

การประยุกต์ใช้พีชคณิตเชิงเส้น เพื่อจัดสรรหน่วยความจำ
ของเวอร์ชวลแมชีนในการประมวลผลคลาวด์

ทิพัรัตน์ ศิลปพงศักร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2558

**Applied Fuzzy Logic for Memory Allocation
of Virtual Machines in Cloud Computing**

Tipparat Sinlapaphongwarakorn

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Computer and Telecommunication Engineering
Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University**

2015

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้พีชชีลोजิก เพื่อจัดสรรหน่วยความจำของเวอร์ชวลแมชีน ในการประมวลผลคลาวด์
ชื่อผู้เขียน	ทิพรรัตน์ ศิลปพงศัวรากร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ชัยพร เขมะภาคะพันธ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

การประมวลผลคลาวด์ มีการศึกษาการจัดสรรทรัพยากรแบบพลวัตให้สอดคล้องกับการใช้งานของเครื่องจักรเสมือน โดยหน่วยความจำ เป็นทรัพยากรหนึ่งที่สามารถนำมาจัดสรรได้ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้ จึงประยุกต์วิธีการพีชชีลोजิกเพื่อพยากรณ์หน่วยความจำของเครื่องจักรเสมือนในการประมวลผลคลาวด์ โดยมุ่งให้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์มีค่ามากกว่าปริมาณการใช้งานหน่วยความจำจริง เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดปัญหาหน่วยความจำไม่เพียงพอต่อการประมวลผล

การทดลอง จะประกอบด้วยเครื่องจักรเสมือน 3 เครื่อง ซึ่งให้บริการเว็บที่มีรูปแบบการร้องขอต่าง ๆ กัน จากผลการทดลองพบว่า วิธีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำด้วยวิธีพีชชีลोजิก มีอัตราการเกิดปัญหาหน่วยความจำไม่เพียงพอต่อการประมวลผลน้อยกว่า 25.85% เมื่อเทียบกับวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

Thesis Title Applied Fuzzy Logic for Memory Allocation of Virtual Machines in
 Cloud Computing

Author Tipparat Sinlapaphongwarakorn

Thesis Advisor Chiyaporn Khemapatapan, Ph.D

Department Computer and Telecommunication Engineering

Academic Year 2014

ABSTRACT

Dynamic resource allocation in cloud computing has been studied in order to improve the resource to be efficient. Memory is the resource that can be allocated. Thus, this research applied fuzzy logic to forecast memory use of virtual machines in cloud computing. To reduce outage memory phenomena in virtual machine, the forecasting result higher than the actual memory use is challenged in this research.

The experiment deployed 3 virtual machines to serve as Web servers having different traffic scenarios. The experimental results found that forecasting based on fuzzy logic provides outage memory rate less than 25.85% in comparison with EWMA forecasting method.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.ชัยพร เขมะภาคะพันธ์ ที่สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาการทำงาน และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยและเอาใจใส่นักศึกษาเสมอมา

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ดร.ณรงค์เดช กิริติพรานนท์ และ ดร.ปิลันธ ปิยศิริเวช ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยดำเนินเรื่องต่าง ๆ ให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจกัน ขอขอบคุณพี่ ๆ และผู้บริหารของหน่วยงาน ที่ให้โอกาสในการศึกษา และที่ขาดไม่ได้ ขอขอบคุณครอบครัวที่เข้าใจ และให้กำลังใจตลอดมา ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ทิพรัตน์ ศิลปพงศ์วารากร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	4
2.2 ทฤษฎีฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic)	6
2.3 การประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing)	9
2.4 OpenStack Cloud Software	12
2.5 โปรแกรม Apache JMeter	14
2.6 Memory Ballooning	15
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
3. ระเบียบวิธีวิจัย	21
3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา	21
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	24

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 โครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์ที่นำเสนอ	25
3.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	27
4. ผลการวิจัย	61
4.1 หาแนวโน้มของการเกิดปรากฏการณ์การจัดสรรหน่วยความจำให้กับ เครื่องจักรเสมือนไม่เพียงพอ (Memory Outage)	61
4.2 เปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์แบบ EWMA และ ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์แบบพีชชี	68
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	74
5.1 สรุปผลการวิจัย	74
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	79
ประวัติผู้เขียน	87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการคำนวณการพยากรณ์จำนวนลูกค้าในสัปดาห์ที่ 4 เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.1$	5
3.1 แผนการดำเนินงาน	23
3.2 รายละเอียดแต่ละ VM และปริมาณงาน หรือพฤติกรรมที่ใช้ในการทดสอบ	34
3.3 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหน่วยความจำด้วยวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ..	38
3.4 ตัวอย่างการหาผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA	39
3.5 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรอินพุทที่ 1	43
3.6 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรอินพุทที่ 2	44
3.7 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรเอาต์พุท	46
3.8 ตารางแสดงกฎของฟัซซี	47
3.9 ตัวอย่างการหาตัวแปรอินพุทที่ 1 ตัวแปรอินพุทที่ 2 ตัวแปรเอาต์พุท และค่าประมาณ	47
3.10 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาต์พุทใน VM เครื่องที่ 1	53
3.11 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาต์พุทใน VM เครื่องที่ 2	54
3.12 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาต์พุทใน VM เครื่องที่ 3	55
3.13 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 1	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.14 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 2	58
3.15 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 3	59
4.1 แนวโน้มการเกิด Memory Outage ระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ใน VM เครื่องที่ 1 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	62
4.2 แนวโน้มการเกิด Memory Outage ระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ใน VM เครื่องที่ 2 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	64
4.3 แนวโน้มการเกิด Memory Outage ระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ใน VM เครื่องที่ 3 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	65
4.4 เปรอ์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ของ VM ทั้ง 3 เครื่อง (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	67
4.5 เปรอ์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ของ VM ทั้ง 3 เครื่อง (กรณีควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	70

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่าง Fuzzy Set ของเครื่องวัดอุณหภูมิ	7
2.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบพีชชีลอจิก	7
2.3 การประมวลผลคลาวด์	10
2.4 โครงสร้าง Cloud Computing	12
2.5 โครงสร้างระบบของ OpenStack Software	13
2.6 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม Apache JMeter	14
2.7 สถาปัตยกรรมของระบบ	16
2.8 เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริงกับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการพยากรณ์	17
2.9 Membership Function ของระดับน้ำที่สถานี Y4 มีค่าระดับเป็น Low, Medium และ High	19
2.10 ผลการคำนวณระดับน้ำ และการคำนวณประสิทธิภาพ	19
3.1 โครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์	25
3.2 แผนผังการดำเนินงานโดยรวมของระบบ	27
3.3 โครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์แบบ All-In-One Single Machine	29
3.4 หน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard)	30
3.5 โครงสร้างของ VM ที่สร้างขึ้นในระบบการประมวลผลคลาวด์	31
3.6 คุณลักษณะของ VM ที่ระบบฯ กำหนดค่าตั้งต้นให้ และที่ผู้ดูแลระบบกำหนด ขึ้นเอง	31
3.7 VM จำนวน 3 เครื่อง ที่ติดตั้งเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้รับ IP เป็น Private IP Address	32
3.8 หน้าเว็บไซต์ที่ใช้จำลองการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.9 กำหนดจำนวนผู้ใช้งาน และรอบการเข้าใช้งาน	35
3.10 กำหนด IP Address และพารามิเตอร์ที่จะเข้าถึงเว็บไซต์	36
3.11 แผนภาพการทำงานของวิธีการพยากรณ์แบบพีชชีลลจิก	41
3.12 ตัวแปรอินพุทที่ 1 ผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่า หน่วยความจำจริง	44
3.13 ตัวแปรอินพุทที่ 2 ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ	45
3.14 ตัวแปรเอาต์พุท	46
3.15 แผนผังการทำงานของไฟล์สคริปต์	50
3.16 คำสั่งที่ใช้ในการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงใน VM	51
3.17 คำสั่งที่ใช้ในการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM ตาม ID ที่แตกต่างกัน	52
4.1 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 1 (กรณี ไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	68
4.2 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 2 (กรณี ไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	69
4.3 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 3 (กรณี ไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	69
4.4 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 1 (กรณี ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	71
4.5 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 2 (กรณี ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	71
4.6 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 3 (กรณี ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing) มีความสำคัญกับธุรกิจและองค์กรต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นองค์กรขนาดใหญ่ หรือองค์กรขนาดเล็ก องค์กรของภาครัฐ หรือภาคเอกชน เนื่องจากสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อและบำรุงรักษาอุปกรณ์ รวมถึงทรัพยากรให้กับองค์กรได้ นอกจากนี้ ยังเพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน จึงทำให้มีความต้องการในการใช้งานเทคโนโลยีนี้เพิ่มมากขึ้น

การประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว (Private Cloud Computing) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น ซึ่งช่วยให้องค์กรที่นำมาใช้งาน ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ได้เป็นจำนวนมาก มีลักษณะการทำงานต่าง ๆ ผ่านเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization Technology) โดยการสร้างเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine) บนระบบคลาวด์ และสามารถควบคุมและจัดการระบบได้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตาม มักพบว่า เมื่อมีการใช้งานการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัวไปสักระยะ จะพบปัญหาว่าทรัพยากรของแต่ละเครื่องจักรเสมือนที่จัดสรรให้ใช้งานในครั้งแรกนั้น อาจไม่เพียงพอกับความต้องการที่เปลี่ยนไป ทำให้จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดสรรทรัพยากรเป็นระยะ ๆ หรือใช้วิธีการย้ายการประมวลผล (Migration) เครื่องจักรเสมือนไปยังตัวใหม่ที่มีทรัพยากรเพียงพอเสมอ หนึ่งในทรัพยากรที่มีผลต่อการใช้งานในการประมวลผลคลาวด์ คือ หน่วยความจำ (Memory) ซึ่งต้องมีการจัดสรรให้กับเครื่องจักรเสมือนให้เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละเครื่องจักรเสมือน เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่หากหน่วยความจำไม่เพียงพอ จะส่งผลให้เครื่องจักรเสมือนนั้น มีการตอบสนองต่อการทำงานที่ช้าลง ระบบค้าง หรือเกิดอาการกระตุก ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการให้บริการแก่ผู้ใช้งาน หรือในกรณีที่เลวร้ายที่สุดคือ ระบบล่ม ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์กรได้

งานวิจัยนี้ จึงนำเสนอการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของแต่ละเครื่องจักรเสมือนในระบบการประมวลผลคลาวด์ ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) โดยมุ่งให้ผลลัพธ์ค่าพยากรณ์มีค่ามากกว่าปริมาณการใช้งานหน่วยความจำจริง เพื่อให้ได้ปริมาณหน่วยความจำที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณหน่วยความจำที่จะใช้ และสามารถนำผลลัพธ์จากการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ เพื่อจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องจักรเสมือนด้วยวิธี Memory Ballooning ได้ นอกจากนี้ จะดำเนินการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA (ซึ่งนำมาใช้เป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบ) และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี โดยจะใช้ค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ มาเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการพยากรณ์

ทั้งนี้ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 จะกล่าวถึงรายละเอียดของระเบียบวิธีวิจัยในวิธีการที่นำเสนอ บทที่ 4 จะกล่าวถึงผลการวิจัย และในบทที่ 5 จะกล่าวถึงการสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อนำวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของเครื่องจักรเสมือนในระบบการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัว และช่วยควบคุม จัดสรรหน่วยความจำให้ใช้งานได้ตรงตามความเหมาะสมของการใช้งาน
2. เพื่อหาวิธีการพยากรณ์หน่วยความจำแบบฟัซซีที่มีความเหมาะสมกับการใช้งาน
3. ศึกษาวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ที่นำมาใช้เป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบในงานวิจัยนี้
4. เพื่อหาผลที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ ที่มีต่อสมรรถนะของระบบ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัว โดยใช้ OpenStack Cloud Software
2. มีเครื่องจักรเสมือน 3 เครื่อง อยู่บนโหนดเพียง 1 โหนดเท่านั้น
3. จำนวนผู้ทดสอบการเข้าใช้บริการของเครื่องจักรเสมือน 50 คนต่อเครื่อง
4. ใช้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ที่เป็น โอเพนซอร์สเท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่เหมาะสมกับการใช้งานได้
2. ควบคุม และจัดสรรปริมาณการใช้งานหน่วยความจำ เพื่อให้สามารถใช้งานหน่วยความจำได้อย่างคุ้มค่า และใช้งานระบบได้อย่างต่อเนื่อง
3. นำวิธีการที่นำเสนอนี้ ไปพัฒนา ปรับปรุง เพื่อประยุกต์ใช้งานจริงกับระบบการประมวลผลคลาวด์

บทที่ 2

ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ฟัซซีลอจิก เพื่อจัดสรรหน่วยความจำของเครื่องจักรเสมือนในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว จำเป็นที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ทฤษฎีฟัซซีลอจิก และการประมวลผลคลาวด์ ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงเนื้อหา ดังต่อไปนี้

- 2.1 วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA (Exponentially Weighted Moving Average)
- 2.2 ทฤษฎีฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic)
- 2.3 การประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing)
- 2.4 OpenStack Cloud Software
- 2.5 โปรแกรม Apache JMeter
- 2.6 Memory Ballooning
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA¹

การพยากรณ์ สามารถนำมาช่วยกำหนดทรัพยากรในปัจจุบัน และทำให้ทราบว่า ทรัพยากรที่มีอยู่ ได้ถูกใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ลักษณะการใช้งานเป็นอย่างไร เพื่อที่องค์กรจะสามารถจัดหาทรัพยากรอื่น ๆ มาเพิ่มจากข้อมูลพื้นฐานที่มีอยู่ในปัจจุบันกับระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใน

¹<http://logisticscorner.com/Docfiles/inventory/Forecasting.pdf>.

การพยากรณ์ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponentially Weighted Moving Average : EWMA) เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลแต่ละค่าไม่เท่ากัน โดยจะให้ความสำคัญกับข้อมูลล่าสุดมากที่สุด และให้ความสำคัญกับข้อมูลในอดีตน้อยลงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยมีค่าถ่วงน้ำหนัก หรือสัมประสิทธิ์ปรับให้เรียบ (เรียกว่า ค่าแอลฟา : α) และมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$F(t) = \alpha * A(t - 1) + (1 - \alpha) * F(t - 1) \quad (1)$$

โดยที่ $F(t)$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

$A(t - 1)$ คือ ค่าจริงที่ผ่านม่าสุด

$F(t - 1)$ คือ ค่าพยากรณ์ที่ผ่านม่าสุด

α คือ ค่าสัดส่วน โดยที่ $\alpha = \frac{F(t-1)}{A(t-1)}$

และกำหนดค่าพยากรณ์เริ่มต้น จากค่าเฉลี่ยของค่าจริงที่ผ่านมา

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการคำนวณการพยากรณ์จำนวนลูกค้าในสัปดาห์ที่ 4 เมื่อกำหนดให้ $\alpha = 0.1$

สัปดาห์ที่	จำนวนลูกค้า (คน)	จำนวนลูกค้า (คน) (ค่าพยากรณ์)
1	400	ค่าเฉลี่ย 390
2	380	
3	411	390
4	?	
5	?	

กำหนดค่าพยากรณ์เริ่มต้น โดยหาค่าเฉลี่ยของจำนวนลูกค้าในสองสัปดาห์ที่ผ่านมา จะได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ $(400+380)/2 = 390$ ซึ่งจะนำไปใช้เป็นค่าพยากรณ์เริ่มต้น และสามารถพยากรณ์จำนวนลูกค้าในสัปดาห์ที่ 4 ได้ดังนี้

$$F(t) = \alpha * A(t - 1) + (1 - \alpha) * F(t - 1)$$

$$F(4) = 0.1 * A(3) + (1 - 0.1) * F(3)$$

$$= 0.1 * 411 + 0.9 * 390$$

$$= 392.1 \text{ หรือ } 392 \text{ คน}$$

หากกำหนดให้จำนวนลูกค้าจริงในสัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 415 ดังนั้น ค่าพยากรณ์ในสัปดาห์ที่ 5 จะเท่ากับ

$$F(5) = 0.1 * A(4) + (1 - 0.1) * F(4)$$

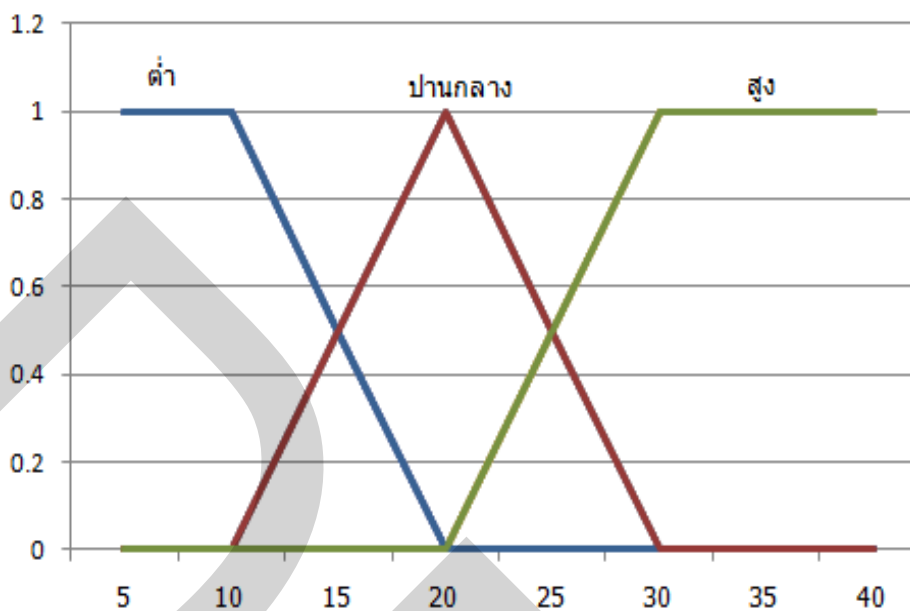
$$= 0.1 * 415 + 0.9 * 392.1$$

$$= 394.4 \text{ หรือ } 394 \text{ คน}$$

2.2 ทฤษฎีฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic)

ทฤษฎีฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) เป็นทฤษฎีตรรกะทางคณิตศาสตร์ที่คิดค้น ในปี ค.ศ. 1965 โดย Lotfali Askar Zadeh (L. A. Zadeh) ศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ซึ่งทฤษฎีนี้ นำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจความไม่ชัดเจน ไม่แน่นอนของข้อมูล โดยมีตรรกะอยู่บนพื้นฐานความเป็นจริง ใช้หลักเหตุผลคล้ายกับวิธีการคิดของมนุษย์ และใช้ประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญมากกว่าการใช้ทฤษฎี โดยทำงานภายใต้เงื่อนไข หรือข้อกำหนดของข้อมูลที่ไม่ได้มีเพียงแค่ 0 กับ 1 หรือ ใช่ กับ ไม่ใช่ แต่ข้อมูลมีการแบ่งระดับที่เรียกว่า Fuzzy Set เช่น การกำหนดระดับข้อมูลที่มีความหมายแทนคำว่า “น้อย” “ค่อนข้างน้อย” “ปานกลาง” “ค่อนข้างมาก” “มาก” เป็นต้น

ตัวอย่างการแบ่งระดับข้อมูลของเครื่องวัดอุณหภูมิที่มีการแบ่งระดับเป็น “ต่ำ” “ปานกลาง” และ “สูง”



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่าง Fuzzy Set ของเครื่องวัดอุณหภูมิ

ในการนำทฤษฎีฟัซซีลอจิกไปใช้งานนั้น จะแสดงอยู่ในรูปแบบของการกำหนดเงื่อนไข คือ “ถ้า.....แล้ว” (IF.....THEN)

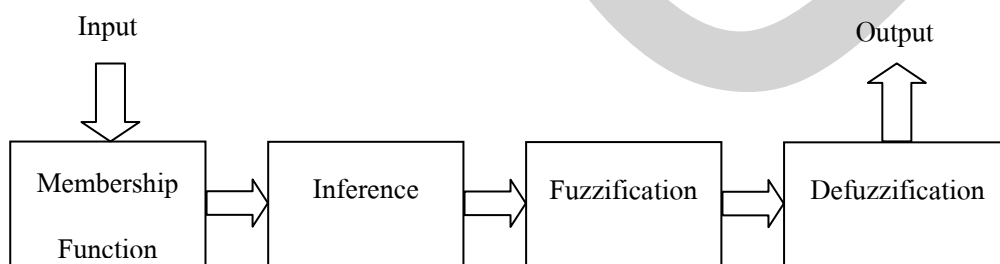
ตัวอย่าง เช่น ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้พัดลม อาจมีเงื่อนไข ดังนี้

IF <อุณหภูมิ เย็นมาก> THEN <หยุดพัดลม>

IF <อุณหภูมิ เย็น> THEN <พัดลมหมุนช้าลง>

IF <อุณหภูมิ ปานกลาง> THEN <พัดลมหมุนคงที่>

IF <อุณหภูมิ ร้อน> THEN <พัดลมหมุนเร็วขึ้น>



ภาพที่ 2.2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

สำหรับขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิกนั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) Membership Function เป็นขั้นตอนการแปลงข้อมูลทั่วไปที่เข้ามา ให้เป็นค่าระดับความเป็นสมาชิกที่สอดคล้องกับ fuzzy set ที่ได้ออกแบบไว้สำหรับตัวแปรนั้น ๆ หรืออาจเรียกว่า ตัวแปรภาษา (Linguistic Variable) โดยในการออกแบบนั้น ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเดียวกัน แต่จะขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของตัวแปรแต่ละอินพุต และความสำคัญต่อเอาต์พุตที่น่าสนใจ โดยมีลักษณะการกำหนดฟังก์ชันเป็นภาษาสามัญ

2) Inference เป็นการนำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 มาตีความร่วมกับกลุ่มของกฎ หรือเงื่อนไขที่กำหนดไว้ อาศัยหลักการของเหตุและผล โดยมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเอาต์พุต มาเขียนเป็นกฎในการควบคุมระบบ เพื่อให้ได้การตัดสินใจที่เหมาะสม

3) Fuzzification เป็นขั้นตอนการนำกฎที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลผลกับข้อมูลฟัซซีที่เป็นอินพุต โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาค่าการประมวลผล

4) Defuzzification เป็นขั้นตอนการแปลงค่าระดับความเป็นสมาชิก ให้เป็นค่าทั่วไปเพื่อนำค่าที่ได้มาใช้ในการตัดสินใจ เพื่อควบคุมระบบในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งวิธีการทำ Defuzzification นั้น วิธีที่เป็นที่นิยมและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย คือ วิธีหาจุดศูนย์กลาง (Centroid หรือ Center of Gravity : COG)

Fuzzy Logic มีบทบาทมากขึ้นในวงการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น ด้านการแพทย์ ด้านการทหาร ด้านธุรกิจ ด้านอุตสาหกรรม เป็นต้น เนื่องจาก Fuzzy Logic มีจุดเด่น และแตกต่างจากการคำนวณแบบอื่น ๆ ดังนี้

1) มีการใช้เหตุผลในเชิงตรรกะที่สอดคล้องกับตรรกะความคิดของมนุษย์
 2) ช่วยในการตัดสินใจที่คลุมเครือ ไม่ชัดเจน ไม่ใช่แค่ผิด หรือถูกเพียง 2 สถานะ แต่เป็นดีกรีของความผิด หรือถูก ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อมในโลกจริง

3) สามารถเข้าใจได้ เนื่องจากสามารถตีความให้อยู่ในรูปแบบของ IF – THEN

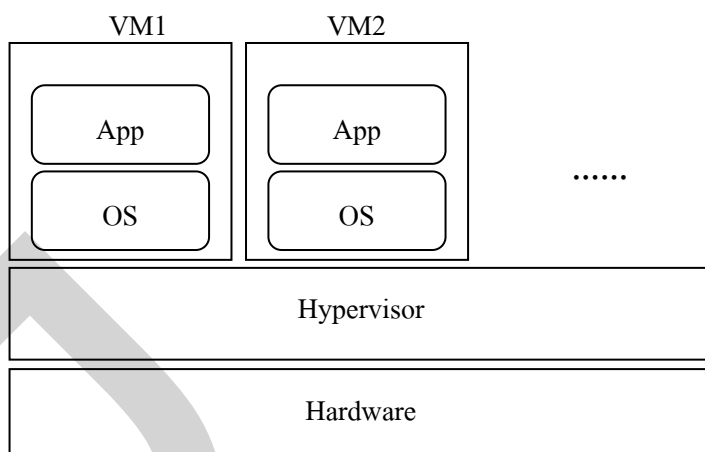
4) ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้กำหนดกฎ และตัวแปรต่าง ๆ ของระบบ และตรวจสอบประเมินความถูกต้องของระบบ ทำให้นำมาใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 การประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing)

NIST หรือ National Institute of Standards and Technology เป็นหน่วยงานภายใต้กระทรวงพาณิชย์ สหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Commerce) ก่อตั้งในปี ค.ศ. 1901 และเป็นหน่วยงานปฏิบัติการวิจัยวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์แห่งแรกของรัฐ ภารกิจของ NIST คือ การสนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมและการสร้างความสามารถทางอุตสาหกรรมของสหรัฐอเมริกา ให้มีความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ด้านมาตรวิทยา มาตรฐาน และเทคโนโลยี เพื่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตที่เพิ่มขึ้น

NIST ได้ให้คำนิยามการประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing) ไว้ดังนี้

การประมวลผลคลาวด์ (Cloud Computing) เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดยมีรูปแบบการให้บริการผ่านทางอินเทอร์เน็ต ที่มีผู้ให้บริการจัดสรรทรัพยากรแก่ผู้ใช้บริการ ให้ใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน มีการปรับเปลี่ยนและลดทรัพยากร สามารถทำได้อย่างง่ายและรวดเร็ว สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากทุกที่ ทุกเวลา ผ่านทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Computer, Tablet และ Smartphone เป็นต้น โดยที่ผู้ใช้บริการ ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ หรือมีความเชี่ยวชาญทางเทคนิคสำหรับการทำงาน ๆ นั้น สามารถทำงานได้โดยอาศัยไฮเพอร์ไวเซอร์ (Hypervisor) หรือเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) เช่น Microsoft Hyper-V, VMware vSphere, Citrix Xen หรือ Linux KVM เป็นต้น เพื่อเข้าถึงทรัพยากรที่แท้จริงของแต่ละโหนด และกำหนดทรัพยากรที่มีอยู่ให้แต่ละเครื่องจักรเสมือน โดยทรัพยากรที่กำหนดให้ทั้งหมด ต้องไม่เกินกว่าที่โหนดมีอยู่ ซึ่งทรัพยากรที่ต้องจัดสรร ได้แก่ หน่วยประมวลผล (CPU) หน่วยความจำ (Memory) หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Disk) และการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network) เป็นต้น ซึ่งแต่ละเครื่องจักรเสมือน สามารถติดตั้ง Operating System (OS) ที่แตกต่างกัน หรือเหมือนกันก็ได้ เพื่อให้ใช้ระบบได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด



ภาพที่ 2.3 การประมวลผลคลาวด์

คุณสมบัติที่สำคัญของการประมวลผลคลาวด์

- 1) On-demand Self-Service ผู้ใช้บริการสามารถระบุความต้องการ และใช้บริการทรัพยากรคอมพิวเตอร์ได้เอง โดยไม่ต้องรอผู้ให้บริการมาดำเนินการ
- 2) Broad Network Access เข้าถึงระบบเครือข่ายได้จากทุกอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
- 3) Resource Pooling ทรัพยากรและการประมวลผล จะถูกรวบรวมไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อตอบสนองความต้องการใช้งานของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน เป็นอิสระต่อกัน โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้ว่าใช้ทรัพยากรนั้นจากที่ใด
- 4) Rapid Elasticity มีความยืดหยุ่นในการเพิ่ม ลดทรัพยากรที่มีการปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็ว อัตโนมัติ ไม่จำกัดจำนวน และไม่จำกัดเวลา
- 5) Measured Services ผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ สามารถติดตามและควบคุมปริมาณการใช้ทรัพยากรได้ โดยเฉพาะผู้ให้บริการ นั่นคือ ใช้งานได้ตามที่จ่ายจริง

รูปแบบการให้บริการของการประมวลผลคลาวด์

- 1) Software as a Service (SaaS) เป็นการให้บริการ software หรือ application บนโครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลคลาวด์ ที่ผู้ให้บริการจัดหาให้ผู้บริการ สามารถเข้าถึงได้จากหลากหลายอุปกรณ์ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ หรือหน้าโปรแกรม แต่ผู้บริการไม่สามารถ

บริหารจัดการ หรือควบคุมโครงสร้างพื้นฐานได้ รวมถึงระบบเครือข่าย เครื่องแม่ข่าย ระบบปฏิบัติการ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เป็นต้น

2) Platform as a Service (PaaS) เป็นบริการที่ผู้ใช้บริการสามารถพัฒนา software หรือ application ที่ผู้ใช้บริการจัดเตรียมให้เท่านั้น โดยที่ผู้ใช้บริการไม่สามารถบริหารจัดการ หรือควบคุมโครงสร้างพื้นฐานได้ รวมถึงระบบเครือข่าย เครื่องแม่ข่าย ระบบปฏิบัติการ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เป็นต้น แต่สามารถกำหนดเงื่อนไข และตั้งค่าคุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ

3) Infrastructure as a Service (IaaS) เป็นบริการระดับฮาร์ดแวร์ (Hardware) ในรูปแบบของเครื่องเสมือน (Virtual Machine) เช่น ระบบเครือข่าย เครื่องแม่ข่าย อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล และทรัพยากรอื่น ๆ ที่ใช้งานในโครงสร้างพื้นฐาน เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้บริการสามารถปรับเปลี่ยนระบบปฏิบัติการและ Application แต่ไม่สามารถบริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานของระบบประมวลผลคลาวด์ได้ มีประโยชน์ในการประมวลผลทรัพยากรจำนวนมาก

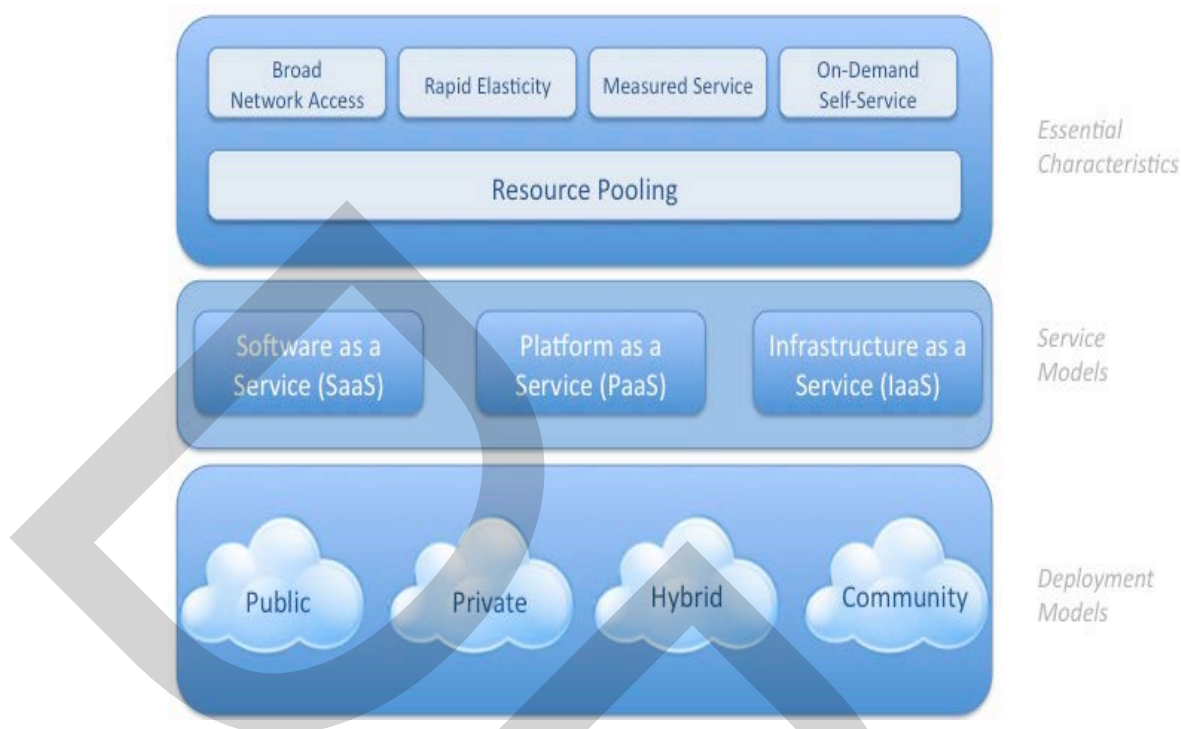
รูปแบบการใช้งานของระบบการประมวลผลคลาวด์

1) Private Cloud เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่มีการจัดเตรียมสำหรับใช้งานภายในองค์กร โดยมีองค์กรเป็นเจ้าของ และดูแลเอง หรือจัดจ้างให้องค์กรอื่นมาดูแล อาจติดตั้งไว้ในองค์กร หรือ นอกองค์กรก็ได้

2) Public Cloud เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่มีการจัดเตรียมสำหรับให้บุคคลทั่วไปได้ใช้งาน โดยมีเจ้าของเป็นผู้บริหารจัดการเอง อาจเป็นหน่วยงานธุรกิจ ราชการ หรือสถาบันการศึกษา โดยติดตั้งในสถานที่ของผู้ให้บริการ

3) Community Cloud เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่มีการใช้งานเฉพาะด้าน หรือทำงานในลักษณะเดียวกัน โดยอนุญาตให้หลาย ๆ องค์กรสามารถเข้าถึงและทำงานร่วมกันได้ เป็นเจ้าของเพียงองค์กรเดียว หรือหลายองค์กรร่วมกัน หรือจัดจ้างให้องค์กรอื่นมาดูแล อาจติดตั้งภายในองค์กร หรือนอกองค์กรก็ได้

4) Hybrid Cloud เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่ผสมผสานกันระหว่างโครงสร้างพื้นฐานของระบบการประมวลผลคลาวด์ที่แตกต่างกัน (Private, Public หรือ Community) โดยต้องสามารถทำงานร่วมกันได้



ภาพที่ 2.4 โครงสร้าง Cloud Computing

ที่มา: <http://www.csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html>

2.4 OpenStack Cloud Software

OpenStack เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่ใช้ในการบริหารจัดการระบบ Cloud Computing โดยเริ่มจากความร่วมมือระหว่างบริษัท Rackspace Hosting (ให้บริการเว็บโฮสติ้ง) กับ NASA โดย Rackspace นั้น สนับสนุนโค้ดในส่วนของจัดการพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลบน Cloud ส่วน NASA มีระบบ Cloud พื้นฐาน ปัจจุบัน OpenStack Cloud Software อยู่ภายใต้การดูแลของ OpenStack Foundation ซึ่งเป็นองค์กรกลางที่ไม่หวังผลกำไร และไม่สังกัดบริษัทใดบริษัทหนึ่ง

OpenStack เป็นระบบปฏิบัติการ Cloud ที่ควบคุมทรัพยากรของ Compute, Storage และ Network ทั้งหมด มีการจัดการผ่านทาง Dashboard ซึ่งเป็นเว็บ ช่วยให้ผู้ใช้ดูแลระบบ สามารถควบคุมขีดความสามารถของทรัพยากรตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้

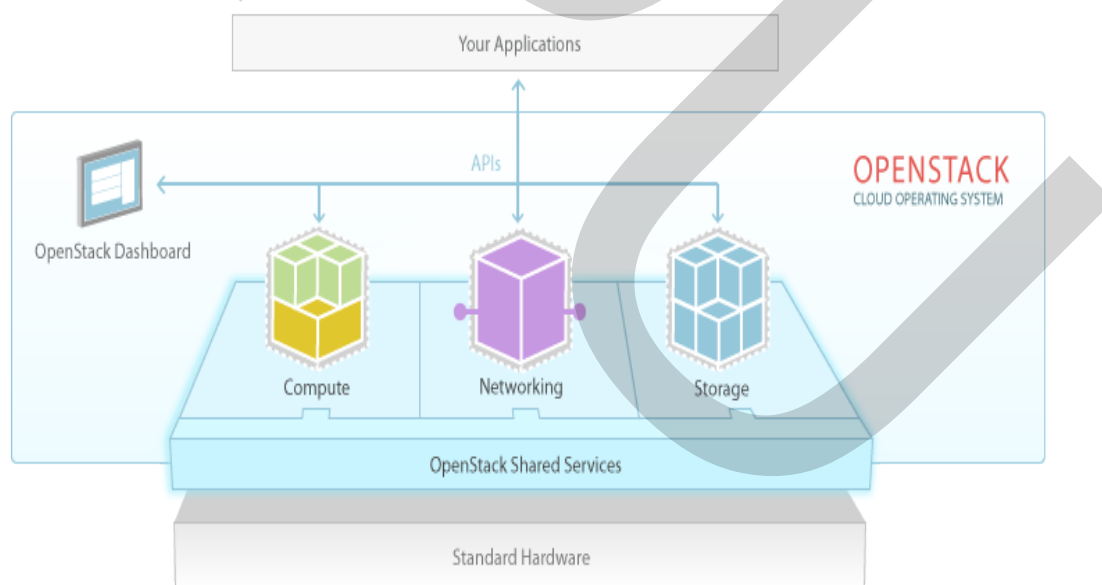
โครงสร้างระบบของ OpenStack Cloud Software มีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) Compute ทำหน้าที่ในการจัดเตรียมและบริหารจัดการเครือข่ายขนาดใหญ่ของเครื่องเสมือน ซึ่งนักพัฒนาที่สร้างโปรแกรมประยุกต์บน Cloud นั้น สามารถเข้าถึงได้ผ่านทาง API ส่วนผู้ดูแลระบบและผู้ให้บริการ สามารถเข้าถึงได้ผ่านทางเว็บ สำหรับ Hypervisor ที่ใช้งานและเป็นที่ยอมรับ คือ KVM และ XenServer

2) Networking สามารถปรับขนาดได้ และมี API สำหรับจัดการเครือข่ายและ IP Address และผู้ให้บริการ สามารถกำหนดค่าเครือข่ายที่จะใช้งานได้ด้วยตัวเอง เพื่อไม่ให้เกิดคอขวดหรือมีปัจจัยอื่นมาจำกัดการใช้งาน

3) Storage ใน OpenStack สนับสนุนทั้ง Object Storage และ Block Storage ให้เลือกใช้งาน โดยขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่ง Object Storage นั้น สามารถนำไปใช้สำรองข้อมูลและจัดเก็บข้อมูล ส่วน Block Storage ช่วยรักษาอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Instance ใน Compute สำหรับจัดเก็บผลการดำเนินงานให้ดีขึ้น และทำงานร่วมกันกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลอื่นได้ เช่น NetApp

4) OpenStack Dashboard ช่วยให้ผู้ใช้ดูแลระบบและผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ผ่านทางเว็บ ในการจัดสรรทรัพยากร ใช้งานได้ง่าย และสามารถติดตาม ตรวจสอบได้



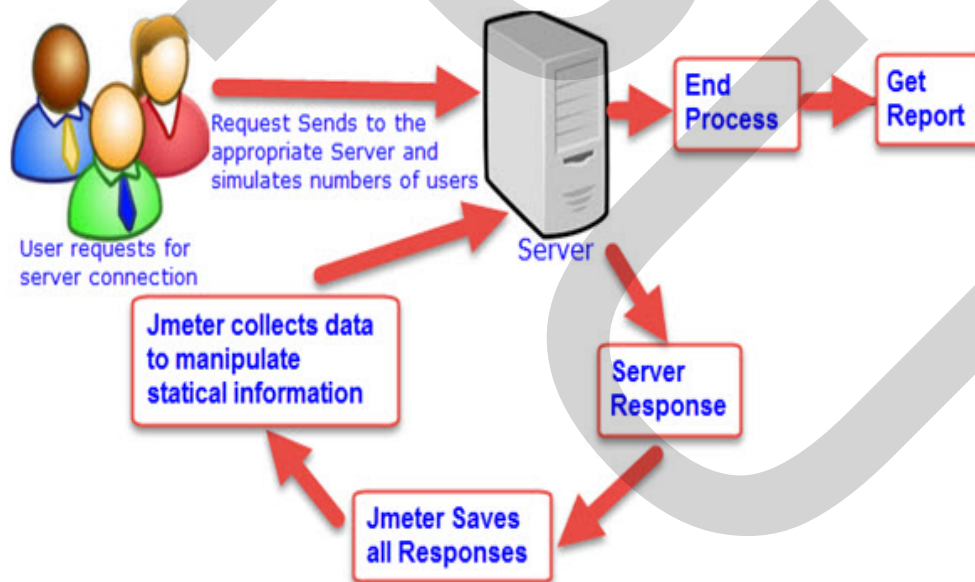
ภาพที่ 2.5 โครงสร้างระบบของ OpenStack Software

ที่มา: <http://www.openstack.org/software/>

OpenStack เป็น Software Solution ที่มีความสามารถหลากหลายในด้านการให้บริการ Cloud พื้นฐาน เช่น การสร้าง Image หรือ Instance และยังมีแผนการพัฒนาต่อไปในอนาคต จึงน่าจะเป็น Software ที่นำมาใช้ในการสร้าง Private Cloud ได้ดี

2.5 โปรแกรม Apache JMeter

โปรแกรม Apache JMeter เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สที่พัฒนาโดย Apache Software Foundation ใช้ภาษา Java ในการพัฒนา และถูกออกแบบให้สามารถทำงานบน Platform ที่หลากหลาย เพื่อใช้สำหรับวัดประสิทธิภาพของระบบบริการข้อมูลบนเครื่องแม่ข่าย โดยสามารถจำลองการร้องขอการให้บริการจากเครื่องแม่ข่ายได้หลากหลายโปรโตคอล เช่น HTTP, SMTP, POP3, IMAP เป็นต้น สามารถกำหนดจำนวนผู้ร้องขอ และอัตราการร้องขอได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นจำนวนคำสั่งที่เครื่องแม่ข่ายสามารถให้บริการสำเร็จต่อหนึ่งวินาที จึงทำให้เป็นซอฟต์แวร์ที่มีผู้นิยมใช้งาน



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม Apache JMeter

ที่มา: <http://www.softwaretestingclass.com/introduction-to-apache-jmeter-tutorial-series-1/>

2.6 Memory Ballooning

เป็นวิธีการดึงหน่วยความจำในส่วนที่ระบบปฏิบัติการจองไว้ แต่ไม่ได้มีการใช้งาน (Free) โดยจะนำกลับมาใช้ใหม่ จะถูกควบคุมด้วย Hypervisor สำหรับลักษณะการทำงานของ Memory Ballooning จะมีลักษณะการทำงานแบบ Virtualization คือเป็นการจัดการหน่วยความจำใน VM หลาย ๆ ตัว เมื่อ VM ต้องการใช้งานหน่วยความจำมากขึ้น จะร้องขอการใช้หน่วยความจำไปยัง Host หาก Host มีปริมาณหน่วยความจำที่เพียงพอ ก็จะจัดสรรหน่วยความจำไปให้ VM นั้น หรือหากกรณีที่ Host ต้องมีการใช้งานหน่วยความจำที่เพิ่มขึ้น Host จะขอคืนหน่วยความจำจาก VM โดยการดำเนินการดังกล่าว สามารถทำได้ทันทีโดยไม่ต้องปิดเครื่อง หรือหยุดการทำงานของ VM

ข้อดีของการใช้ Memory Ballooning

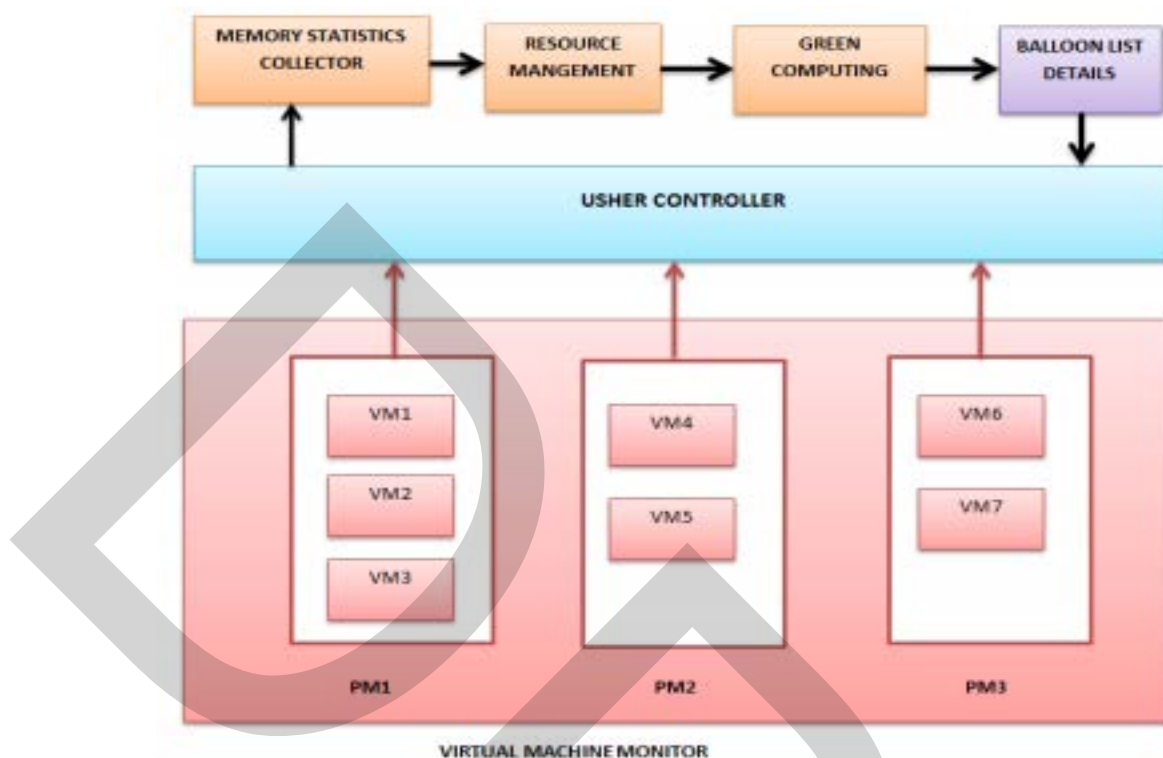
- 1) สามารถทำได้ทันทีโดยไม่ต้องปิดเครื่อง หรือหยุดการทำงานของ VM
- 2) การทำ Memory Ballooning ใน VM เป็นอิสระต่อกัน
- 3) เป็นวิธีการที่ง่ายในการปรับเปลี่ยนหน่วยความจำ
- 4) ไม่จำเป็นต้องใช้งบประมาณ หรือเสียค่าใช้จ่าย

ข้อเสียของการใช้ Memory Ballooning

- 1) ไม่สามารถกำหนดหน่วยความจำให้เกินกว่าที่ Host มี
- 2) การพยายามรักษาการกระจายตัว(Fragmentation) ในหน่วยความจำ ค่อนข้างต่ำ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยเรื่อง Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing (V Holy Angel Jenitha, R.Veeramani, 2014) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของหน่วยความจำให้กับเครื่องจักรเสมือน ภายในระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่ใช้ Xen Hypervisor โดยมีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำด้วยวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA แล้วนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ มาดำเนินการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ด้วยวิธีบอลลูน



ภาพที่ 2.7 สถาปัตยกรรมของระบบ

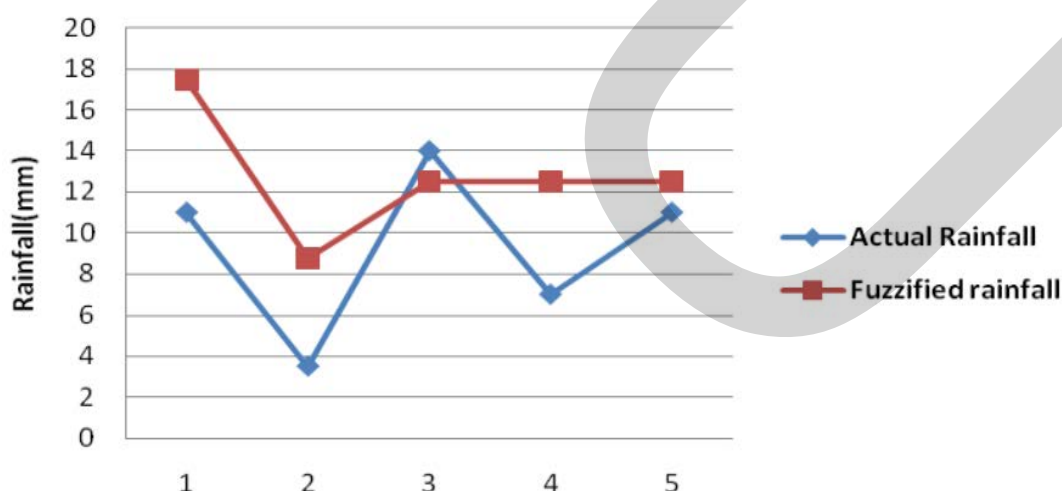
ที่มา: V Holy Angel Jenitha and R.Veeramani, “Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing” IOSR Journal of Computer Engineering(IOSR-JCE), Vol. 16, Issue 2, Ver. IV(Mar-Apr. 2014), pp.19-23.

จากภาพที่ 2.7 อธิบายการทำงานของระบบได้ว่า Usher Controller เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมและจัดเก็บการใช้ทรัพยากรของ Virtual Machine แต่ละตัว และปริมาณการใช้งานหน่วยความจำในแต่ละ Virtual Machine จะถูกส่งไปจัดเก็บที่ Memory Statics Collector จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยัง Resource Management ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากร ไม่ว่าจะเป็นการพยากรณ์ความต้องการในการใช้หน่วยความจำด้วยสมการ EWMA การหา Virtual Machine ตัวถัดไป ที่ควรที่จะจัดสรรหน่วยความจำในครั้งต่อไปให้ โดยมี Green Computing เป็นตัวควบคุมไม่ให้มีการใช้หน่วยความจำเกินเกณฑ์ที่กำหนด หรือหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่จำเป็นในการใช้หน่วยความจำ และ Balloon List Details จะเก็บรายละเอียดในการจัดสรรหน่วยความจำ และจะทำงานเมื่อ Physical Machine เริ่มขาดแคลนหน่วยความจำ ทำให้จำเป็นต้อง

บังคับ Virtual Machine ให้ปล่อยหน่วยความจำที่ยังไม่ถูกใช้งานออกมาให้ ซึ่งงานวิจัยนี้ สามารถนำไปให้ผู้ให้บริการใช้งานใน Data Center เพื่อบริหารจัดการการใช้หน่วยความจำ โดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับหน่วยความจำได้ด้วยวิธีการ Balloon ซึ่งเพิ่ม หรือลดหน่วยความจำได้ และวิธีการ Balloon เหมาะกับหน่วยงานที่มีงบประมาณน้อย

จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ พบว่า งานวิจัยนี้ไม่ได้กล่าวถึงผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในระบบ ว่ามีผลต่อระบบอย่างไร หรือวิธีการพยากรณ์ดังกล่าวที่ใช้ในงานวิจัย มีความเหมาะสม สัมพันธ์กับงาน หรือหน่วยความจำหรือไม่

2.7.2 งานวิจัยเรื่อง Modeling Rainfall Prediction using Fuzzy Logic (Jimoh, R.G. และคณะ, 2013) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการนำแบบจำลองฟัซซีลอจิก มาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นการวางแผนป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง เป็นต้น และแม้ว่าจะมีกระบวนการทางอุตุนิยวิทยาที่มีการปรับปรุงแก้ไขปัญหา แต่ก็ยังไม่เป็นไปตามขอบเขตที่กำหนด จำเป็นต้องมีทางเลือกอื่นในการวิเคราะห์และคาดการณ์ ซึ่งแบบจำลองฟัซซีลอจิก ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ โดยมีการกำหนดตัวแปรอินพุต 2 ตัว คือ ความเร็วลมและอุณหภูมิ และตัวแปรเอาต์พุต 1 ตัว เป็นปริมาณน้ำฝนที่คาดว่าจะเกิด ซึ่งงานวิจัยนี้ ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนได้

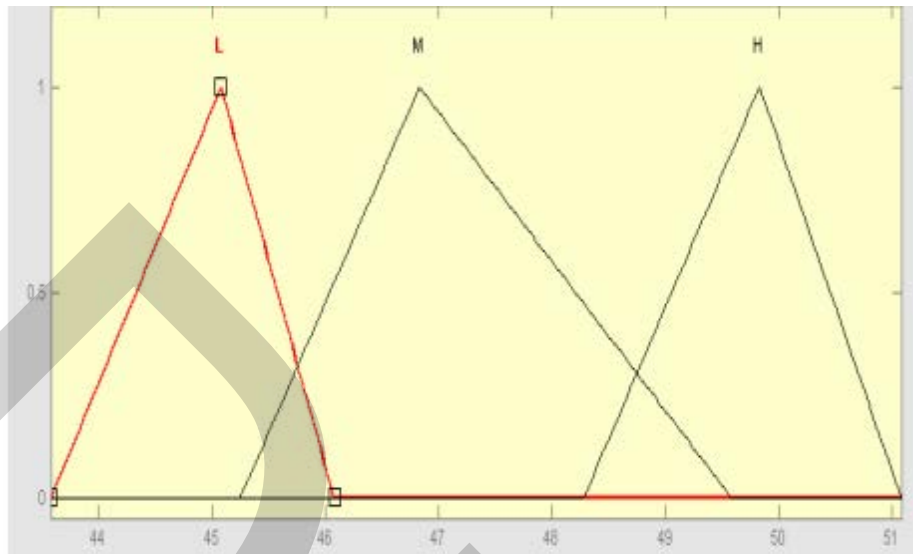


ภาพที่ 2.8 เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริงกับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการพยากรณ์

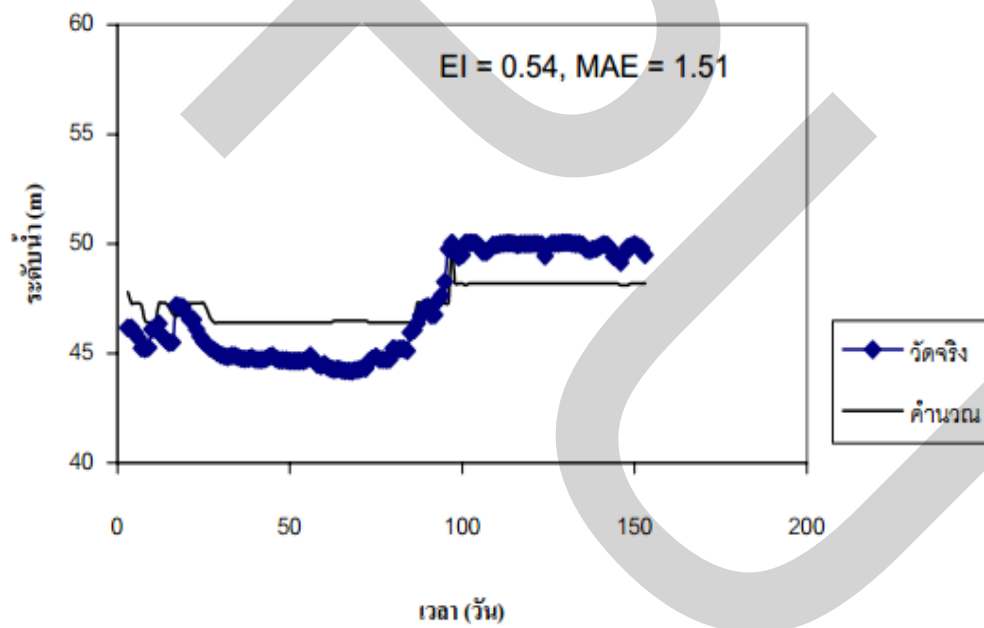
ที่มา: Jimoh, R.G., Olagunu, M., Folorunso, I.O., Asiribo and M.A., “Modeling Rainfall Prediction using Fuzzy Logic” International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering(IJIRCCE), Vol. 1, Issue 4, June 2013.

จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ พบว่า ค่าการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยส่วนใหญ่จากแบบจำลองฟัซซีลอจิก มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนได้ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ตัวแปรอินพุตเพียง 2 ตัว อาจไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้วางแผนการคาดการณ์เพื่อแก้ไขปัญหา เนื่องจากยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝน เช่น ความกดอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น หากมีการเพิ่มเติมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง อาจทำให้การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.7.3 งานวิจัยเรื่อง การพยากรณ์น้ำท่วมโดยแบบจำลองฟัซซีลอจิก (ยุพา ชิดทอง, วิชาดา แซ่อึ้ง และเมธี สายมงคล, 2547) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แบบจำลองฟัซซีลอจิก เพื่อการพยากรณ์ระดับน้ำท่วมล่วงหน้าบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต ซึ่งพบว่า ระดับน้ำที่สถานี Y4 ในวันพรุ่งนี้ จะขึ้นกับระดับน้ำใน 2 วันที่ผ่านมา จึงทำให้มีตัวแปรอินพุต 2 ตัวแปร คือ $Y4(t - 1)$ (ระดับน้ำที่สถานี Y4 เมื่อวาน), $Y4(t)$ (ระดับน้ำที่สถานี Y4 วันนี้) และตัวแปรเอาต์พุต 1 ตัวแปร คือ $Y4(t + 1)$ (ระดับน้ำที่สถานี Y4 วันพรุ่งนี้) โดยที่แต่ละตัวแปรมีค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิก 3 ค่า คือ ต่ำ ปานกลาง และสูง และเมื่อทำการตัดกฎที่ไม่จำเป็นออกไป จะเหลือเพียง 6 กฎ จากนั้นทำการคำนวณประสิทธิภาพและค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองฟัซซีลอจิก ให้ผลลัพธ์ด้านประสิทธิภาพมากกว่า 90% และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสมบูรณ์มีค่า 0.39



ภาพที่ 2.9 Membership Function ของระดับน้ำที่สถานี Y4 มีค่าระดับเป็น Low, Medium และ High



ภาพที่ 2.10 ผลการคำนวณระดับน้ำ และการคำนวณประสิทธิภาพ

จากการวิเคราะห์งานวิจัยนี้ พบว่า งานวิจัยนี้ อาศัยผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ข้อมูล และกำหนดกฎฟัซซี โดยมีความสัมพันธ์กันของข้อมูลในอดีต ซึ่งทำให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำยิ่งขึ้น



บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) มาเป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบ และปรับปรุงค่าผลลัพธ์ให้ดีขึ้น ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี เพื่อให้ได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ให้มีค่าผลลัพธ์การพยากรณ์ที่ไม่น้อยไปกว่าค่าข้อมูลจริงของปริมาณหน่วยความจำ และสามารถลดความเสี่ยงจากการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ในการควบคุมการจัดสรรหน่วยความจำได้ โดยแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำในแต่ละเครื่องจักรเสมือนระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี

3.1 แนวทางการวิจัยและพัฒนา

1) ศึกษาโครงสร้าง การทำงานและบริการในการประมวลผลคลาวด์

ศึกษาลักษณะ โครงสร้าง หลักการทำงาน รูปแบบ และคุณสมบัติของการประมวลผลคลาวด์ รวมถึงประเภทการให้บริการต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานความรู้ และนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์

2) ศึกษาเครื่องมือ วิธีการที่ใช้สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์

ศึกษาเครื่องมือ โปรแกรม หรือวิธีการในการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ ซึ่งมีทั้งที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการขอใช้บริการ และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขอใช้บริการ มีลักษณะของการลงทะเบียนใช้บริการกับผู้ให้บริการที่เผยแพร่ หรือเป็นลักษณะของการดำเนินการติดตั้งระบบเอง ซึ่งในงานวิจัยนี้ เลือกใช้วิธีการติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์เอง โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่เป็นโอเพนซอร์ส สามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และไม่ละเมิดลิขสิทธิ์

3) ศึกษาค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรบนการประมวลผลคลาวด์

ศึกษาทฤษฎี วิธีการ และรูปแบบของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ บนการประมวลผลคลาวด์ เช่น การบริหารจัดการหน่วยประมวลผล (CPU) การบริหารจัดการหน่วยความจำ (Memory) หรือทรัพยากรอื่น ๆ ในการประมวลผลคลาวด์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำงานวิจัย

4) ศึกษาทฤษฎี หลักการทำงานของอัลกอริทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์หน่วยความจำ

ศึกษาทฤษฎี หลักการทำงานของอัลกอริทึม หรือวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้เป็นต้นแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาเป็นต้นแบบ และหาวิธีการในการปรับปรุงวิธีต้นแบบ เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ที่ดีกว่า ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการพยากรณ์แบบพีชชี เพื่อปรับปรุงวิธีการต้นแบบ ให้เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับระบบการประมวลผลคลาวด์ เพื่อทำให้ระบบฯ สามารถพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำได้อย่างสอดคล้องกับการใช้งาน

5) ออกแบบโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์

หลังจากศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น จากนั้น ดำเนินการออกแบบโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์ โดยในงานวิจัยนี้ จะดำเนินการออกแบบระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว (Private Cloud Computing) ด้วยซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส

6) ออกแบบ และปรับปรุงระบบบริหารจัดการหน่วยความจำบนระบบการประมวลผลคลาวด์

หลังจากทำการออกแบบระบบต่าง ๆ ข้างต้น จากนั้นนำหลักการทำงาน และอัลกอริทึม หรือวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มาดำเนินการหาค่าผลลัพธ์การพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ และทำการเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการดังกล่าว เพื่อให้ทราบว่าได้ผลลัพธ์เป็นอย่างไร

7) เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของระบบที่นำเสนอ พร้อมทั้งสรุปผล

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

งาน	เดือน						
	พ.ย.	ม.ค.	เม.ย.	ก.ค.	ต.ค.	ม.ค.	พ.ค.
	ธ.ค.	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เม.ย.	ก.ค.
	56	57	57	57	57	58	58
ออกแบบ และปรับปรุงระบบ บริหารจัดการหน่วยความจำบน ระบบการประมวลผลคลาวด์							
เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการ พยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของ ระบบที่นำเสนอ พร้อมทั้งสรุปผล							
รวบรวมข้อมูล และจัดทำเอกสาร วิทยานิพนธ์							

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

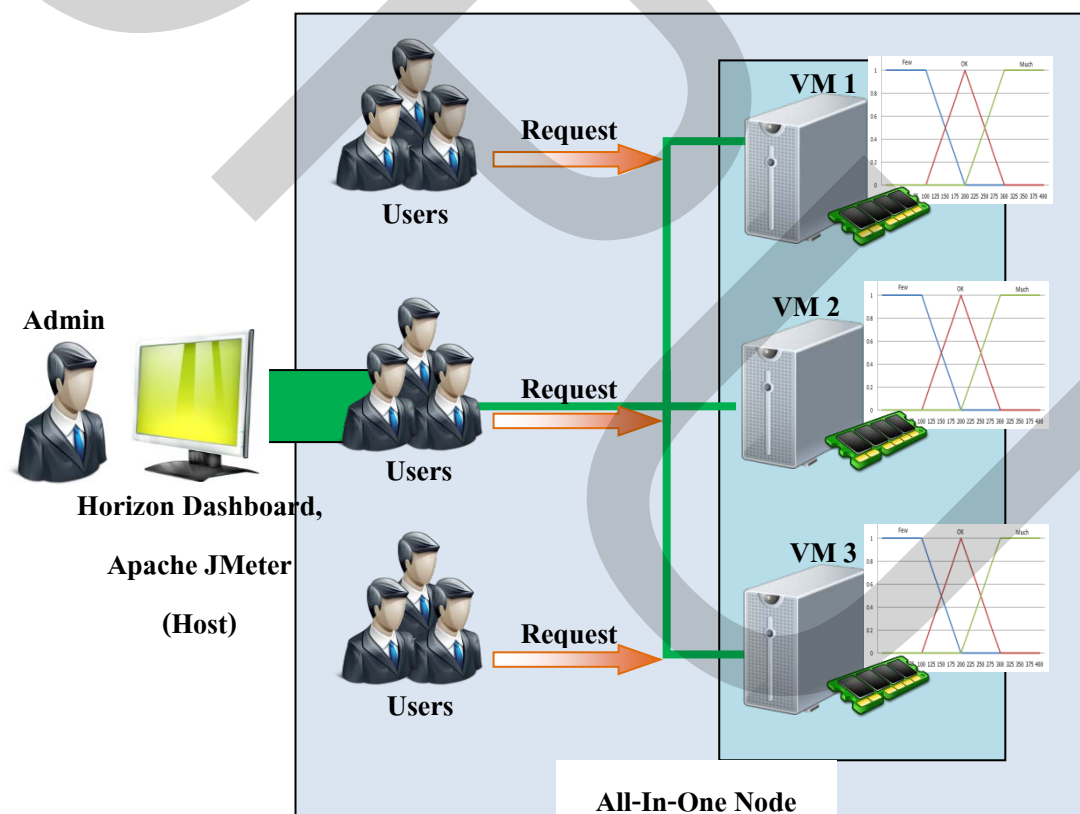
- 1) CPU Intel® Core™ i5-2430M 2.4 GHz
- 2) NVIDIA® GeForce® GT 540M
- 3) 8 GB DDR3 Memory
- 4) 750 GB HDD
- 5) Windows 7 Ultimate, 64-bit

3.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

- 1) โปรแกรม Oracle VM VirtualBox Manager version.4.2.10
 - a. 4 CPUs
 - b. Memory 5 GB
 - c. Hard Disk 180 GB

- d. Network Adapter : Bridged Adapter
- 2) Ubuntu Server 12.04 LTS
 - 3) OpenStack Cloud Software รุ่น Grizzly
 - 4) โปรแกรม Apache JMeter 2.11
 - 5) Apache 2.2.22
 - 6) php 5.3.4
 - 7) mysql-server 5.5.38
 - 8) Joomla version 3.0.1
 - 9) Shell Script : Bash

3.3 โครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์ที่นำเสนอ



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์

จากภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างในภาพรวมของระบบการประมวลผลคลาวด์ที่นำเสนอ โดยดำเนินการจำลองการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน ภายในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว เพื่อนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำ มาใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการนำวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มาปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในเครื่องจักรเสมือนแต่ละเครื่องต่อไป สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญในระบบฯ คือ เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์ เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบจำนวน 3 เครื่อง และอัลกอริทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

1) เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์

เป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) มาติดตั้งโปรแกรมในการจำลองเครื่องจักรเสมือน เพื่อใช้สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัวขึ้นมา จะเรียกเครื่องจักรเสมือนที่จำลองขึ้นมาว่าเครื่อง Host ซึ่งเครื่อง Host นี้ จะทำหน้าที่ในการสร้างเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine : VM) อีก 3 เครื่อง ไว้ภายในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว ผ่านทางหน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard) และติดตั้งโปรแกรม Apache JMeter สำหรับจำลองพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ในการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน นอกจากนี้ เครื่อง Host ยังทำหน้าที่ในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับ VM แต่ละตัว โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่พยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ซึ่งถูกส่งมาจาก VM แต่ละตัว

2) เครื่องจักรเสมือนสำหรับติดตั้งระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบ

เป็นเครื่องจักรเสมือนที่ถูกสร้างขึ้นผ่านทางหน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard) โดยสร้างขึ้นจำนวน 3 เครื่อง จะเรียกเครื่องจักรเสมือนนี้ว่า Virtual Machine (VM) ซึ่งทั้ง 3 เครื่อง มีการติดตั้งระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมของผู้ใช้งาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของ VM แต่ละตัว และภายใน VM จะมีการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่ถูกใช้จริง ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธีพีชชีของแต่ละเครื่อง โดยปริมาณหน่วยความจำจริงที่ได้มานั้น เกิดจากการจำลองพฤติกรรม

เข้าใช้งานที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ และหาค่าผลต่าง ซึ่งข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ทั้งหมด จะถูกส่งกลับไปยังเครื่อง Host เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำกลับมายัง VM ต่อไป

3) อัลกอริทึม หรือวิธีการที่ใช้ในการพยากรณ์

เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่จะเกิดขึ้นในแต่ละ VM ซึ่งในที่นี้ จะมีวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาเป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงวิธีดังกล่าว ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ที่มีการกำหนดเงื่อนไข กฎ และเกณฑ์ของหน่วยความจำในแต่ละ VM เพื่อให้สามารถพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำให้มีความสอดคล้องกับการใช้งานของแต่ละ VM และสามารถจัดสรรปริมาณหน่วยความจำได้อย่างเหมาะสมกับระบบการประมวลผลคลาวด์

3.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

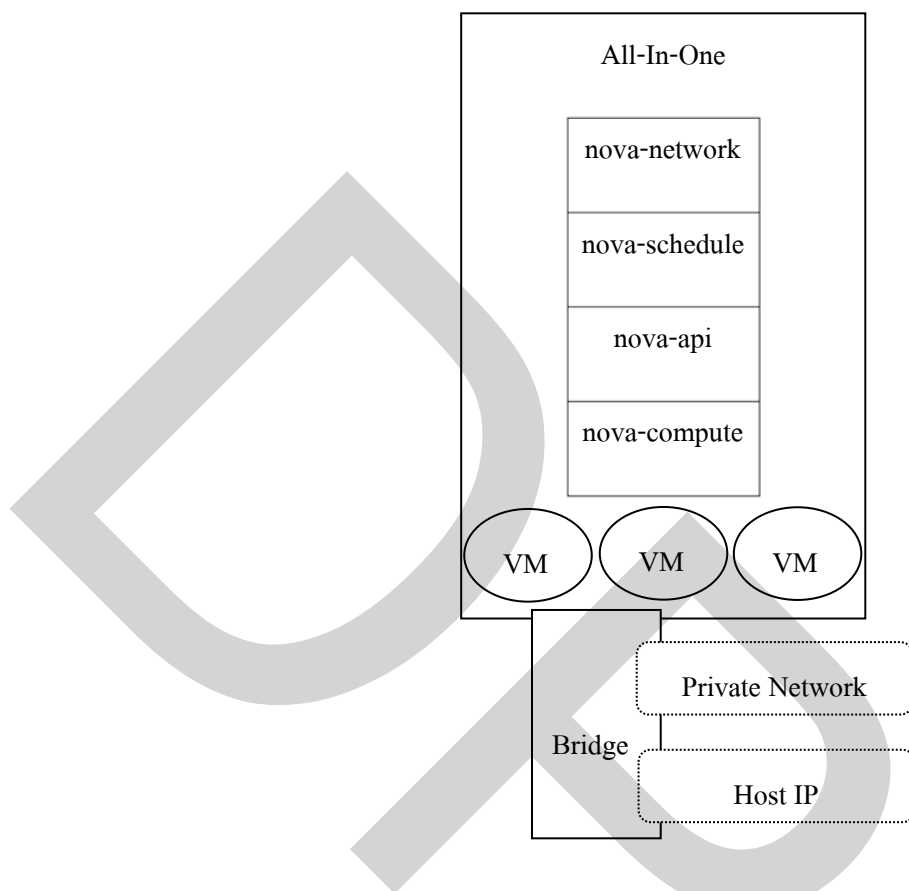


ภาพที่ 3.2 แผนผังการดำเนินงาน โดยรวมของระบบ

3.4.1 ออกแบบโครงสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์

ในการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ในงานวิจัยนี้ จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาจำนวน 1 เครื่อง ดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Oracle VM VirtualBox Manager แล้วดำเนินการสร้างเครื่องจักรเสมือน จำนวน 1 เครื่อง สำหรับเป็นเครื่อง Host ให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ โดยกำหนดให้มีจำนวนหน่วยความจำสำหรับใช้งานเป็น 5 GB มีขนาดความจุของฮาร์ดดิสก์ 180 GB และกำหนด Network Interface เป็นแบบ Bridged Adapter เพื่อให้สามารถส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่อง Host กับ VM ในระบบการประมวลผลคลาวด์ได้ จากนั้น ดำเนินการติดตั้งระบบปฏิบัติการให้กับเครื่อง Host โดยใช้ระบบปฏิบัติการที่เป็นโอเพนซอร์ส ซึ่งไม่เสียค่าใช้จ่าย และค่าลิขสิทธิ์ ซึ่งระบบปฏิบัติการที่ใช้คือ Ubuntu Server 12.04 LTS ที่มีการกำหนด IP Address และ DNS เพื่อให้เครื่อง Host สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ จากนั้น ดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้ OpenStack Cloud Software ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส โดยเลือกโครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์แบบ All-In-One Single Machine ซึ่งในที่นี้ใช้งานเพียง 1 โหนดเท่านั้น โดยส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญ มีดังนี้

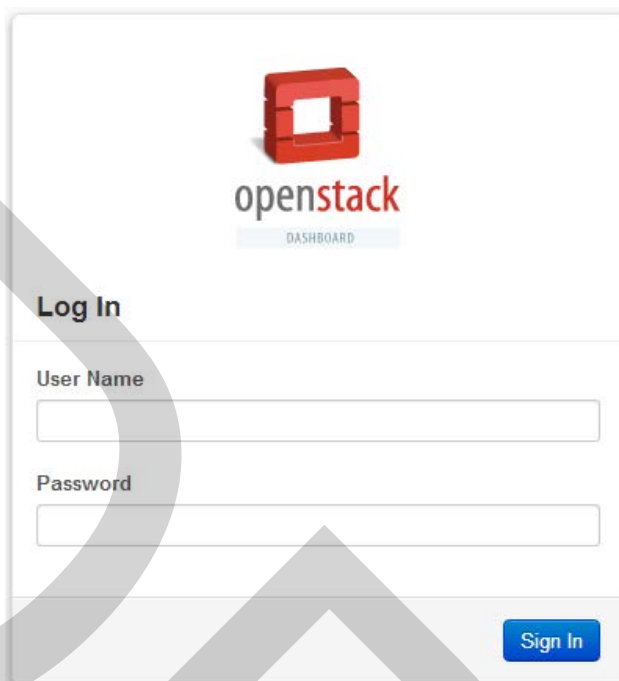
- 1) nova-network ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการเครือข่าย เช่น การตั้งค่าเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเฟส หรือปรับเปลี่ยน iptables
- 2) nova-schedule ทำหน้าที่ในการกำหนด หรือจัดคิวในการใช้งาน VM
- 3) nova-api ทำหน้าที่เป็นส่วนประสานกับผู้ใช้งาน เพื่อส่งไปควบคุม VM
- 4) nova-compute ทำหน้าที่ในการติดต่อกับไฮเพอร์ไวเซอร์ ซึ่งสามารถใช้ได้กับหลากหลายไฮเพอร์ไวเซอร์



ภาพที่ 3.3 โครงสร้างของระบบการประมวลผลคลาวด์แบบ All-In-One Single Machine

สำหรับการติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์นั้น ในที่นี้ ดำเนินการติดตั้งด้วยเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาที่มีชื่อว่า DevStack¹ ซึ่งต้องมีการปรับแก้การตั้งค่าต่าง ๆ ในระบบเครือข่าย เพื่อให้สามารถเข้าใช้งานหน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard) ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) และสามารถจัดสรร IP Address ให้กับ VM ที่จะสร้างขึ้นในระบบได้ หลังจากที่ได้ดำเนินการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะได้รับชื่อผู้ใช้ (username) และรหัสผ่าน (password) เพื่อให้สามารถเข้าไปที่หน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ ที่เรียกว่า Horizon Dashboard ด้วย IP Address ที่กำหนดไว้ให้กับเครื่อง Host

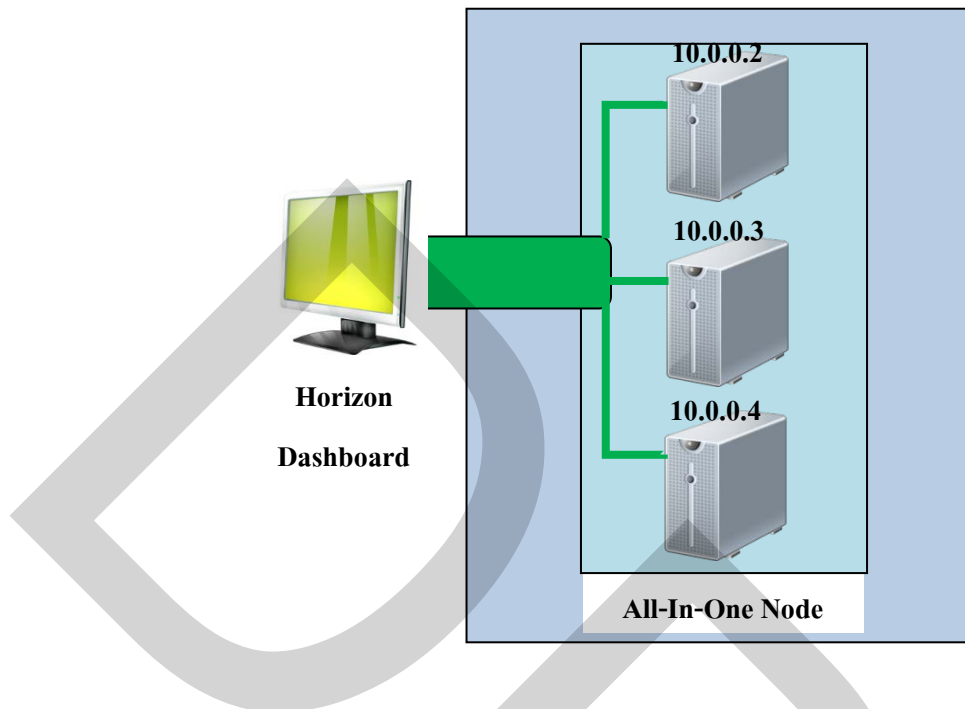
¹All-In-One Single Machine “<http://docs.openstack.org/developer/devstack/guides/single-machine.html>”



ภาพที่ 3.4 หน้าจอในการบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ (Horizon Dashboard)

3.4.2 ออกแบบระบบที่ใช้ทดสอบในเครื่องจักรเสมือน

หลังจากที่ติดตั้งระบบการประมวลผลคลาวด์แล้ว สามารถเข้าไปบริหารจัดการระบบการประมวลผลคลาวด์ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ หรือ Horizon Dashboard ซึ่งหน้าบริหารจัดการนี้ ได้มีการกำหนดค่าตั้งต้นเกี่ยวกับนโยบายด้านความปลอดภัย กลุ่มผู้ใช้งาน ไฟล์อิมเมจ และคุณลักษณะของเครื่องจักรเสมือน (Virtual Machine : VM) ไว้เรียบร้อยแล้ว แต่ผู้ดูแลระบบ ก็สามารถกำหนดค่าดังกล่าวได้เองตามความเหมาะสมกับใช้งาน โดยในงานวิจัยนี้ ดำเนินการกำหนดคุณลักษณะของ VM ไฟล์อิมเมจที่ใช้เป็นระบบปฏิบัติการ และนโยบายด้านความปลอดภัยเอง เพื่อให้ตรงตามความต้องการในการสร้าง VM สำหรับจำลองการเข้าใช้บริการ ซึ่งในการสร้าง VM นั้น จะกำหนดให้ทั้ง 3 เครื่อง มีจำนวนหน่วยความจำสำหรับใช้งานเป็น 1.5 GB มีขนาดความจุของฮาร์ดดิสก์ 30 GB และมี IP Address เป็น Private IP ตามที่ตั้งค่าเครือข่ายไว้ในตอนติดตั้งระบบฯ เพื่อให้เป็นระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว สำหรับระบบปฏิบัติการนั้น ใช้ไฟล์อิมเมจของระบบปฏิบัติการ Ubuntu Server 12.04 LTS



ภาพที่ 3.5 โครงสร้างของ VM ที่สร้างขึ้นในระบบการประมวลผลคลาวด์

The screenshot shows the OpenStack Flavors interface. The table lists various flavors with their specifications and actions. Two rows are highlighted with red boxes and Thai text annotations.

Flavor Name	VCPUs	RAM	Root Disk	Ephemeral Disk	Swap Disk	ID	Public	Metadata	Actions
m1.nano	1	64MB	0GB	0GB	0MB	42	Yes	No	Edit Flavor
m1.micro	1	128MB	0GB	0GB	0MB	84	Yes	No	Edit Flavor
m1.heat	1	512MB	0GB	0GB	0MB	451			
m1.tiny	1	512MB	1GB	0GB	0MB	1			
t.small	1	1024MB	30GB	0GB	0MB	9780a648-4f64-4b34-ae65-616885372066	Yes	No	Edit Flavor
t.large	1	1536MB	30GB	0GB	0MB	b6eec4e1-19e7-4963-8732-536e13037c1b	Yes	No	Edit Flavor
m1.small	1	2048MB	20GB	0GB	0MB	2			
m1.medium	2	4096MB	40GB	0GB	0MB	3	Yes	No	Edit Flavor

คุณลักษณะที่ระบบฯ มีให้

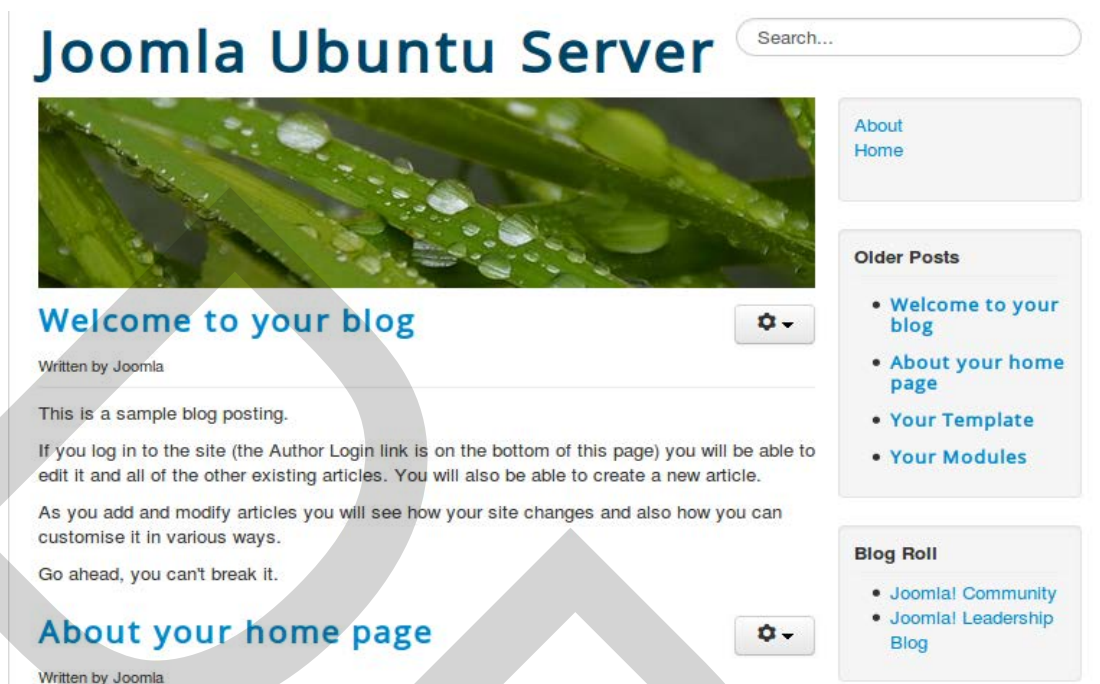
คุณลักษณะที่กำหนดเอง

ภาพที่ 3.6 คุณลักษณะของ VM ที่ระบบฯ กำหนดค่าตั้งต้นให้ และที่ผู้ดูแลระบบกำหนดขึ้นเอง

หลังจากที่กำหนดคุณลักษณะและติดตั้งระบบปฏิบัติการตามที่ต้องการแล้ว ให้ดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้สำหรับจัดทำระบบเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของ VM ทั้ง 3 เครื่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ Joomla ซึ่งเป็น CMS (Content Management System) สำหรับสร้างเว็บไซต์ เพื่อให้ VM ทั้ง 3 เครื่อง มีสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน

Instance Name	Image Name	IP Address	Size	Key Pair	Status	Availability Zone	Task	Power State	Time since created	Actions
Server3	Web Server	10.0.0.4	t.large	-	Shutoff	nova	None	Shut Down	2 days, 21 hours	Start Instance
Server2	Web Server	10.0.0.3	t.large	-	Shutoff	nova	None	Shut Down	1 month, 2 weeks	Start Instance
Server1	Web Server	10.0.0.2	t.large	-	Shutoff	nova	None	Shut Down	1 month, 2 weeks	Start Instance

ภาพที่ 3.7 VM จำนวน 3 เครื่อง ที่ติดตั้งเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบ ได้รับ IP เป็น Private IP Address



ภาพที่ 3.8 หน้าเว็บไซต์ที่ใช้จำลองการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือน

จากนั้น ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ใน VM แต่ละเครื่อง เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูล ปริมาณการใช้หน่วยความจำที่ถูกใช้งาน ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่า หน่วยความจำจริง ค่าแวนโวมหน่วยความจำ และปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ด้วย วิธีพีชชีใน VM นั้น ๆ โดยทำการสร้างไฟล์ Shell Script² ซึ่งใช้ Bash เป็นตัวแปรภาษา ภายในไฟล์ ประกอบด้วย การเขียนคำสั่งพื้นฐาน รวมถึงอัลกอริทึมต่าง ๆ ที่ใช้ในขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ ได้มาซึ่งค่าพยากรณ์ของหน่วยความจำ โดยที่ค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ จากการคำนวณ จะถูกจัดเก็บลงในเท็กไฟล์ นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดระยะเวลาเพื่อให้ไฟล์สคริปต์ได้ทำงานอย่างอัตโนมัติ ทั้งใน VM และใน Host โดยในการจัดเก็บข้อมูลปริมาณหน่วยความจำ จะดำเนินการอย่างอัตโนมัติในทุก ๆ 30 วินาที เพื่อให้สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณหน่วยความจำได้ตามที่ต้องการ และดำเนินการ คำนวณการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติทุก ๆ 30 วินาที ในแต่ละ VM และใน ขณะเดียวกันค่าการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ ก็จะถูกส่งไปยังเครื่อง

²Shell Script “ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-howto/Shell Script.pdf”

Host เพื่อให้ เครื่อง Host นำค่าการพยากรณ์ดังกล่าว ไปจัดสรรหน่วยความจำกลับไปยัง VM แต่ละเครื่องในระบบการประมวลผลคลาวด์ต่อไป โดยในการส่งค่าพยากรณ์จาก VM ไปยังเครื่อง Host และการจัดสรรหน่วยความจำโดยมีคำสั่งจากเครื่อง Host ไปยัง VM นั้น จะถูกกำหนดให้ดำเนินการทุก ๆ 30 วินาที

3.4.3 ออกแบบการเข้าใช้บริการในเครื่องจักรเสมือน

หลังจากดำเนินการสร้างระบบการประมวลผลคลาวด์ และสร้างเครื่องจักรเสมือน (VM) สำหรับติดตั้งเว็บไซต์ที่ใช้ในการทดสอบแล้ว จะดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Apache JMeter³ ไว้ที่เครื่อง Host ซึ่งโปรแกรม Apache JMeter เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับจำลองพฤติกรรมกรเข้าใช้บริการ และทดสอบประสิทธิภาพของ VM จากนั้น ดำเนินการออกแบบการจำลองการเข้าใช้บริการใน VM ทั้ง 3 เครื่อง โดยแต่ละเครื่อง จะมีพฤติกรรมกรใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งในขณะที่ทำการจำลองการเข้าใช้บริการ ไฟล์สคริปต์ที่ดำเนินการสร้างไว้ใน VM ก็จะทำงานตามเวลาที่กำหนด เพื่อจัดเก็บข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้งาน โดยในการจำลองการเข้าใช้บริการใน VM นั้น ต้องมีการกำหนดรายละเอียดในการเข้าใช้งานให้กับโปรแกรม Apache JMeter ดังตารางที่ 3.2 และตัวอย่างดังภาพที่ 3.9 รายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดแต่ละ VM และปริมาณงาน หรือพฤติกรรมที่ใช้ในการทดสอบ

ชื่อ	รายละเอียด	ระบบงาน	ปริมาณงาน
VM1	1 VCPU RAM 1.5 GB Hard disk 30 GB	Web Server	จำลองการเรียกใช้บริการเว็บเพจด้วย HTTP กำหนดให้มีการเรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง (ผู้ใช้ 50 คน) ในช่วงเวลาจำกัด
VM2	1 VCPU RAM 1.5 GB Hard disk 30 GB	Web Server	จำลองการเรียกใช้บริการเว็บเพจด้วย HTTP กำหนดให้มีการเรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง โดยเพิ่มจำนวนผู้ใช้เป็น 5, 10, 15 และ 20 คน

³Apache jMeter “<http://jmeter.apache.org>”

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ชื่อ	รายละเอียด	ระบบงาน	ปริมาณงาน
VM3	1 VCPU RAM 1.5 GB Hard disk 30 GB	Web Server	จำลองการเรียกใช้บริการเว็บเพจด้วย HTTP กำหนดให้มีการเรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง โดยเพิ่มจำนวนการเรียกใช้ขึ้นเรื่อย ๆ จนครบ

Number of Threads (users) : จำนวนผู้ใช้งานที่ต้องการทดสอบ ณ เวลานั้น (concurrent users)

Ramp-Up Period (in seconds) : ระยะเวลาในการเพิ่มผู้ใช้งานจนถึงจำนวน Number of Threads ที่ตั้งไว้ หรือ ค่าความเร็ว (วินาที) ที่ต้องการสร้าง Number of Threads ขึ้นมาใหม่

Loop Count : จำนวนรอบที่ต้องการทดสอบ

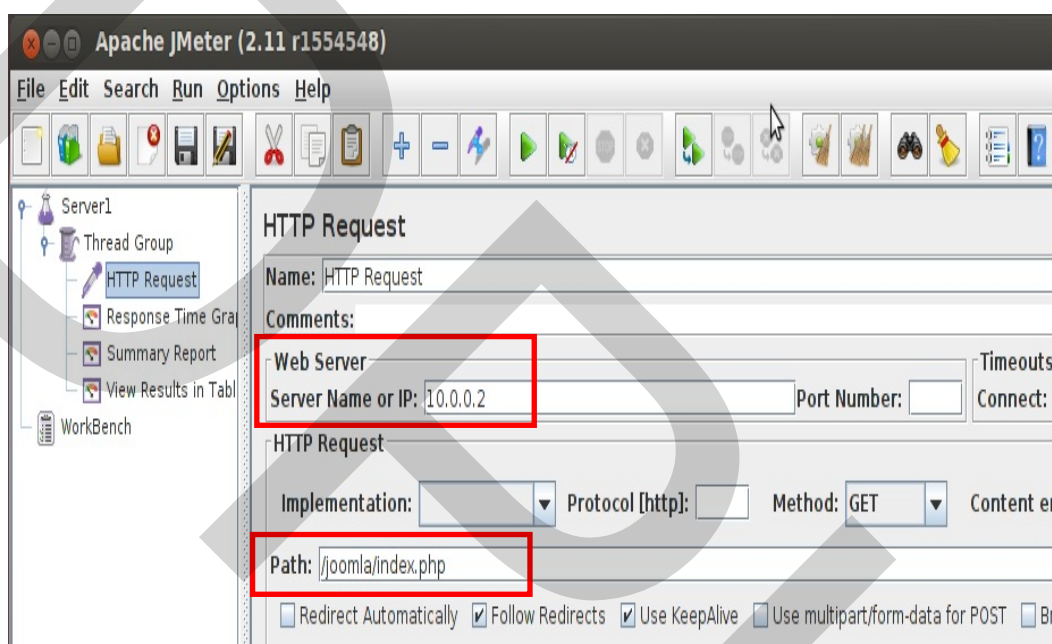
The screenshot shows the configuration for a Thread Group. The 'Thread Properties' section is highlighted with a red box and contains the following settings:

- Number of Threads (users): 50
- Ramp-Up Period (in seconds): 1
- Loop Count: Forever 10

ภาพที่ 3.9 กำหนดจำนวนผู้ใช้งาน และรอบการเข้าใช้งาน

จากภาพที่ 3.9 เป็นการกำหนดจำนวนผู้ใช้งานและรอบการเข้าใช้งานซึ่งในแต่ละ VM จะมีจำนวนผู้ใช้งานเท่ากัน ต่างกันที่การจัดสรรรอบการเข้าใช้งาน และเวลาในการสร้างจำนวนผู้ใช้งานใหม่ เพื่อเป็นการจำลองพฤติกรรมกรการเข้าใช้บริการระบบเว็บไซต์ที่แตกต่างกัน หลังจากที

ดำเนินการเสร็จแล้ว จะทำการสร้าง HTTP Request เพื่อเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการเรียกหน้าเว็บเพจของระบบฯ มีการกำหนดค่าเบื้องต้นที่จำเป็นในการทดสอบการเข้าใช้บริการ VM โดยต้องระบุ Server Name หรือ IP Address และกำหนดเส้นทาง หรือพาธ(Path) เพื่อให้สามารถเข้าถึงหน้าเว็บเพจที่ใช้ในการทดสอบได้ ดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 กำหนด IP Address และพาธที่จะเข้าถึงเว็บไซต์

3.4.4 ออกแบบอัลกอริทึมในการพยากรณ์

จากแนวคิดในงานวิจัยเรื่อง Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing (V Holy Angel Jenitha and R. Veeramani, 2014) ซึ่งมีการนำวิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponentially Weighted Moving Average : EWMA) มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในอนาคต เพื่อจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องจักรเสมือนในระบบการประมวลผลคลาวด์นั้น

ผู้วิจัยเห็นว่า วิธีการพยากรณ์ดังกล่าว เป็นวิธีที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลล่าสุดมากที่สุด โดยมีทั้งค่าพยากรณ์ที่ผ่านม่าสุด และค่าจริงที่ผ่านม่าสุดเป็นตัวแปรสำคัญในอัลกอริทึม

อีกทั้งมีกระบวนการการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้น จึงนำวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว มาใช้เป็นวิธีการพยากรณ์ต้นแบบในงานวิจัย นอกจากนี้ ผู้วิจัย จะนำวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว มาใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์ของผู้วิจัย ที่ได้ดำเนินการปรับปรุงค่าการพยากรณ์ ให้มีค่าผลลัพธ์ที่ดีขึ้นด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.4.4.1 นำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของ VM ทั้ง 3 เครื่อง โดยข้อมูลตั้งต้นที่ใช้งานนั้น เป็นข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองพฤติกรรมกรการใช้บริการ VM ในแต่ละเครื่อง (ข้อมูลหน่วยความจำจริง) แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาดำเนินการคำนวณผลตามสมการของ EWMA ดังนี้

$$E(t) = \alpha * E(t - 1) + (1 - \alpha) * O(t - 1) \quad (2)$$

โดยที่ $E(t)$ คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

$E(t - 1)$ คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมามากที่สุด

$O(t - 1)$ คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมามากที่สุด

α คือ ค่าสัดส่วน โดยที่ $\alpha = \frac{O(t-1)}{E(t-1)}$

เมื่อนำสมการดังกล่าวมาใช้งานพบว่า ยังไม่มีค่าพยากรณ์ที่จะนำมาใช้เป็นค่าเริ่มต้น ($O(t - 1)$) รวมถึงค่าสัดส่วน (α) ที่ต้องคำนวณมาจากค่าพยากรณ์เริ่มต้นด้วย จึงทำให้ไม่สามารถดำเนินการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์การพยากรณ์ของ VM ทั้ง 3 เครื่องได้ ดังนั้น จึงต้องดำเนินการหาค่าพยากรณ์เริ่มต้นก่อน โดยนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงในอดีตมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งในที่นี้ จะใช้ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองพฤติกรรมกรการใช้บริการ VM ในแต่ละเครื่อง แต่เลือกข้อมูลย้อนหลังเพียง 2 ช่วงเวลา ซึ่งมีวิธีการคำนวณผล ดังนี้

หาค่าพยากรณ์เริ่มต้น ($O(t - 1)$) จากการนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองพฤติกรรมกรการใช้บริการระบบฯ ซึ่งย้อนหลังไป 2 ช่วงเวลา คือ วินาทีแรก และวินาทีที่ 30 มาหาค่าเฉลี่ย

หาค่าสัดส่วน (α) จากการนำค่า $O(t - 1) / E(t - 1)$ ซึ่ง $O(t - 1)$ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมามากที่สุด (ในครั้งแรกของการคำนวณ จะใช้ค่าพยากรณ์เริ่มต้น) และ $E(t - 1)$ คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมามากที่สุด คือ ที่เวลา 1 นาที

เมื่อหาค่าพยากรณ์เริ่มต้น ($O(t - 1)$) และค่าสัดส่วน (α) เรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถดำเนินการคำนวณผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำแบบ EWMA ได้ โดยแสดงตัวอย่างข้อมูลการคำนวณ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการคำนวณปริมาณหน่วยความจำด้วยวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	E(t) (MB)	Δ	$1 - \alpha$	$O(t - 1)$	$E(t - 1)$
00:00:00	149					
00:00:30	149					
00:01:00	150					
00:01:30	149	149.99	0.99	0.01	149	150
00:02:00	150	148.99	1.01	-0.01	149.99	149
00:02:30	149	149.99	0.99	0.01	148.99	150
00:03:00	150	148.99	1.01	-0.01	149.99	149
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:12:00	316	315	1.00	0.00	316	315
01:12:30	315	316	1.00	0.00	315	316
01:13:00	316	315	1.00	0.00	316	315

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	E(t) (MB)	A	1 - α	O(t - 1)	E(t - 1)
01:13:30	315	316	1.00	0.00	315	316
01:14:00	316	315	1.00	0.00	316	315
01:14:30	317	316	1.00	0.00	315	316

จากนั้น คำนวณหาผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ซึ่งมีสมการการคำนวณผล และตัวอย่างการคำนวณ ดังตารางที่ 3.4

$$\text{Diff} = \text{Actual}(t) - E(t) \quad (3)$$

โดยที่ Diff คือ ผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

Actual(t) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

E(t) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างการหาผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA

เวลา	Actual(t)	E(t) (MB)	Actual(t) - E(t)
00:00:00	149		
00:00:30	149		
00:01:00	150		
00:01:30	149	149.99	-0.99

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

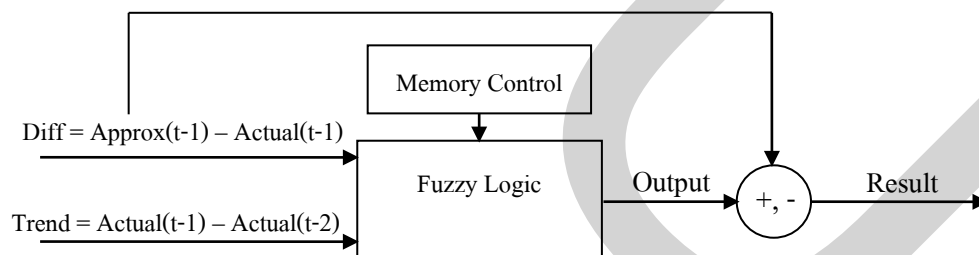
เวลา	Actual(t)	E(t) (MB)	Actual(t) – E(t)
00:02:00	150	148.99	1.01
00:02:30	149	149.99	-0.99
00:03:00	150	148.99	1.01
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:12:00	316	315	1
01:12:30	315	316	-1
01:13:00	316	315	1
01:13:30	315	316	-1
01:14:00	316	315	1
01:14:30	317	316	1

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 จะเห็นได้ว่า ค่าพยากรณ์แบบ EWMA มีค่าข้อมูลบางส่วนที่น้อยกว่าข้อมูลหน่วยความจำจริง และเมื่อนำมาคำนวณหาค่าผลต่างระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงกับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA จะเห็นภาพได้อย่างชัดเจนถึงค่าข้อมูลที่มีทั้งค่าบวก และค่าลบ ซึ่งบ่งบอกได้ถึงแนวโน้ม

ของหน่วยความจำที่จะเกิดขึ้น หากนำค่าการพยากรณ์แบบ EWMA ไปใช้จัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ ระบบฯ อาจเกิดปัญหาการใช้งาน เนื่องมาจากการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานบริการระบบการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับค่าผลต่าง และค่าแนวโน้มที่เกิดขึ้น และพิจารณาให้ค่าดังกล่าว เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบการประมวลผลคลาวด์

3.4.4.2 ในการออกแบบวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีลอจิก จะต้องทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ แล้วนำปัจจัยดังกล่าวมาดำเนินการออกแบบด้วยการใช้กฎของฟัซซีลอจิกที่มีการกำหนดกฎ เงื่อนไข และความสัมพันธ์เพื่อใช้ประมวลผลและดำเนินการหาปริมาณค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำในระบบฯ

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ พบว่า ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง และค่าแนวโน้มหน่วยความจำ เป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาหน่วยความจำว่า ควรจะมีทิศทางในการปรับเปลี่ยนหน่วยความจำในเครื่องจักรเสมือนอย่างไร โดยแสดงแผนภาพการทำงานได้ดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แผนภาพการทำงานของวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีลอจิก

จากภาพที่ 3.11 นำค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง ณ เวลา $t - 1$ มาดำเนินการกับค่าแนวโน้มหน่วยความจำด้วยวิธีฟัซซี โดยมีการควบคุมหน่วยความจำ(Memory Control) ให้มีค่าผลต่างไม่เกิน 200 MB (เป็นปริมาณหน่วยความจำทั้งหมด

ที่ถูกใช้ไปใน VM ขณะที่เปิดระบบเว็บไซต์ และมีการเก็บแคชไว้ โดยยังไม่มีการเข้าใช้บริการ ซึ่งมีปริมาณหน่วยความจำไม่เกิน 200 MB) เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุท ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำในระบบฯ ออกมาว่าควรมีค่าเป็นอย่างไร จากนั้น นำค่าดังกล่าวมาดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา $t - 1$ อีกครั้ง เพื่อให้ทราบค่าผลลัพธ์ของหน่วยความจำที่ปรับเปลี่ยนไป ซึ่งค่าผลลัพธ์นี้ จะเป็นค่าการพยากรณ์ในเวลาถัดไป (ณ เวลา t) และค่าดังกล่าว จะถูกนำไปใช้เป็นค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา t และใช้ในการหาค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริงในเวลาถัดไป

สำหรับการดำเนินการร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบพีชคณิต มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ส่วนตัว

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการออกแบบพีชคณิตประกอบด้วย 2 ตัวแปรอินพุท และ 1 ตัวแปรเอาท์พุท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ตัวแปรอินพุทที่ 1 เป็นค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง โดยค่าดังกล่าว ได้มาจากสมการ (4)

$$\text{Diff} = \text{Approx} (t - 1) - \text{Actual} (t - 1) \quad (4)$$

โดยที่ Diff คือ ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง

Approx $(t - 1)$ คือ ค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา $t - 1$

Actual $(t - 1)$ คือ หน่วยความจำ ณ เวลา $t - 1$

และเมื่อนำสมการไปคำนวณผล พบว่า ต้องทราบค่าประมาณหน่วยความจำตั้งต้นก่อน จึงจะดำเนินการต่อไปได้ แต่เนื่องจากยังไม่ทราบค่าประมาณ ดังนั้น จึงกำหนดให้ค่าประมาณหน่วยความจำตั้งต้น มีค่าเป็น 768 MB ซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของปริมาณหน่วยความจำที่กำหนดให้ตั้งแต่แรกใน VM (กำหนดให้ VM มีจำนวนหน่วยความจำสำหรับใช้งานเป็น 1.5 GB หรือ 1536 MB)

2) ตัวแปรอินพุทที่ 2 เป็นค่าแนวโน้มหน่วยความจำ โดยค่าดังกล่าวได้มาจากสมการ (5)

$$\text{Trend} = \text{Actual} (t - 1) - \text{Actual} (t - 2) \quad (5)$$

โดยที่ Trend คือ ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ

Actual (t - 1) คือ หน่วยความจำที่ผ่านมา ณ เวลา t - 1

Actual (t - 2) คือ หน่วยความจำที่ผ่านมา ณ เวลา t - 2

3) ตัวแปรเอาต์พุต เป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำจากการประมวลผลด้วย ฟัชชันลอจิกระหว่างตัวแปรอินพุตที่ 1 และตัวแปรอินพุตที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 : แปลงข้อมูลทั่วไปให้อยู่ในรูปแบบของ Fuzzy Set

สำหรับตัวแปรอินพุตและตัวแปรเอาต์พุตที่อยู่ในรูปแบบของ Fuzzy Set จะถูกแบ่ง ระดับข้อมูล ดังนี้

ตัวแปรอินพุตที่ 1 : Diff เป็นผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่า หน่วยความจำจริง โดยมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ คือ

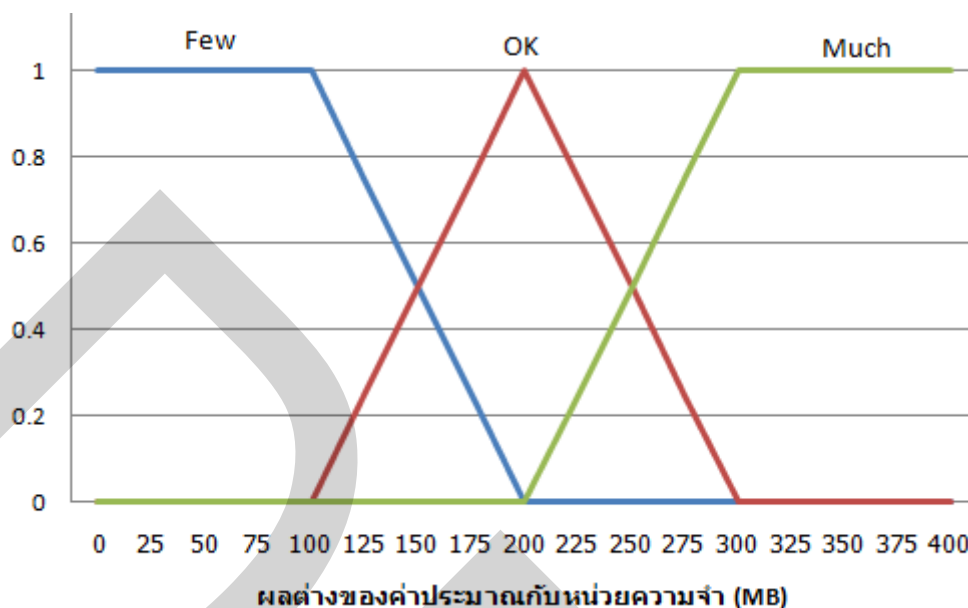
น้อย (Few) หมายถึง ค่าผลต่างอยู่ในระดับน้อยไป

กำลังดี (OK) หมายถึง ค่าผลต่างอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

มาก (Much) หมายถึง ค่าผลต่างอยู่ในระดับมากไป

ตารางที่ 3.5 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรอินพุตที่ 1

ช่วงของปริมาณหน่วยความจำ (MB)	ระดับข้อมูล
0 ถึง 200	Few
100 ถึง 300	OK
200 ถึง 400	Much



ภาพที่ 3.12 ตัวแปรอินพุทที่ 1 ผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง

ตัวแปรอินพุทที่ 2 : Trend เป็นค่าแนวโน้มหน่วยความจำ โดยมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ คือ

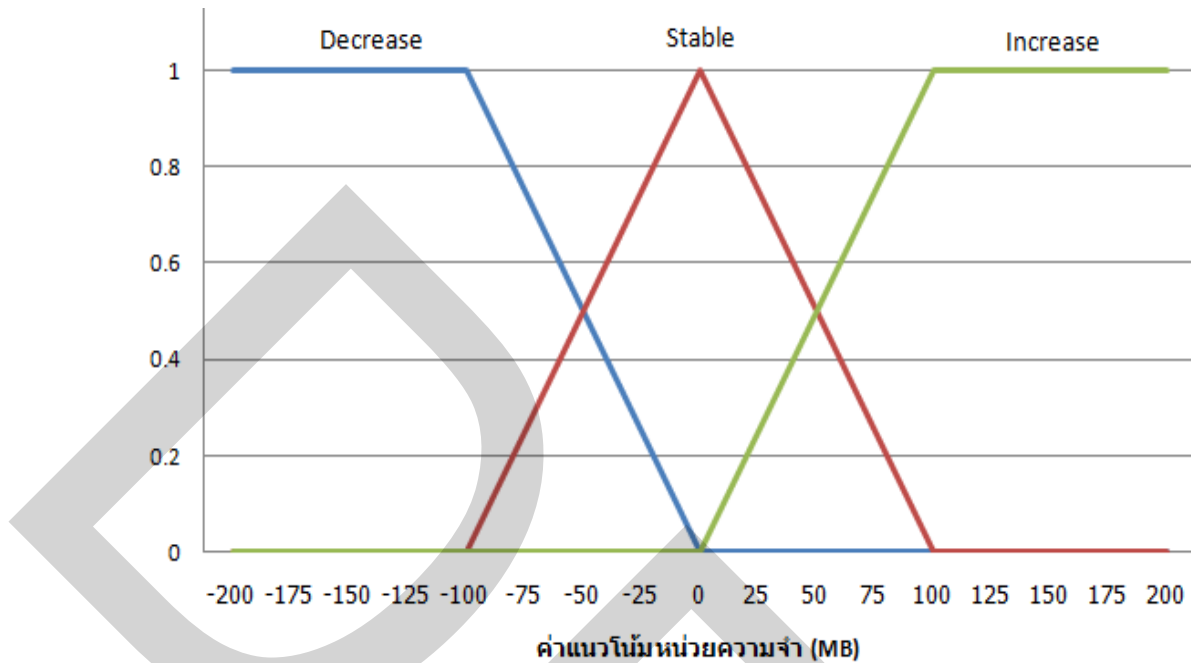
ลดลง (Decrease) หมายถึง ค่าแนวโน้มที่ลดลง

กำลังดี (Stable) หมายถึง ค่าแนวโน้มอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เพิ่มขึ้น (Increase) หมายถึง ค่าแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.6 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรอินพุทที่ 2

ช่วงของปริมาณหน่วยความจำ (MB)	ระดับข้อมูล
-200 ถึง 0	Decrease
-100 ถึง 100	Stable
0 ถึง 200	Increase



ภาพที่ 3.13 ตัวแปรอินพุตที่ 2 ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ

ตัวแปรเอาต์พุต : Output เป็นเอาต์พุตของระบบ มีการแบ่งระดับข้อมูลออกเป็น 5 ระดับ คือ

ลดลงอย่างรวดเร็ว (F_{Decrease}) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำลงอย่างรวดเร็ว

ลดลงอย่างช้า ๆ (S_{Decrease}) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำลงช้า ๆ

กำลังดี (NoChange) หมายถึง ไม่ปรับเปลี่ยนหน่วยความจำ

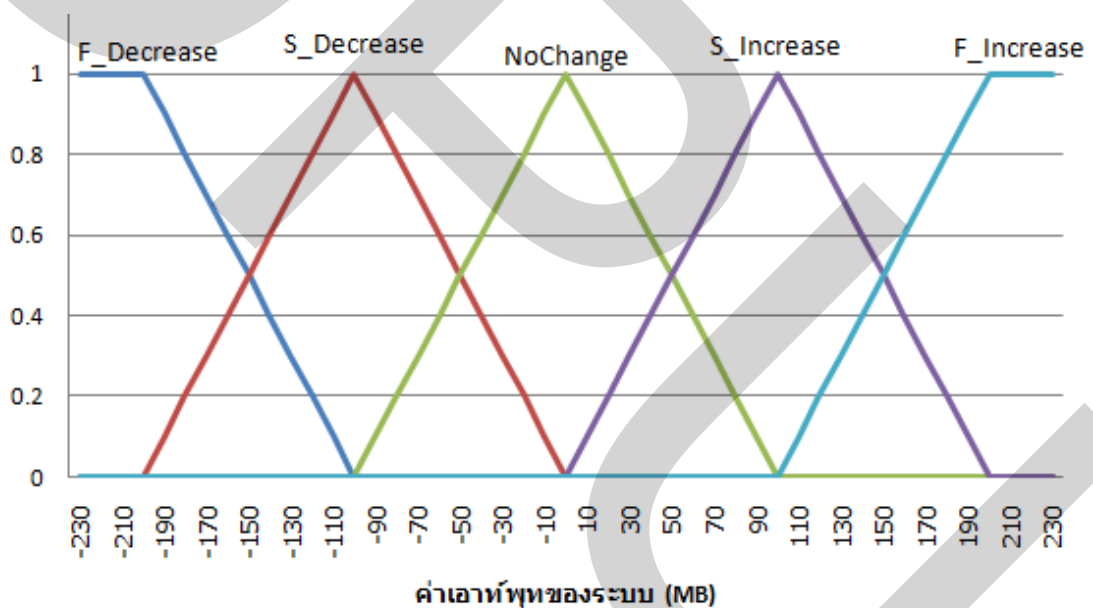
เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ (S_{Increase}) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำขึ้นช้า ๆ

เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (F_{Increase}) หมายถึง ให้ปรับปริมาณหน่วยความจำขึ้นอย่าง

รวดเร็ว

ตารางที่ 3.7 ช่วงของข้อมูล และการแบ่งระดับข้อมูลของตัวแปรเอาต์พุต

ช่วงของปริมาณหน่วยความจำ (MB)	ระดับข้อมูล
-230 ถึง -100	F_Decrease
-200 ถึง 0	S_Decrease
-100 ถึง 100	NoChange
0 ถึง 200	S_Increase
100 ถึง 230	F_Increase



ภาพที่ 3.14 ตัวแปรเอาต์พุต

ขั้นตอนที่ 3 : นำข้อมูลมาสร้างความสัมพันธ์ร่วมกับกฎ หรือเงื่อนไข

กฎในพีชชี มีลักษณะคือ “ถ้า...แล้ว” หรือ IF...THEN ดังนั้น ตัวแปรอินพุตจำนวน 2 ตัว และตัวแปรเอาต์พุตจำนวน 1 ตัว ต้องมีความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกัน ร่วมกับกฎ หรือ

เงื่อนไขที่ได้กำหนดขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปร สามารถสร้างกฎของฟัซซีได้ 9 กฎ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงกฎของฟัซซี

Input 1 \ Input 2	Decrease	Stable	Increase
Few	S_Increase	S_Increase	F_Increase
OK	S_Decrease	NoChange	S_Increase
Much	F_Decrease	S_Decrease	S_Decrease

ขั้นตอนที่ 4 : หาค่าเอาต์พุทของระบบ

จากกฎของฟัซซีซึ่งมีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรอินพุททั้ง 2 และตัวแปรเอาต์พุท จะทำให้ได้ค่าเอาต์พุทของระบบ ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำ และค่าดังกล่าว จะถูกนำไปใช้ดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นค่าพยากรณ์ และค่าพยากรณ์จะถูกนำไปใช้เป็นค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลาถัดไป ซึ่งมีตัวอย่างการคำนวณหาค่าตัวแปรอินพุทที่ 1 ตัวแปรอินพุทที่ 2 และตัวแปรเอาต์พุท โดยนำตัวแปรอินพุทที่ 1 มาดำเนินการกับตัวแปรอินพุทที่ 2 ด้วยวิธีฟัซซีลอจิก และเริ่มคำนวณ ณ เวลา 00:01:30 เช่นเดียวกันกับวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการหาตัวแปรอินพุทที่ 1 ตัวแปรอินพุทที่ 2 ตัวแปรเอาต์พุท และค่าประมาณ

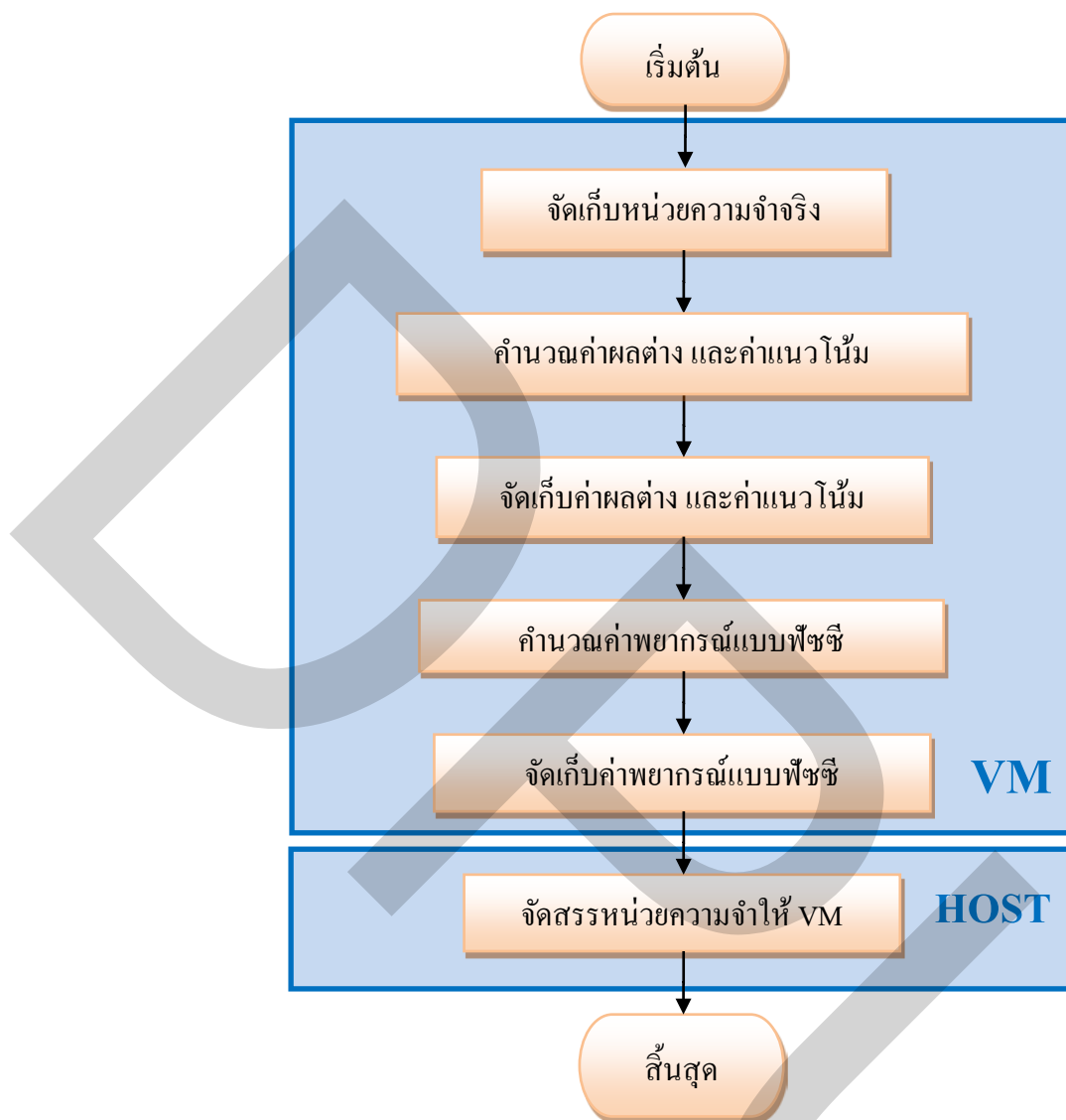
เวลา	ค่าจริง	ค่าประมาณ	ตัวแปรอินพุทที่ 1 (ค่าประมาณ - ค่าจริง)	ตัวแปรอินพุทที่ 2 (ค่าจริง _(t-1) - ค่าจริง _(t-2))	ตัวแปรเอาต์พุท
00:00:00	149				

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

เวลา	ค่าจริง	ค่า ประมาณ	ตัวแปรอินพุตที่ 1 (ค่าประมาณ - ค่าจริง)	ตัวแปรอินพุตที่ 2 (ค่าจริง _(t-1) - ค่าจริง _(t-2))	ตัวแปร เอาต์พุต
00:00:30	149				
00:01:00	150	768			
00:01:30	149	668	$768 - 150 = 618$	$150 - 149 = 1$	-100
00:02:00	150	567	519	-1	-101
00:02:30	149	467	417	1	-100
00:03:00	150	366	318	-1	-101
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:12:00	316	512.19	204.67	-1	-7.48
01:12:30	315	518.54	196.19	1	6.35
01:13:00	316	512.54	203.54	-1	-6.00
01:13:30	315	518.44	196.54	1	5.90
01:14:00	316	512.57	203.44	-1	-5.87
01:14:30	317	518.43	196.57	1	5.86

จากการนำค่าเอาท์พุทที่ได้ มาดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำ ณ เวลา $t-1$ จะทำให้ได้ค่าผลลัพธ์ คือค่าพยากรณ์ของระบบฯ ณ เวลา t ซึ่งค่าพยากรณ์ดังกล่าว จะถูกนำไปดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM เพื่อให้ปริมาณหน่วยความจำมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ในสถานการณ์นั้น ๆ

จากขั้นตอนในการออกแบบอัลกอริทึมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัวนั้น ผู้วิจัย จะนำขั้นตอนและอัลกอริทึมในการดำเนินการดังกล่าว มาจัดทำในรูปแบบของไฟล์สคริปต์ที่เขียนด้วยภาษา Bash โดยดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ลงใน VM แต่ละเครื่อง รวมถึงเครื่อง Host เพื่อให้ไฟล์สคริปต์ดังกล่าว สามารถดำเนินการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำ คำนวณหาค่าการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำและจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์ได้อย่างอัตโนมัติ และสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้ที่ผู้วิจัยได้จำลองการเข้าใช้บริการระบบเว็บไซต์ โดยมีขั้นตอนการทำงานของไฟล์สคริปต์ ดังนี้



ภาพที่ 3.15 แผนผังการทำงานของไฟล์สคริปต์

1) จัดเก็บหน่วยความจำจริง

ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำจริงที่เกิดขึ้นใน VM ซึ่งมีรูปแบบการจัดเก็บเป็นเท็กไฟล์ โดยกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลหน่วยความจำเป็น Megabyte (MB) และจัดเก็บทุก ๆ 30 วินาที

```
#!/bin/bash
```

```
free -m | grep Mem | awk '{ print $3 }' >> mem_server.txt
```

ภาพที่ 3.16 คำสั่งที่ใช้ในการจัดเก็บปริมาณหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงใน VM

2) คำนวณค่าผลต่าง และค่าแนวโน้ม

ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ที่ใช้ในการคำนวณหาผลต่าง และค่าแนวโน้ม ดังนี้

2.1) สร้างไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณหาผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง

2.2) สร้างไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณหาแนวโน้มของหน่วยความจำ

โดยทั้ง 2 ไฟล์ จะนำข้อมูลหน่วยความจำจาก 1) มาใช้ในการคำนวณ และกำหนดให้สคริปต์มีการทำงานทุก ๆ 30 วินาที

3) จัดเก็บค่าผลต่าง และค่าแนวโน้ม

จากการรันสคริปต์ใน 2) จะได้ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง (ตัวแปรอินพุทที่ 1) และค่าแนวโน้มปริมาณหน่วยความจำ (ตัวแปรอินพุทที่ 2) ซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ และกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 วินาที

4) คำนวณค่าพยากรณ์แบบพีชชี

ดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่ใช้ในการคำนวณหาการพยากรณ์แบบพีชชี โดยนำข้อมูลจาก 3) ซึ่งมีตัวแปรอินพุท 2 ตัวแปร มาใช้ในการคำนวณ เพื่อหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยของหน่วยความจำ แล้วดำเนินการร่วมกับค่าประมาณหน่วยความจำอีกครั้ง เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ก่อนที่จะทำการจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบฯ โดยกำหนดให้สคริปต์มีการทำงานทุก ๆ 30 วินาที

5) จัดเก็บค่าพยากรณ์แบบพีชชี

จากการรันสคริปต์ใน 4) ค่าผลลัพธ์การพยากรณ์แบบพีชชี จะถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ โดยกำหนดให้มีการจัดเก็บข้อมูลทุก ๆ 30 วินาที ในขณะที่เดียวกัน ก็ส่งไฟล์ข้อมูลดังกล่าวไปยังเครื่อง Host ทุก ๆ 30 วินาที เช่นกัน เพื่อให้เครื่อง Host นำค่าการพยากรณ์แบบพีชชีไปดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบฯ ต่อไป นอกจากนี้ ค่าพยากรณ์ที่ได้ จะถูกนำไปใช้เป็นค่าในการประมาณหน่วยความจำต่อไปด้วย

6) จัดสรรหน่วยความจำให้ VM

เนื่องจาก VM แต่ละตัว มี ID หรือ Instance Name ที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องดำเนินการสร้างไฟล์สคริปต์ในเครื่อง Host เพื่อใช้เป็นไฟล์สำหรับจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM แต่ละตัว ตาม ID ที่แตกต่างกัน และกำหนดให้สคริปต์มีการทำงานทุก ๆ 30 วินาที

```
cd /etc/libvirt/qemu
virsh setmem instance-00000008 $((Smem*1024))
```

ภาพที่ 3.17 คำสั่งที่ใช้ในการจัดสรรหน่วยความจำให้กับ VM ตาม ID ที่แตกต่างกัน

จากการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทำงานอย่างอัตโนมัติของไฟล์สคริปต์ที่สร้างขึ้น ทำให้ได้ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณหน่วยความจำกับค่าหน่วยความจำจริง (ตัวแปรอินพุทที่ 1) ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ (ตัวแปรอินพุทที่ 2) ค่าเอาต์พุท (ตัวแปรเอาต์พุท) ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชีของ VM ทั้ง 3 เครื่อง ดังนี้

ตารางที่ 3.10 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาต์พุตใน VM เครื่องที่ 1

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุตที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุตที่ 2)	ค่าเอาต์พุต
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	618	1	-100
00:02:00	519	-1	-101
00:02:30	417	1	-100
00:03:00	318	-1	-101
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:12:00	204.67	-1	-7.48
01:12:30	196.19	1	6.35
01:13:00	203.54	-1	-6.00
01:13:30	196.54	1	5.90
01:14:00	203.44	-1	-5.87

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาต์พุท
01:14:30	196.57	1	5.86

ตารางที่ 3.11 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาต์พุทใน VM เครื่องที่ 2

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาต์พุท
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	623	0	-100
00:02:00	523	0	-100
00:02:30	423	0	-100
00:03:00	323	0	-100
.....
.....
.....
.....
.....

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาต์พุท
.....
01:13:30	200.46	-1	-1.92
01:14:00	199.54	1	1.92
01:14:30	200.46	-1	-1.92
01:15:00	199.54	1	1.92
01:15:30	200.46	-1	-1.92
01:16:00	198.54	1	3.09

ตารางที่ 3.12 ค่าผลต่างระหว่างค่าประมาณกับหน่วยความจำจริง ค่าแนวโน้มหน่วยความจำ และค่าเอาต์พุทใน VM เครื่องที่ 3

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาต์พุท
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	624	-1	-101
00:02:00	524	1	-100
00:02:30	423	-1	-101

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

เวลา	ค่าผลต่าง (ตัวแปรอินพุทที่ 1)	ค่าแนวโน้ม (ตัวแปรอินพุทที่ 2)	ค่าเอาต์พุท
00:03:00	323	1	-100
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:28:00	199.61	1	1.85
01:28:30	200.46	-1	-1.92
01:29:00	199.54	1	1.92
01:29:30	200.46	-1	-1.92
01:30:00	199.54	1	1.92
01:30:30	200.46	-1	-1.92

ตารางที่ 3.13 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 1

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบพีชชี
00:00:00		
00:00:30		
00:01:00		
00:01:30	349.99	668
00:02:00	348.99	567
00:02:30	349.99	467
00:03:00	348.99	366
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:12:00	515	512.19
01:12:30	516	518.54
01:13:00	515	512.54
01:13:30	516	518.44
01:14:00	515	512.57

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบพีชชี
01:14:30	516	518.43

ตารางที่ 3.14 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 2

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบพีชชี
00:00:00		
00:00:30		
00:01:00		
00:01:30	345	668
00:02:00	345	568
00:02:30	345	468
00:03:00	345	368
.....
.....
.....
.....
.....

ตารางที่ 3.14 (ต่อ)

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบพีชชี
.....
01:13:30	512	510.54
01:14:00	511	512.46
01:14:30	512	510.54
01:15:00	511	512.46
01:15:30	512	510.54
01:16:00	512	513.63

ตารางที่ 3.15 ค่าผลลัพธ์ หรือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ที่มีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ใน VM เครื่องที่ 3

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบพีชชี
00:00:00		
00:00:30		
00:01:00		
00:01:30	344	667
00:02:00	342.99	567
00:02:30	343.99	466

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

เวลา	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ แบบพีชชี
00:03:00	342.99	366
.....
.....
.....
.....
.....
.....
01:28:00	518	519.46
01:28:30	519	517.54
01:29:00	518	519.46
01:29:30	519	517.54
01:30:00	518	519.46
01:30:30	519	517.54

สำหรับการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี รวมถึงการวิเคราะห์ผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำ จะนำเสนอ และแสดงรายละเอียดไว้ในบทถัดไป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์ที่ใช้วิธีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำแบบ EWMA เปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์หน่วยความจำแบบพีชซี เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบดังกล่าว ไปใช้ในการจัดสรรหน่วยความจำให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานที่เกิดขึ้นจริงในระบบฯ โดยผลการทดลอง ได้มาจากการจัดเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของไฟล์สคริปต์ที่สร้างขึ้นใน VM แต่ละเครื่องอย่างอัตโนมัติ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 หาแนวโน้มของการเกิดปรากฏการณ์การจัดสรรหน่วยความจำให้กับเครื่องเสมือนไม่เพียงพอ (Memory Outage)

จากไฟล์สคริปต์ที่สร้างขึ้นให้มามีการทำงานอย่างอัตโนมัติทั้งส่วนของการคำนวณ และส่วนของการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการ โดยออกแบบการจำลองพฤติกรรมบริการเรียกใช้บริการเว็บเพจผ่านโปรโตคอล HTTP ที่กำหนดให้เรียกใช้บริการจำนวน 500 ครั้ง แต่มีพฤติกรรมบริการเรียกใช้งานแตกต่างกันใน VM แต่ละเครื่อง และใช้โปรแกรม Apache JMeter ในการจำลองเพื่อจัดเก็บผลลัพธ์การทดลองของ VM ทั้ง 3 เครื่องในรูปแบบของเท็กซ์ไฟล์นั้น ผลลัพธ์ของข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ จะถูกนำไปใช้ในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องเสมือนแต่ละเครื่อง โดยที่ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์นั้น ไม่ควรมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงที่เกิดขึ้น เพราะหากว่าข้อมูลจากการพยากรณ์นั้น มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับข้อมูลหน่วยความจำจริงแล้ว เมื่อจัดสรรหน่วยความจำไปให้ก็จะทำให้ปริมาณหน่วยความจำที่จัดสรรไปนั้น อาจไม่เพียงพอต่อการใช้งานจริง ซึ่งเกิดปัญหาให้กับระบบเว็บไซต์ที่ให้บริการ จะเรียกปรากฏการณ์ดังกล่าวว่า Memory Outage ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำ

ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี (กรณีที่ยังไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB) มาดำเนินการเปรียบเทียบกัน เพื่อหาว่าวิธีการพยากรณ์แบบใด ที่จะมีแนวโน้มการเกิด Memory Outage น้อยที่สุด โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

1) VM เครื่องที่ 1 จำลองพฤติกรรมการเรียกใช้งานเว็บเพจ 500 ครั้ง (ผู้ใช้ 50 คน) ในช่วงเวลาจำกัด โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ มาดำเนินการเปรียบเทียบกับข้อมูลการพยากรณ์แบบ EWMA และข้อมูลการพยากรณ์แบบพีชชี ในรูปแบบของตาราง ซึ่งทำให้ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แนวโน้มการเกิด Memory Outage ระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ใน VM เครื่องที่ 1 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	ข้อมูลพยากรณ์แบบ EWMA	ข้อมูลพยากรณ์แบบพีชชี
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	149	149.99	668
00:02:00	150	148.99	567
00:02:30	149	149.99	467
00:03:00	150	148.99	366
....
....
....

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	ข้อมูลพยากรณ์แบบ EWMA	ข้อมูลพยากรณ์แบบพีชชี
....
....
...
01:12:00	316	315	317.71
01:12:30	315	316	314.26
01:13:00	316	315	316.44
01:13:30	315	316	314.54
01:14:00	316	315	316.46
01:14:30	317	316	314.54

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง เป็นจำนวน 97 ข้อมูล และข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง เป็นจำนวน 59 ข้อมูล จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 147 ข้อมูล

2) VM เครื่องที่ 2 จำลองพฤติกรรมการเรียกใช้งานเว็บเพจ 500 ครั้ง ที่กำหนดให้เพิ่มจำนวนผู้ใช้งานจาก 5, 10, 15 และ 20 คน ตามลำดับ โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ มาดำเนินการเปรียบเทียบกับข้อมูลการพยากรณ์แบบ EWMA และข้อมูลการพยากรณ์แบบพีชชีในรูปแบบของตาราง ซึ่งทำให้ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แนวโน้มการเกิด Memory Outage ระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ใน VM เครื่องที่ 2 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	ข้อมูลพยากรณ์แบบ EWMA	ข้อมูลพยากรณ์แบบพีชชี
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			
00:01:30	145	145	668
00:02:00	145	145	568
00:02:30	145	145	468
00:03:00	145	145	368
....
....
....
....
....
....
01:13:30	311	312	310.54
01:14:00	312	311	312.46
01:14:30	311	312	310.54
01:15:00	312	311	312.46

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	ข้อมูลพยากรณ์แบบ EWMA	ข้อมูลพยากรณ์แบบพีชชี
01:15:30	312	312	310.54
01:16:00	312	312	313.63

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง เป็นจำนวน 100 ข้อมูล และข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง เป็นจำนวน 69 ข้อมูล จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 150 ข้อมูล

3) VM เครื่องที่ 3 จำลองพฤติกรรมกรเรียกใช้บริการเว็บเพจจำนวน 500 ครั้ง ซึ่งกำหนดให้เพิ่มจำนวนการเรียกใช้บริการขึ้นเรื่อย ๆ จนครบ 500 โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ถูกจัดเก็บไว้ในเท็กไฟล์ มาดำเนินการเปรียบเทียบกับข้อมูลการพยากรณ์แบบ EWMA และข้อมูลการพยากรณ์แบบพีชชีในรูปแบบของตาราง ซึ่งทำให้ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แนวโน้มการเกิด Memory Outage ระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA กับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ใน VM เครื่องที่ 3 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	ข้อมูลพยากรณ์แบบ EWMA	ข้อมูลพยากรณ์แบบพีชชี
00:00:00			
00:00:30			
00:01:00			

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เวลา	ข้อมูลจริง (MB)	ข้อมูลพยากรณ์แบบ EWMA	ข้อมูลพยากรณ์แบบพีชชี
00:01:30	143	144	667
00:02:00	144	142.99	567
00:02:30	143	143.99	466
00:03:00	144	142.99	366
....
....
....
....
....
....
01:28:00	319	318	319.46
01:28:30	318	319	317.54
01:29:00	319	318	319.46
01:29:30	318	319	317.54
01:30:00	319	318	319.46
01:30:30	318	319	317.54

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง เป็นจำนวน 121 ข้อมูล และข้อมูลปริมาณ

หน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง เป็นจำนวน 96 ข้อมูล จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 179 ข้อมูล

ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง จะทำให้เกิด Memory Outage และเมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.3 มาคำนวณค่าเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ของ VM ทั้ง 3 เครื่อง จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.4

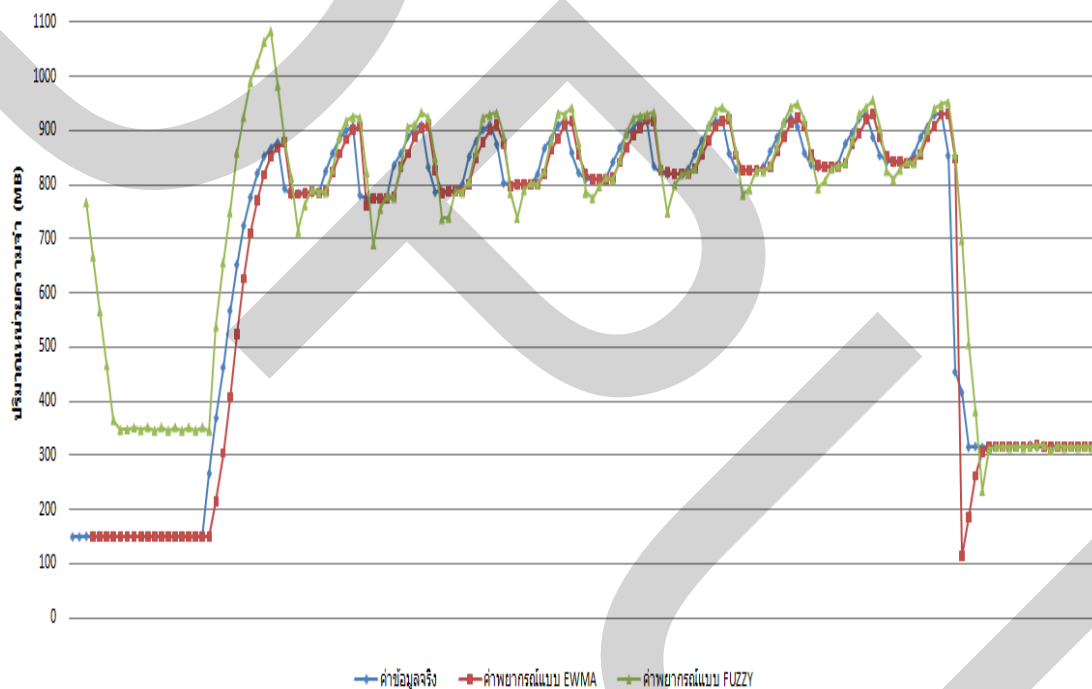
ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ของ VM ทั้ง 3 เครื่อง (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

เครื่องจักรเสมือน	ข้อมูลการพยากรณ์ แบบ EWMA	ข้อมูลการพยากรณ์ แบบพีชชี
VM1	65.99%	40.14%
VM2	66.67%	46.00%
VM3	67.60%	53.63%

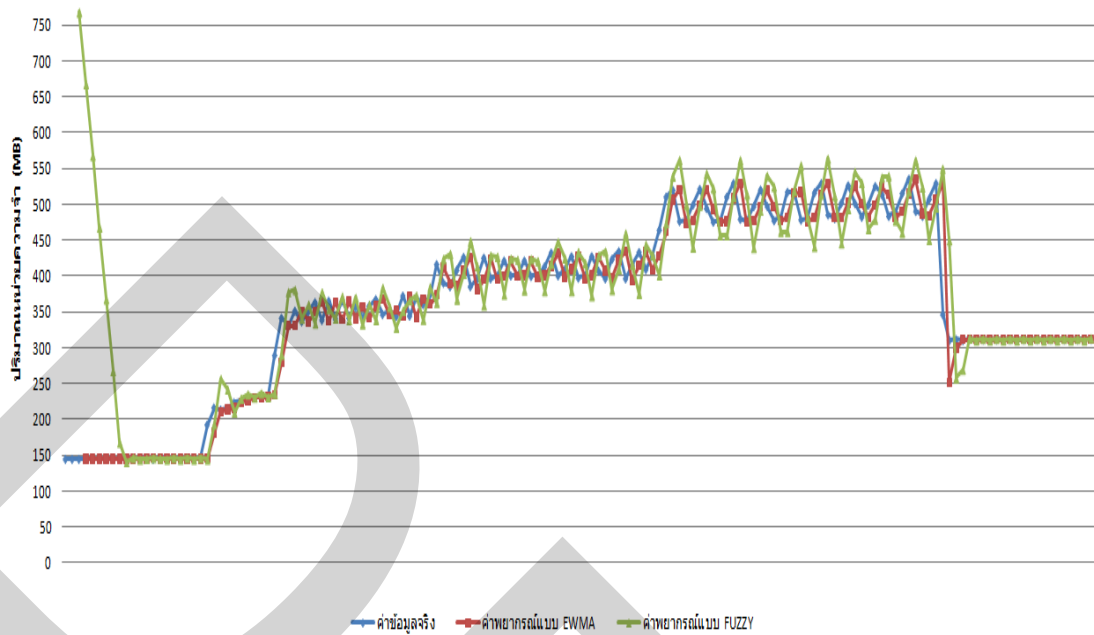
จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ที่น้อยกว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA นั่นคือจากการปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA เพื่อให้มีค่าผลลัพธ์การพยากรณ์ที่ดีขึ้นด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ทำให้วิธีการพยากรณ์แบบพีชชีมีอัตราความเสี่ยงที่จะทำให้ระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว มีอัตราเสี่ยงที่จะส่งผลให้เกิดปัญหาให้กับระบบฯ น้อยกว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ดังนั้น วิธีการพยากรณ์แบบพีชชี จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในระบบการประมวลผลคลาวด์

4.2 เปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี

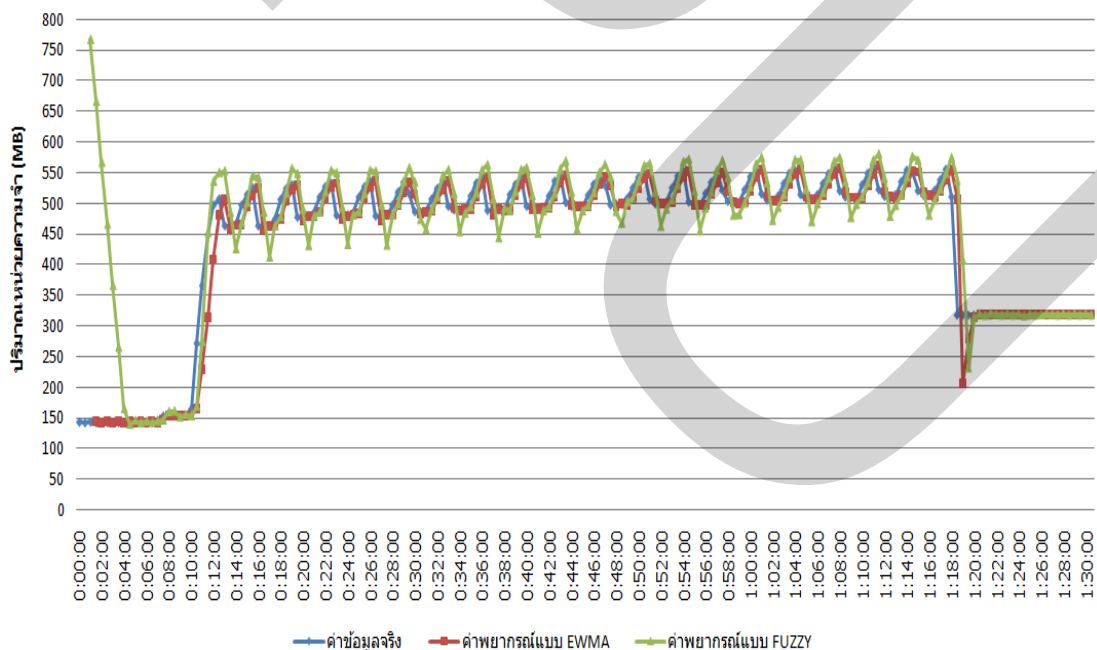
จากข้อ 4.1 จะเห็นว่า วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีมีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage น้อยกว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ทำให้ค่าผลลัพธ์การพยากรณ์แบบฟัซซีดีกว่า โดยแสดงกราฟข้อมูลเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.1 ภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 ใน VM1, VM2 และ VM3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 1 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 2 (กรณีไม่ควบคุม ปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

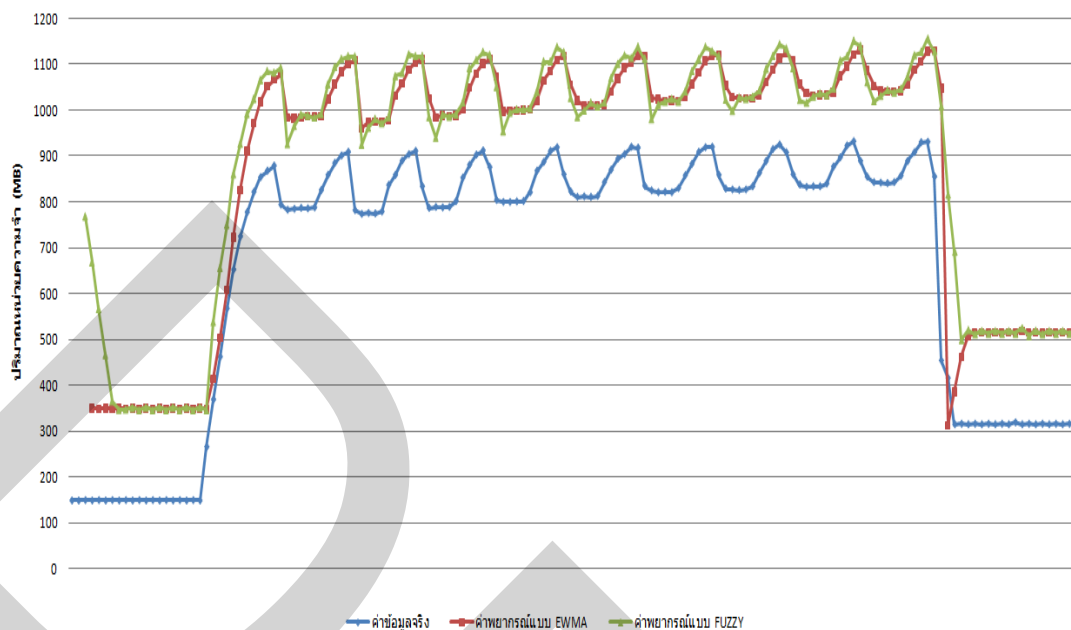


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 3 (กรณีไม่ควบคุม ปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

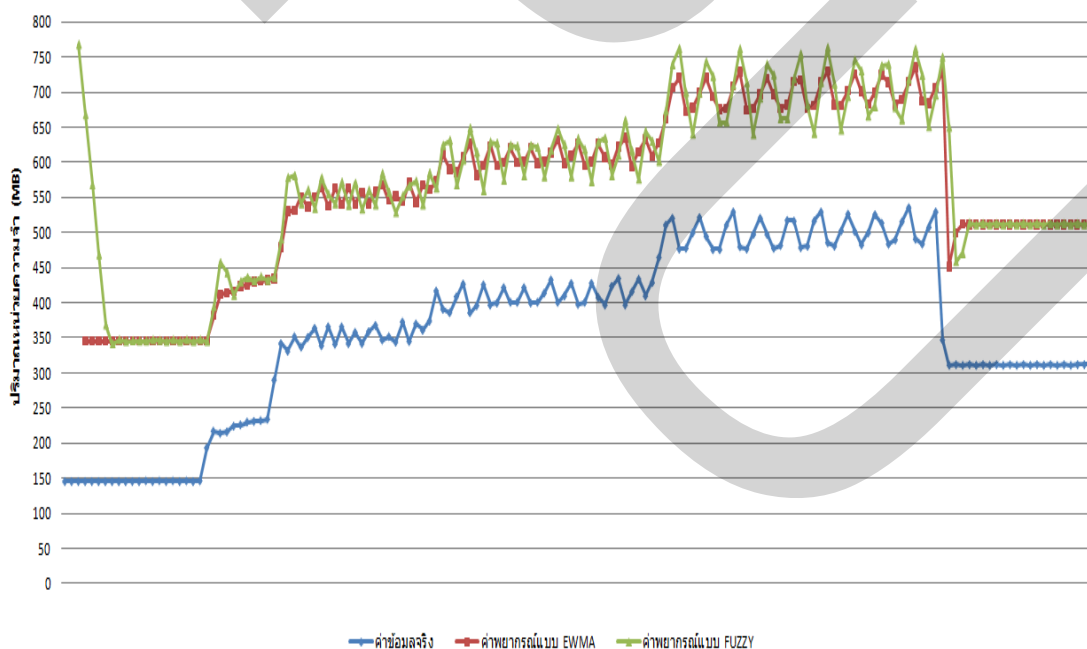
แต่ค่าผลลัพธ์ดังกล่าว ยังไม่สามารถนำไปจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบฯ ได้ เนื่องจากค่าผลลัพธ์ดังกล่าว ยังมีความเสี่ยงอยู่ จึงต้องมีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำไว้ที่ 200 MB ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จึงจะจัดสรรค่าดังกล่าวให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.5 ภาพที่ 4.4 ภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6 ใน VM1, VM2 และ VM3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ของ VM ทั้ง 3 เครื่อง (กรณีควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

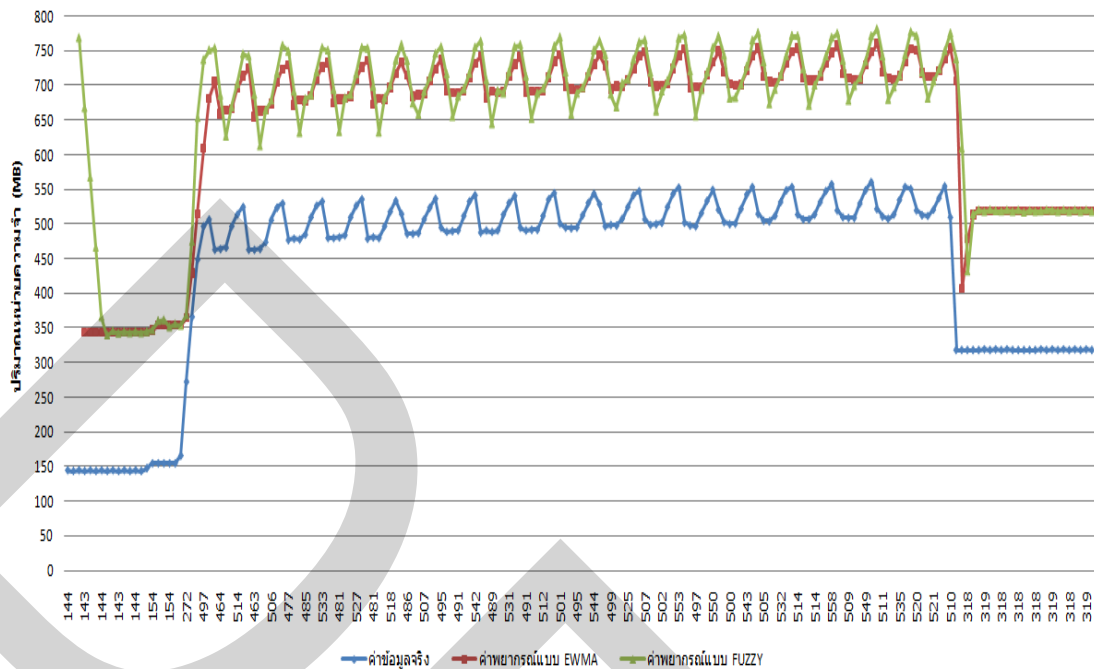
เครื่องจักรเสมือน	ข้อมูลการพยากรณ์ แบบ EWMA	ข้อมูลการพยากรณ์ แบบพีชชี
VM1	0.68%	0.00%
VM2	0.00%	0.00%
VM3	0.00%	0.00%



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 1 (กรณีควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 2 (กรณีควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 3 (กรณีควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

จากภาพที่ 4.1 ถึงภาพที่ 4.3 ของทั้ง 3 VM จะเห็นได้ว่า ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง และข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มีค่าข้อมูลที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หากปริมาณหน่วยความจำในเครื่องจักรเสมือน มีการปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว การนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ไปใช้ในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องจักรเสมือน อาจทำได้ไม่ทันท่วงที หรือทำให้ปริมาณหน่วยความจำที่ได้จัดสรรนั้น ไม่เพียงพอต่อการใช้งานที่เกิดขึ้นในเครื่องจักรเสมือน

แต่ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี่ และมีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB ดังภาพที่ 4.4 ถึงภาพที่ 4.6 กลับให้ผลลัพธ์ค่าการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่มีค่ามากกว่าข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง และข้อมูลจากการพยากรณ์แบบ EWMA (นั่นคือ มีค่า 0.00%) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หากปริมาณหน่วยความจำมีการปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว การนำข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี่ ไปใช้ในการจัดสรร

ปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องจักรเสมือน สามารถทำได้ทันที ทำให้ปริมาณหน่วยความจำที่ได้จัดสรรนั้น เพียงพอต่อการใช้งาน และสอดคล้องกับการใช้งานที่เกิดขึ้นในเครื่องจักรเสมือน

แต่อย่างไรก็ตาม ในการปรับเปลี่ยนปริมาณหน่วยความจำกรณีที่มีการปรับหน่วยความจำให้ลดลงจากเดิมอย่างกะทันหัน ส่งผลกระทบต่อระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว และทำให้เกิดความผิดพลาด (Error) ในการเข้าใช้บริการเครื่องจักรเสมือนที่อยู่ในระบบการประมวลผลคลาวด์ เนื่องจาก ในการปรับเปลี่ยนหน่วยความจำนั้น พื้นที่หน่วยความจำในส่วนที่ถูกปรับเปลี่ยน ยังคงมีการใช้งานอยู่ เมื่อมีการปรับลดปริมาณหน่วยความจำ จึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่หน่วยความจำดังกล่าว

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ นำเสนอวิธีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของแต่ละเครื่องจักรเสมือนในระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว ด้วยวิธีฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) ที่มีการปรับปรุงมาจากวิธีการพยากรณ์แบบ Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) เพื่อให้ได้ปริมาณหน่วยความจำที่เพียงพอ มีความเหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณหน่วยความจำที่ใช้งาน และสามารถนำผลลัพธ์จากการพยากรณ์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจได้ และจากผลการทดลอง พบว่า วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี มีอัตราความเสี่ยงที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหา Memory Outage กับระบบน้อยกว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ซึ่งให้ผลที่ดีกว่าประมาณ 25.85% ซึ่งการเกิดปรากฏการณ์ Memory Outage เป็นปัญหาที่เกิดจากหน่วยความจำไม่เพียงพอกับการใช้งานจริง และเมื่อมีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำให้ต่างจากหน่วยความจำจริงไม่เกิน 200 MB และจัดสรรหน่วยความจำด้วยวิธี Memory Ballooning ทำให้สามารถจัดสรรหน่วยความจำได้อย่างอัตโนมัติ มีความยืดหยุ่น และเกิดการใช้งานหน่วยความจำที่คุ้มค่ามากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียพื้นที่หน่วยความจำจากการจองพื้นที่แล้วไม่ได้ใช้งาน

แต่อย่างไรก็ตาม การจัดสรรหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่ต้องมีการปรับลดปริมาณหน่วยความจำลง จะส่งผลให้มีการตอบสนองที่ไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นการปรับลดที่ไปกระทบกับพื้นที่หน่วยความจำที่มีการใช้งานอยู่เดิม และยังไม่มีการคืนหน่วยความจำ ทำให้เกิดความผิดพลาดอยู่บ้างในการเข้าใช้บริการระบบเว็บไซต์ในเครื่องจักรเสมือน

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่พบในงานวิจัย

OpenStack Cloud Software เป็นซอฟต์แวร์ที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีหลากหลายเวอร์ชัน แต่ละเวอร์ชัน มีวิธีการติดตั้งที่แตกต่างกันไป จึงใช้เวลาในการศึกษา และทำความเข้าใจพอสมควร

ปริมาณหน่วยความจำที่ใช้ในงานวิจัยนี้ค่อนข้างมีจำกัด ทำให้ในการทดลองแต่ละครั้ง ต้องใช้เวลานาน รวมถึงจำนวนผู้ใช้งานที่ใช้ในการจำลองพฤติกรรมการใช้บริการในเครื่องจักรเสมือน ก็จำกัดเพียง 50 คน เพื่อไม่ให้มีปริมาณงานที่สูงเกินกว่าที่หน่วยความจำจะสามารถทำงานได้

แพลตฟอร์มที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นภาษา Bash ซึ่งไม่สนับสนุนการคำนวณจุดทศนิยม ทำให้ต้องใช้เวลาในการค้นหาข้อมูลพอสมควร

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

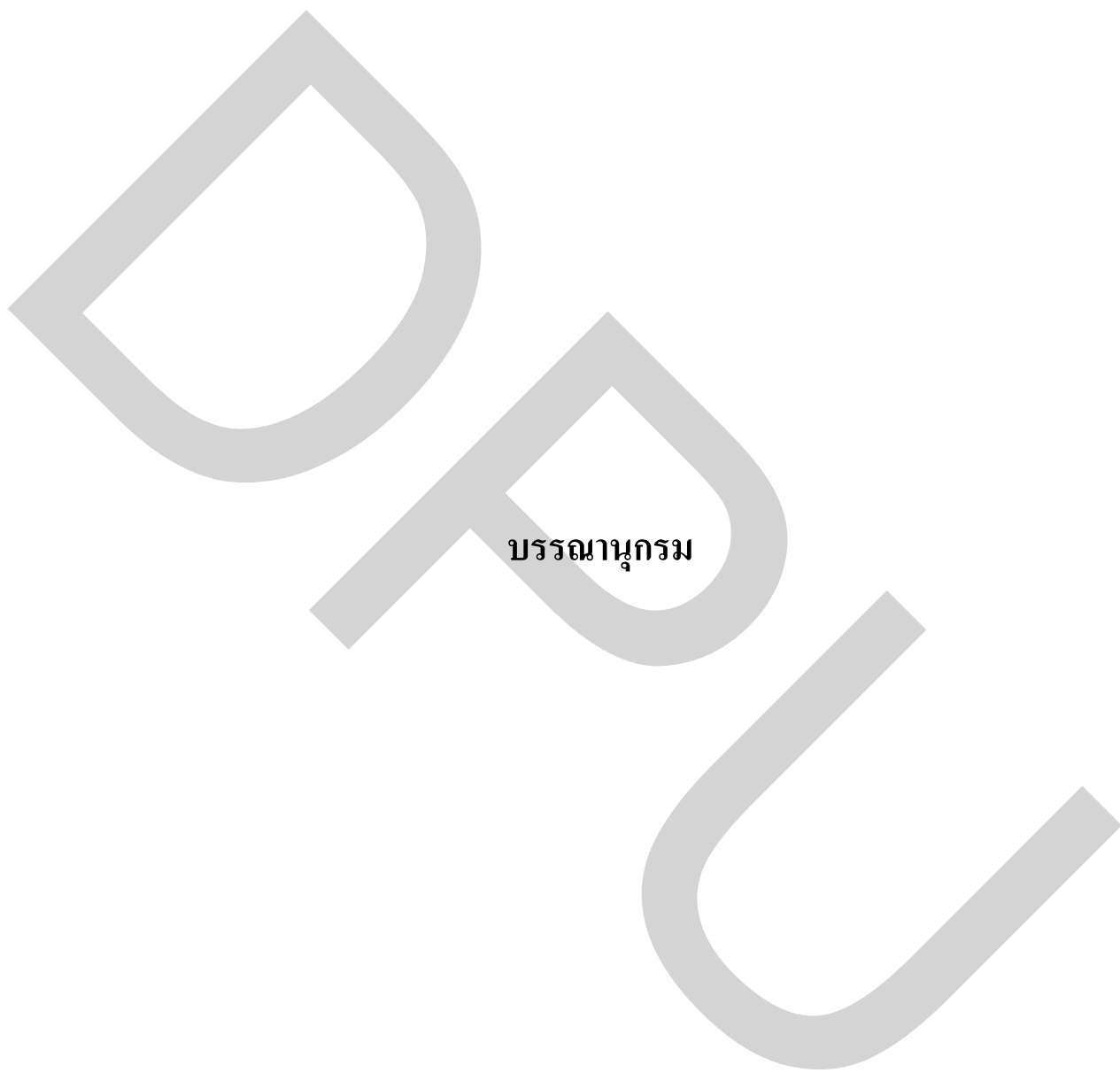
ควรเลือกเวอร์ชันของ OpenStack Cloud Software ที่มีความเสถียร และเหมาะสมกับความต้องการใช้งาน

ในงานวิจัยนี้ ไม่ได้สร้างระบบ หรือติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับตรวจสอบ (Monitoring) การใช้ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และเครื่องจักรเสมือน แต่ใช้เพียงคำสั่งพื้นฐานในโอเพนซอร์สเท่านั้น หากมีระบบตรวจสอบการใช้ทรัพยากร อาจทำให้ง่ายต่อการจัดสรรหน่วยความจำ หรือตรวจสอบสถานะของเครื่องในขณะนั้นได้

ในการปรับเปลี่ยนปริมาณหน่วยความจำ ควรมีการปรับเปลี่ยนในลักษณะของ block ของหน่วยความจำ

ควรหาวิธีการจัดการพื้นที่หน่วยความจำ กรณีที่มีการปรับเปลี่ยนหน่วยความจำที่ลดลงจากเดิม แต่การปรับเปลี่ยนนั้น ไปกระทบกับพื้นที่หน่วยความจำที่ยังมีการใช้งานอยู่

ควรหาวิธีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำในระยะยาว เนื่องจากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชีในงานวิจัยนี้ เป็นการพยากรณ์แนวโน้มปริมาณหน่วยความจำในระยะสั้น



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ยุพา ชิตทอง, วิภาดา แซ่เอ็ง, และเมธี สายมงคล.(2547). การพยากรณ์น้ำท่วมโดยแบบจำลองพีชชีลลอจิก. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ปี พ.ศ.2547.*
- หลักสูตรการบริหารสินค้าคงคลัง โครงการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. สืบค้น 20 สิงหาคม 2557, จาก <http://logisticscorner.com/Docfiles/inventory/Forecasting.pdf>
- Shell Script.* สืบค้น 20 สิงหาคม 2557, จาก [ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-howto/Shell Script.pdf](ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-howto/Shell%20Script.pdf)

ภาษาต่างประเทศ

- Jimoh, R.G., Olagunju, M., Folorunso, I.O., Asiribo, & M.A. (2013). Modeling Rainfall Prediction using Fuzzy Logic. *IJIRCCE*, 1(4).
- V Holy Angel Jenitha, & R.Veeramani.(2014) Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, 16(2), 19-23.
- Apache Software Foundation. (1999-2015). *Apache JMeter – Apache JMeter™*. Retrieved August 2014, from <http://jmeter.apache.org/>.
- Bill Kleyman. (2012, August 01). *Hypervisor 101: Understanding the Virtualization Market*. Retrieved August 2014, from <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/08/01/hypervisor-101-a-look-hypervisor-market>.
- Linux Shell Scripting Tutorial – A Beginner’s handbook. (2013). *While Loop – Linux Shell Scripting Tutorial – A Beginner’s handbook*. Retrieved March 2015, from http://bash.cyberciti.biz/guide/While_loop.
- Margaret Rouse.(2014). *What is virtual memory ballooning? – Definition from WhatIs.com*. Retrieved August December 2014, from <http://searchservirtualization>.

techtarget.com/definition/memory-ballooning.

OpenStack. (2010). *All-In-One Single Machine – DevStack 0.0.1.dev6308 documentation*.

Retrieved June 2014, from <http://docs.openstack.org/developer/devstack/guides/single-machine.html>.

OpenStack. (2010). *Software >> OpenStack Open Source Cloud Computing Software*. Retrieved

June 2014, from <http://www.openstack.org/software/>.

Richard WM Jones. (2010). *Virtio balloon | Richard WM Jones*. Retrieved December 2014, from

<https://rwmj.wordpress.com/2010/07/17/virtio-balloon/>.

Shell Script. *Shell Script – Shell Script*. Retrieved June 2014, from [ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-](ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-howto/Shell%20Script.pdf)

[howto/Shell 20Script.pdf](ftp://ftp.psu.ac.th/pub/bash-howto/Shell%20Script.pdf).

Software Testing Classes. *Introduction to Apache JMeter – Learn Performance Testing Using*

JMeter in 11 days | Software Testing Class. Retrieved August 2014, from

<http://www.softwaretestingclass.com/introduction-to-apache-jmeter-tutorial-series-1/>.

The National Institute of Standards and Technology (NIST). (2013). *Cloud Computing*. Retrieved

August 2014, from <http://www.csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html>.

ด
ร
ค

ภาคผนวก



The 11th National Conference on Computing and Information Technology

Proceedings of NCCIT 2015

The 11th National Conference on Computing and Information Technology
2nd-3rd July 2015

At Arnoma Hotel Bangkok, Thailand
www.nccit.net

Faculty of Information Technology

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทความวิจัย

การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11

2-3 กรกฎาคม 2558

โรงแรมอโนมา กรุงเทพมหานคร



คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

www.it.kmutnb.ac.th

การประยุกต์ใช้ฟuzzyลอจิก เพื่อจัดสรรหน่วยความจำ ของเวอร์ชวลแมชีนในการประมวลผลคลาวด์ Applied Fuzzy Logic for Memory Allocation of Virtual Machines in Cloud Computing

ทิพรัตน์ ศิลปพงศาวการ(Tipparat Sinlapaphongwarakom)¹ และชัยพร เขมะภะปะนัธ(Chaiyaporn Khemapatapan)²

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

¹tipparat.nid@gmail.com, ²chaipor@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอวิธีการพยากรณ์และจัดสรรหน่วยความจำในแต่ละเวอร์ชวลแมชีน โดยนำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาดำเนินการร่วมกับ Fuzzy Logic ซึ่งมี 2 รูปแบบ ที่มีพื้นฐานการประมวลผลแบบฟuzzy ดังนี้วิธีการพยากรณ์แบบฟuzzyด้วย COG (วิธีที่ 1) และวิธีการพยากรณ์แบบฟuzzyด้วย Max Diff (วิธีที่ 2) โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ ค่าการพยากรณ์หน่วยความจำแบบ EWMA และค่าผลต่างของหน่วยความจำ ซึ่งวิธีดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ให้มีผลลัพธ์ค่าพยากรณ์ที่ไม่น้อยกว่าค่าข้อมูลจริง เพื่อลดความเสี่ยงที่จะทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง จากการนำค่าพยากรณ์ไปใช้ควบคุมการจัดสรรหน่วยความจำแบบพลวัต(Dynamic)

จากผลการทดลอง พบว่า วิธีการพยากรณ์แบบฟuzzy วิธีที่ 2 มีอัตราความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่ระบบน้อยกว่าวิธีอื่น ดังนั้น วิธีการพยากรณ์แบบฟuzzy วิธีที่ 2 จึงเป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม ในการนำไปใช้สำหรับควบคุมการจัดสรรหน่วยความจำให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งาน

คำสำคัญ: การจัดสรร การพยากรณ์ หน่วยความจำ เวอร์ชวลแมชีน ฟuzzyลอจิก

Abstract

This paper presents the forecasting method and the memory allocation for each virtual machine. By combining the EWMA forecasting method with 2 kinds of the Fuzzy Logic method that based on the fuzzy processing. The method 1 is the fuzzy forecasting method

by the center of gravity's value (COG) and the Method 2 is the fuzzy forecasting method by the Max Diff, the maximum difference value of memory. And it has the important variables are the actual memory value, the forecasting memory value by the EWMA forecasting method and the differential memory value. From the above method aims to improve the forecasting result, by using the EWMA forecasting method, is not less than the actual memory value. Consequently, using the forecasting result to control the dynamic memory allocation for reducing a risk that the system cannot service continuously.

The results showed that the fuzzy forecasting by the Method 2 has the risk rate of problems less than another method. Therefore, the fuzzy forecasting by using the Method 2 is the appropriate forecasting method that use for controlling the memory allocation and making the advantage to the system.

Keywords: Allocation, Forecast, Memory, Outage, Virtual Machine, Fuzzy Logic.

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการประมวลผลคลาวด์ มีความสำคัญกับธุรกิจและองค์กรต่างๆ สามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อและบำรุงรักษาทรัพยากรให้กับองค์กรได้ เพิ่มความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน จึงทำให้มีความต้องการในการใช้งานเทคโนโลยีนี้เพิ่มมากขึ้น

การประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว(Private Cloud Computing) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น

ซึ่งช่วยให้องค์กรที่นำมาใช้งาน ลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่างๆ ได้เป็นจำนวนมาก โดยสร้างการทำงานต่างๆ ผ่านเวอร์ชวลแมชีน(Virtual Machine) บนระบบคลาวด์ อย่างไรก็ตาม มักพบว่า เมื่อมีการใช้งานการประมวลผลคลาวด์ ส่วนตัวไปสักระยะ จะพบปัญหาทรัพยากรของแต่ละเวอร์ชวลแมชีนที่ใช้งาน ไม่เพียงพอกับความต้องการที่เปลี่ยนไป ทำให้จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดสรรทรัพยากรเป็นระยะ หรือย้ายการประมวลผล(Migration) ตัวเวอร์ชวลแมชีนไปยังตัวใหม่ที่มีทรัพยากรเพียงพอ หนึ่งในทรัพยากรที่มีผลต่อการใช้งานในการประมวลผลคลาวด์คือ หน่วยความจำ (Memory) ซึ่งต้องมีการจัดสรรให้กับเวอร์ชวลแมชีนให้เพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละเวอร์ชวลแมชีน เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แต่หากหน่วยความจำไม่เพียงพอ จะส่งผลให้เวอร์ชวลแมชีนนั้น มีการตอบสนองต่อการทำงานที่ช้าลง ระบบค้าง ขาดความต่อเนื่องในการให้บริการแก่ผู้ใช้งาน หรือในกรณีที่เลวร้ายที่สุดคือ ระบบล่ม ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์กรได้

การวิจัยนี้ จึงนำเสนอการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำของแต่ละเวอร์ชวลแมชีนในระบบคลาวด์ ด้วยวิธีฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic) เพื่อให้ได้ปริมาณหน่วยความจำที่มีความเหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณหน่วยความจำที่ใช้ และสามารถนำผลลัพธ์จากการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจได้นอกจากนี้ จะดำเนินการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำระหว่างวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี่ โดยจะใช้ค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการพยากรณ์

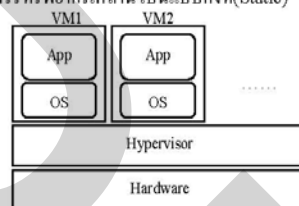
สำหรับส่วนถัดไปจะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 จะได้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัย ในส่วนที่ 4 อธิบายถึงผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 เป็นสรุป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลคลาวด์(Cloud Computing)

การประมวลผลคลาวด์ [1] เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย มีรูปแบบการให้บริการผ่านทางอินเทอร์เน็ต ที่มีผู้ให้บริการจัดสรรทรัพยากรแก่ผู้ใช้บริการ ให้ใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้ มีการปรับเปลี่ยนและลดทรัพยากร ที่ทำได้

อย่างง่ายและรวดเร็ว สามารถเข้าถึงข้อมูลได้จากทุกที่ ทุกเวลา ผ่านทางอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Computer, Tablet และ Smartphone เป็นต้น โดยที่ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องมีความรู้ หรือมีความเชี่ยวชาญทางเทคนิคสำหรับการทำงานนั้นๆ สามารถทำงานได้โดยอาศัยไฮเพอร์ไวเซอร์(Hypervisor) หรือเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) [2] เช่น Microsoft Hyper-V, VMware vSphere, Citrix Xen หรือ Linux KVM เป็นต้น เพื่อเข้าถึงทรัพยากรที่แท้จริงของแต่ละโหนด และกำหนดทรัพยากรที่มีอยู่ให้แต่ละเวอร์ชวลแมชีนดังภาพที่ 1 โดยทรัพยากรที่กำหนดให้ทั้งหมด ต้องไม่เกินกว่าที่โหนดมีอยู่ ซึ่งทรัพยากรที่ต้องจัดสรร ได้แก่ หน่วยประมวลผล(CPU) หน่วยความจำ(Memory) หน่วยจัดเก็บข้อมูล(Disk) และการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Network) โดยทั่วไป ลักษณะการจัดสรรทรัพยากรเหล่านี้ เป็นแบบคงที่(Static)



ภาพที่ 1: การประมวลผลคลาวด์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V Holy Angel Jenitha และคณะ [3] นำเสนอการปรับปรุงประสิทธิภาพหน่วยความจำให้กับเวอร์ชวลแมชีนภายในระบบคลาวด์ที่ใช้ Xen Hypervisor โดยมีการพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำด้วยเทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลัง (Exponentially Weighted Moving Average : EWMA) แล้วนำค่าการพยากรณ์มาดำเนินการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับระบบ แต่งานวิจัยนี้ ไม่ได้แสดงผลลัพธ์จากการพยากรณ์ และบทสรุปของวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ที่มีความเหมาะสม สัมพันธ์กับงาน หรือหน่วยความจำ

Jimoh, R.G. และคณะ [4] นำเสนอแบบจำลองฟัซซี่ลอจิก มาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นการวางแผนป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง ซึ่งวิธีนี้ ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนได้ แต่งานวิจัยนี้ ใช้ความเร็วลมและอุณหภูมิเป็นตัวแปรอินพุท

ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้วางแผนการคาดการณ์เพื่อแก้ไข
ปัญหา

จุดเฝ้าระวังและสถานะ [5] นำเสนอการใช้พีชชีลจิก
มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มศักยภาพการทำงาน ของ
เครื่องปรับอากาศให้เกิดการประหยัดพลังงาน หรือทำให้การใช้
พลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น และอุณหภูมิห้องยังอยู่
ในช่วงความสบาย ความพึงพอใจของผู้อาศัยเป็นสำคัญ โดย
งานวิจัยนี้ มีการกำหนดตัวแปร และเงื่อนไขต่างๆ อย่างชัดเจน
รวมถึงคำนวณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีระบบ
ควบคุมแบบพีชชีเทียบกับระบบควบคุมแบบเปิด/ปิด

ยุพา จิตทองและคณะ [6] นำเสนอการพยากรณ์น้ำท่วมโดย
ใช้แบบจำลองพีชชีลจิก เพื่อพยากรณ์ระดับน้ำท่วมล่วงหน้า
บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญและ
ความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต ซึ่งแบบจำลองพีชชีลจิก
สามารถใช้งานได้ มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ จึงทำให้เห็นว่า
ผู้เชี่ยวชาญมีความจำเป็นอย่างมากในการกำหนดกฎของพีชชี
ซึ่งช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำสูง

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 คำแนะนำการออกแบบระบบการประมวลผลคลาวด์บน
เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้ง Virtual Box(Host) ซึ่งเป็น
โปรแกรมสำหรับสร้างเวอร์ชวลแมชีน(Guest) โดยในการ
ออกแบบ ประกอบด้วยเครื่อง Host 1 เครื่อง มี RAM 5 GB ซึ่ง
ติดตั้ง OpenStack Cloud Software สำหรับสร้างระบบคลาวด์
ที่ใช้ Linux KVM และ Apache jMeter ซึ่งเป็น โปรแกรม
สำหรับจำลองการใช้บริการเครื่องแม่ข่ายในแต่ละเวอร์ชวล
แมชีน ส่วนเวอร์ชวลแมชีนที่ถูกสร้างด้วย OpenStack นั้น มี
จำนวน 3 เครื่อง แต่ละเครื่องมี RAM 1.5 GB ทั้ง Host และ
Guest มีระบบปฏิบัติการเป็น Ubuntu 12.04 LTS โดยมี
ลักษณะการทำงาน คือ กำหนดชื่อ Guest เป็น server1,
server2 และ server3 คำแนะนำการติดตั้งเว็บไซต์และมีสคริปต์
ไฟล์สำหรับจัดเก็บค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นกับ Guest ทั้ง 3
ซึ่งระบบเว็บไซต์จะถูกเปิด ไว้เพื่อให้ Apache jMeter จาก
Host ได้เข้าถึง Guest ซึ่งร้องขอผ่านโปรโตคอล http ที่ใช้
สำหรับทดสอบการเข้าใช้บริการเว็บไซต์ โดยจำลองให้ทั้ง
3 เครื่อง มีจำนวนผู้ใช้บริการ 50 คน ส่วนสคริปต์ที่จัดเก็บ

ค่าหน่วยความจำของ Guest แต่ละเครื่องนั้น จะจัดเก็บลง
ในเท็กไฟล์ เริ่มตั้งแต่เครื่องมีการเปิดใช้งาน โดยจะจัดเก็บ
ค่าหน่วยความจำทุกๆ 10 วินาที เพื่อที่จะนำค่าหน่วยความจำ
นั้น ไปใช้ดำเนินการต่อ

3.2 นำเทคนิคการพยากรณ์แบบ EWMA [3] ที่มีสมการ

$$E(t) = \alpha * E(t-1) + (1-\alpha) * O(t-1) \quad (1)$$

โดยที่ E(t) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำ เวลา t

E(t-1) คือ ค่าปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาแล้ว

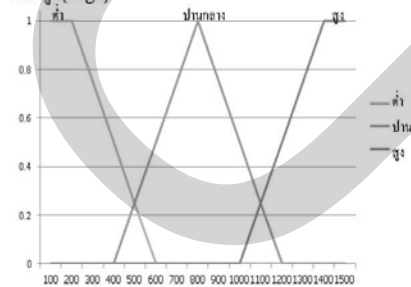
O(t-1) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาแล้ว

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ O(t-1)/E(t-1)

มาประมวลผล และแสดงให้เห็นในรูปแบบของกราฟ โดยนำ
ข้อมูลระหว่างค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการ
จำลองการเข้าใช้บริการมาเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จาก
วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA พร้อมทั้งข้อสรุป เพื่อให้เห็นว่า
วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA สามารถพยากรณ์หน่วยความจำ
ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับปริมาณหน่วยความจำที่ใช้จริง
หรือไม่

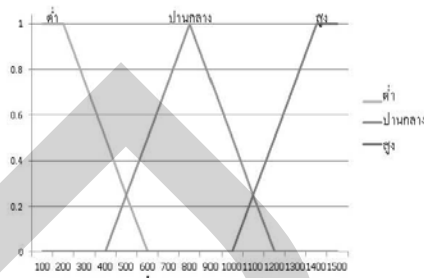
3.3 การประมวลผลด้วยวิธีพีชชีลจิก นำผลต่างระหว่างค่า
หน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการ
พยากรณ์แบบ EWMA มาดำเนินการปรับสมดุลให้กับค่า
พยากรณ์แบบ EWMA ที่มีเงื่อนไขของพีชชีเป็นตัวกำหนด ซึ่ง
ในงานวิจัยนี้ จะนำเสนอวิธีการทางพีชชี 2 วิธีการ โดยใช้ข้อมูล
ดังนี้

- ตัวแปรอินพุตที่ 1 เป็นค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ
โดยกำหนดระดับข้อมูล คือ ต่ำ(Low), ปานกลาง(Medium)
และสูง(High)



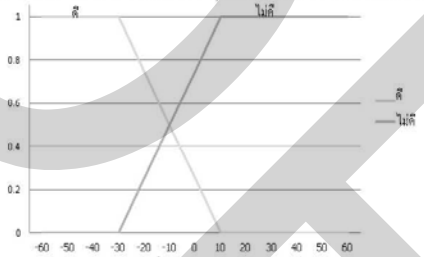
ภาพที่ 2: ตัวแปรอินพุตที่ 1 (actual)

- ตัวแปรอินพุตที่ 2 เป็นค่าข้อมูลที่ได้จากวิธีการพยากรณ์
แบบ EWMA โดยกำหนดระดับข้อมูล คือ ต่ำ(Low), ปาน
กลาง(Medium) และสูง(High)



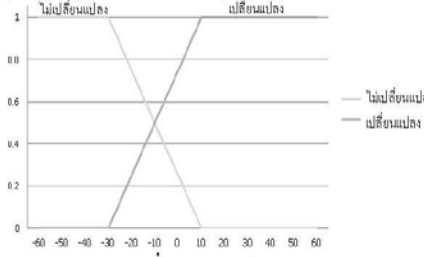
ภาพที่ 3: ตัวแปรอินพุตที่ 2 (forecast)

- ตัวแปรอินพุตที่ 3 เป็นผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA โดยกำหนดระดับข้อมูลคือ ดี (Good) และ ไม่ดี (Poor)



ภาพที่ 4: ตัวแปรอินพุตที่ 3 (diff.)

- ตัวแปรเอาต์พุต จำนวน 1 ตัว เป็นการแปลงค่าฟัซซีเป็นค่าทั่วไป โดยกำหนดระดับข้อมูลคือ ไม่เปลี่ยนแปลง (NoChange) และเปลี่ยนแปลง (Change)



ภาพที่ 5: ตัวแปรเอาต์พุต (output)

- เงื่อนไขที่ใช้ประมวลผลฟัซซีลอจิก กำหนดไว้ 12 เงื่อนไข ตัวอย่าง เช่น if (actual is Low) and (forecast is Low) and (diff is Good) then (output is NoChange)

ตารางที่ 1: ตารางแสดงกฎฟัซซี

กฎฟัซซี	ตัวแปรอินพุตที่ 1 (actual)	ตัวแปรอินพุตที่ 2 (forecast)	ตัวแปรอินพุตที่ 3 (diff)	เอาต์พุต (output)
1	Low	Low	Good	NoChange
2	Low	Low	Poor	Change

3	Low	Medium	Good	NoChange
4	Low	Medium	Poor	Change
5	Medium	Low	Poor	Change
6	Medium	Medium	Good	NoChange
7	Medium	Medium	Poor	Change
8	Medium	High	Good	NoChange
9	Medium	High	Poor	Change
10	High	Medium	Poor	Change
11	High	High	Good	NoChange
12	High	High	Poor	Change

หลังจากที่ออกแบบข้อมูลสำหรับการประมวลผลด้วยวิธีฟัซซีแล้ว นำข้อมูลดังกล่าว มาดำเนินการกับทั้ง 3 เวิร์กช็อปแมชชีน ดังนี้

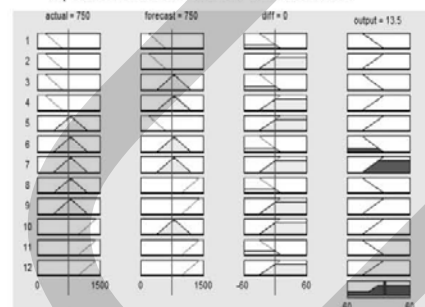
3.3.1 วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยจุดศูนย์กลาง (วิธีที่ 1) นำโปรแกรม MATLAB มาช่วยหาค่าจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity : COG) ซึ่งมีสมการของ COG ดังนี้

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^N a_i w_i}{\sum_{i=1}^N a_i} \quad (2)$$

โดยที่ N คือ ค่าตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ถึงค่าแห่งที่ i

a_i คือ ค่าฟัซซีของเอาต์พุตในฟัซซีตำแหน่งที่ i

w_i คือ พื้นที่ใต้โค้งของเซตฟัซซีตำแหน่งที่ i



ภาพที่ 6: COG ที่ได้จากการประมวลผลฟัซซีลอจิกใน MATLAB

จากนั้น นำ COG (C_e) ไปประมวลผลร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยตัวแปร และเงื่อนไขข้างต้น แล้วดำเนินการโดยไม่สนใจว่าค่า C_e จะเป็นบวก หรือลบ ด้วยสมการ

$$E(t) = \alpha * E(t - 1) + (1 - \alpha) * O(t - 1) + C_e \quad (3)$$

โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุตที่ 3 และตัวแปรเอาต์พุต คือ หากค่าผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้น

จริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชซีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงและ $C_x = 0$ แต่หากค่าผลต่างที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชซีจะมีการเปลี่ยนแปลงและ $C_x = 13.5$

จากวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว เป็นเพียงแนวทางในการปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ให้มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้น แต่ผลที่ได้ยังคงมีค่าพยากรณ์ที่น้อยกว่าค่าข้อมูลจริงในทุกเวอร์ชันตามเช่น จึงปรับปรุงแนวทางใหม่โดยใช้วิธีนำเสนอ 2

3.3.2 วิธีการพยากรณ์แบบพีชซีด้วยผลต่างของหน่วยความจำที่มากที่สุด(วิธีที่ 2)(Max Diff : M_d) เป็นการนำผลต่างที่มากที่สุดระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ในแต่ละเวอร์ชันมาคำนวณการ มีสมการ ดังนี้

$$\text{actual} - \text{forecast} = \text{diff} \quad (4)$$

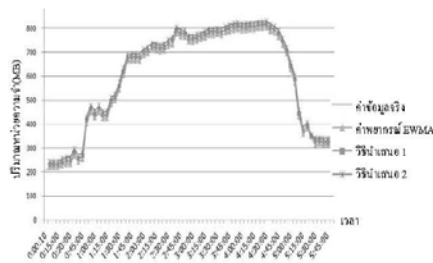
จากที่มีการจัดเก็บหน่วยความจำทุกๆ 10 วินาที ทำให้มี diff ทุก 10 วินาทีเช่นกัน แต่จะใช้ diff ตัวที่มากที่สุด(M_d) ของแต่ละเวอร์ชันไปประมวลผลร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบพีชซีด้วยตัวแปร และเงื่อนไขข้างต้น แล้วคำนวณการต่อโดยไม่สนใจว่าค่า M_d จะเป็นบวก หรือลบ ด้วยสมการ

$$E(t) = \alpha * E(t-1) + (1-\alpha) * O(t-1) + M_d \quad (5)$$

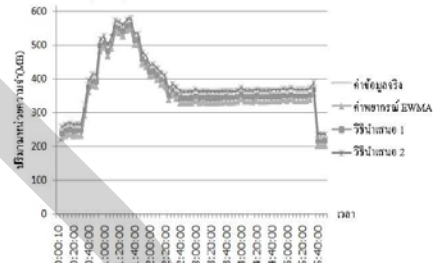
โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุทที่ 3 และตัวแปรเอาต์พุท คือ หากค่าผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชซีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง และ $M_d = 0$ แต่หากค่าผลต่างที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชซีจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในการวิจัยนี้ M_d ที่ได้จากเวอร์ชันแมชชีนทั้ง 3 คือ $M_d(\text{VM1}) = 28$, $M_d(\text{VM2}) = 33$ และ $M_d(\text{VM3}) = 48$

4. ผลการดำเนินงาน

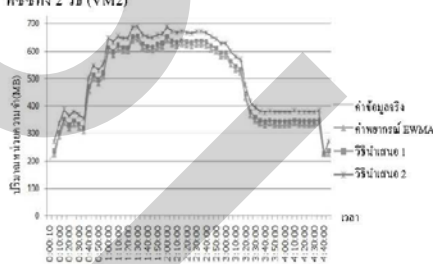
4.1 เปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการ ค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชซีทั้ง 2 วิธี ของทั้ง 3 เวอร์ชันแมชชีน ในภาพรวมของระบบ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าวิธีนำเสนอ 2 มีค่าหน่วยความจำโดยส่วนใหญ่มากกว่าวิธีการอื่นๆ



ภาพที่ 7: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบพีชซีทั้ง 2 วิธี (VM1)

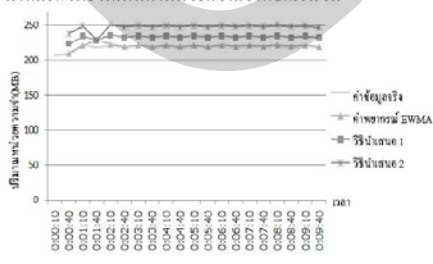


ภาพที่ 8: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบพีชซีทั้ง 2 วิธี (VM2)

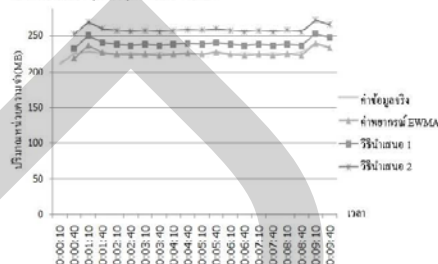


ภาพที่ 9: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบพีชซีทั้ง 2 วิธี (VM3)

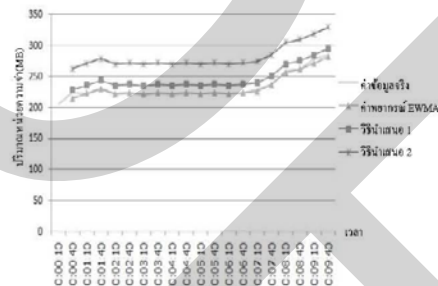
4.2 เปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการ ค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชซีทั้ง 2 วิธี ของทั้ง 3 เวอร์ชันแมชชีน ที่ 10 นาทีแรก เพื่อให้เห็นค่าหน่วยความจำที่ชัดเจนขึ้น



ภาพที่ 10: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบ พืชซิง 2 วิธี (VM1) ที่ 10 นาทีแรก



ภาพที่ 11: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบ พืชซิง 2 วิธี (VM2) ที่ 10 นาทีแรก



ภาพที่ 12: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบ พืชซิง 2 วิธี (VM3) ที่ 10 นาทีแรก

จากภาพที่ 7-12 จะเห็นได้ว่า มีบางช่วงเวลา ปริมาณ หน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และ วิธีการพยากรณ์แบบพืชซิงนั้น มีค่าน้อยกว่าหน่วยความจำที่ใช้ งานจริง ซึ่งอาจทำให้เกิด Memory Outage ดังแสดงในตาราง ที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบ Memory Outage ในแต่ละกรณี

เวอร์ชวล เมาซีน	ค่าพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์แบบ พืชซิง วิธีที่ 1	ค่าพยากรณ์แบบ พืชซิง วิธีที่ 2
VM1	37.64%	0.43%	0.00%
VM2	35.44%	0.38%	0.05%
VM3	39.32%	0.71%	0.00%

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่าพยากรณ์แบบ EWMA มี เปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage สูงที่สุด และเมื่อมีการ ปรับปรุงค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพืชซิง ทำให้ค่า พยากรณ์ที่ได้มีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ที่ลดลง ซึ่งวิธีการพยากรณ์แบบพืชซิง วิธีที่ 2 ให้ค่าน้อยที่สุด

5. สรุป

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์แบบพืชซิง วิธีที่ 2 มี อัตราความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อระบบที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จาก วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพืชซิง วิธีที่ 1 และหากต้องมีการนำค่าพยากรณ์ไปใช้เพื่อช่วยในการ ควบคุมและจัดสรรหน่วยความจำในระบบการประมวลผล คลาวด์ วิธีการพยากรณ์แบบพืชซิง วิธีที่ 2 จะเป็นวิธีการที่ เหมาะสมในการดำเนินการ

สำหรับงานในอนาคต จะดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำ แบบพลวัต(Dynamic) ให้กับแต่ละเวอร์ชวลแมชีนในระบบ การประมวลผลคลาวด์ ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพืชซิง วิธีที่ 2 เพื่อให้รองรับกับการใช้งานจริง และเกิดการใช้งาน หน่วยความจำที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] The National Institute of Standards and Technology (NIST). (2013, December 12). *Cloud Computing* [Online]. Available: <http://www.cs.cit.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/index.html>.
- [2] Bill Kleyman. (2012, August 01). *Hypervisor 101: Understanding the Virtualization Market* [Online]. Available: <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2012/08/01/hypervisor-101-a-look-hypervisor-market>.
- [3] V Holy Angel Jenitha and R.Veeramani, "Dynamic memory Allocation using ballooning and virtualization in cloud computing" *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, Vol. 16, Issue 2, Ver. IV (Mar-Apr. 2014), pp. 19-23.
- [4] Jimoh, R.G., Olagunju, M., Folorunso, I.O., Asiribo and M.A., "Modeling Rainfall Prediction using Fuzzy Logic" *IJIRCCCE*, Vol. 1, Issue 4, June 2013.
- [5] ชุติมา ปอดอกไปริง, วรวิศน์ ปัครประกร และพระทีพัฒน์ กาญจนุสร, "การใช้พืชซิงเชื่อมกับเครื่องปรับอากาศชนิดอินเวอร์เตอร์โดยอยู่บนพื้นฐานของการประหยัดพลังงานและความพึงพอใจของมนุษย์ สำหรับพื้นที่ในเขตร้อนชื้น" *การประชุมเครือข่ายวิชาการระดับชาติ แห่งชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ธันวาคม 2555*.
- [6] สุพาจิตทอง, วิภาดา แซ่อึ้ง และเนธี สายมงคล, "การพยากรณ์น้ำท่วมโดยแบบจำลองพืชซิงเชื่อม" *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9 ปี พ.ศ.2547* หน้า WRE 19-23.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นางสาวทิพรัตน์ ศิลปวงษ์วราร

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการ

สำนักพระราชเลขธิการ