การพัฒนาเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี กรณีศึกษา : เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเซิร์ฟเวอร์

DEVELOPMENT OF DECISION MAKING TOOL FOR CHANGE OF TECHNOLOGY CASE STUDY: COMPUTER SERVER

สันติ นุ่มนวล
วรพจน์ อังกสิทธิ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
E-mail : santi_jav@hotmail.com, vorapoch@fibo.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอ และแนะแนวทางการพัฒนาเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีโดยใช้การจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เป็นกรณีศึกษา โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์นั้นเป็นเทคโนโลยีทางด้านฮาร์ดแวร์ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากวงจรอายุผลิตภัณฑ์ในแต่ละรุ่นมีอัตราที่สั้นลงอย่างต่อเนื่อง และถูกแทนที่ด้วยรุ่นใหม่ ๆ ตลอดเวลา ทำให้เป็นปัญหาต่อผู้ตัดสินใจในการเลือกเทคโนโลยีของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์มาใช้งานในหน่วยงาน และด้วยความรู้ความสามารถของผู้ใช้ที่ไม่เท่ากันจึงเกิดความคลุมเครือจากการตัดสินใจและส่งผลให้การตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ภายใต้เทคโนโลยีที่เข้ามาใหม่เกิดความไม่แน่นอน โดยในกรณีศึกษานี้ได้นำเครื่องมือกระบวนการระดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) และ ทฤษฎีฟัซซี่นัมเบอร์ (Fuzzy number) หรือที่เรียกว่า Fuzzy-AHP เข้ามาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการเลือกภายใต้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี 8 ปัจจัยด้วยกัน คือ ด้านจำนวนลูกข่าย ด้านความเร็ว ด้านความเสถียร ด้านคุณภาพ ด้านรูปร่างของเครื่อง ด้านระยะเวลาที่ต้องการใช้งาน ด้านการรับประกัน และด้านราคา ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ได้มาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ โดยผลจากการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า Fuzzy-AHP สามารถนำมาช่วยตัดสินใจเลือกภายใต้กฎเกณฑ์ที่ถูกกำหนดได้อย่างเป็นกระบวนการ ตลอดจนสามารถกำหนดทางเลือกเพื่อใช้ตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ กระบวนการระดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ฟัซซี่นัมเบอร์ คอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์

ABSTRACT

The objectives of this study is to introduce and develop a tool to support a decision making process in the area of technological change. Server selection is an implementation case. Since, Server is obviously impacted from the change of technology. The production life cycle has been shortening down in each of every

generation of technology. Many businesses have been keeping up by replacing them with newer model and newer technology from time to time. However, this is a very troublesome for executives or buyers due to limitation of users knowledge. As a result, making a new decision for products under new technology would effect to uncertainty of an outcome. This study helps making a decision which can be implemented with Analytic Hierarchy Process and Fuzzy number that call Fuzzy-AHP under the change of technology factors. Eight factors are number of client, speed, stability, quality, design, period of time, warranty and price. The data were collected from an expert group who involve in a process of making a decision to choose computer servers. A result indicates that Fuzzy-AHP can help buyers and executives make selection of servers under ambiguous circumstances.

KEYWORDS : Change of the technology, Decision making support system, Analytic hierarchy process, Fuzzy number, Server

1. ที่มาและความสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (Technological Change) นั้นมักเกิดจากแรงผลักดันของเทคโนโลยีสมัยใหม่ (Technology push) และแรงดึงของความต้องการทางด้านตลาด (Market pull) ในการใช้เทคโนโลยีจากผู้บริโภคที่มีอยู่มากทำให้เกิดวงจรของการทดแทนผลิตภัณฑ์ หรือที่เรียกกันว่า วงจรผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle: PLC) เป็นแรงขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

โดยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยกอร์ดอน มัวร์ (Gordon Moore) จากบริษัทอินเทล ได้สร้างแบบจำลองการพัฒนาเทคโนโลยีที่แสดงให้เห็นว่า อัตราการพัฒนาความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในหลาย ๆ ด้าน มีอัตราเพิ่มเป็นสองเท่าในทุก ๆ คาบเวลาหนึ่ง เช่น ความเร็วในการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ในเชิงความเร็วของสัญญาณนาฬิกาและจำนวนทรานซิสเตอร์เพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าทุก ๆ 18 เดือน และ 48 เดือนตามลำดับ เป็นต้น ปัจจุบันนิยมเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสารสนเทศตามกฎของมัวร์ (Moore's law) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีมักมีผลกระทบต่อการตัดสินใจในการเลือกเทคโนโลยีใดเทคโนโลยีหนึ่งมาใช้ หากผู้ตัดสินใจขาดการวินิจฉัยอย่างเป็นกระบวนการอาจทำให้การตัดสินใจเลือกนั้นไม่ได้รับประโยชน์สูงสุด

เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีที่ใช้สร้างความสามารถทางการแข่งขันและมักมีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และด้วยความคลุมเครือจากการตัดสินใจทำให้มีผลกระทบต่อการเลือกที่อาจทำให้เกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจมาใช้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือ Fuzzy-AHP ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสามารถในการช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกทางเลือกได้ถูกต้องขึ้น เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่ได้มาจากการนำทฤษฎี Fuzzy number มาประยุกต์ใช้กับเครื่องมือที่มีชื่อว่าการวิเคราะห์เชิงลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process หรือ AHP)

Fuzzy-AHP เป็นที่ยอมรับกันอย่างในวงกว้างขึ้น โดยนักวิจัยหลายๆ ท่าน ได้นำมาใช้วิจัยในภาคธุรกิจด้านต่างๆ มากขึ้น เพื่อสร้างความสามารถทางการแข่งขัน ดังเช่น ในด้านการลดต้นทุนการผลิต โดย M. Weck, F.Klock, H. Schell และ E. Ruenauver (1997) ได้นำ fuzzy-AHP มาประเมินผลทางเลือกของกระบวนการการ

ผลิตที่แตกต่างกันเพื่อลดต้นทุนโดยการใช้หลักการวิเคราะห์หลายปัจจัย และในด้านการประเมินค่าใช้จ่ายโดย Mason, Anthony K., Korkmaz และ Sevil (1998) ก็ได้นำหลักการของ AHP เข้ามาใช้ร่วมกับหลักการของ Fuzzy เพื่อใช้ในการประเมินค่าใช้จ่าย โดยใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินค่าใช้จ่ายที่มักจะมีความไม่แน่นอนในการตัดสินใจ และสำหรับด้านการประเมินซัพพลายเออร์นั้น Cengiz Kahraman, Ufuk Cebeci และ Ziya Ulukan (2003) ได้ปรับปรุงหลักการในการตัดสินใจเลือกซัพพลายเออร์โดยใช้เงื่อนไขด้านความน่าเชื่อถือ, ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ และด้านคุณภาพการให้บริการ มาประเมินด้วย fuzzy-AHP และในด้านการเลือกผู้ให้บริการ L. Mikhailov และ P. Tsvetinov (2004) ก็ได้นำเสนอวิธีจัดการกับปัญหาความไม่แน่นอนโดยใช้ขั้นตอนการจัดลำดับแบบ fuzzy number ปรับปรุงเข้ากับวิธีการประเมินเปรียบเทียบแบบลำดับชั้นของ AHP เพื่อเลือกผู้ให้บริการ โดยใช้ปัจจัย 3 แบบ คือ ด้านราคา, ด้านคุณภาพการบริการ และเวลาการจัดส่ง และในด้านการประเมินกลยุทธ์โดย Orlando Duran และ Jose Aquilo (2008) ใช้เกณฑ์การประเมินด้านเศรษฐกิจและกลยุทธ์ 6 เกณฑ์คือ ความยืดหยุ่น, ง่ายต่อการใช้, ความน่าเชื่อถือ, คุณภาพ, มีความเป็นไปได้ต่อความสำเร็จ, บำรุงรักษา มาประเมินการคัดเลือกเทคโนโลยีเครื่องจักรสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถทางการแข่งขัน โดยใช้ AHP ร่วมกับ Fuzzy เป็นเครื่องมือช่วยประเมิน ด้วยเหตุนี้ Fuzzy-AHP จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการติดสินใจให้เป็นไปอย่างมีกระบวนการ และเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสามารถในการนำมาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจได้ถูกต้องมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ

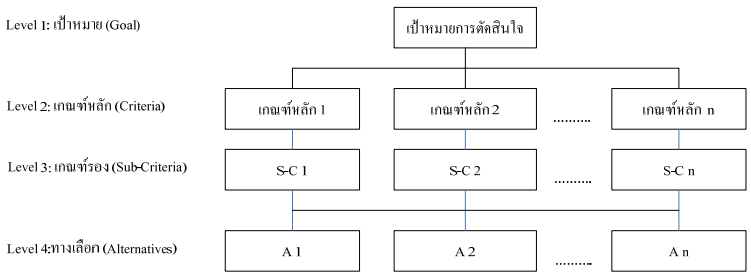
1. เพื่อศึกษาวิธีการจัดหาเทคโนโลยีเข้ามาใช้ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
2. เพื่อศึกษาขั้นตอนสำหรับพัฒนาเครื่องมือช่วยสำหรับช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ

2. การนำเครื่องมือ Fuzzy-AHP มาใช้วิเคราะห์

การตัดสินใจที่มีเหตุผลนั้น ขึ้นอยู่กับกระบวนการของการตัดสินใจไม่ใช่ผลของการตัดสินใจ กระบวนการตัดสินใจที่มีเหตุผลนั้นส่งผลให้ผลของการตัดสินใจมีความถูกต้องมากขึ้น ปัจจัยต่างๆ ที่นำมาใช้วิเคราะห์ต้องมีความเชื่อมโยงกันและการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ต้องมีความสอดคล้องกันของเหตุผล ทั้งนี้รายละเอียดขั้นตอนของกระบวนการ AHP สามารถแสดงได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 วางกรอบของปัญหาให้ตรงประเด็น รวมถึงหาเกณฑ์การตัดสินใจและทางเลือกที่เหมาะสม

ขั้นที่ 2 วางโครงสร้างของแผนภูมิลำดับชั้นตามองค์ประกอบที่ได้มาในขั้นที่ 1 ภายใต้วิธีการระดมสมอง โดยเริ่มจากระดับชั้นบนสุดลงมา โดยเริ่มจากเป้าหมาย เกณฑ์หลัก เกณฑ์รอง และทางเลือก ตามลำดับ ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 การสร้างแผนภูมิลำดับชั้น

ขั้นที่ 3 สร้างตารางเมตริกซ์เพื่อวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ เป็นคู่ ๆ ในลักษณะฟัซซี่ (Fuzzy)โดยปัจจัยแต่ละปัจจัยนั้น เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่นแล้วมีผลกระทบต่อเกณฑ์หรือปัจจัยที่อยู่ระดับสูงกว่ามากน้อยกว่ากันขนาดไหน ในการวินิจฉัยเปรียบเทียบระหว่าง 2 ปัจจัย โดยใช้ตารางเมตริกซ์ซึ่งจะมีช่องให้ใส่ผลการวินิจฉัยในพื้นที่เหนือเส้นทแยงมุม ส่วนพื้นที่อยู่ใต้เส้นทแยงมุมเป็นค่าต่างตอบแทนหรือเศษส่วน ดังนั้นถ้าปัจจัยที่ 1 มีความสำคัญมากกว่าปัจจัยที่ 2 ค่าก็จะออกมาเป็นตัวเลขบนพื้นที่เหนือเส้นทแยงมุม เช่น ความเร็วมีค่าระดับความสำคัญมากกว่าจำนวนลูกข่ายในระดับความสำคัญที่ 3 แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าปัจจัยที่ 1 มีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยที่ 2 ค่าที่ได้จะเป็นเศษส่วนในพื้นที่เหนือเส้นทแยงมุมแทน เช่น ความเสถียรมีค่าน้อยกว่าจำนวนลูกข่ายอยู่ในระดับ 1/5 ส่วนค่าที่อยู่ล่างเส้นทแยงมุมจะเท่ากับค่าต่างตอบแทนของค่าที่อยู่เหนือเส้นทแยงมุม ดังตาราง 1 โดยที่ค่าระดับความสำคัญได้นั้นมาจากการสอบถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจเลือกเครื่องเซิร์ฟเวอร์

ตาราง 1 การวินิจฉัยเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินใจ

เครื่องเซิร์ฟเวอร์ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	ราคา	การรับประกัน	ระยะเวลาการใช้งาน	รูปร่างของเครื่อง	คุณภาพ	ความเสถียร	ความเร็ว	จำนวนลูกข่าย
จำนวนลูกข่าย	1,1,1	2,3,4	1/4,1/5,1/6	1/4,1/5,1/6	8,9,10	1,1,1	1,1,1	2,3,4
ความเร็ว	1/2,1/3,1/4	1,1,1	1/4,1/5,1/6	1/2,1/3,1/4	8,9,10	1,1,1	1/2,1/3,1/4	2,3,4
ความเสถียร	4,5,6	4,5,6	1,1,1	1,1,1	8,9,10	4,5,6	4,5,6	6,7,8
คุณภาพ	4,5,6	2,3,4	1,1,1	1,1,1	8,9,10	4,5,6	2,3,4	4,5,6
รูปร่างของเครื่อง	1/8,1/9,1/10	1/8,1/9,1/10	1/8,1/9,1/10	1/8,1/9,1/10	1,1,1	1/4,1/5,1/6	1/8,1/9,1/10	1/2,1/3,1/4
ระยะเวลาการใช้งาน	1,1,1	1,1,1	1/4,1/5,1/6	1/4,1/5,1/6	4,5,6	1,1,1	1/3,1/4,1/5	2,3,4
การรับประกัน	1,1,1	2,3,4	1/4,1/5,1/6	1/2,1/3,1/4	8,9,10	3,4,5	1,1,1	4,5,6
ราคา	1/2,1/3,1/4	1/2,1/3,1/4	1/6,1/7,1/8	1/4,1/5,1/6	2,3,4	1/2,1/3,1/4	1/4,1/5,1/6	1,1,1

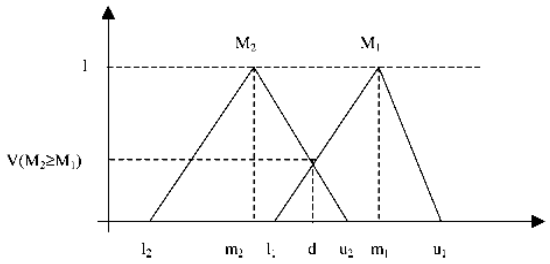
ขั้นที่ 4 หาผลการวินิจฉัยเปรียบเทียบทั้งหมดจากชุดตารางเมทริกซ์ในขั้นตอนที่ 3 ข้างต้น

ขั้นที่ 5 หลังจากที่ใส่ข้อมูลตัวเลขของการวินิจฉัยเปรียบเทียบทั้งหมดลงในตารางเมทริกซ์แล้ว จึงคำนวณหาระดับความสำคัญด้วยการนำ Fuzzy number มาลดความคลุมเครือจากการวินิจฉัยทางเลือกของผู้ตัดสินใจ การนำ Fuzzy number มาใช้ในการคำนวณร่วมกับทฤษฎี AHP ในขั้นตอนนี้มีการกำหนดค่าระดับความสำคัญที่เป็นช่วงในทฤษฎีสมาชิกฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม เพื่อให้ผู้วินิจฉัยทางเลือกได้รับความถูกต้องมากขึ้น โดยค่าระดับความสำคัญที่กำหนดขึ้นในลักษณะ Fuzzy-AHP เมื่อเทียบกับ AHP แบบเดิมสามารถกำหนดได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบค่าระดับความสำคัญของ AHP และ Fuzzy AHP

ระดับความสำคัญแบบ AHP	ความหมาย	ระดับความสำคัญแบบ Fuzzy-AHP
1	สำคัญเท่ากัน	(1,1,1)
3	สำคัญกว่าระดับปานกลาง	(2,3,4)
5	สำคัญมากกว่า	(4,5,6)
7	สำคัญมากกว่าที่สุด	(6,7,8)
9	สำคัญมากกว่าสูงสุด	(8,9,10)
2,4,6,8	ระดับความสำคัญการลดช่องว่างระหว่างระดับความรู้สึก	(1,2,3),(3,4,5),(5,6,7),(7,8,9)

ทฤษฎีสมาชิกฟังก์ชั่นสามเหลี่ยมฟัซซี่นัมเบอร์ (Triangular fuzzy numbers) สามารถนำมากำหนดให้อินเตอร์เซคชั่นกันได้ดังภาพประกอบ2 โดยให้ d จะเป็นค่าที่ใช้สำหรับกำหนดระดับความสำคัญที่ได้จากการคำนวณด้วย Fuzzy-AHP



ภาพประกอบ 2 สมาชิกฟังก์ชั่นสามเหลี่ยมที่อินเตอร์เซคชั่น

การคำนวณด้วย Fuzzy-AHP นั้น สามารถกำหนดค่าการสังเคราะห์ของฟัซซี่ด้วยสมการคือ

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} \quad (1)$$

สมการ (1) จาก Cafer Erhan Bozdag, Cengiz Kahraman และ Da Ruan (2003) ใช้เพื่อคำนวณค่าระดับความสำคัญจากการวินิจฉัยเปรียบเทียบปัจจัย และทางเลือกที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจ กำหนดให้ *l* และ *u* เป็นค่าล่างและบนของสมาชิกตามลำดับ และ *m* เป็นค่ากลาง ของ M Triangular Fuzzy Number ถูกแสดงคือ (*l, m, u*) มีกฎการบวกและการคูณกันของ M ดังนี้

การบวกกันของ Triangular Fuzzy Number คือ

$$(l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_1) \quad (2)$$

การคูณกันของ Triangular Fuzzy Number คือ

$$(l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_1) \quad (3)$$

โดยที่ M คือ ปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจ

S_i คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจ

$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ คือ ผลบวกของ Triangular Fuzzy Number

และ $\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ คือ ค่าต่างตอบแทนผลรวมของ l,m,u ทุกเกณฑ์การตัดสินใจ

ขั้นที่ 6 ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3, 4, และ 5 สำหรับปัจจัยในแต่ละระดับชั้นและแต่ละชุดของแผนภูมิ

ขั้นที่ 7 สังเคราะห์องค์ประกอบทั้งหมดของแผนภูมิ โดยนำเอาระดับความสำคัญของปัจจัยในระดับล่างมาถ่วงน้ำหนักลำดับความสำคัญของปัจจัยที่อยู่ระดับถัดขึ้นไป และนำผลรวมของค่าที่ได้มาหาค่าระดับความสำคัญทั่วทั้งแผนภูมิ ทำเช่นนี้จนถึงระดับชั้นล่างสุดซึ่งโดยปกติจะเป็นทางเลือก

ขั้นที่ 8 จัดลำดับของทางเลือกทั้งหมด แล้วเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด

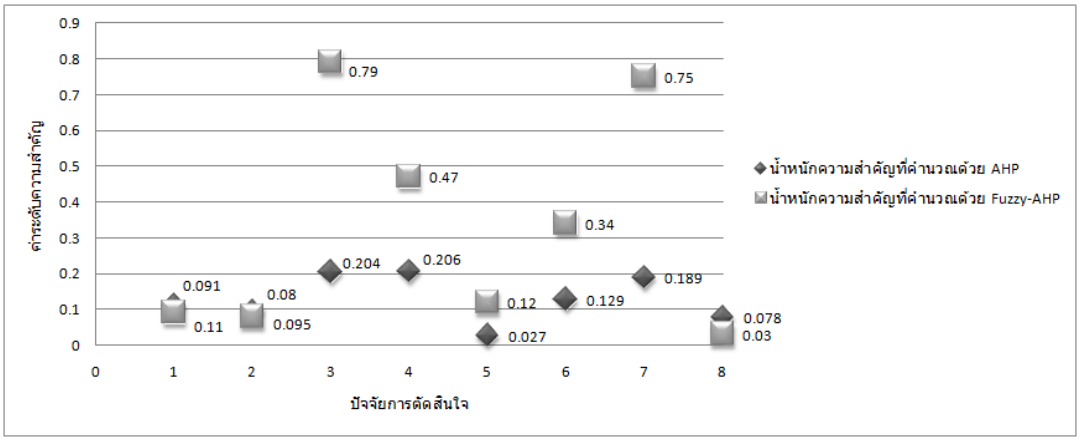
ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดทางเลือกในการตัดสินใจโดยใช้ชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์เป็น A, B และ C แทน เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์จำนวน 3 ยี่ห้อ จากนั้นให้เครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ A, B และ C มีส่วนประกอบเหมือนกันเพื่อใช้ในการพิจารณา โดยนำปัจจัยทั้ง 8 ข้อ ดังตาราง 3 ที่ใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจมาวินิจจัยเปรียบเทียบหาลำดับความสำคัญของเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ทั้ง 3 ภายใต้เกณฑ์ทั้ง 8 ข้างต้น โดยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบเกณฑ์หลักภายใต้เป้าหมาย และเปรียบเทียบทางเลือกภายใต้ปัจจัยของเกณฑ์หลัก

ตาราง 3 ปัจจัยสำหรับใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ

ปัจจัยการตัดสินใจ	ความหมาย
1. จำนวนลูกข่าย	ความสามารถในการรองรับจำนวนลูกข่ายพร้อม ๆ กัน
2. ความเร็ว	ความเร็วในการตอบสนองการเรียกใช้บริการของเครื่องลูกข่าย
3. ความเสถียร	ความสามารถในการทำงานอย่างราบรื่นเมื่อเครื่องลูกข่ายเรียกใช้งานพร้อมกัน
4. คุณภาพ	การตอบสนองต่อความต้องการและการได้รับความคาดหวังของผู้ใช้
5. รูปร่างของตัวเครื่อง	ลักษณะของการจัดวางอุปกรณ์ภายในตัวเครื่อง
6. ระยะเวลาที่ต้องการใช้งาน	อายุการใช้งานก่อนทำการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์
7. การรับประกัน	บริการที่ได้รับจากผู้ผลิตเมื่อตัวเครื่องเกิดความชำรุดเสียหาย
8. ราคา	ความพึงพอใจต่อราคา

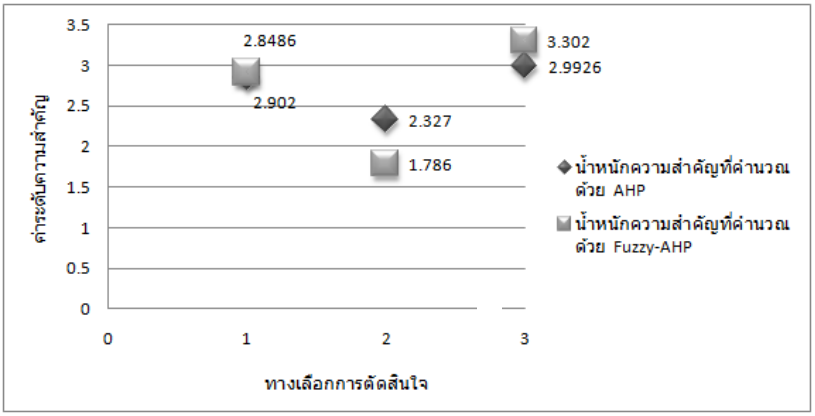
3. ผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ได้มีการคำนวณทั้งแบบ AHP และ Fuzzy-AHP โดยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของปัจจัยที่คำนวณด้วย Fuzzy-AHP มีการกระจายค่าน้ำหนักระดับความสำคัญได้ชัดเจนกว่า AHP ดังแสดงในภาพประกอบ3 โดยค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่คำนวณจาก AHP มีค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยห่างกันโดยเฉลี่ยเพียง 0.022 ซึ่งค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่ได้นี้เกาะกลุ่มกันแสดงถึงความคลุมเครือจากการตัดสินใจ และค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่คำนวณได้จาก Fuzzy-AHP ของแต่ละปัจจัยมีความห่างกันโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 0.095 โดยที่ค่าการกระจายตัวเฉลี่ยของ Fuzzy-AHP นั้นมีมากกว่าค่าการกระจายตัวโดยเฉลี่ยของ AHP ถึง 0.073 แสดงให้เห็นว่าความคลุมเครือในค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญนั้นได้ถูกขจัดออกไปแล้ว



ภาพประกอบ 3 กราฟเปรียบเทียบการกระจายตัวค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของปัจจัยระหว่าง AHP และ Fuzzy-AHP

ในทำนองเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของทางเลือกจากการตัดสินใจที่คำนวณด้วย AHP และ Fuzzy-AHP พบว่าค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของ Fuzzy-AHP มีการกระจายตัวมากกว่าค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของ AHP ดังแสดงในภาพประกอบ4 โดยค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่ได้แต่ละทางเลือกมีความกระจายตัวโดยเฉลี่ย 0.2218 ซึ่งค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่ได้นี้เกาะกลุ่มกันแสดงถึงความคลุมเครือจากการตัดสินใจ



ภาพประกอบ 4 กราฟเปรียบเทียบการกระจายตัวค่าน้ำหนักระดับความสำคัญของทางเลือกการตัดสินใจระหว่าง AHP และ Fuzzy-AHP

ค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่คำนวณได้จาก Fuzzy-AHP นั้นมีการกระจายของค่าน้ำหนักระดับความสำคัญที่ได้ของแต่ละทางเลือกโดยเฉลี่ย 0.505 ซึ่งค่าการกระจายตัวโดยเฉลี่ยของ Fuzzy-AHP นั้นมีมากกว่า AHP ถึง 0.2832 แสดงให้เห็นถึงความคลุมเครือของการตัดสินใจนั้นได้ถูกขจัดออกไปแล้ว ด้วยเหตุนี้จึงพิสูจน์ได้ว่า การให้ค่าระดับความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญยังคงมีความคลุมเครือจากการตัดสินใจอยู่ ทำให้ค่าการกระจายตัวของค่าน้ำหนักระดับความสำคัญห่างกันน้อย และเมื่อนำการคำนวณแบบ Fuzzy-AHP ทำให้ค่าการกระจายตัวของค่าน้ำหนักระดับความสำคัญมีการกระจายตัวมากขึ้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าค่าระดับความสำคัญที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจเมื่อนำมาคำนวณด้วย Fuzzy-AHP แล้วทำให้มีความถูกต้องมากขึ้น

4. บทสรุป และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการในการตัดสินใจจัดหาเทคโนโลยีแบบหลายหลักเกณฑ์ด้วย Fuzzy-AHP ที่สามารถนำมาช่วยในกระบวนการตัดสินใจได้ทั้งปัจจัยเชิงคุณภาพ และเชิงปริมาณ ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจที่มีขั้นตอนอย่างเป็นกระบวนการ ซึ่งสามารถลดความคลุมเครือของผู้ตัดสินใจ และง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้งานการตัดสินใจอีกหลาย ๆ ด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ และส่วนสำคัญของงานวิจัยนี้คือ การแสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจนี้ทำให้สามารถตัดสินใจได้อย่างเป็นกระบวนการขึ้น และสามารถช่วยลดความคลุมเครือจากการตัดสินใจได้อีกด้วย นอกจากนี้การใช้ปัจจัยเป็นเกณฑ์การตัดสินใจในกระบวนการ Fuzzy-AHP นั้น ผู้วิจัยสามารถใช้ปัจจัยจากงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการศึกษาการตัดสินใจเลือกในลักษณะอื่นๆ ได้ โดยสามารถแยกส่วนย่อยของปัจจัยทั้ง 8 ปัจจัยเป็นเกณฑ์รองในการตัดสินใจตามกระบวนการที่ได้ และสามารถทดลองใช้ฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกในรูปแบบอื่นเพื่อพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ โดยต้องดูความเหมาะสมของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกให้สอดคล้องกับลักษณะของปัญหาการตัดสินใจด้วย

5. รายการอ้างอิง

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2550. **คัมภีร์ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ**. พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์คอนซัลท์.

ธวัชชัย ผิวสะอาด, 2008. “เลือกเซิร์ฟเวอร์อย่างไรให้ถูกใจ”. **อีเวิลด์แม็กกาซีน.** 6 : 90-95.

พยุง มีสัจ, **ฟัซซี่ ลอจิก**[Online] From http://suanpalm3.kmitnb.ac.th/teacher/phayung/powerpoint.asp?pno=1

วิฑูร ตันศิริคงคล, 2542. **AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก**. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุธรรม อรุณ, “การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์”. **Process management**. 64 : 1-7.

อรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์ และ ปริญญ์ บุญกนิษฐ, 2550. เครื่องมือการตัดสินใจในกระบวนการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์. **Eco Design Consultant**. มปท.

Andrew word, 2000. “How to Size A Server.” **Management and Strategy: Hardware**. 116 : 3-4.

Cafer Erhan Bozdag, Cengiz Kahraman and Da Ruan, 2003. “Fuzzy group decision making for selection among computer integrated manufacturing systems.” **Computer in Industry**. 13-29.

Cengiz Kahraman, Ufuk Cebeci and Ziya Ulukan, 2003. “Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP.” **Logistics Information Management**. 16, 6 : 382-394.

L. Mikhailov and P. Tsvetinov, 2004. “Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process.” **Applied Soft Computing**. 23-33.

M. Weck, F.Klock, H. Schell, E. Ruenauver, 1997. “Evaluating alternative production cycles using the extended fuzzy AHP method.” **European Journal of Operational Research**. 351-366.

Mason, Anthony K., Korkmaz and Sevil, 1998. “Obtaining fuzzy membership functions and rule sets in fuzzy expert systems with AHP.” **Proceedings of the IEEE International Conference on Systems**. 2315-2319.

Orlando Duran and Jose Aguilo, 2008. “Computer-aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP Approach.” **Expert Systems with Applications**. 1787-1794.

Saaty, T.L., 1994. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh : **RWS Publications**.

Tarek Khalil, 2000. **Management of Technology**. New York : McGraw-Hill.