

ภาคผนวก



# The 11<sup>th</sup> National Conference on Computing and Information Technology

Proceedings of NCCIT 2015

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

At Arnoma Hotel Bangkok, Thailand

[www.nccit.net](http://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](http://www.it.kmutnb.ac.th)

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

ทิพรัตน์ ศิลปพงษ์วารการ(Tipparat Sinlapaphongwarakom)<sup>1</sup> และชัยพร เขมะภะปะพันธ์(Chaiyaporn Khemapatapan)<sup>2</sup>

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

<sup>1</sup>tipparat.nid@gmail.com, <sup>2</sup>chaipor@yahoo.com

### บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอวิธีการพยากรณ์และจัดสรรหน่วยความจำในแต่ละเวอร์ชวลแมชีน โดยนำวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA มาดำเนินการร่วมกับ Fuzzy Logic ซึ่งมี 2 รูปแบบ ที่มีพื้นฐานการประมวลผลแบบฟuzzy ดังนี้ วิธีการพยากรณ์แบบฟuzzy ด้วย COG (วิธีที่ 1) และวิธีการพยากรณ์แบบฟuzzy ด้วย Max Diff (วิธีที่ 2) โดยมีตัวแปรที่สำคัญคือ ค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำ 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) ตัวเวอร์ชวลแมชีนไปยังตัวใหม่ที่มีทรัพยากรเพียงพอเสมอ 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

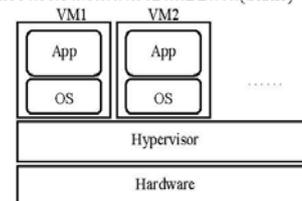
สำหรับส่วนถัดไปจะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัย ในส่วนที่ 4 อธิบายถึงผลการดำเนินงาน และส่วนที่ 5 เป็นสรุป

## 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] นำเสนอแบบจำลองฟัซซี่ลอจิกมาประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อเป็นการวางแผนป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง ซึ่งวิธีนี้ ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนได้ แต่งานวิจัยนี้ ใช้ความเร็วลมและอุณหภูมิเป็นตัวแปรอินพุท

ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้วางแผนการคาดการณ์เพื่อแก้ไข  
ปัญหาบางปัญหา

ชุดีมา ปลอด โปร่งและคณะ [5] นำเสนอการใช้พีซีซีลจิก  
มาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มศักยภาพการทำงาน ของ  
เครื่องปรับอากาศให้เกิดการประหยัดพลังงาน หรือทำให้การใช้  
พลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และอุณหภูมิห้องยังอยู่  
ในช่วงความสบาย ความพึงพอใจของผู้อาศัยเป็นสำคัญ โดย  
งานวิจัยนี้ มีการกำหนดตัวแปร และเงื่อนไขต่างๆ อย่างชัดเจน  
รวมถึงคำนวณการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีระบบ  
ควบคุมแบบพีซีซีเทียบกับระบบควบคุมแบบเปิด/ปิด

ยุพา จิตทองและคณะ [6] นำเสนอการพยากรณ์น้ำท่วมโดย  
ใช้แบบจำลองพีซีซีลจิก เพื่อพยากรณ์ระดับน้ำท่วมล่วงหน้า  
บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญและ  
ความสัมพันธ์ของข้อมูลในอดีต ซึ่งแบบจำลองพีซีซีลจิก  
สามารถใช้งานได้ดี มีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ จึงทำให้เห็นว่า  
ผู้เชี่ยวชาญมีความจำเป็นอย่างมากในการกำหนดกฎของพีซีซี  
ซึ่งช่วยให้การพยากรณ์มีประสิทธิภาพ และความแม่นยำสูง

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 คำนิยามการออกแบบระบบการประมวลผลคลาวด์บน  
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 คำนิยามการติดตั้งเว็บไซต์และมีสคริปต์  
ไฟล์สำหรับจับเก็บค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นกับ Guest ทั้ง 3  
ซึ่งระบบเว็บไซต์จะถูกเปิด ไว้เพื่อให้ Apache jMeter จาก  
Host ได้เข้าถึง Guest ซึ่งร้องขอผ่านโปรโตคอล http ที่ใช้  
สำหรับทดสอบการเข้าใช้บริการเว็บไซต์ โดยจำลองให้ทั้ง  
3 เครื่อง มีจำนวนผู้ให้บริการ 50 คน ส่วนสคริปต์ที่ใช้จับเก็บ

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

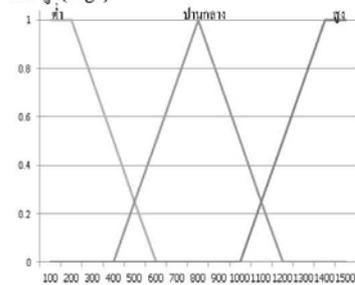
O(t-1) คือ ค่าพยากรณ์ปริมาณหน่วยความจำที่ผ่านมาแล้ว

$\alpha$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของ O(t-1)/E(t-1)

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

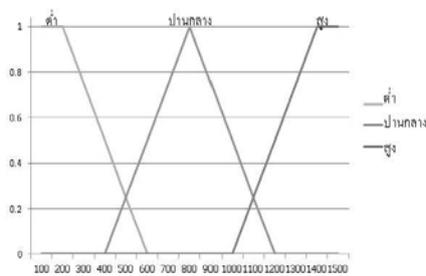
3.3 การประมวลผลด้วยวิธีพีซีซีลจิก นำผลต่างระหว่างค่า  
หน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการ  
พยากรณ์แบบ EWMA มาดำเนินการปรับสมดุลให้กับค่า  
พยากรณ์แบบ EWMA ที่มีเงื่อนไขของพีซีซีเป็นตัวกำหนด ซึ่ง  
ในงานวิจัยนี้ จะนำเสนอวิธีการทางพีซีซี 2 วิธีการ โดยใช้ข้อมูล  
ดังนี้

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



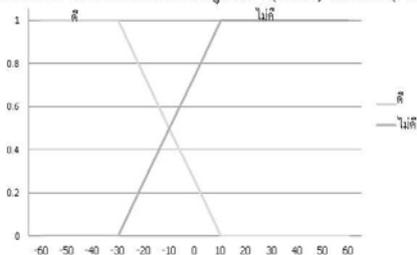
ภาพที่ 2: ตัวแปรอินพุตที่ 1(actual)

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



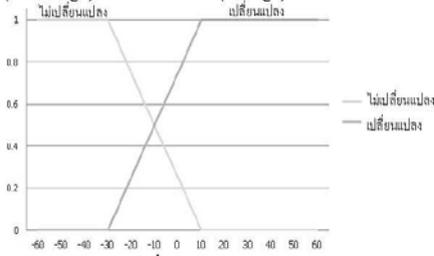
ภาพที่ 3: ตัวแปรอินพุตที่ 2 (forecast)

- 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 เวิร์กชอลแมชชีน ดังนี้

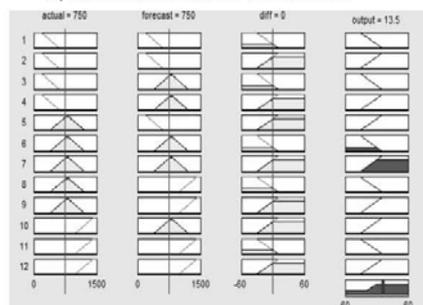
3.3.1 วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยจุดศูนย์กลาง (วิธีที่ 1) นำโปรแกรม MATLAB มาช่วยหาค่าจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity : COG) ซึ่งมีสมการของ COG ดังนี้

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

โดยที่ N คือ ค่าตั้งแต่ค่าแรกที่ 1 ถึงค่าแห่งที่ i

a<sub>i</sub> คือ ค่าฟัซซีของเอาต์พุตในฟัซซีค่าแห่งที่ i

w<sub>i</sub> คือ พื้นที่ใต้โค้งของเซตฟัซซีค่าแห่งที่ i



ภาพที่ 6: COG ที่ได้จากการประมวลผลฟัซซีลอจิกใน MATLAB

จากนั้น นำ COG(C<sub>z</sub>) ไปประมวลผลร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีด้วยตัวแปร และเงื่อนไขข้างต้น แล้วดำเนินการโดยไม่สนใจว่าค่า C<sub>z</sub> จะเป็นบวก หรือลบ ด้วยสมการ

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

โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุตที่ 3 และตัวแปรเอาต์พุต คือ หากค่าผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้น

จริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชชีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงและ  $C_x = 0$  แต่หากค่าผลต่างที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชชีจะมีการเปลี่ยนแปลงและ  $C_x = 13.5$

จากวิธีการพยากรณ์ดังกล่าว เป็นเพียงแนวทางในการปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ให้มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้น แต่ผลที่ได้ยังคงมีค่าพยากรณ์ที่น้อยกว่าค่าข้อมูลจริงในทุกเวอร์ชันตามเช่น จึงปรับปรุงแนวทางใหม่โดยใช้วิธีนำเสนอ 2

3.3.2 วิธีการพยากรณ์แบบพีชชีด้วยผลต่างของหน่วยความจำมากที่สุด(วิธีที่ 2)(Max Diff :  $M_d$ ) เป็นการนำผลต่างที่มากที่สุดระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ในแต่ละเวอร์ชันมาคำนวณการ มีสมการ ดังนี้

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

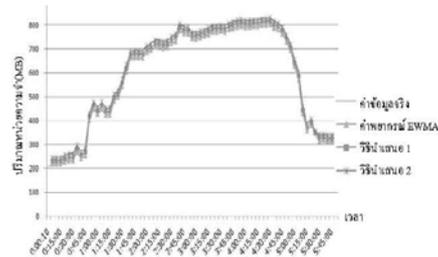
จากที่มีการจัดเก็บหน่วยความจำทุกๆ 10 วินาที ทำให้มี diff ทุก 10 วินาทีเช่นกัน แต่จะใช้ diff ตัวที่มากที่สุด( $M_d$ ) ของแต่ละเวอร์ชันตามเช่นไปประมวลผลร่วมกับวิธีการพยากรณ์แบบพีชชีด้วยตัวแปร และเงื่อนไขข้างต้น แล้วคำนวณการต่อโดยไม่สนใจว่าค่า  $M_d$  จะเป็นบวก หรือลบ ด้วยสมการ

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

โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุตที่ 3 และตัวแปรเอาต์พุต คือ หากค่าผลต่างระหว่างค่าหน่วยความจำที่เกิดขึ้นจริงกับค่าหน่วยความจำจากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA อยู่ในเกณฑ์ที่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชชีจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงและ  $M_d = 0$  แต่หากค่าผลต่างที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ค่าพยากรณ์แบบพีชชีจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งในการวิจัยนี้  $M_d$  ที่ได้จากเวอร์ชันตามเช่นทั้ง 3 คือ  $M_d(\text{VM1}) = 28$ ,  $M_d(\text{VM2}) = 33$  และ  $M_d(\text{VM3}) = 48$

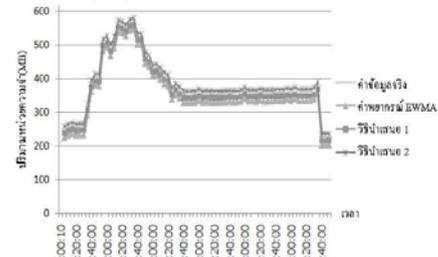
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 เปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการ ค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชีทั้ง 2 วิธี ของทั้ง 3 เวอร์ชันตามเช่น ในภาพรวมของระบบ ซึ่งจะสังเกตได้ว่าวิธีนำเสนอ 2 มีค่าหน่วยความจำโดยส่วนใหญ่มากกว่าวิธีการอื่นๆ



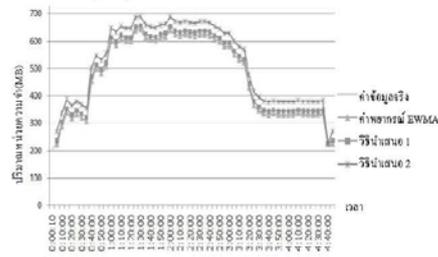
ภาพที่ 7: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบ

พีชชีทั้ง 2 วิธี (VM1)



ภาพที่ 8: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบ

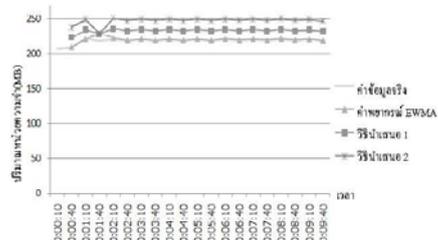
พีชชีทั้ง 2 วิธี (VM2)



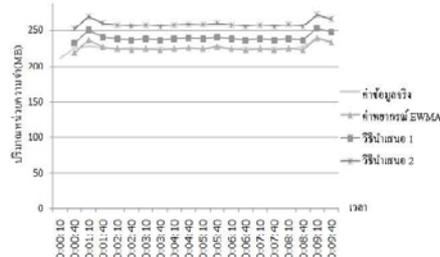
ภาพที่ 9: ค่าข้อมูลจริง ค่าพยากรณ์แบบ EWMA และค่าพยากรณ์แบบ

พีชชีทั้ง 2 วิธี (VM3)

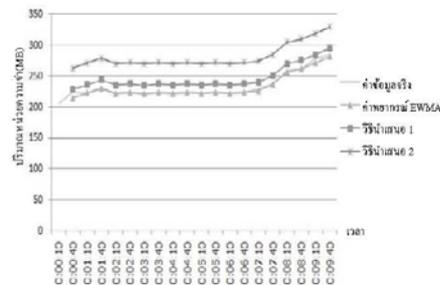
4.2 เปรียบเทียบค่าข้อมูลจริงของหน่วยความจำที่ได้จากการจำลองการเข้าใช้บริการ ค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และค่าหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชีทั้ง 2 วิธี ของทั้ง 3 เวอร์ชันตามเช่น ที่ 10 นาทีแรก เพื่อให้เห็นค่าหน่วยความจำที่ชัดเจนขึ้น



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



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



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

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

**ตารางที่ 2:** เปรียบเทียบ Memory Outage ในแต่ละกรณี

เวอร์ชวล เมาซีน	ค่าพยากรณ์ แบบ EWMA	ค่าพยากรณ์แบบ พืชวิธีที่ 1	ค่าพยากรณ์แบบ พืชวิธีที่ 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 ปรับปรุงค่าพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพืช ทำให้ค่า พยากรณ์ที่ได้มีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ที่ลดลง ซึ่งวิธีการพยากรณ์แบบพืชวิธีที่ 2 ให้ค่าน้อยที่สุด

## 5. สรุป

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์แบบพืชวิธีที่ 2 มี อัตราความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อระบบที่น้อยที่สุด ซึ่งถือเป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับค่าพยากรณ์ที่ได้จาก วิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และวิธีการพยากรณ์แบบพืชวิธี วิธีที่ 1 และหากต้องมีการนำค่าพยากรณ์ไปใช้เพื่อช่วยในการ ควบคุมและจัดสรรหน่วยความจำในระบบการประมวลผล คลาวด์ วิธีการพยากรณ์แบบพืชวิธีที่ 2 จะเป็นวิธีการที่ เหมาะสมในการดำเนินการ

สำหรับงานในอนาคต จะดำเนินการจัดสรรหน่วยความจำ แบบพลวัต(Dynamic) ให้กับแต่ละเวอร์ชวลแมชีนในระบบ การประมวลผลคลาวด์ ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพืชวิธีที่ 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 ปอดอกโปรง, วรวิศน์ ปีครประกร และพระระพีพัฒน์ ภาณุบุตร, "การใช้พืชชนิดจอกกับเครื่องปรับอากาศชนิดอินเวอร์เตอร์โดยอยู่บนพื้นฐานของการประหยัดพลังงานและความพึงพอใจของมนุษย์ สำหรับพื้นที่ในเขตร้อนชื้น" *การประชุมเครือข่ายวิชาการบัณฑิต แห่งชาติ ครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ธันวาคม 2555*.
- [6] สุพาจิตทอง, วิภาดา แซ่อึ้ง และธีร์ สายมงคล, "การพยากรณ์น้ำท่วมโดยแบบจำลองพืชชนิดจอก" *การประชุมวิชาการวิศวกรรม โยชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9 ปี พ.ศ.2547 หน้า WRE 19-23*.