้ใช้บริการที่ขอใช้บริการไว้



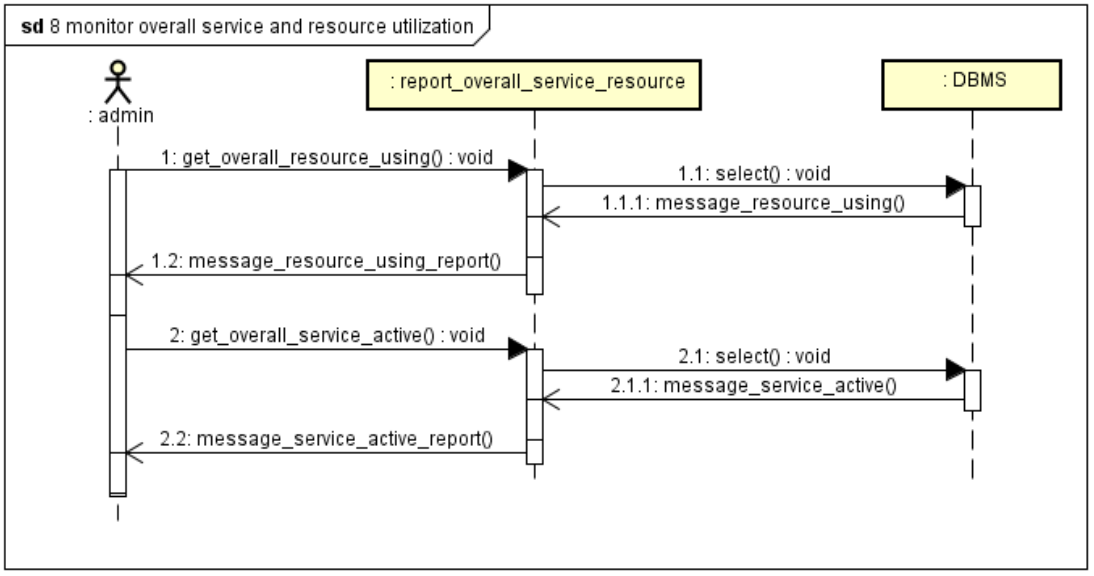

**ภาพประกอบที่** 36 แผนภาพซีเควนซ์ขอยกเลิกการใช้บริการของผู้ใช้งาน

จากภาพประกอบที่ 36 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนขอยกเลิกการใช้บริการของผู้ใช้งาน เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลความต้องการบริการ โครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการเลือกข้อมูลที่ลงทะเบียนไว้จากฐานข้อมูลเฉพาะของผู้ใช้บริการที่ขอใช้บริการไว้ และผู้ใช้งานทำการเลือกรายการที่ต้องการขอยกเลิกการใช้บริการ ระบบจะการการส่งสารการยกเลิกไปยังผู้ใช้บริการ




**ภาพประกอบที่** 37 แผนภาพซีเควนซ์การลงทะเบียนข้อมูลบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

จากภาพประกอบที่ 37 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนการลงทะเบียนข้อมูลบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ เริ่มจากผู้จัดการระบบไก้รับข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ระบบจะทำการเลือกข้อมูลที่ลงทะเบียนไว้จากฐานข้อมูล และทำการอ่านข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการจากออนโทโลจีโดยอาศัย จีนา เอพีไอ เพื่อทำการตรวจสอบ จากนั้นผู้จัดการระบบทำการป้อนข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ต้องการลงทะเบียน ระบบจะทำการบันทึกลงฐานข้อมูล และ ออนโทโลจี เมื่อบันทึกเสร็จระบบจะแสดงข้อมูลให้ผู้จัดการระบบ

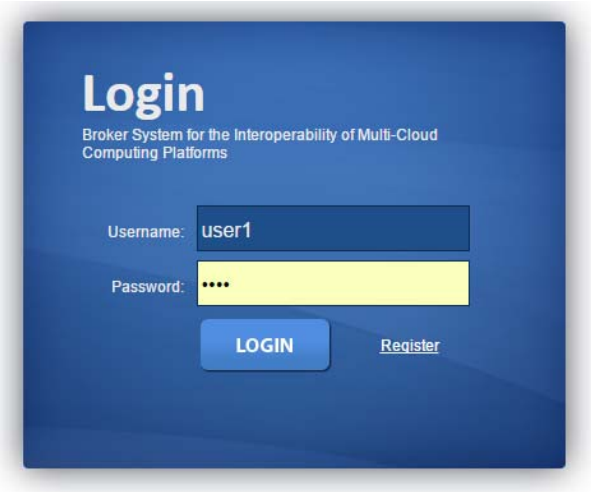



**ภาพประกอบที่** 38 แผนภาพซีเควนซ์การเฝ้าสังเกตการใช้บริการและทรัพยากร

จากภาพประกอบที่ 87 แผนภาพซีเควนซ์อธิบายขั้นตอนการเฝ้าสังเกตการใช้บริการและทรัพยากร เริ่มจากผู้จัดการระบบไก้รับข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการเลือกข้อมูลที่ลงทะเบียนไว้จากฐานข้อมูลที่มีการใช้บริการอยู่ และผู้จัดการระบบไก้รับข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการเลือกข้อมูลที่ลงทะเบียนไว้จากฐานข้อมูลที่มีการทำงานอยู่ในขณะนั้น

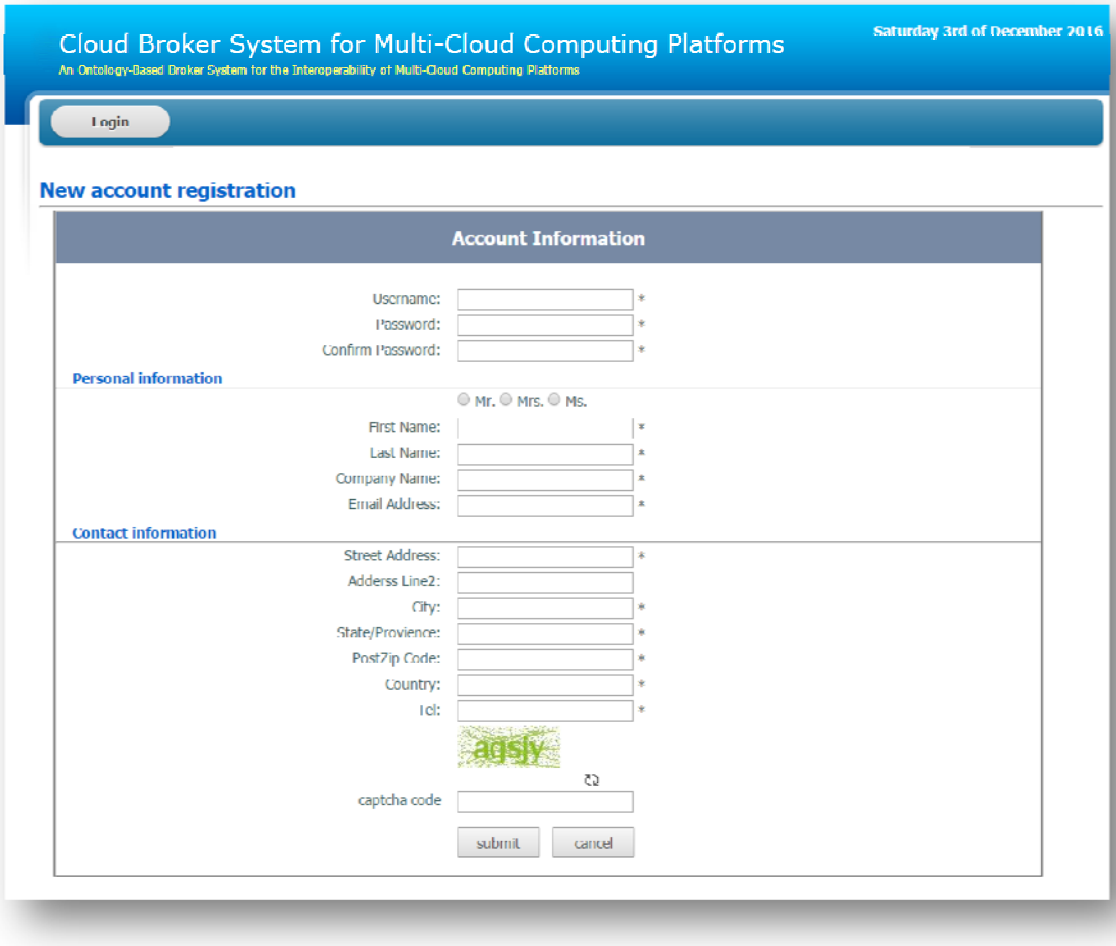
**ผลการพัฒนาระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม**

จากการออกแบบระบบระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มได้ผลลัพธ์ของโปรแกรมดังภาพประกอบที่ 98 ถึง 52



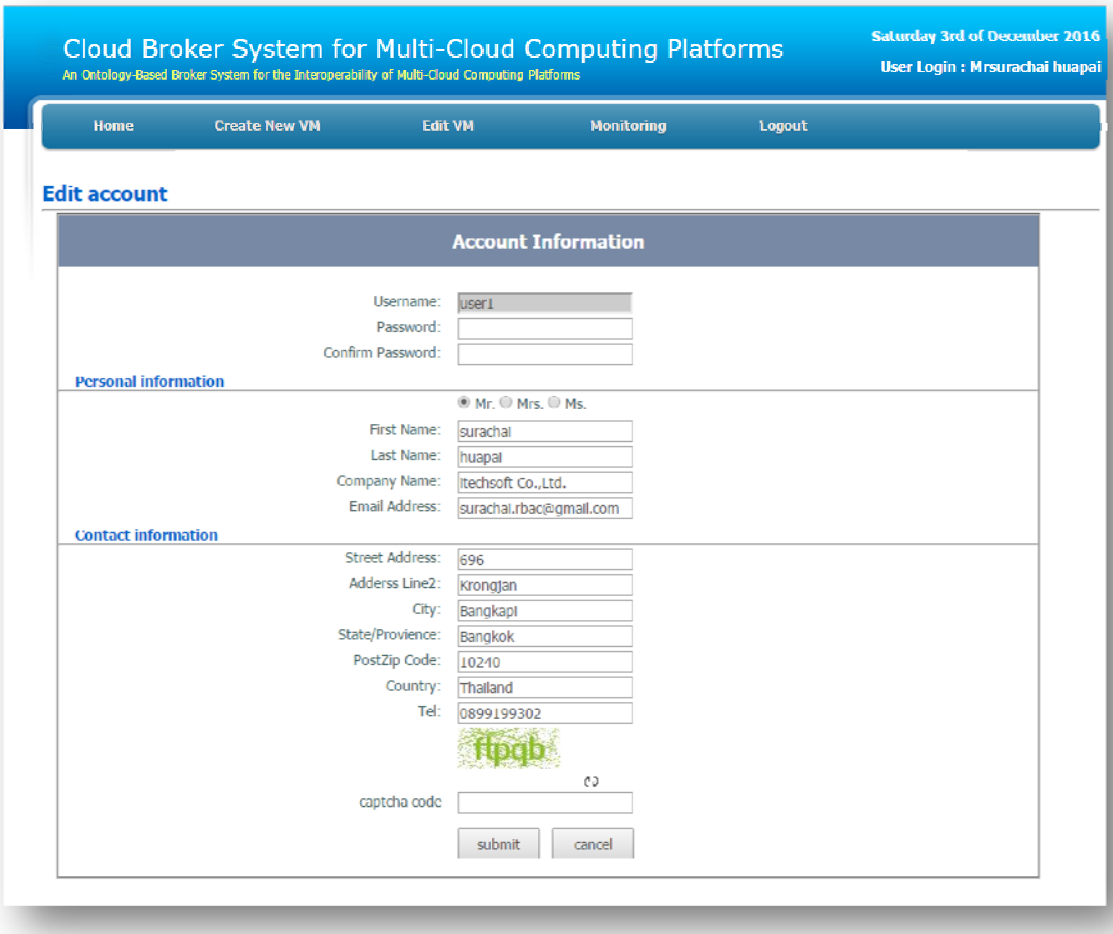

**ภาพประกอบที่ 39** หน้าเว็บลงบันทึกเข้าระบบ

จากภาพประกอบที่ 39 เป็นหน้าเว็บขั้นตอนการยืนยันสิทธิ์การเข้าใช้งานเริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลบัญชีชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน และกดปุ่มล็อกอิน (Login) ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยการตรวจสอบบัญชีชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน ซึ่งจะเปรียบเทียบข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เลือกมากับข้อมูลที่ผู้ใช้งานกรอกเข้ามา ถ้าตรงกันจะทำการเก็บสิทธิ์การเข้าใช้งานลงตัวแปรเซสชั่นและระบบจะส่งสารไปยังผู้ใช้งานอนุญาติให้เข้าใช้งานระบบ กรณีที่ผู้ใช้งานยังไม่ได้ลงทะเบียนให้เลือกลงทะเบียน (Register) ระบบจะเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บหน้าเว็บลงทะเบียนผู้ใช้บริการ



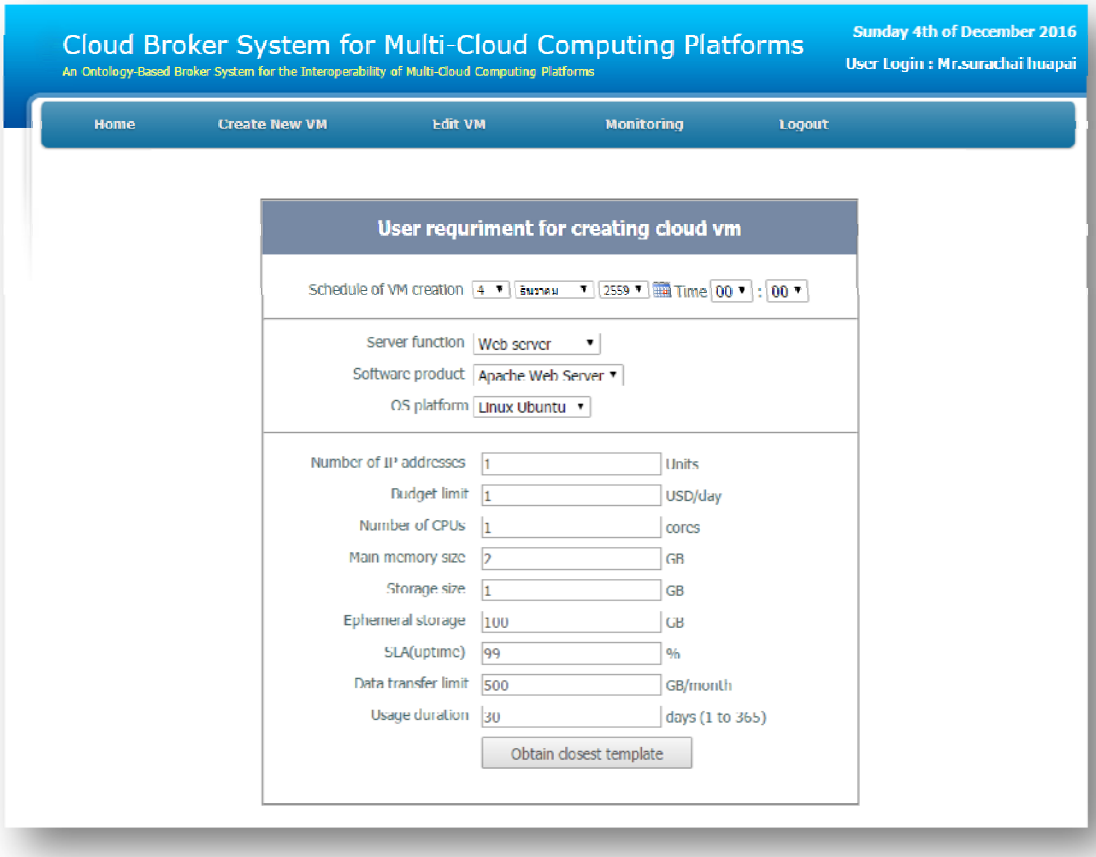

**ภาพประกอบที่** 40 หน้าเว็บลงทะเบียนผู้ใช้บริการ

จากภาพประกอบที่ 40 เป็นหน้าเว็บลงทะเบียนผู้ใช้บริการ เริ่มจากผู้ใช้งานป้อนข้อมูลบัญชีชื่อผู้ใช้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลในการลงทะเบียนสมัครสมาชิกประกอบด้วยข้อมูลการยืนยันตัวตน ข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลการติดต่อ ระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยการตรวจสอบชื่อผู้ใช้งานถ้าไม่มีในระบบจะส่งสารไปยังผู้ใช้งานอนุญาติลงทะเบียนได้ ผู้ใช้งานทำการเลือกปุ่มยืนยันส่งข้อมูลระบบทำการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลผู้ใช้งานสมาชิกจะได้รับการแจ้งยืนยันการเป็นสมาชิกและได้รับบัญชีชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่าน สำหรับเข้าสู่ระบบบริการของระบบนายหน้า




**ภาพประกอบที่** 41 หน้าเว็บแก้ไขของข้อมูลผู้ใช้งาน

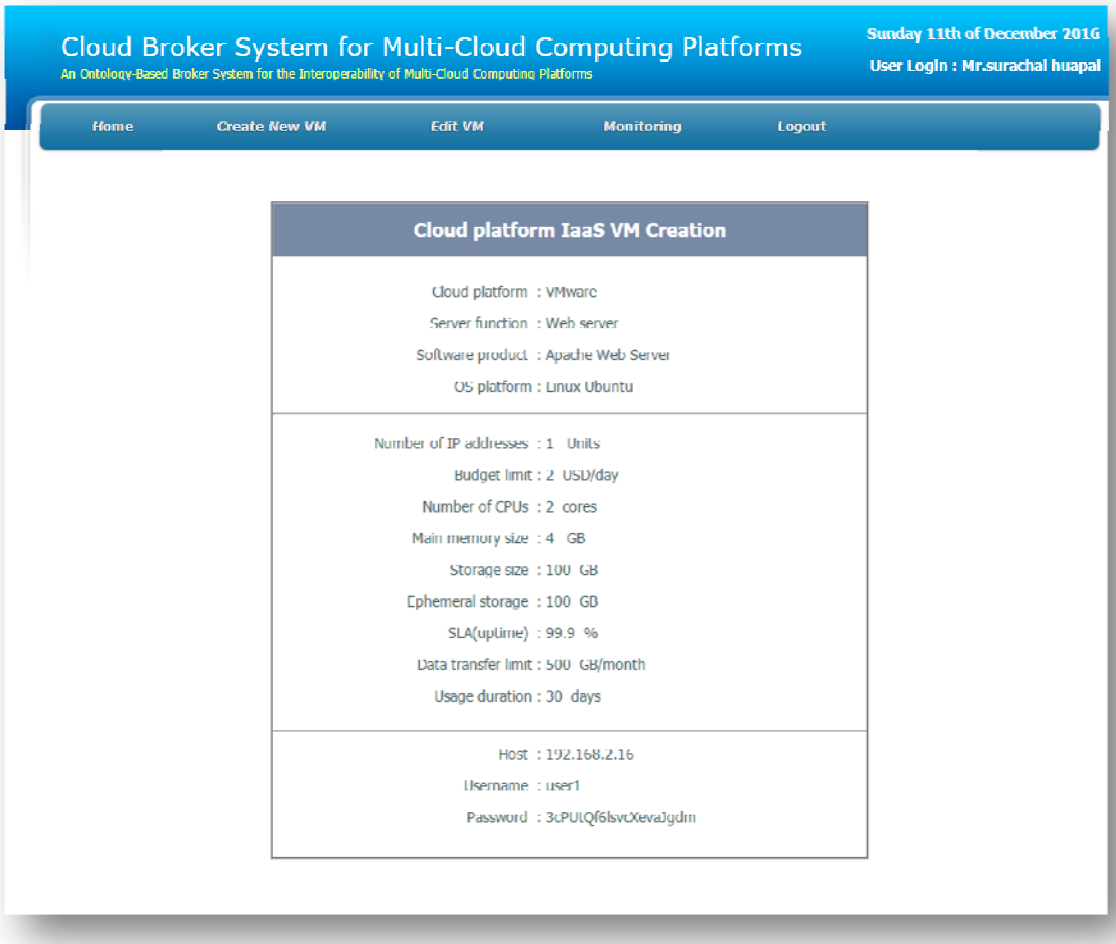
จากภาพประกอบที่ 41 เป็นหน้าเว็บแก้ไขของข้อมูลผู้ใช้งาน เริ่มจากเลือกเมนูการแก้ไขของข้อมูลผู้ใช้งาน ระบบจะแสดงข้อมูลผู้ใช้งานเฉพาะของผู้ใช้งานที่ลงบันทึกเข้า จากนั้นผู้ใช้งานทำการแก้ไขข้อมูลที่ต้องการ และต้องป้อนรหัสผ่านให้ถูกต้อง ระบบจะทำการปรับปรุงข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานในฐานข้อมูล



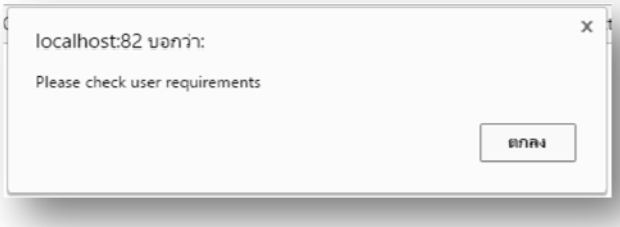

**ภาพประกอบที่** 42 หน้าเว็บการกำหนดความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

จากภาพประกอบที่ 42 เป็นหน้าเว็บการกำหนดความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ เป็นการรับความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้งานโดยกำหนด วันเวลาที่ต้องการใช้บริการ เลือกฟังก์ชันการทำงานหลักเพื่อทำการคัดกรองแผ่นแบบเครื่องบริการที่มีฟังก์ชันตรงกับความต้องการใช้งานซึ่งถูกระบุไว้ในเวกเตอร์แผ่นแบบเครื่องบริการที่ถูกจัดเก็บในออนโทโลจี โดยมีเงื่อนไขในการคัดกรองดังนี้ เงื่อนไขแรกคือฟังก์ชันเครื่องให้บริการ ได้แก่ เครื่องให้บริการเว็บ เครื่องให้บริการฐานข้อมูล หรือเครื่องให้บริการไฟล์ เงื่อนไขที่สองผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ เช่น เครื่องให้บริการเว็บ อาปาเช่ ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล หรือเครื่องให้บริการแซม และเงื่อนไขที่สามคือแพลตฟอร์ม ระบบปฏิบัติการเช่น ลินุกซ์ หรือวินโดว์ ในกรณีที่ไม่ผ่านการคัดกรองเนื่องจากเลือกเงื่อนไขทั้งสามแล้วไม่พบแผ่นแบบเครื่องให้บริการที่ลงทะเบียนไว้ในออนโทโลจี ขั้นตอนวิธีที่เสนอจะปฏิเสธข้อคำถามความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์และกำหนดขนาดความต้องการใช้ทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ระบบจะทำการจับคู่แผ่นแบบเครื่องให้บริการที่จัดเก็บในออนโทโลจีกับตามความต้องการที่ผู้ใช้บริการกำหนด กรณีที่มีแผ่นแบบเครื่องให้บริการเป็นไปตามเงื่อนไขระบบจะทำการอ่านข้อมูลจากคลาสการบริหารจัดการวัฏจักรชีวิตเครื่องเสมือนด้วยเทคโนโลยีเรสท์ที่ถูกจัดเก็บในออนโทโลจีโดยอ่านชุดคำสั่งในการสร้าง

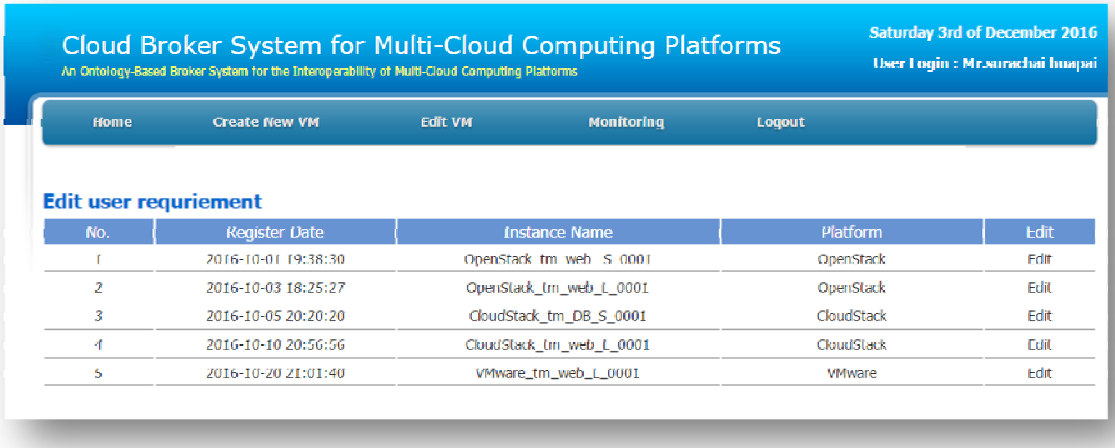
เครื่องเสมือนที่ตรงกับแผ่นแบบเครื่องบริการแล้วจัดรูปแบบชุดคำสั่งสายอักขระเป็นเรสท์ จากนั้นส่งชุดคำสั่งเรสท์ไปยังแพลตฟอร์มบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่กำหนดไว้และแสดงที่หน้าเว็บการผลลัพธ์การสร้างเครื่องเสมือนที่พร้อมให้บริการตามภาพประกอบที่ 43 กรณีที่ผู้ใช้บริการกำหนดความต้องการที่ไม่ตรงกับแผ่นแบบเครื่องให้บริการที่ลงทะเบียนไว้ในออนโทโลจีระบบจะแสดงกล่องข้อความแจ้งเตือนให้ตรวจสอบความต้องการใหม่ตามภาพประกอบที่ 43




**ภาพประกอบที่** 43 หน้าเว็บการผลลัพธ์การสร้างเครื่องเสมือนที่พร้อมให้บริการ

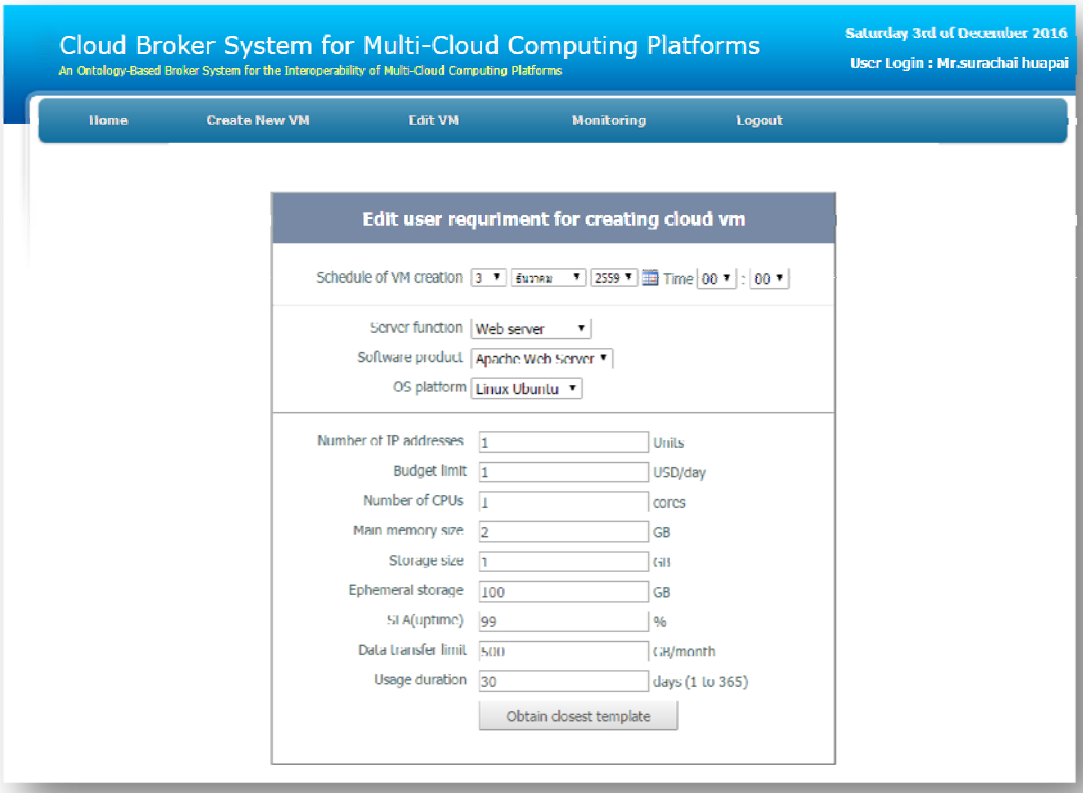



**ภาพประกอบที่** 44 หน้าเว็บการผลลัพธ์การสร้างเครื่องเสมือนที่ถูกปฏิเสธ




**ภาพประกอบที่** 45 หน้าเว็บแสดงรายการที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ลงทะเบียนไว้

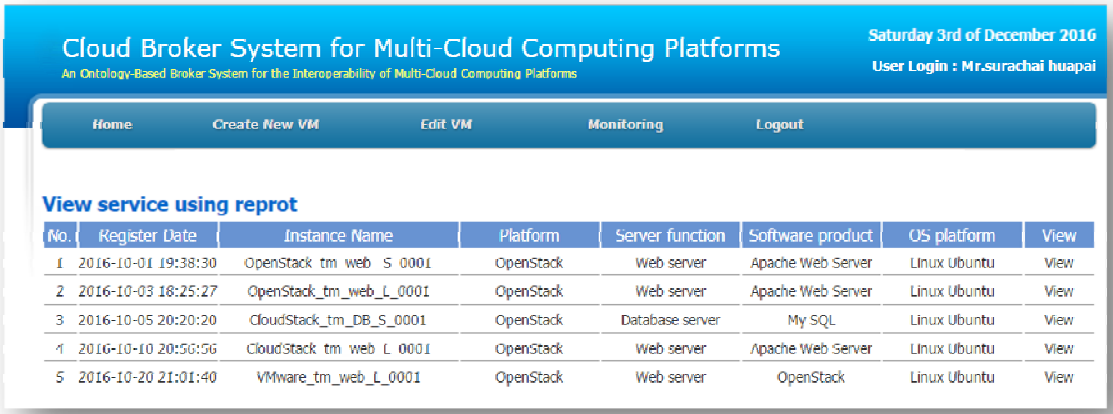
จากภาพประกอบที่ 45 เป็นหน้าเว็บแสดงรายการที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ลงทะเบียนไว้ สำหรับแสดงข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ต้องการแก้ไข เฉพาะผู้ใช้ที่ลงบันทึกเข้าใช้งานและสามารถเลือกแก้ไขระบบจะส่งข้อมูลไป หน้าเว็บแก้ไขต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ตามภาพประกอบที่ 46




**ภาพประกอบที่** 46 หน้าเว็บแก้ไขต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

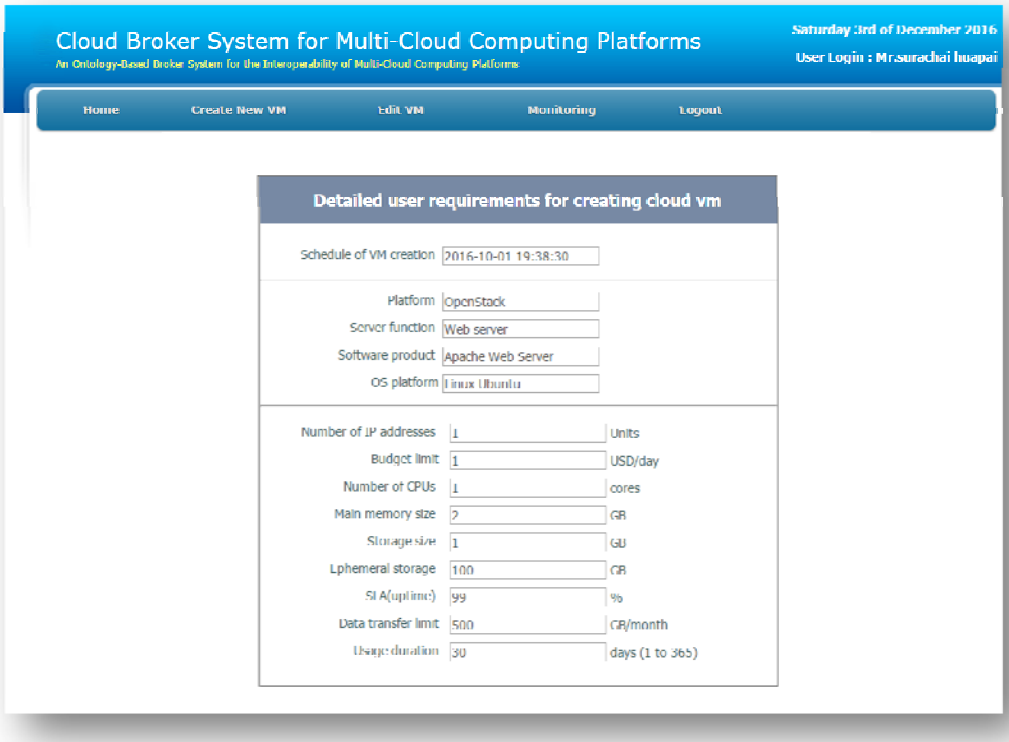
จากภาพประกอบที่ 46 เป็นหน้าเว็บแก้ไขต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ระบบจะแสดงข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์เก่าที่ลงทะเบียนไว้ ของ

ผู้ใช้งาน ซึ่งในการแก้ไขสามารถกำหนดวันเวลาที่ต้องการใช้บริการใหม่ เลือกฟังก์ชันการทำงานหลักใหม่ และกำหนดขนาดความต้องการใช้ทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ใหม่และระบบจะทำการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูล



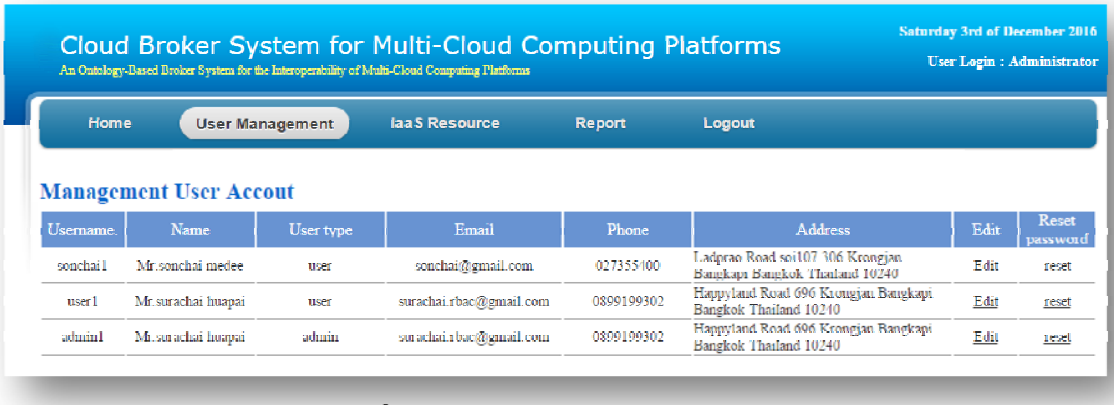

**ภาพประกอบที่** 47 หน้าเว็บแสดงรายการที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

จากภาพประกอบที่ 47 เป็นหน้าเว็บแสดงรายการที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ สำหรับแสดงข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ลงทะเบียนไว้ เฉพาะผู้ใช้ที่ลงบันทึกเข้าใช้งานและสามารถเลือกทรรศนะ(View) ระบบจะส่งข้อมูลไป หน้าเว็บแสดงรายระเอียดที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ตามภาพประกอบที่ 48



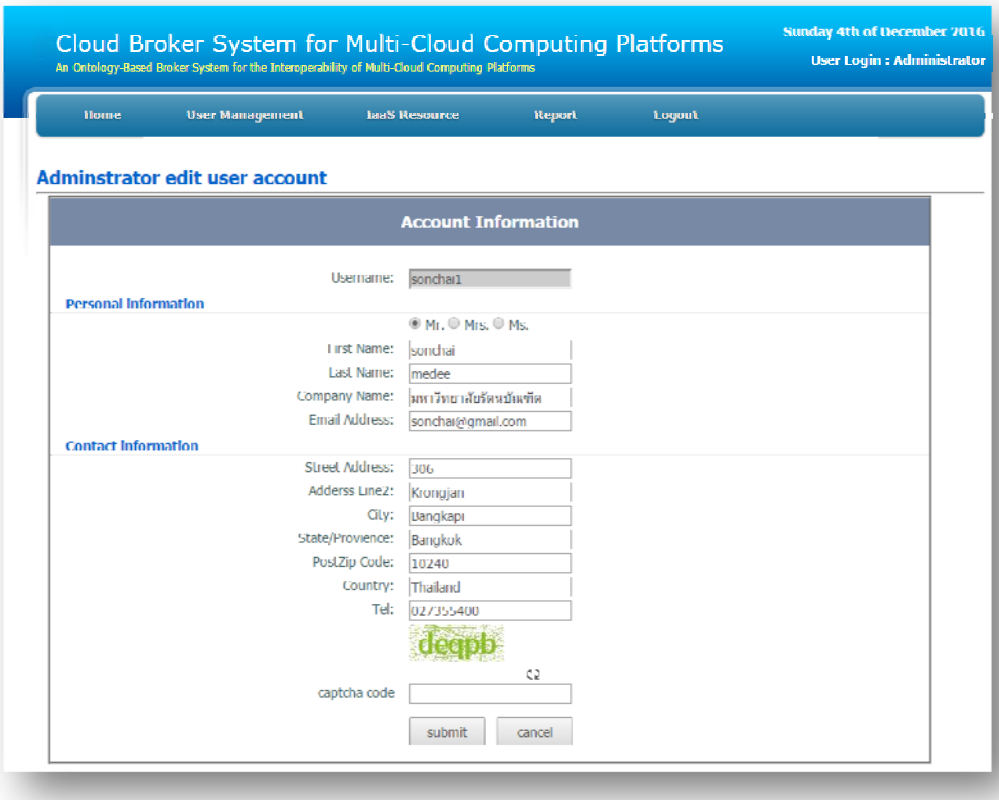

**ภาพประกอบที่** 48 หน้าเว็บแสดงรายระเอียดที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

จากภาพประกอบที่ 48 เป็นหน้าเว็บแสดงรายระเอียดที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ ระบบจะแสดงข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ลงทะเบียนไว้ ของผู้ใช้งาน โดยแสดงรายละเอียดที่ขอใช้บริการประกอบด้วย วันเวลาที่ต้องการใช้บริการ ฟังก์ชันการทำงาน ขนาดความต้องการใช้ทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์



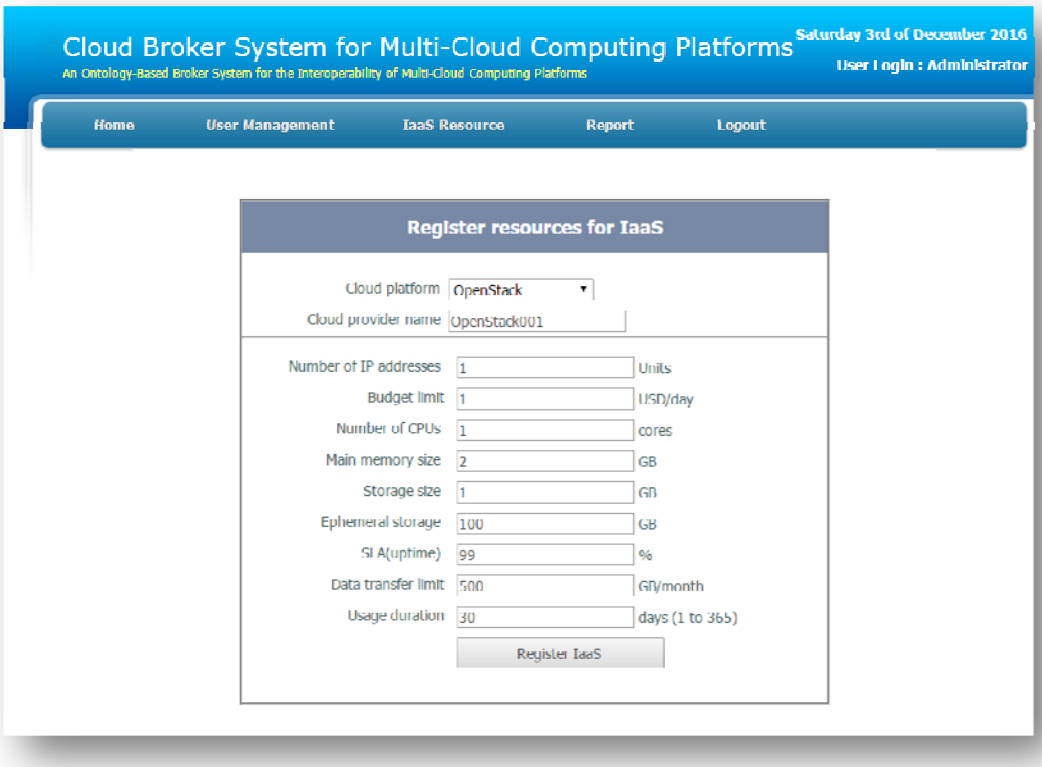

**ภาพประกอบที่ 49 หน้าเว็บแสดงรายการผู้ใช้งานที่ลงทะเบียน**

จากภาพประกอบที่ 49 หน้าเว็บแสดงรายการผู้ใช้งานที่ลงทะเบียน เพื่อแสดงข้อมูลของผู้ใช้งานสำหรับผู้จัดการระบบสามารถทำการแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน โดยระบบจะแสดงข้อมูลผู้ใช้งานทั้งหมด ผู้จัดการระบบสามรถเรื่องล้างค่ารหัสผ่าน หรือแก้ไขข้อมูลระบบจะแสดงหน้าเว็บแสดงรายระเอียดผู้ใช้งาน ตามภาพประกอบที่ 50



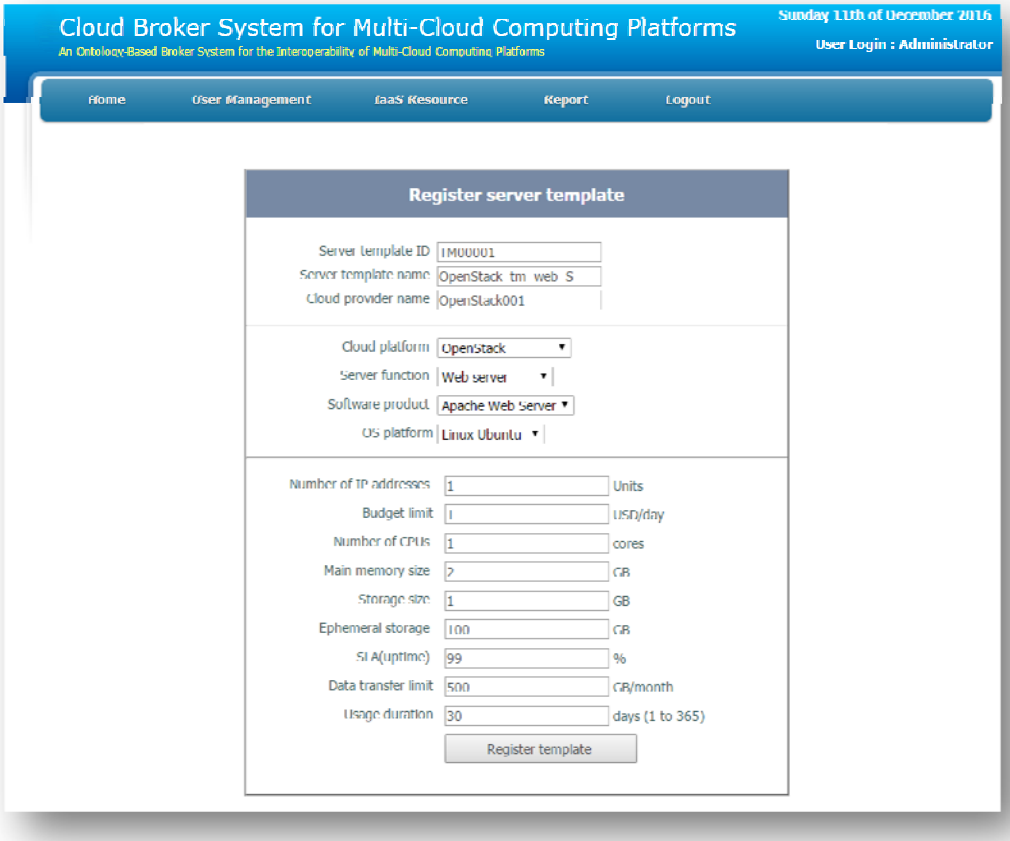

**ภาพประกอบที่ 50 หน้าเว็บแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน**

จากภาพประกอบที่ 50 หน้าเว็บแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งาน จากหน้าเว็บแสดงรายการผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนเลือกแก้ไขข้อมูลระบบจะทำการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดง จากนั้นผู้จัดการระบบทำการแก้ไขข้อมูลที่ต้องการแล้วทำการเลือกปุ่มส่งข้อมูล ระบบจะทำการปรับปรุงข้อมูลบัญชีผู้ใช้งานในฐานข้อมูล



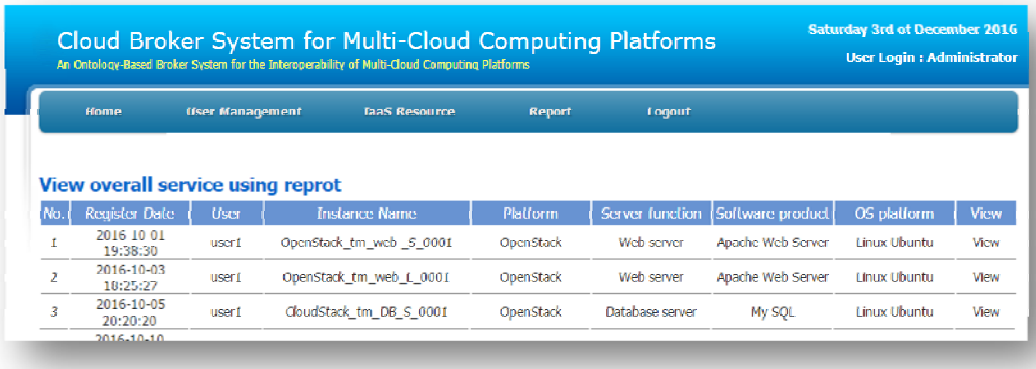

**ภาพประกอบที่** 51 หน้าเว็บลงทะเบียนข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

จากภาพประกอบที่ 51 หน้าเว็บลงทะเบียนข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์สำหรับผู้จัดการระบบทำการป้อนข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ประกอบด้วย แพลตฟอร์ม ชื่อผู้ให้บริการ และรายละเอียดของข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ (จำนวนเลขที่อยู่ไอพีค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลักขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุดช่วงเวลาให้บริการเป็นเปอร์เซ็นต์ ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด) แล้วเลือกลงทะเบียนข้อมูลทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ระบบจะทำการจัดเก็บข้อมูล



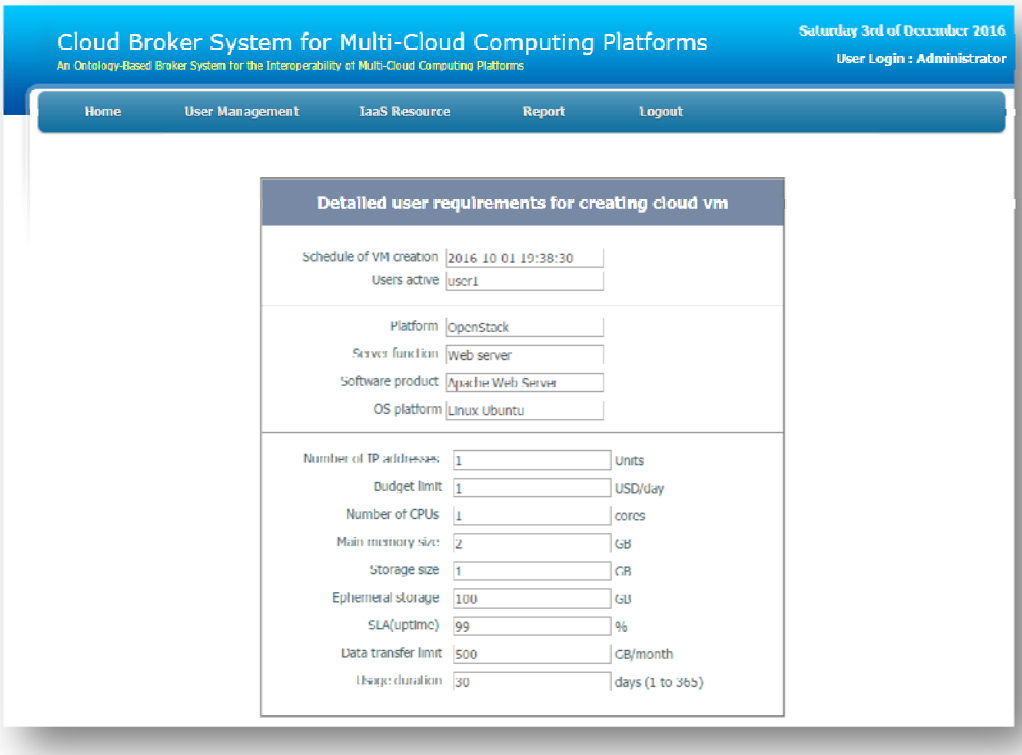

**ภาพประกอบที่** 52 หน้าเว็บลงทะเบียนข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการ

จากภาพประกอบที่ 52 หน้าเว็บลงทะเบียนข้อมูลแผ่นแบบเครื่องบริการ สำหรับผู้จัดการระบบทำการป้อนข้อมูลแบบเครื่องบริการที่ต้องการประกอบด้วย ข้อมูลรหัสแผ่นแบบเครื่องบริการ ชื่อแผ่นแบบเครื่องบริการ ชื่อผู้ให้บริการ ฟังก์ชั่นการทำงาน และรายละเอียดของเครื่องบริการ (จำนวนเลขที่อยู่ไอพีค่าใช้จ่ายในการใช้บริการต่อชั่วโมง จำนวนหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำหลักขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูล ขนาดพื้นที่หน่วยเก็บข้อมูลสูงสุดช่วงเวลาให้บริการเป็นเปอร์เซ็นต์ ปริมาณการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุดต่อเดือน และระยะเวลาที่ต้องการใช้งานสูงสุด) จากนั้นผู้จัดการระบบทำการเลือกปุ่มลงทะเบียนเพื่อจัดเก็บข้อมูล




**ภาพประกอบที่** 53 หน้าเว็บแสดงรายการที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้งหมดสำหรับผู้จัดการระบบ

จากภาพประกอบที่ 53 หน้าเว็บแสดงรายการที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ทั้งหมดสำหรับผู้จัดการระบบ สำหรับผู้จัดการระบบทำการตรวจสอบข้อมูลการใช้บริการที่ผู้ใช้งานได้ลงทะเบียนไว้โดยระบบจะแสดงข้อมูลวันที่เวลาที่ต้องการใช้บริการ ชื่อผู้ใช้งาน และข้อมูลบริการที่เลือกใช้แบบสรุป ซึ่งผู้จัดการระบบสามารถเลือกทรรศนะเพื่อดูรายละเอียดของข้อมูลระบบจะทำการเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บแสดงรายระเอียดที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์สำหรับผู้จัดการระบบ ดังภาพประกอบที่ 54




**ภาพประกอบที่** 54 หน้าเว็บแสดงรายระเอียดที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์สำหรับผู้จัดการระบบ

จากภาพประกอบที่ 54 แสดงหน้าเว็บแสดงรายละเอียดที่ขอใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์สำหรับผู้จัดการระบบ ระบบจะแสดงข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่ลงทะเบียนไว้ ของผู้ใช้งาน โดยแสดงรายละเอียดที่ขอใช้บริการประกอบด้วย วันเวลาที่ต้องการใช้บริการ ฟังก์ชันการทำงาน ขนาดความต้องการใช้ทรัพยากรโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

**การประเมินสมรรถนะของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม**

การประเมินสมรรถนะของระบบได้ทำการบันทึกเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจัดเตรียมโดยใช้สมการที่ (4) ซึ่งบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลรายการจัดเตรียมภาระงานที่เกิดขึ้นจริงใน

แต่ละรายการจำนวน 3 ครั้ง ของแต่ละข้อคำถามความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของแต่ละแผ่นแบบเครื่องบริการที่กำหนดไว้ โดยการประเมินได้กำหนดไว้สองแบบแผนดังนี้

แบบแผนแรกเป็นการทดสอบการป้อนชุดข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์โดยใช้ข้อมูลจากตารางที่ 9 ข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ของผู้ใช้โดยป้อนชุดข้อมูลผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เพื่อวัดสมรรถนะการทำงานของระบบนายหน้าโดยวัดจากระยะเวลาที่ได้รับคำสั่งแล้วระบบทำการตัดสินใจเลือกใช้แพลตฟอร์มโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ และระยะเวลาการสร้างเครื่องเสมือนจนพร้อมใช้งาน โดยแสดงผลการทดลองตามตารางที่ 13

**ตารางที่ 13** ระยะเวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการจัดเตรียมชุดคำสั่งเรสท์เพื่อสร้างเครื่องเสมือนของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์ม ตามแบบแผนแรกเป็นการทดสอบการป้อนชุดข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์

| ฟังก์ชั่นของเครื่องบริการเสมือน | ระยะเวลา (มิลลิวินาที) | ขนาดเครื่องบริการเสมือนที่ถูกเลือก | แพลตฟอร์มที่ถูกเลือก |
|---|---|---|---|
| เครื่องบริการเว็บ | 670 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| เครื่องบริการเว็บ | 809 | กลาง | โอเพนสแตก |
| เครื่องบริการเว็บ | 681 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| ระยะเวลาเฉลี่ย | 720 | | |

จากตารางที่ 13 พบว่าการประเมินสมรรถนะแบบแผนแรกของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มแบ่งตามแพลตฟอร์มการใช้งานที่ครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้งานทั้งสามกรณีพบว่า การเลือกใช้บริการฟังก์ชั่นของเครื่องบริการเว็บ เริ่มจากการเลือกใช้บริการแพลตฟอร์มโอเพนสแตก เครื่องบริการเสมือนขนาดเล็กใช้ในการจัดเตรียมเท่ากับ 670 มิลลิวินาที กรณีที่สองเลือกใช้บริการแพลตฟอร์มคลาวด์สแตก เครื่องบริการเสมือนขนาดกลางใช้ในการจัดเตรียมเท่ากับ 809 มิลลิวินาที และกรณีที่สามเลือกใช้บริการแพลตฟอร์มวีเอ็มแวร์ เครื่องบริการเสมือนขนาดใหญ่ใช้ในการจัดเตรียมเท่ากับ 681 มิลลิวินาที

จากผลการทดลองแบบแผนแรกสรุปได้ว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจัดเตรียมของขั้นตอนวิธีการเลือกบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซเท่ากับ 720 มิลลิวินาทีขึ้นอยู่กับปริมาณงานของเครื่องและการจราจรในเครือข่าย ณ เวลาที่ทดสอบ

แบบแผนที่สองเป็นการทดสอบโดยกำหนดตารางเวลาการทำงานของชุดข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่กำหนดขึ้นโดยผู้วิจัยทำการพัฒนาระบบจัดตารางเวลางาน แล้วนำเข้าข้อมูลความต้องการบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ในรูปแบบสายอักขระที่กำหนดเวลาความต้องการใช้บริการไว้ล่วงหน้าโดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลระบบจะทำการตารางงานที่กำหนดแล้วบันทึกผลแล้ววิเคราะห์ข้อมูลเพื่อวัดสมรรถนะการทำงานของระบบนายหน้าโดยวัดจากระยะเวลาที่ได้รับคำสั่งแล้วระบบทำการตัดสินใจเลือกใช้แพลตฟอร์มโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ โดยการประเมินสมรรถนะของระบบได้ทำการบันทึกเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจัดเตรียม ซึ่งบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลรายการจัดเตรียมภาระงานที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละรายการโดยแสดงผลการทดลองตามตารางที่ 14

**ตารางที่ 14** ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมชุดคำสั่งของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มตามแบบแผนที่สอง เป็นการทดสอบโดยกำหนดตารางเวลาการทำงานของชุดข้อมูลความต้องการใช้บริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์ที่กำหนดขึ้น

| จำนวนภาระงาน | ฟังก์ชั่นของเครื่องบริการเสมือน | ระยะเวลา (มิลลิวินาที) | ขนาดเครื่องบริการเสมือนที่ถูกเลือก | แพลตฟอร์มที่ถูกเลือก |
|---|---|---|---|---|
| 1 | เครื่องบริการเว็บ | 636 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| 2 | เครื่องบริการเว็บ | 636 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 650 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เวลารวม | 1,286 | | |
| 3 | เครื่องบริการเว็บ | 670 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 808 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 663 | เล็ก | วีเอ็มแวร์ |
| | เวลารวม | 2,141 | | |
| 4 | เครื่องบริการเว็บ | 681 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 827 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 663 | เล็ก | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการเว็บ | 809 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เวลารวม | 2,980 | | |

**ตารางที่ 14** (ต่อ)

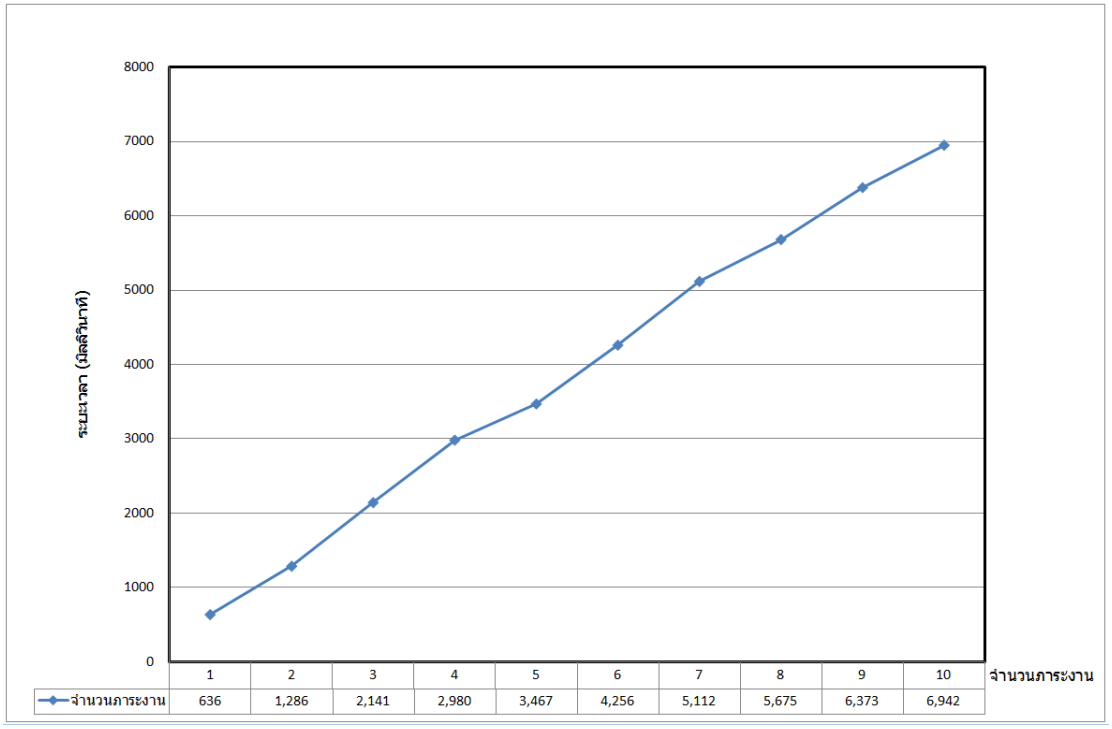
| จำนวนภาระงาน | ฟังก์ชั่นของเครื่องบริการเสมือน | ระยะเวลา (มิลลิวินาที) | ขนาดเครื่องบริการเสมือนที่ถูกเลือก | แพลตฟอร์มที่ถูกเลือก |
|---|---|---|---|---|
| 5 | เครื่องบริการเว็บ | 670 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 696 | เล็ก | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 653 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 800 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 648 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เวลารวม | 3,467 | | |
| 6 | เครื่องบริการเว็บ | 800 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 648 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 656 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 800 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 696 | เล็ก | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 656 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เวลารวม | 4,256 | | |
| 7 | เครื่องบริการเว็บ | 670 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 636 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 827 | กลาง | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการเว็บ | 633 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 807 | กลาง | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 858 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 681 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เวลารวม | 5,112 | | |
| 8 | เครื่องบริการเว็บ | 800 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 650 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 645 | ใหญ่ | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการเว็บ | 670 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 808 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 656 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 790 | กลาง | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 656 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เวลารวม | 5,675 | | |

**ตารางที่ 14** (ต่อ)

| จำนวนภาระงาน | ฟังก์ชั่นของเครื่องบริการเสมือน | ระยะเวลา (มิลลิวินาที) | ขนาดเครื่องบริการเสมือนที่ถูกเลือก | แพลตฟอร์มที่ถูกเลือก |
|---|---|---|---|---|
| 9 | เครื่องบริการเว็บ | 656 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 656 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 656 | เล็ก | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 663 | เล็ก | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 827 | กลาง | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 648 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 633 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 807 | กลาง | วีเอ็มแวร์ |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 827 | กลาง | วีเอ็มแวร์ |
| | เวลารวม | 6,373 | | |
| 10 | เครื่องบริการเว็บ | 670 | เล็ก | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 808 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 648 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 633 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 648 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 789 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 809 | กลาง | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการฐานข้อมูล | 648 | ใหญ่ | โอเพนสแตก |
| | เครื่องบริการไฟล์ | 656 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เครื่องบริการเว็บ | 633 | ใหญ่ | คลาวด์สแตก |
| | เวลารวม | 6,942 | | |

จากตารางที่ 14 พบว่าการประเมินสมรรถนะแบบแผนที่สองของระบบนายหน้าโดยใช้ออนโทโลจีเพื่อการดำเนินการร่วมกันของการคำนวณแบบคลาวด์หลายแพลตฟอร์มแบ่งตามฟังก์ชั่นการใช้งานที่ครอบคลุมความต้องการของผู้ใช้งานทั้งสามกรณีซึ่งกำหนดภาระงานเริ่มจาก 1 ภาระงาน ถึง 10 ภาระงานพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมจะมีการใช้เวลามากขึ้นแปรผันตามกับจำนวนงานที่เพิ่มมากขึ้น และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจัดเตรียมของขั้นตอนวิธีการเลือกบริการโครงสร้างพื้นฐานคลาวด์แบบหลายแพลตฟอร์มด้วยแบบจำลองเวกเตอร์สเปซที่ 10 ภาระงานใช้เวลาไม่เกิน 6,942 มิลลิวินาทีขึ้นอยู่กับขนาดของปริมาณภาระงาน และเวลาที่บันทึกได้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยการจราจรในเครือข่าย ณ เวลาที่ทดสอบ จากข้อมูลในตารางที่ 14 เมื่อนำข้อมูลมาแสดงอยู่ใน

รูปกราฟเปรียบเทียบขนาดของความต้องการใช้งานของแต่ละแพลตฟอร์มกับปริมาณงานและระยะเวลา แสดงตามภาพประกอบที่ 55 ดังนี้




**ภาพประกอบที่** 55 กราฟเปรียบเทียบจำนวนภาระงานกับเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมเครื่องให้บริการเสมือน

จากภาพประกอบที่ 55 กราฟเปรียบเทียบจำนวนภาระงานกับเวลาที่ใช้เลือกบริการเครื่องให้บริการเสมือนพบว่าปริมาณงานที่เพิ่มขึ้นจะมีผลแปรผันตรงตามเวลาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องใช้ในการประมวลผลขั้นตอนวิธีที่เสนอมีค่าเวลาเชิงผสม (Time Complexity) เท่ากับ O(n) ซึ่งมีประสิทธิภาพยอมรับได้ โดยการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ระยะเวลามากขึ้นตามภาระงานที่เพิ่มขึ้นโดยที่ 10 ภาระงานใช้เวลาไม่เกิน 6,942 มิลลิวินาที