

ตัวแบบแนะนำสำหรับการจัดสรรทรัพยากรบนการทำงานด้วยเทคโนโลยีเสมือนโดยใช้ฟัซซี่ลอจิก

A Model for Allocating Resource Recommendation on Virtualization Technology Using Fuzzy Logic

รัตนเดช ชมภูณูช¹, ฉัตรเกล้า เจริญผล², จิรัฏฐา ภูบุญชอบ³

Ruttanadech Chompoonuch¹, Chatklaw Jareanpon² and Jiratta Phuboon-ob³

Received: 12 November 2014 ; Accepted: 16 February 2015

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องเสมือน (Virtual machines) เข้ามามีบทบาทและแทนที่การให้บริการแทนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแบบเดิมที่ให้บริการ โดยมีสาเหตุมาจากการจัดสรรทรัพยากรด้านฮาร์ดแวร์ได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์แบบฟัซซี่ ในการพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจ สำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรของเครื่องเสมือน เพื่อหาแบบที่เหมาะสมในการจัดสรรทรัพยากรให้เครื่องต่อการทำงาน โดยใช้เกณฑ์แบบฟัซซี่ ซึ่งมีตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจคือระยะเวลาในการทำงานอย่างต่อเนื่องของ หน่วยประมวลผล (CPU) และหน่วยความจำหลัก (Memory) ซึ่งในการตัดสินใจการจัดสรรทรัพยากรของเครื่องเสมือนคือโหมดการเพิ่ม แกน (Core) ของหน่วยประมวลผล และ หน่วยความจำหลัก ตามจำนวนที่เหมาะสมให้แก่เครื่องเสมือนโดยไม่กระทบต่อทรัพยากรในการทำงานหลักของระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการนี้จะสามารถบริหารจัดการทรัพยากรของเครื่องเสมือนแตกต่างไปจากการบริหารจัดการทรัพยากรในรูปแบบเดิมๆ คือ ใช้การประเมิน 3 ระดับคือ ระดับต่ำ (Low) ระดับปานกลาง (Medium) และ ระดับสูง (High) ซึ่งพบว่าแบบจำลองฟัซซี่มีการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากรให้เครื่องเสมือนได้ตรงตามความต้องการกับภาระงานที่เป็นอยู่ ณ ขณะนั้น นอกจากนี้จากการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา พบว่าแบบจำลองที่นำเสนอมีค่าเวลาในการคำนวณเท่ากับ Big O(1) จึงสามารถนำไปใช้ในระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ (real time)

คำสำคัญ : เครื่องเสมือน ฟัซซี่ การบริหารจัดการทรัพยากรของเครื่องเสมือน ภาระงาน

Abstract

The Virtual Machine has come into service, instead of the Physical Server Machine, because of ineffective hardware. In this paper, we propose to develop the Fuzzy Decision Model for resource management of Virtual Machines to determine an allocated-resource model for operating the machines. The criteria by Fuzzy variables are used to determine the duration of the continued work of the CPU and Secondary Memory. The decision output allocates the resources of the Virtual Machine to increase the appropriate CPU core and Secondary Memory without affecting the operation of the System Resources. From this paper, the proposed method is different from other resource managements. The Virtual Machine is classified into 3 level index indexes: Low, Medium and High. It was found that the proposed model with Fuzzy decision-making in resource management for Virtual machines is able to use for resource management of the interactive workload. Moreover The Computation time result is equal to Big O (1), this proposed algorithm is able to apply in many changeable systems (real time)

Keyword: Virtual Machine, Fuzzy, Resource management of virtual machines, Workload

¹ นิสิตปริญญาโท, ^{2,3} ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Graduate students, ^{2,3} Assistant Professor, Faculty of Informatics Mahasarakham University, Kantharawichai District, MahaSarakhm, 44150, Thailand.

บทนำ

เทคโนโลยีเสมือน¹ ถูกพัฒนาขึ้นมาให้บริการแทนระบบคอมพิวเตอร์แบบเดิม เนื่องจากการใช้ฮาร์ดแวร์ได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงมีหลักการที่จะสร้างระบบคอมพิวเตอร์เสมือนทำให้เกิดการใช้งานทรัพยากรได้เต็มประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเรื่องการประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายระบบคอมพิวเตอร์เสมือนเกิดจากการใช้ซอฟต์แวร์เข้ามาช่วยทำหน้าที่ในการจัดสรรทรัพยากรทางกายภาพต่างๆ ซึ่งเรียกโปรแกรมนี้ว่า ไฮเปอร์ไวเซอร์² (Hypervisor) เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีเสมือน จะมีการสร้างเครื่องเสมือน (Virtual machine) ขึ้นมาซึ่งแต่ละเครื่องเสมือนจะมีระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ต้องบริหารทรัพยากรจากเครื่องจริงเพื่อใช้ในเครื่องเสมือนนั้นๆ เช่น หน่วยประมวลผล (CPU), หน่วยความจำหลัก (Memory), ส่วนนำเข้า/ส่งออก (I/O device) เป็นต้น โดยภาระต่างๆ จะตกไปเป็นภาระงาน (Workloads) ของระบบปฏิบัติการเครื่องจริงที่จำเป็นต้องจัดการทรัพยากรภายในเครื่องจริง (Physical Machine) ให้กับเครื่องเสมือนต่างๆ ที่ทำงานอยู่ โดยการปรับแต่งให้การทำงานดังกล่าวมีประสิทธิภาพ จะต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของผู้ดูแลระบบ ในการบริหารจัดการ³

การบริหารจัดการเครื่องเสมือนให้ตรงตามความต้องการนั้นต้องใช้การบริหารจัดการที่ดี จากการศึกษาพบงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาวิธีการบริหารจัดการที่ดี โดยสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1.กลุ่มงานวิจัยด้าน อัลกอริทึม 2.กลุ่มงานวิจัยที่ออกแบบตามหลักการ A Service level agreement (SLA)

1. กลุ่มงานวิจัยด้าน อัลกอริทึม จากการศึกษางานวิจัยที่⁴ พบว่าการบริหารจัดการทรัพยากรของเครื่องเสมือนเป็นการสร้างรูปแบบของการทำงานที่ควบคุมอัตราการไหลเข้าของจำนวนภาระงานเข้ามายังเครื่องเสมือนที่ทำงานอยู่บนไฮเปอร์ไวเซอร์ ซึ่งนำค่าภาระงานเฉพาะหน่วยประมวลผล (CPU) มาทำการศึกษาโดยใช้ฟัซซี (Fuzzy) ในการคำนวณหาปริมาณภาระงานที่มีเข้ามาเพื่อไม่ให้ ภาระงานเข้ามา ณ เวลาเดียวกัน แต่จะปรับแต่งให้ภาระงาน กระจ่ายออกไปในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งจะทำให้เครื่องเสมือนสามารถรองรับภาระงานเหล่านั้นได้ทั้งหมด ในงานวิจัยที่⁴ เป็นงานวิจัยการที่นำ

เสนอเพียงแนวคิดโดยการการปรับแต่งฟัซซีซึ่งนำอัลกอริทึมเข้ามาช่วยเพื่อควบคุมทรัพยากรทั้งหมดภายในเครื่องเสมือนซึ่งยังเป็นเพียงแนวคิดในการออกแบบ สมการยังขาดการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ได้นิยามขึ้นมาจริงบนระบบ

2.กลุ่มงานวิจัยที่ออกแบบตามหลักการ A Service level agreement (SLA) ในงานวิจัยที่⁵⁻⁸ เป็นการศึกษารูปแบบการให้บริการของเครื่องเสมือนที่มีในปัจจุบัน โดยมุ่งเน้นการออกแบบหลักการการให้บริการด้วยข้อตกลงระยะเวลาการให้บริการ หรือ A service-level agreement (SLA)⁹ คือ ข้อตกลงเพื่อรับประกันการบริการระหว่างผู้ให้บริการกับผู้รับบริการ เพื่อเพิ่มความมั่นใจแก่ผู้รับบริการว่าเจ้าหน้าที่จะสามารถให้บริการได้ตามระยะเวลาแต่ละกระบวนการที่กำหนดไว้

ในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้นำหลักการ ฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) มาเป็นตัวแบบในการศึกษาเพื่อใช้ทำนายถึงสภาวะภาระงานต่างๆในการบริหารจัดการการใช้ทรัพยากรของเครื่อง การหาค่าความเหมาะสมที่สุดและการจำลองระบบเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องเสมือน เช่นจำนวนภาระงาน ทรัพยากรที่ควรได้รับจัดสรรให้เพียงพอต่อการให้บริการ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลที่กำหนดให้แน่นอนได้ยาก มีความคลาดเคลื่อนและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยใช้เกณฑ์เงื่อนไขแบบฟัซซีแทนฟังก์ชันที่มีความซับซ้อนไม่เชิงเส้น สร้างจากฐานความรู้โดยกำหนดตัวแปรในรูปแบบภาษา เช่น มาก ปานกลาง น้อย

วัตถุประสงค์

เพื่อเสนอแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีกับฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) ในเครื่องให้บริการเสมือนเพื่อจัดสรรจำนวนทรัพยากร ให้สามารถรองรับภาระงานที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้อย่างเหมาะสม

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำหลักการ ฟัซซี มาเป็นตัวแบบในการศึกษาเพื่อใช้ทำนายถึงสภาวะภาระงานต่างๆ ในการบริหารจัดการ การใช้ทรัพยากรของเครื่องจริงต่อเครื่องเสมือนในระบบ เซ็นเซฟเวอร์ (Xen Server) ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน 5 ขั้นตอน

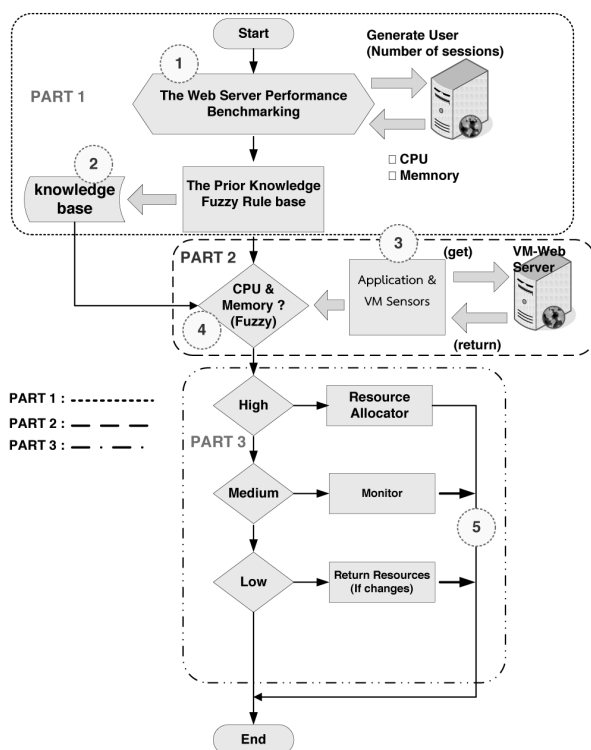


Figure 1 Overview of Process

ส่วนที่ 1 : ทำหน้าที่เก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องเสมือนในการทำงานในสภาวะงานและทรัพยากรที่ได้รับจัดสรรในช่วงต่างๆ ที่มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่อง เช่น ซีพียู หน่วยความจำหลัก และระยะเวลา

ในการทำงานอย่างต่อเนื่อง (ในที่นี้ทดสอบกับการทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์) เพื่อใช้เป็นฐานกฎเกณฑ์ฟัซซี (Fuzzy rule base) หรือ ฐานความรู้ (Knowledge base) สำหรับป้อนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ โดยฟัซซี เพื่อวิเคราะห์หาสถานการณ์ของเครื่องเสมือนที่ให้บริการ

ผู้วิจัยต้องออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า Benchmark : Webserver Stress Tool⁹ เพื่อใช้ในการจำลองระบบการทำงาน ในการวัดประสิทธิภาพของระบบโดยมีรูปแบบการทำงานในทรัพยากรลักษณะต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงขั้นตอนได้ดังนี้

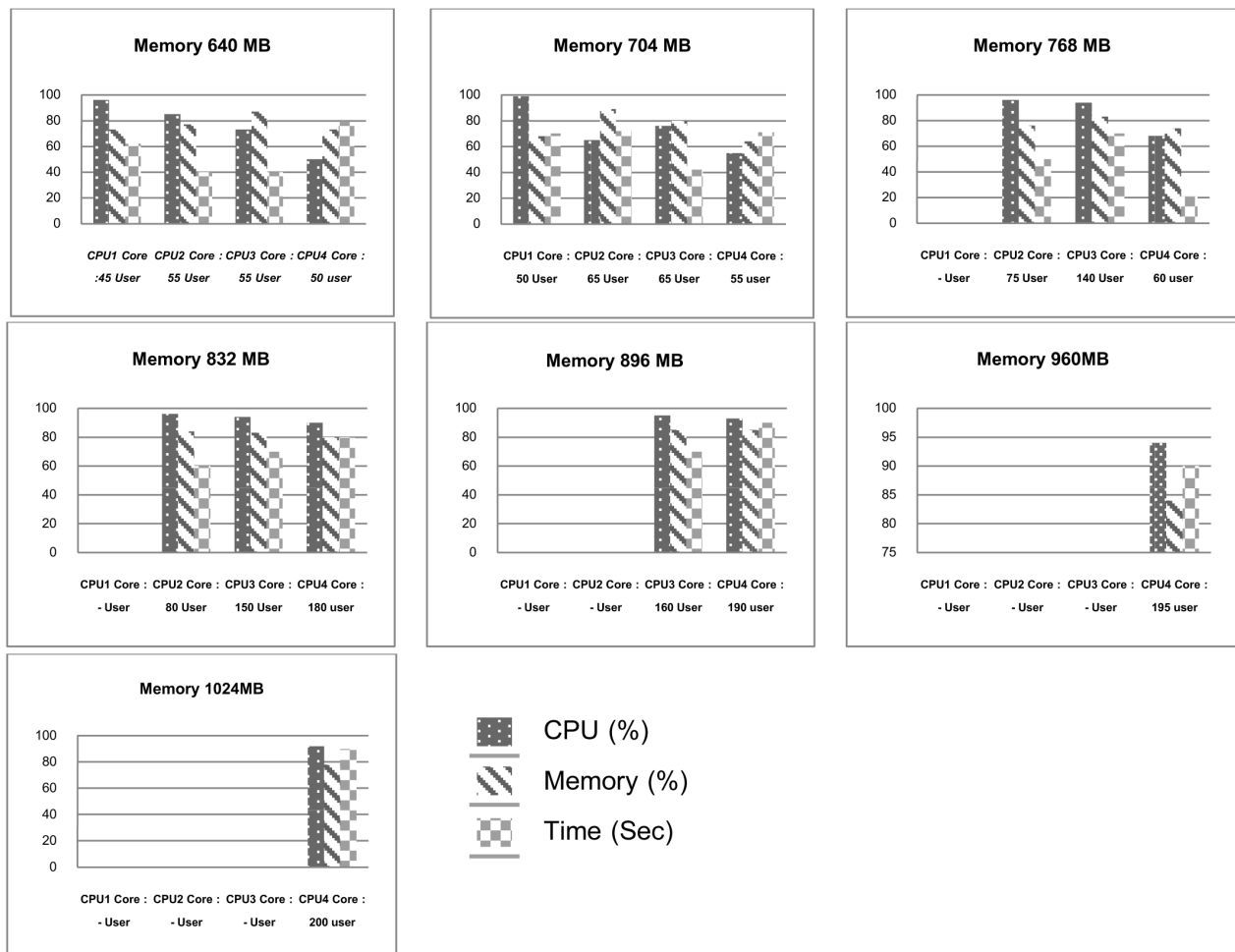
ขั้นตอนที่ 1: ทำการติดตั้ง Benchmark ไว้บนเครื่องเพื่อทำการเก็บข้อมูล จะทำการทดสอบไปยังเครื่องเสมือนที่ให้บริการที่ต้องการวัดประสิทธิภาพ โดยทำการสร้างภาระงาน (workload) ซึ่งรูปแบบการทดสอบนั้นจะทำการทดสอบ ซีพียูที่ถูกใช้งาน (%) และ หน่วยความจำหลักที่ถูกใช้งาน (%) ของเครื่องเสมือนอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งไม่สามารถให้บริการได้ โดยนับหน่วยการวัดของการทดสอบที่สำเร็จเป็นวินาที (second) ดัง Table 1 และ แสดงกราฟแยก ดัง Table 2 จาก Table 1 บรรทัดที่ 1 จะพบว่า Client = 5 หมายถึง จำนวนเครื่องลูกข่าย 5 เครื่อง กำหนดให้ Memory เท่ากับ 640 MB และ CPU 1 แกน(Core) มีการใช้งานประสิทธิภาพของ CPU 78 %, Memory 60% ใช้เวลาในการทำงาน 11 วินาที โดยพบว่าจำนวน Memory 640 MB และ CPU 1 แกน (Core) สามารถรับภาระงานได้จำนวนสูงสุด 45 Client

Table 1 Test results and measure performance with Benchmarking

Client	Memory	CPU 1 (Core)			CPU 2 (Core)			CPU 3 (Core)			CPU 4 (Core)		
		CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time
5	640	78	60	11	5	66	65	57	66	4	5	57	67
10		91	68	10	10	66	67	57	70	7	10	58	69
15		91	64	20	15	74	69	68	72	10	15	65	71
20		95	70	30	20	79	72	72	75	10	20	69	76
25		95	69	31	25	81	79	77	82	10	25	72	83
30		94	72	42	30	83	83	66	87	21	30	79	74
35		96	68	50	35	86	85	79	82	10	35	81	79
40		95	77	60	40	88	81	83	79	21	40	82	79
45		96	73	62	45	89	77	84	76	20	45	77	77
50	704	99	68	70	50	90	78	78	78	30	50	73	79
55					85	77	40	73	87	40	55	64	71
60					60	93	79	67	81	40	68	74	21
65					65	89	72	76	80	42	83	76	30
70	768				95	83	50	83	82	40	74	76	30
75					96	76	60	88	79	40	83	76	30

Client	Memory	CPU 1 (Core)			CPU 2 (Core)			CPU 3 (Core)			CPU 4 (Core)		
		CPU %	Mem%	Time	CPU %			CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time
80	832				96	84	60	88	79	40	88	78	30
85								88	79	50	85	78	40
90								88	79	50	88	79	40
95								91	81	50	85	77	40
100								91	81	50	88	78	40
110								92	82	60	87	80	50
120								95	84	60	89	84	50
130								94	83	70	89	70	60
140								95	84	70	91	84	60
150								94	83	70	91	83	70
160	896							95	85	70	90	83	70
170											92	83	80
180											90	80	80
190											93	85	90
195	960										94	84	90
200	1024										92	78	90

Table 2 Workload: CPUs, Memory and Duration of work (Time) represented in term of 640, 704, 768, 832, 896, 960, 1024 MB of Memory, respectively.



ขั้นตอนที่ 2 จัดเก็บข้อมูลที่ได้ ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมใช้เป็นฐานกฎเกณฑ์ฟัซซี หรือ ฐานความรู้ (Knowledge base) ในการดำเนินการทางฟัซซี

ส่วนที่ 2 : ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลจากเครื่องเสมือนที่ทำงานในปัจจุบัน

ขั้นตอนที่ 3 ข้อมูลที่ตรวจสอบจะถูกส่งมาเมื่อมีการทำงานของทรัพยากรเครื่องอย่างต่อเนื่อง ตามระยะเวลาการทำงานของเครื่องเสมือนในทรัพยากรนั้นๆ สามารถทำได้ โดยจะนำเข้าสู่การประมวลผลเพื่อการแปลงอินพุตที่เป็นค่าจริง เปลี่ยนเป็นอินพุตแบบ ฟัซซี โดยสามารถสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจากการทำงานให้อยู่ในรูปของพจน์ภาษาได้ดัง Table 3 โดยอ้างอิงกลุ่มภาระงาน ตามหลักการของ Windows Reliability and Performance Monitor¹⁰

Table 3 work load of CPU and Memory

ภาระงาน	CPU	Memory
น้อย (Low)	ภาระงานต่ำกว่า 50%	
กลาง (Medium)	ภาระงานตั้งแต่ 25% ถึง 75%	
สูง (High)	ตั้งแต่ 50%	

Table 4 Knowledge base

Memory	CPU 1			CPU 2			CPU 3			CPU 4		
	CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time	CPU %	Mem%	Time
640	96	73	62	85	77	40	73	87	40	50	73	79
704	99	68	70	65	89	72	76	80	42	55	64	71
768				96	76	60	95	84	70	68	74	21
832				96	84	60	94	83	70	90	80	80
896							95	85	70	93	85	90
960										94	84	90
1024										92	78	90

จาก Table 4 การประมวลผลจะเกิดขึ้นเมื่อตรวจสอบพบว่ามีการทำงานของทรัพยากรอย่างต่อเนื่องจนถึงเวลาที่กำหนดโดย สมมุติ เครื่องเสมือนมีทรัพยากรในการทำงานดังนี้ ซีพียู 1 แกน หน่วยความจำหลัก 640 MB ตรวจพบการทำงานของ หน่วยความจำหลัก ต่อเนื่องเข้าสู่ วินาทีที่ 62 ให้หาว่าระบบควรจัดสรรทรัพยากรอย่างไรให้เหมาะสมกับปริมาณงาน

วิธีการคำนวณ ใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยมซึ่งมีพารามิเตอร์ ตามสมการที่ (1)

โดยกำหนดให้

x แทน ตัวแปรอินพุต

ขั้นตอนที่ 4 สร้างสมการที่ใช้การประมวลผล Fuzzy ของระบบ ในการหาภาระงานของ CPU และ Memory การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกขึ้นอยู่กับค่าที่ได้รับภาระงานจากระบบ (x) โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกแบบสามเหลี่ยมซึ่งมีพารามิเตอร์ ดังสมการที่ 1

$$\text{triangular}(x; a, b, c) = f(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ (x-a)/(b-a), & a \leq x < b \\ (c-x)/(c-b), & b \leq x \leq c \\ 0, & x > c \end{cases} \quad (1)$$

โดย a, b, c มีค่าเท่ากับ (25,50,75) ตาม Table 3 ตัวอย่างของการประมวลผลสามารถทำได้ โดยใช้ ฐานความรู้ (Knowledge base) ซึ่งข้อมูลที่นำมาจากค่าจาก Table 1 ซึ่งเป็นค่าที่ทรัพยากรของเครื่องเสมือน ประกอบไปด้วยจำนวนซีพียู และ หน่วยความจำหลัก โดยทรัพยากรแต่ละรูปแบบการทดสอบ สามารถรับจำนวนภาระงานสูงสุดในการทดสอบได้ในแต่ละรูปแบบในการทดสอบ มีค่าดังใน Table 4

Low แทน ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตภาระงานระดับต่ำ

Medium แทน ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตภาระงานระดับปานกลาง

High แทน ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตภาระงานระดับสูง

ในการการกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตทั้ง 3 มีรายละเอียดดังนี้

สมการที่ใช้ตรวจสอบเงื่อนไขภาระงานระดับต่ำ (Low) ดังสมการที่ 2

$$Low(x: 25, 50, 75) \begin{cases} 1 & , x < 25 \\ (50 - x)/25 & , 25 \leq x < 50 \\ 0 & , x \geq 50 \end{cases} \quad (2)$$

จากสมการที่ 2 สามารถแบ่ง ออกเป็น 3 ค่า

- ถ้า x น้อยกว่า 25 แล้วเป็นจริงให้ x มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1
- ถ้า x ตั้งแต่ 25 และ x น้อยกว่า 50 แล้วค่าความเป็นสมาชิกจะสามารถคำนวณได้จาก นำ 50 ลบด้วย x หาร 25 เท่ากับผลลัพธ์ที่ได้
- ถ้า x มากกว่าหรือเท่ากับ 50 แล้ว x มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 โดยเมื่อนำสมการมาเขียนเป็นกราฟจะได้ดัง Figure 2

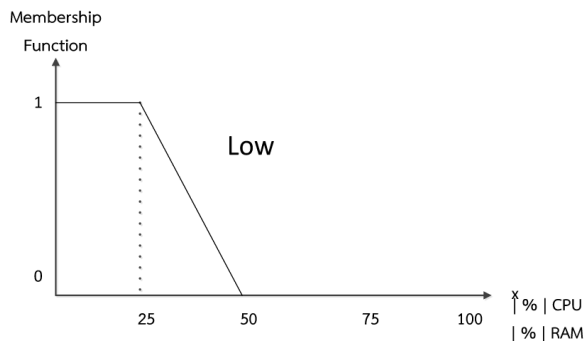


Figure 2 Membership function of Low workload

สมการที่ใช้ตรวจสอบเงื่อนไข ภาระงานระดับปานกลาง (Medium) ดังสมการที่ 3

$$Medium(x: 25, 50, 75) \begin{cases} 0 & , x < 25, x > 75 \\ (x - 25)/25 & , 25 \leq x < 50 \\ (75 - x)/25 & , 50 \leq x \leq 75 \end{cases} \quad (3)$$

จากสมการที่ 3 สามารถแบ่ง ออกเป็น 3 ค่า

- ถ้า x มีค่าน้อยกว่า 25 หรือ x มีค่ามากกว่า 75 ให้ x มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0
- ถ้า x มีค่าตั้งแต่ 25 และ x น้อยกว่า 50 แล้วค่าความเป็นสมาชิกจะสามารถคำนวณได้จาก นำ x ลบด้วย 25 แล้วหารด้วย 25
- ถ้า x มากกว่าหรือเท่ากับ 50 และ x น้อยกว่าหรือเท่ากับ 75 ค่าความเป็นสมาชิกจะสามารถคำนวณได้จาก นำ 75 ลบด้วย x หาร 25 เท่ากับผลลัพธ์ที่ได้

โดยเมื่อนำสมการมาเขียนเป็นกราฟจะได้ดัง Figure

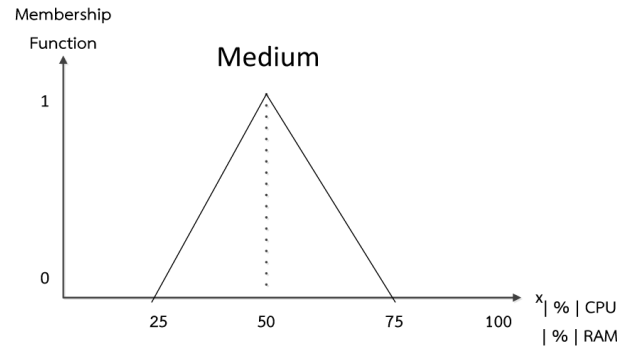


Figure 3 Membership function of Medium workload

สมการที่ใช้ตรวจสอบเงื่อนไข ภาระงานระดับสูง (High) ดังสมการที่ 4

$$High(x: 25, 50, 75) \begin{cases} 0 & , x < 50 \\ (x - 50)/25 & , 50 \leq x < 75 \\ 1 & , x \geq 75 \end{cases} \quad (4)$$

จากสมการที่ 4 สามารถแบ่ง ออกเป็น 3 ค่า

- ถ้า x น้อยกว่า 50 ให้ x มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0
- ถ้า x ตั้งแต่ 50 และ x น้อยกว่า 75 ค่าความเป็นสมาชิกได้จากการนำ x ลบด้วย 50 หารด้วย 25
- ถ้า x มากกว่าหรือเท่ากับ 75 ให้ x มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1

โดยเมื่อนำสมการมาเขียนเป็นกราฟจะได้ดัง Figure 4

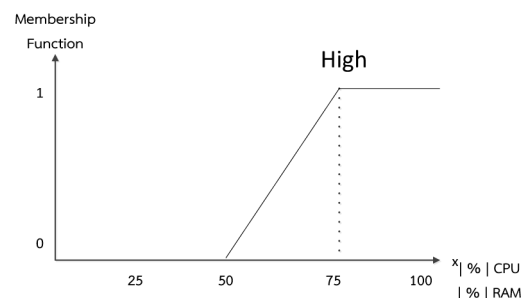


Figure 4 Membership function of High workload

เมื่อนำฟังก์ชันความเป็นสมาชิก 3 เซต มารวมกันภายใต้แกนเดียวกันจะดังที่จะแสดงได้ดังภาพที่ Figure 5

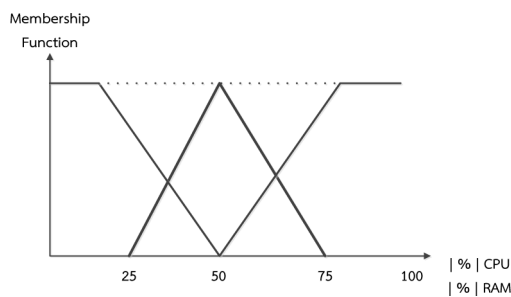


Figure 5 Membership function of all workload

ตัวอย่าง เครื่องเสมือน CPU 1 Core, Memory 640 MB กำหนดให้ ภาระงานของ Memory usage = 64%, CPU usage = 79 โดยมีเวลาทำงานต่อเนื่องที่ 62 วินาที จาก Figure 5 เมื่อนำผลการภาระงานของ ซีพียู หรือ หน่วยความจำหลัก มาเข้าสู่ตรรกาคำนวณจะได้ผลดังนี้

ค่าความเป็นสมาชิกของภาระงานของ

$$\text{Memory } (x) = 64, \text{ CPU } (x) = 79$$

เมื่อทำการตรวจสอบค่า x ที่ได้กับสมการตรวจสอบเงื่อนไข กรณี ภาระงานต่ำ (Low) แล้วปรากฏว่า ถ้า $x \geq 50$ แล้ว ได้ค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 หมายความว่า ภาระงานของ ซีพียู และ หน่วยความจำหลัก มันไม่ได้อยู่ในระดับต่ำ

นอกจากนั้นเมื่อทำการตรวจสอบค่า Memory (x) ที่ได้กับสมการ ตรวจสอบเงื่อนไข ภาระงานปานกลาง (Medium) แล้วปรากฏ $x \geq 50$ และ $x \leq 75$ แล้ว

$75 - x$ ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณค่า จะได้ Memory $(75 - 64)/25 = 0.44$, CPU (x) = 79 ที่ได้กับสมการ ตรวจสอบเงื่อนไข ภาระงานปานกลาง ถ้า $x < 25$ แล้ว $x > 75$ ได้ค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 หมายความว่า ภาระงานของ ซีพียู นี้ไม่ได้อยู่ในระดับปานกลาง

นั่นหมายความว่าภาระงานของ หน่วยความจำหลัก น้อยอยู่ในระดับปานกลาง

อย่างไรก็ตามหากทำการตรวจสอบ ค่า x ที่ได้กับสมการตรวจสอบเงื่อนไขภาระงานสูง (High) จะปรากฏว่า $x \geq 75$ แล้ว ได้ค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 CPU, Memory $(64 - 50)/25 = 0.56$ ดังนั้นค่าความเป็นสมาชิกของ ภาระงานสูงมีค่ามากกว่าค่าความเป็นสมาชิกของภาระงานปานกลาง จากตัวอย่างข้างต้นสรุปว่าเมื่อทราบข้อมูลว่า หน่วยความจำหลักเท่ากับ 64% เข้าสู่ วินาทีที่ 62 ระบบจะตอบได้ทันทีว่า ณ เวลา “ตอนนี้เครื่องเสมือนทำงานอยู่ในระดับสูงควรได้รับการจัดสรรทรัพยากรเพิ่ม” (สำหรับตัวอย่างเพิ่มเติมจะอยู่ในหัวข้อ ผลการวิจัย)

ส่วนที่ 3 ทำหน้าที่รับผลที่ได้รับการตีความจากส่วนที่ 2 มาดำเนินการจัดสรรทรัพยากร ว่าปัจจุบันเครื่องเสมือนต้องการจัดสรรทรัพยากรจากส่วนกลางเพิ่มขึ้นหรือไม่ ขั้นตอน ที่ 5 เทียบจากความสามารถในการเพิ่มขึ้นของทรัพยากรต่อการให้บริการใน Table 1 โดยแบ่งออกตามภาระงานดังนี้

- High จะทำการส่งคำขอเพื่อขอรับการจัดสรรทรัพยากรจากระบบโดย ซีพียู จะจัดสรรเป็น แกน ครั้งละ 1 แกน หน่วยความจำหลัก จะจัดสรรครั้งละ 64 MB อย่างไรก็ตามการจัดสรรทรัพยากรจะกระทำต่อเมื่อ ระบบปฏิบัติการ เซ็นเซฟเวอร์จะต้องมีทรัพยากรเพียงพอจึงจะสามารถทำได้
- Medium ไม่มีการดำเนินการอะไร
- Low จะทำการตรวจสอบว่า เครื่องเสมือนมีการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรก่อนหน้าหรือไม่ถ้ามี จะทำการคืนค่าทรัพยากรที่ได้รับการจัดสรรให้เป็นค่าก่อนมีการเปลี่ยนแปลง

การทดลองและผลการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- 1) โปรแกรม Webserver Stress Tool ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการเว็บเซฟเวอร์ สำหรับการทดสอบกับเครื่องเสมือนใน เซ็นเซฟเวอร์
- 2) ระบบปฏิบัติการ เซ็นเซฟเวอร์ (Xen Server 6.2) ติดตั้งบนเครื่อง Intel Xeon 4 Core CPU 2.80 GHz, 4096 MB of RAM, 100/1000 Mbps Ethernet interface card
- 3) ระบบปฏิบัติการ Windows 2008
- 4) โปรแกรมให้บริการเว็บไซต์ Apache 2.2.8, PHP 5.2.6, MySQL 5.0.51b

ผลการวิจัย

แบ่งออกเป็นการวัดประสิทธิภาพ 2 ส่วนคือ

1. การวัดประสิทธิภาพด้านความถูกต้อง
2. การวัดประสิทธิภาพด้านเวลา (Computational time)

จาก Figure 6 แสดงข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการหาค่าในการจัดสรรทรัพยากรให้เครื่องเสมือน

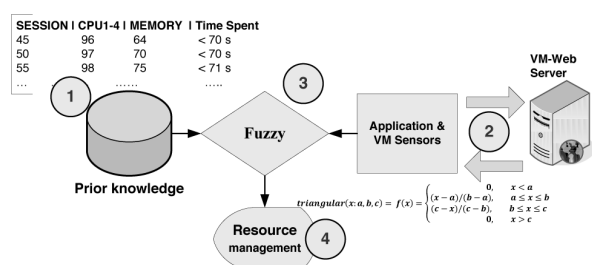


Figure 6 Process of analysis

ตัวอย่างการคำนวณ

เครื่องเสมือนทรัพยากรที่ได้รับจัดสรร ซีพียู 3 แกน หน่วยความจำหลัก 768 MB หมายเลข 2 ระบบตรวจพบการทำงานของทรัพยากรภายในเครื่องเสมือนอย่างต่อเนื่องเป็น 70 วินาที โดยมีค่าซีพียูเท่ากับ 74% หน่วยความจำหลักเท่ากับ 72% จงหาว่าเครื่องเสมือนดังกล่าวควรได้รับทรัพยากรอย่างไรให้เหมาะสมกับงาน (หมายเลข 1 โดยใช้ข้อมูลจาก Table 2) จากข้อมูล จะสามารถคำนวณจากฟัซซี่ได้ว่า $CPU(x) = 74$, $Memory(x) = 72$

หมายเลข 3 เมื่อทำการตรวจสอบค่า x ที่ได้รับผลการตรวจสอบเงื่อนไข กรณี ภาระงานต่ำ (Low) แล้วปรากฏว่าถ้า $x \geq 50$ แล้วมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 หมายความว่า ภาระงานของ ซีพียู และ หน่วยความจำหลัก นี้ไม่ได้อยู่ในระดับต่ำ

นอกจากนั้นเมื่อทำการตรวจสอบค่า x ที่ได้รับผลการตรวจสอบเงื่อนไขกรณี ภาระงานปานกลาง (Medium) แล้วปรากฏว่าถ้า $x \geq 50$ และ $x < 75$ แล้ว $(75 - x)/25$ ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณค่า จาก $(75 - 74)/25$ จะได้ $CPU(75 - 72)/25 = 0.12$ ซีพียูอยู่ในระดับกลาง และ หน่วยความจำหลัก หรือ แล้วมีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 หมายความว่าหน่วยความจำหลักไม่ได้อยู่ในระดับกลาง

อย่างไรก็ตามหากทำการตรวจสอบ ค่า x ที่ได้รับผลการตรวจสอบเงื่อนไขกรณีภาระงานสูง (High) จะปรากฏว่า ถ้า $x > 50$ และ $x < 75$ แล้ว $(x - 50)/25$ จะได้ผลการคำนวณดังนี้ $(x - 50)/25 = CPU(74 - 50)/25 = 0.96$ $Memory(72 - 50)/25 = 0.88$

ดังนั้นจึงสรุปค่าผลของภาระงาน CPU = 74% และ Memory=72% เมื่อนำค่า x เข้าสู่เซตของฟัซซี่แล้ว สามารถสรุปผลของภาระงานนี้ได้ว่า อยู่ในภาระงานสูง และเมื่อเทียบกับ Table 2 การทำงานของเครื่องเสมือน ในสภาพ ซีพียู 3 แกน หมายเลข 4 จะสามารถเพิ่ม หน่วยความจำหลักได้ อีก 1 หน่วยคือ 64 MB จะสามารถรับงานได้เพิ่มขึ้น

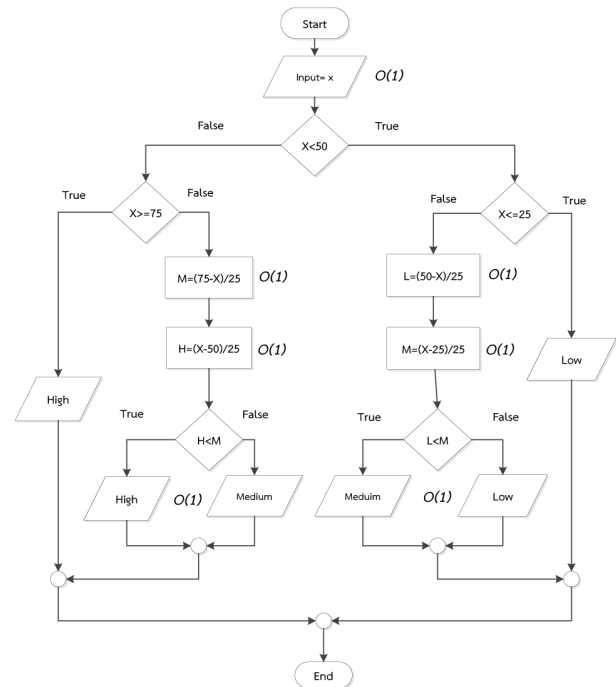


Figure 7 The function of the fuzzy logic with Computation time by a Big-O Notation

จาก Figure 7 เป็นการวัดค่า Big-O โดยพิจารณาค่าสิ่งต่างๆ ใน อัลกอริทึม โดยไม่สนใจค่าสิ่งพื้นฐานที่ไม่ส่งผลต่อความเร็วในการทำงาน เช่น การกำหนดค่าตัวแปร (เนื่องจากค่า Big-O ของค่าสิ่งเหล่านี้เป็นค่าคงที่) พบว่าค่า Big-O ของตัวแบบฟัซซี่ลอจิก มีค่าเท่ากับ $O(1)$ Constant Time Algorithm เป็น algorithm ที่ทำงานเร็วที่สุด คือ ทำงานทุกครั้งใช้เวลาเท่ากันเสมอ

วิจารณ์และสรุปผล

จากการวิจัยได้ประยุกต์การนำเอา ฟัซซี่ เพื่อค้นหาว่าเครื่องเสมือนควรได้รับการจัดสรรทรัพยากรอย่างไรให้เพียงพอต่อการให้บริการ (ในงานวิจัยนี้จะทดสอบกับการทำงานบนเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์) เนื่องด้วยปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันจะมีผลต่อการตอบสนองที่ต่างกัน ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้แก่ ซีพียู หน่วยความจำหลัก จำนวนผู้ใช้งาน และเวลาในการทำงานอย่างต่อเนื่อง โดยสำหรับฐานความรู้ (Knowledge base) จากผลการทดลองปรากฏว่า สามารถจัดการทรัพยากรได้ตรงตามความต้องการ กับภาระงานปัจจุบัน โดยจะแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วนคือ ภาระงานต่ำ ภาระงานปานกลาง และภาระงานสูง นอกจากนี้จากการวัดประสิทธิภาพด้านเวลา พบว่ามีค่า Big $O(1)$ ซึ่งเป็นค่าเวลาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องในระบบเสมือนที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในการแก้ปัญหาและการจัดสรรทรัพยากรให้กับเครื่องในระบบเสมือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

1. Smith JE, Nair R. The architecture of virtual machines. IEEE Computer Society; May 2005; Computer (Volume:38, Issue: 5); 32 - 38.
2. Hypervisor. [Online]. 2010[cited 8 August 2012]; <http://en.wikipedia.org/wiki/Hypervisor>.
3. Niboshi S, Oi H. Application of Fuzzy Control Theory in Resource Management of a Consolidated Server. In: Agrawal. PG, editor. Annual International Conference on Cloud Computing and Virtualization (CCV 2010); 100-107.
4. Nandhiniprabha R, Sudhakar G, Mohan MM. A Novel Fuzzy Control Approach for the Allocation of Virtualized Resource. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) 2014; 3[2]: 399-402.
5. Van HN, Tran FD, Menaud J-M. Autonomic virtual resource management for service hosting platforms. ICSE International Conference on Software Engineering; Vancouver, BC. Software Engineering Challenges of Cloud Computing, 2009. CLOUD '09. ICSE Workshop on; 1-8.
6. Quiroz A, Kim H, Parashar M, Gnanasambandam N, Sharma N. Towards Autonomic Workload Provision for Enterprise Grids and Clouds. IEEE/ACM International Conference on Grid Computing; 2009; 50-57.
7. Yazir YO, Matthews C, Farahbod R, Neville S, Guitouni A, Ganti S, et al. Dynamic Resource Allocation in Computing Clouds Using Distributed Multiple Criteria Decision Analysis. Proceedings of the 2010 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing; 5-10 July 2010; Miami, FL. IEEE; 91-98.
8. Boniface M, Nasser B, Papay J, Phillips SC. Platform-as-a-Service Architecture for Real-Time Quality of Service Management in Clouds. Internet and Web Applications and Services (ICIW), 2010 Fifth International Conference on; May 2010; Barcelona. IEEE; 155 - 160.
9. Microsoft. Microsoft Windows 2003. [online]. 2011 [cited 10 September 2014]; <http://www.microsoft.com>.
10. Webserver Stress Tool. [Online]. 2012 [cited 20 February 2015]; <http://download-cdn.paessler.com/download/webstressmanual.pdf>.