

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 ในการจำลองเพื่อจัดเก็บ ผลลัพธ์การทดลองของ VM ทั้ง 3 เครื่องในรูปแบบของเท็กซ์ไฟล์นั้น ผลลัพธ์ของข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์ จะถูกนำไปใช้ในการจัดสรรปริมาณหน่วยความจำให้กับเครื่องเสมือนแต่ละเครื่อง โดยที่ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากการพยากรณ์นั้น ไม่ควรมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริงที่เกิดขึ้น เพราะหากว่าข้อมูลจากการพยากรณ์นั้น มีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับข้อมูลหน่วยความจำจริงแล้ว เมื่อจัดสรรหน่วยความจำไปให้ ก็จะทำให้ปริมาณหน่วยความจำที่จัดสรรไปนั้น 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 จำลองพฤติกรรมกรรมการเรียกใช้งานเว็บเพจ 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 จำลองพฤติกรรมการใช้งานเว็บเพจ 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 จำลองพฤติกรรมการใช้งานเรียกใช้บริการเว็บเพจจำนวน 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

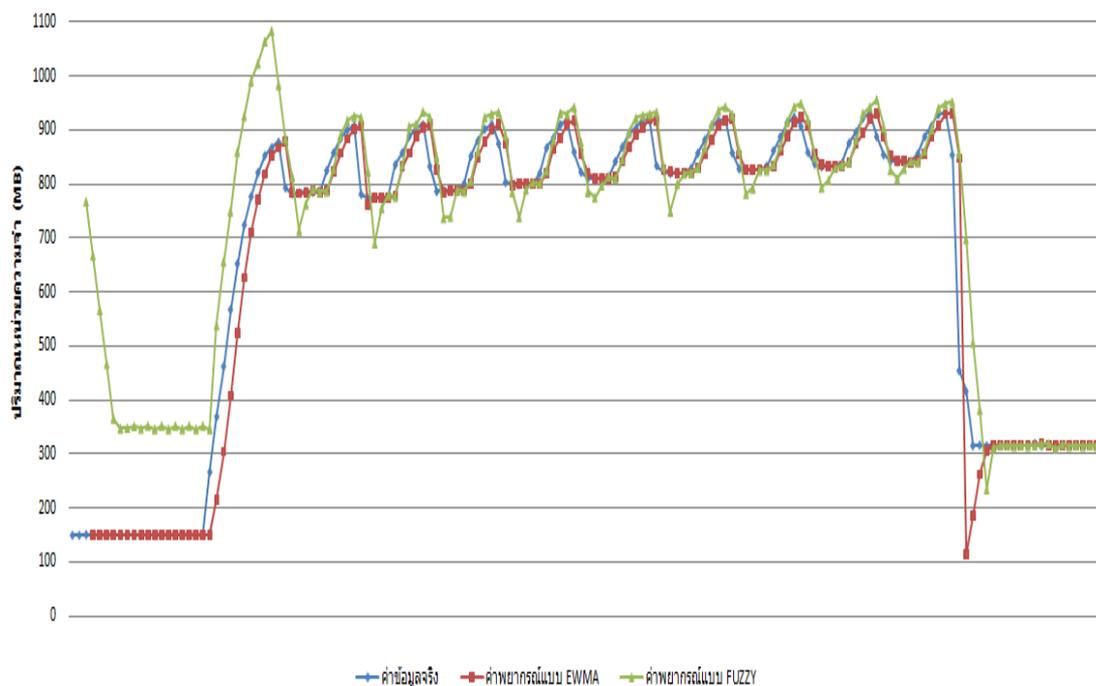
ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ของ VM ทั้ง 3 เครื่อง (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

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

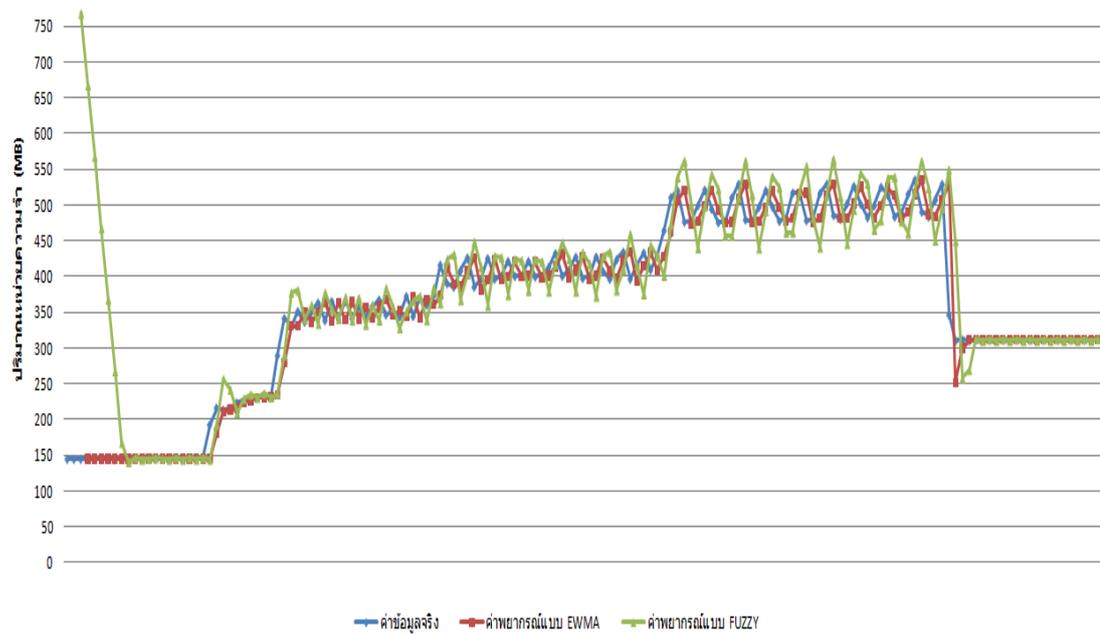
จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี มีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage ที่น้อยกว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA นั่นคือจากการปรับปรุงวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA เพื่อให้มีค่าผลลัพธ์การพยากรณ์ที่ดีขึ้นด้วยวิธีการพยากรณ์แบบพีชชี ทำให้วิธีการพยากรณ์แบบพีชชีมีอัตราความเสี่ยงที่จะทำให้ระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว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

4.2 เปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำระหว่างข้อมูลปริมาณหน่วยความจำจริง ข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA และข้อมูลปริมาณหน่วยความจำที่ได้จากวิธีการพยากรณ์แบบฟัซซี

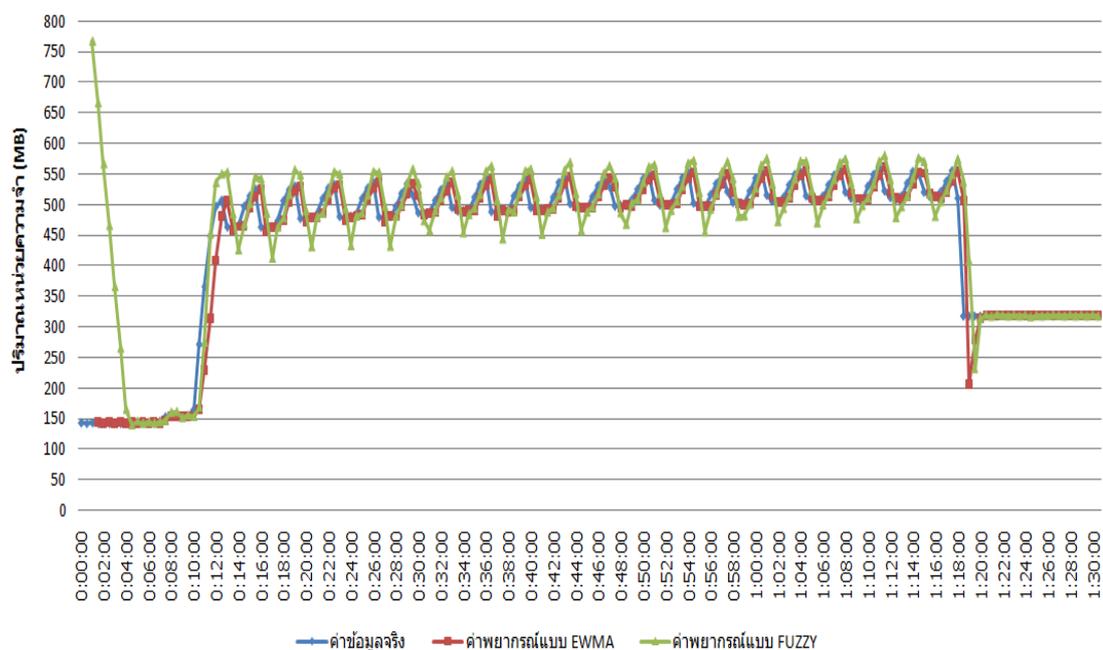
จากข้อ 4.1 จะเห็นว่า วิธีการพยากรณ์แบบฟัซซีมีเปอร์เซ็นต์การเกิด Memory Outage น้อยกว่าวิธีการพยากรณ์แบบ EWMA ทำให้ค่าผลลัพธ์การพยากรณ์แบบฟัซซีดีกว่า โดยแสดงกราฟข้อมูลเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 4.1 ภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 ใน VM1, VM2 และ VM3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 1 (กรณีไม่ควบคุมปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)



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

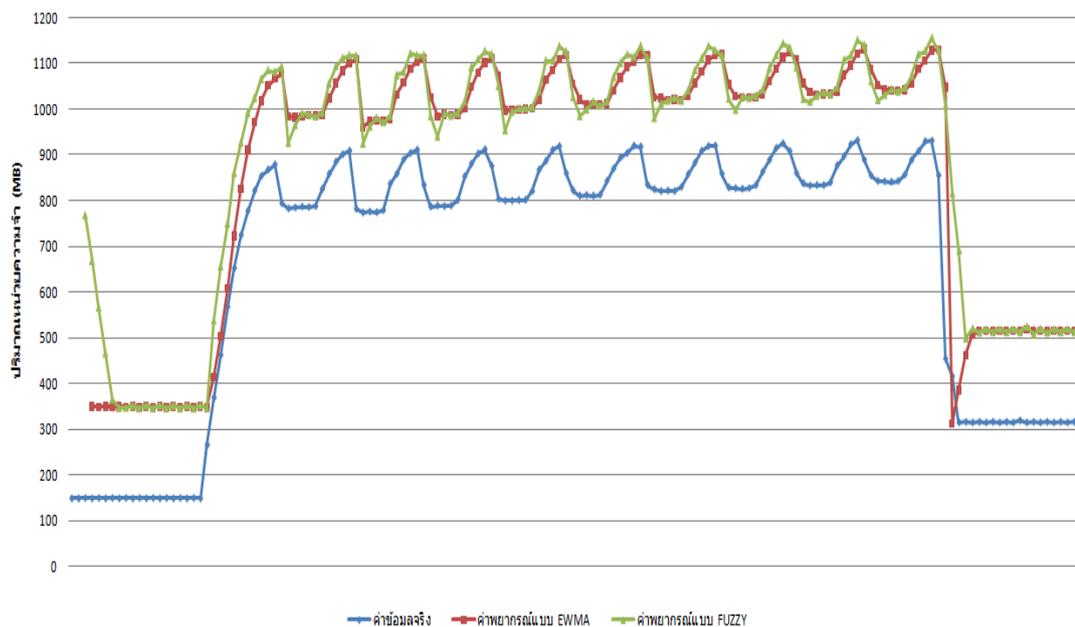


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณหน่วยความจำใน VM เครื่องที่ 3 (กรณีไม่ควบคุม ปริมาณหน่วยความจำที่ 200 MB)

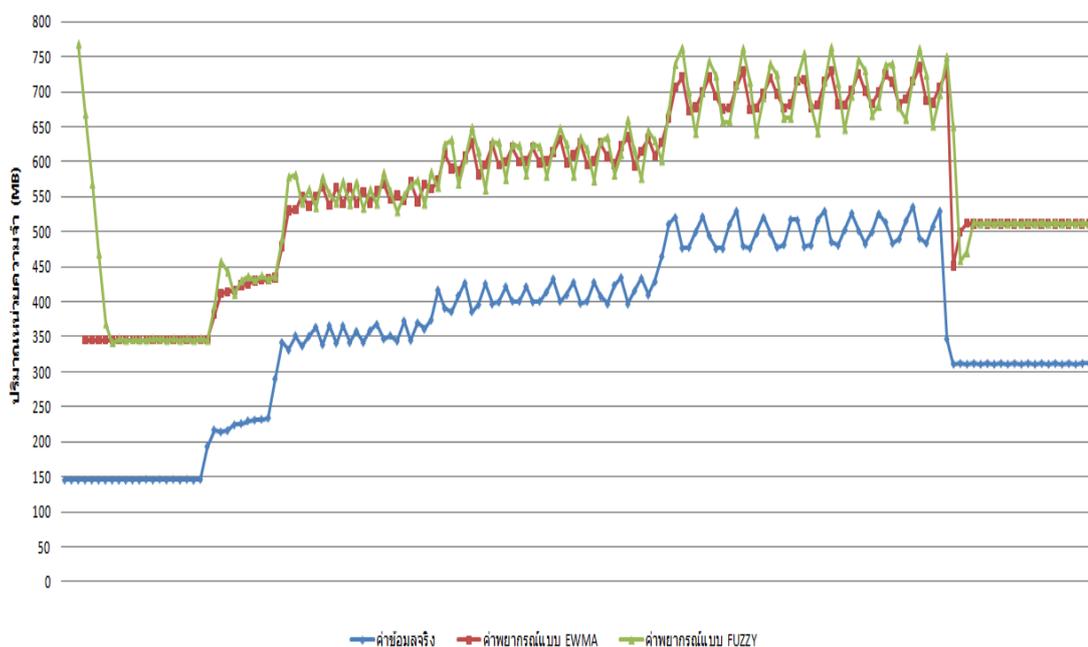
แต่ค่าผลลัพธ์ดังกล่าว ยังไม่สามารถนำไปจัดสรรหน่วยความจำให้กับระบบฯ ได้ เนื่องจากค่าผลลัพธ์ดังกล่าว ยังมีความเสี่ยงอยู่ จึงต้องมีการควบคุมปริมาณหน่วยความจำไว้ที่ 200 MB ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จึงจะจัดสรรค่าดังกล่าวให้กับระบบการประมวลผลคลาวด์แบบส่วนตัว ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.5 ภาพที่ 4.4 ภาพที่ 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)

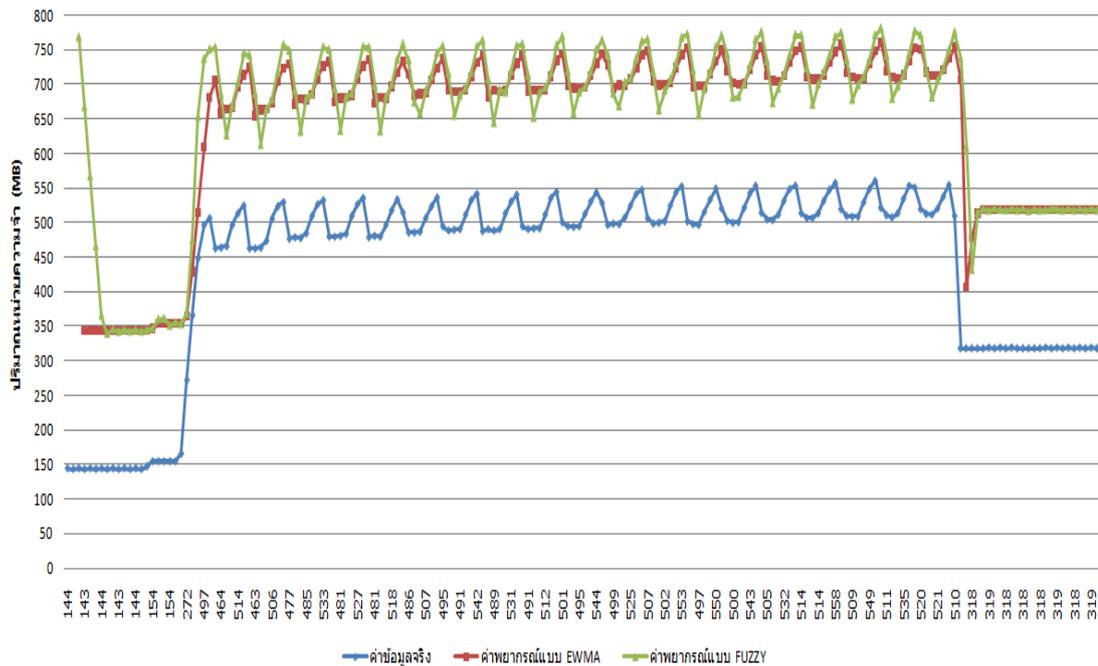
เครื่องจักรเสมือน	ข้อมูลการพยากรณ์ แบบ EWMA	ข้อมูลการพยากรณ์ แบบพีชชี
VM1	0.68%	0.00%
VM2	0.00%	0.00%
VM3	0.00%	0.00%



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 สามารถทำได้ทันทีที่ทำให้ปริมาณหน่วยความจำที่ได้จัดสรรนั้น เพียงพอต่อการใช้งาน และสอดคล้องกับการใช้งานที่เกิดขึ้นในเครื่องจักรเสมือน

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