การประยุกต์ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือสำหรับการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมในระดับอุดมศึกษา

Application of Fuzzy Logic Based Evaluation of Performance of Student's Engineering in Higher Education

รุ่งอรุณ พรเจริญ[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เน้นให้อาจารย์ผู้สอนมีความตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักศึกษามีทักษะเพื่อนำผลจากการปฏิบัติไปปฏิบัติได้จริง รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL) โดยนักศึกษาเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะปฏิบัติงานเป็นส่วนใหญ่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนของระดับอุดมศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ในการปฏิบัติเพื่อสามารถนำไปประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมใช้หลักเกณฑ์การประเมินโดยใช้แบบประเมินการปฏิบัติงานตรวจสอบเฉพาะชิ้นงานหรือผลงานที่ได้รับ แต่ไม่มีการประเมินผลจากการมีส่วนร่วมของนักศึกษาจึงทำให้บางครั้งที่นักศึกษาไม่สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานได้แต่สนใจการเรียนมีผลการประเมินที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอความเหมาะสมการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมในระดับอุดมศึกษา ซึ่งใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครมาเป็นกรณีศึกษา โดยประยุกต์ใช้ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือเพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมในเกณฑ์การประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงาน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ในปฏิบัติงาน ด้านผลงาน และด้านการมีส่วนร่วมของนักศึกษา ประโยชน์ที่ได้รับของงานวิจัยนี้คาดว่าจะเป็นเครื่องมือช่วยให้การประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาเหมาะสมมากยิ่งขึ้น อาจารย์ผู้สอนสามารถประเมินการปฏิบัติงานตามสภาพจริงของนักศึกษาแต่ละคนที่ขึ้นอยู่ตามความถนัดของนักศึกษา

คำสำคัญ : ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ; คุณลักษณะการปฏิบัติงาน;
นักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม

[1] *คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร*
E-mail : rungaroon.s@rmutp.ac.th

Abstract

In the 21st century learning focused on the teacher keeps managed readiness and learn to prepare students with the skills to apply results from practice to practice. The learning is used as the problem based learning (PBL) by student participation in management centered practice skills. The evaluation of performance of students used evaluation criteria based on the evaluation of a specific audit task or piece of work received, but there is no assessment of the participation of the students, the students sometimes can't be creative pieces but are interested in studying with the lower assessment criteria standards. Therefore, this article proposed the suitability evaluation of performance of student's engineering in higher education. The data collected from students in faculty of Electronics Engineering, Rajamangala University of technology Phra Nakhon as a case study. The application of the fuzzy logic based to analyze the proper criteria for evaluation of performance three aspects: knowledge of work, work piece and participation of workers. The benefits of this research are expected to be a tool to help assess a student's performance features perfect even more. Teachers can assess performances of the actual conditions of each student based on the student's aptitude.

Keywords : Fuzzy Logic Based; Evaluation of Performance; Student's Engineering

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนการสอนเน้นผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กระตุ้นและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ประสบการณ์ ความชำนาญและความสนใจของตนเอง สร้างเป็นกิจกรรมเนื้อหาการเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนทำหน้าที่แนะนำให้ความช่วยเหลือและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองอย่างเต็มศักยภาพ (วิจารณ์ พานิช, 2555) ผู้สอนควรเลือกการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มของผู้เรียน เพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้ครบทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ดังนั้นการวัดและประเมินผลการศึกษาจึงต้องดำเนินการพัฒนาผู้เรียนให้ครบทั้ง 3 ด้านดังกล่าว ซึ่งสภาพส่วนใหญ่ของระบบการศึกษามักใช้เพียง “ข้อสอบ” หรือ “แบบทดสอบ” เป็นเครื่องมือหลักในการวัดผลด้านพุทธิพิสัยเท่านั้น จึงทำให้ไม่สามารถแสดงผลสัมฤทธิ์และระดับพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง เพราะเป็นการสะท้อนคุณภาพของผู้เรียนเพียงบางส่วน ไม่ใช่คุณภาพหรือความสามารถที่แท้จริงทั้งหมดของผู้เรียนคนนั้นได้

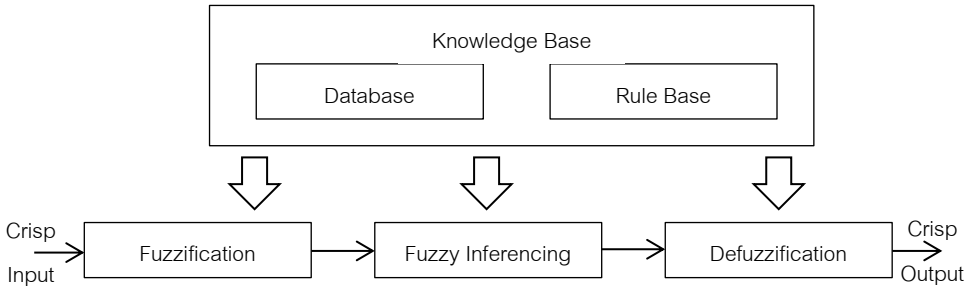
การประเมินตามสภาพจริงจึงเป็นแนวทางการประเมินผลที่ใช้วิธีการและเกณฑ์ที่หลากหลายในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนอย่างเต็มเวลาของกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้มากกว่าเป็นการทดสอบและข้อมูลของการประเมินได้มาจากการเก็บรวบรวมผลงานที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติ การสังเกตพฤติกรรมควบคู่ไปกับการทดสอบความรู้ความเข้าใจ (สุวิมล ว่องวานิช, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการปฏิบัติที่เน้นการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ พฤติกรรมการเรียน และการร่วมกิจกรรม ตามที่บัญญัติไว้ในมาตรา 26 ที่เน้นให้ผู้เรียนในฐาน “ปัจเจกบุคคล” สามารถพัฒนาตนเองได้ตามแนวทางที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดและความต้องการของตนเต็มตามศักยภาพแห่งตนและสามารถก้าวไปสู่ความเป็น “คนเก่ง ดี และสามารถอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นได้อย่างมีความสุข” ตามเป้าประสงค์หลักของการปฏิรูปการศึกษา

การประเมินผลแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือเป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้การประเมินผลตรงกับสภาพความเป็นจริงโดยใช้เกณฑ์หรือเงื่อนไขแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือแทนฟังก์ชันที่มีความซับซ้อนไม่เป็นเชิงเส้น สร้างจากฐานความรู้โดยกำหนดตัวแปรในรูปแบบภาษา เช่น มาก น้อย ปานกลาง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมที่เน้นการปฏิบัติงาน เครื่องมือช่วยให้การประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ทำให้อาจารย์ผู้สอนสามารถประเมินการปฏิบัติงานตามสภาพจริงของนักศึกษาแต่ละคนที่ขึ้นอยู่ตามความถนัดของนักศึกษา

1.2 ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือหรือฟัซซี (Fuzzy) เป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณการคล้ายการเลียนแบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ปัจจุบันได้มีการนำฟัซซีไปประยุกต์ใช้งานหลากหลายสาขา โดยเฉพาะในสาขาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ออกแบบและสั่งการให้เครื่องจักรทำงานเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ เนื่องจากเหตุผลของมนุษย์จะตรงข้ามกับคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ เพียง 2 สภาวะ คือ จริงหรือไม่จริงเท่านั้น การรวมตรรกศาสตร์คลุมเครือเข้าในวิธีการที่คอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูลจึงหมายถึงว่าคอมพิวเตอร์สามารถรับภาษาธรรมชาติได้ง่ายขึ้น และสามารถเข้าถึงระบบผู้เชี่ยวชาญในเชิงมนุษย์ได้มากขึ้นกว่าเดิม (George J. Klir, 1995)

โครงสร้างพื้นฐานของระบบฟัซซี มีการทำงาน 3 ขั้นตอน (พยุง มีสัจจ, 2551) คือ ขั้นตอนที่ 1 การแปลงค่าของข้อมูลนำเข้าเป็นค่าฟัซซีนำเข้า (Fuzzification) เป็นการคำนวณค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูลนำเข้า (Crisp Input) โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ขั้นตอนที่ 2 การอนุมานหรือตีความ (Fuzzy Inferencing) เป็นการนำค่าฟัซซีนำเข้าไปตีความหรืออนุมานผ่านกฎฟัซซีที่ตั้งขึ้นมาและได้ผลลัพธ์เป็นค่าฟัซซีส่งออก โดยกฎฟัซซีที่นิยมใช้คือ กฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว (Fuzzy If-Then Rule) ที่อาศัยหลักการของเหตุและผล และในขั้นตอนสุดท้าย การทำค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติ (Defuzzification) เป็นการนำค่าฟัซซีส่งออกมาแปลงเป็นค่าปกติ (Crisp Output) ดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบฟัซซี

วิธีการทำค่าฟัซซีให้เป็นค่า Defuzzification เป็นเทคนิคการเลือกค่าสูงสุดหรือสรุปหาเหตุผลจากหลาย ๆ เซตมาเพียงค่าเดียว ซึ่งใช้ค่าสูงสุดของค่าระดับการเป็นสมาชิกจากการกระทำหลาย ๆ แบบและเลือกกระทำเพียงรูปแบบเดียว วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วง (Central of Gravity : COG) เป็นวิธีการเฉลี่ยผลที่ได้จากการตีความหาเหตุที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ค่าที่ใช้คำนวณจุดศูนย์ถ่วงโดยรวมหาได้จากการประมาณค่า

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^{N} \propto_i w_i}{\sum_{i=1}^{N} \propto_i}$$

โดยกำหนดค่าดังนี้

COG แทน ค่าของจุดศูนย์ถ่วง (Central of Gravity)

N แทน ค่าตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ i

$\propto_i$ แทน ค่าฟัซซีของเอาต์พุตในเซตฟัซซีตำแหน่งที่ i

w_i แทน พื้นที่ใต้โค้งของเซตฟัซซีตำแหน่งที่ i

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 19 คน ได้มาโดยทำการสุ่มแบบเจาะจง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้การวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถการปฏิบัติงานวิชาวิศวกรรมสายอากาศ แบบประเมินผลงาน และแบบประเมินการมีส่วนร่วม

1. แบบทดสอบวัดความสามารถการปฏิบัติงานวิชาวิศวกรรมสายอากาศ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา แนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบคำอธิบายรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ ซึ่งกำหนดตามวัตถุประสงค์ของการสร้างใบงาน

1.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการปฏิบัติงานวิชาวิศวกรรมสายอากาศ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ

1.4 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ซึ่งผลการประเมินพบว่าแต่ละข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหามากกว่า 0.5 ทุกข้อ และทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 ทดลองใช้กับนักศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ และวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลจากการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.23-0.67 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 87.6%

2. แบบประเมินผลงาน เป็นการประเมินทักษะการปฏิบัติรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ จากใบปฏิบัติงาน 10 ใบปฏิบัติงาน โดยตรวจสอบผลงานที่ได้ออกมาเป็นคะแนน

3. แบบประเมินการมีส่วนร่วม เป็นการประเมินจากพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน การเข้าชั้นเรียน และการถามตอบระหว่างกิจกรรมการเรียน ตลอดภาคการศึกษา

การทดสอบการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงาน แบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ วิธีแรกเป็นการประเมินผลแบบ t-score และวิธีที่สองเป็นการประเมินผลแบบ Fuzzy ซึ่งการประเมินทั้ง 2 วิธี มีการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงาน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ในปฏิบัติงาน ด้านผลงาน และด้านการมีส่วนร่วมของนักศึกษา

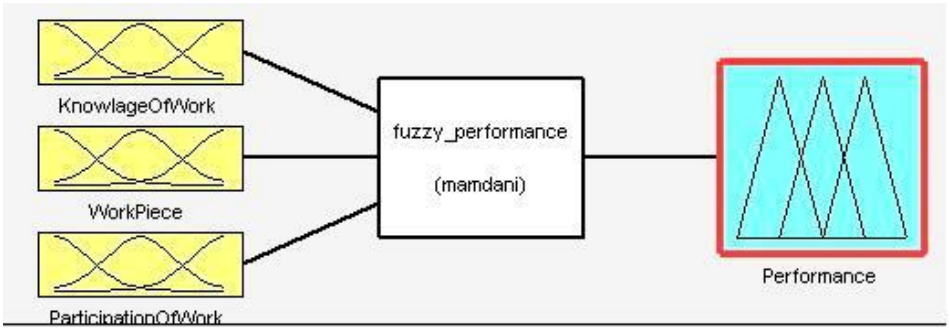
2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การแปลงค่าแบบ t-score จากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดระดับความรู้ (ก่อนปฏิบัติ) และแบบทดสอบวัดระดับความรู้ (หลังปฏิบัติ) ในการคำนวณคะแนนที ต้องดำเนิน การหาคะแนนซี (Z-score) โดยคะแนนซีของคะแนนค่าใด ๆ ใช้สูตรดังนี้ (อุไร อภิชาตบรรลือ, 2553)

$$\text{คะแนนซี (Z-score) ของคะแนนใด ๆ} = \frac{\text{คะแนนที่ต้องการคำนวณ} - \text{ค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่ม}}{\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน}}$$

คะแนนใดที่มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยจะได้คะแนนซี เท่ากับศูนย์ คะแนนที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยจะได้คะแนนซีที่มีค่าติดลบ

การแปลงค่าแบบ Fuzzy จากคะแนนที่ได้จากการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงาน 3 ด้าน ดังรูปภาพที่ 2

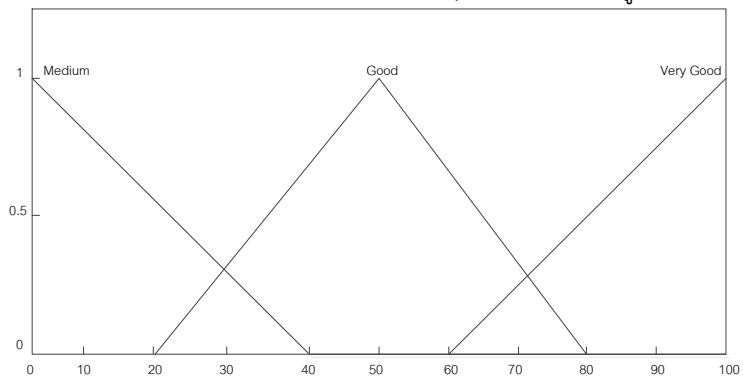


รูปภาพที่ 2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบ Fuzzy

จากรูปภาพที่ 2 ขั้นตอนการประมวลผลแบบ Fuzzy ในระบบ ตัวแปรอินพุต (Input) การประมวลผลแบ่งออกเป็น 3 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรความรู้ในปฏิบัติงาน (Knowledge of Work)

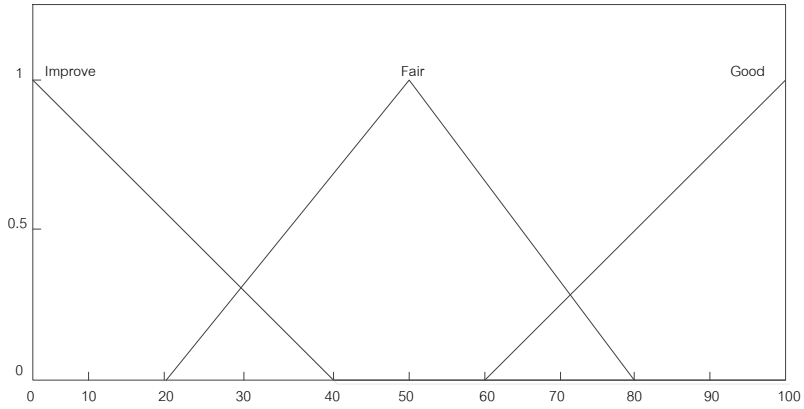
ตัวแปรผลงาน (Work Piece) และตัวแปรการมีส่วนร่วม (Participation of Work) สำหรับตัวแปรเอาต์พุต (Output) คือ ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (Performance of student) ซึ่งในแต่ละตัวแปรมีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ดังนี้

ตัวแปร Knowledge of Work มีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ปานกลาง (Medium: M) ดี (Good: G) และดีเยี่ยม (Very Good: VG) ดังรูปภาพที่ 3



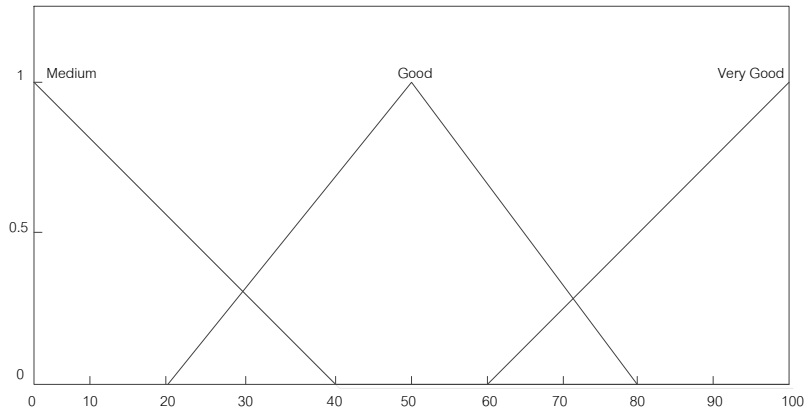
รูปภาพที่ 3 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกช่วงระดับตัวแปร Knowledge of Work

ตัวแปร Work Piece มีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ควรปรับปรุง (Improve: I) พอใช้ (Fair: F) และดี (Good: G) ดังรูปภาพที่ 4



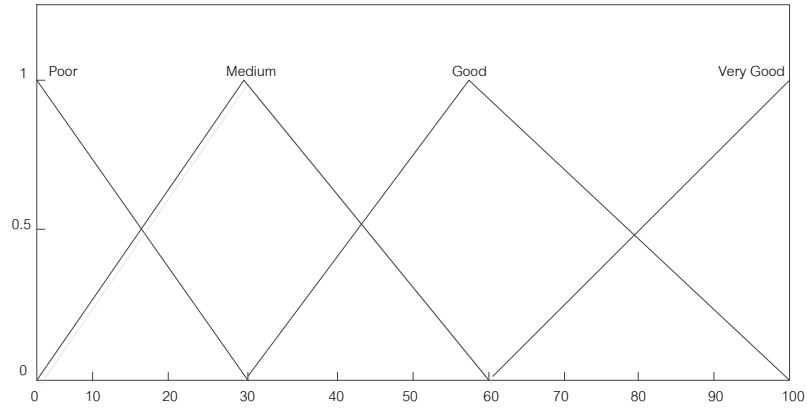
รูปภาพที่ 4 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกช่วงระดับตัวแปร Work Piece

ตัวแปร Participation of Work มีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ปานกลาง (Medium: M) ดี (Good: G) และดีเยี่ยม (Very Good: VG) ดังรูปภาพที่ 5



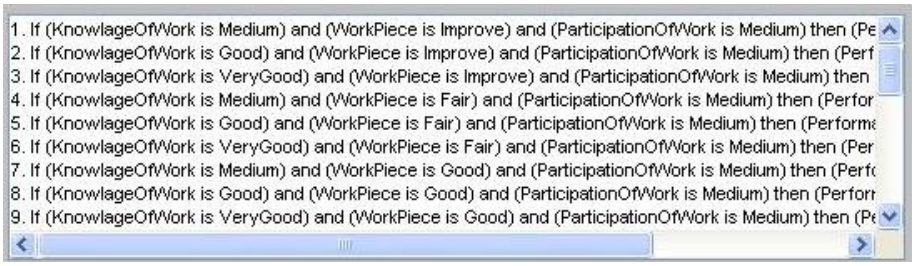
รูปภาพที่ 5 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกช่วงระดับตัวแปร Participation of Work

ตัวแปร Performance of student มีฟังก์ชันความเป็นสมาชิก แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ แย่ (Poor: P) ปานกลาง (Medium: M) ดี (Good: G) และดีเยี่ยม (Very Good: VG) ดังรูปภาพที่ 6



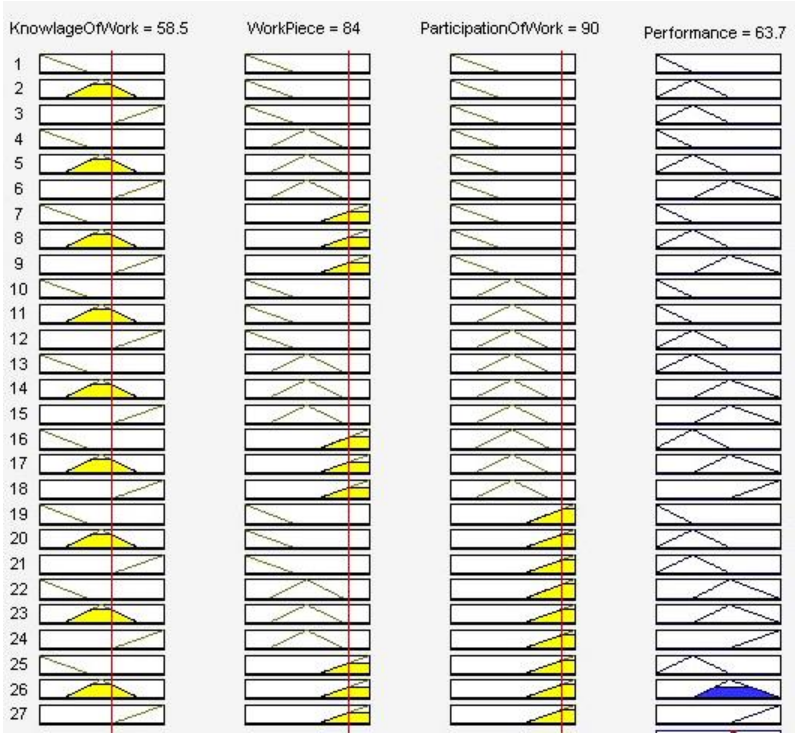
รูปภาพที่ 6 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกช่วงระดับตัวแปร Performance of student

จากนั้นทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการอินพุตทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเอาต์พุตที่อาศัยหลักการของการหาเหตุและผล โดยเขียนเป็นกฎการควบคุมระบบ มีลักษณะอยู่ในรูปแบบ ถ้า (If) และ (And) หรือ (Or) ซึ่งเป็นภาษาสามัญ ได้จำนวน 27 กฎแล้วนำกฎทั้งหมดมาประมวลผลรวมกัน เพื่อการตัดสินใจหาค่าที่เหมาะสม ดังรูปภาพที่ 7



รูปภาพที่ 7 กฎการอนุมานที่สร้างขึ้น

ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม เช่น ค่าความรู้ในปฏิบัติงาน เท่ากับ 58.5% ผลงาน เท่ากับ 84% และการมีส่วนร่วม เท่ากับ 90% เมื่อทำการคำนวณตามกฎการอนุมานแล้วแปลงค่าเอาต์พุตออกมาได้ ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม เท่ากับ 63.7 % ดังรูปภาพที่ 8



รูปภาพที่ 8 ตัวอย่างการคำนวณระดับประสิทธิภาพการปฏิบัติ

3. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม ในรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ชั้นปีที่ 4 จำนวน 19 คน โดยทำการเก็บคะแนนจากภาคปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ในปฏิบัติงาน ด้านผลงาน และด้านการมีส่วนร่วม จากนั้นทำการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงาน 2 วิธี ได้แก่ วิธีการประเมินผลแบบ t-score กับการประเมินผลแบบ Fuzzy ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมระหว่างการประเมินผลแบบ t-score กับการประเมินผลแบบ Fuzzy

ลำดับที่	ความรู้ในปฏิบัติงาน	ผลงาน	การมีส่วนร่วม	การประเมิน		ระดับประสิทธิภาพ	
				t-score	Fuzzy	t-score	Fuzzy
1	58.46	84.00	90.00	49	63.70	M	G,VG
2	56.92	84.00	90.00	47	63.70	M	G,VG
3	47.69	52.00	60.00	31	63.60	M	G,VG
4	67.69	84.00	40.00	53	65.30	M	G,VG
5	61.54	76.00	80.00	47	64.20	M	G,VG
6	60.00	88.00	100.00	61	63.60	G	G,VG
7	41.54	88.00	80.00	41	63.90	M	G,VG
8	53.85	84.00	90.00	44	63.70	M	G,VG
9	55.38	92.00	100.00	53	63.40	M	G,VG
10	50.77	76.00	70.00	43	64.20	M	G,VG
11	56.92	88.00	100.00	53	63.60	M	G,VG
12	61.54	92.00	100.00	69	63.80	G	G,VG
13	58.46	88.00	80.00	49	63.90	M	G,VG
14	55.38	52.00	70.00	37	64.20	M	G,VG
15	58.46	88.00	100.00	57	63.60	M	G,VG
16	53.85	52.00	80.00	37	63.90	M	G,VG
17	58.46	92.00	90.00	57	63.50	M	G,VG
18	60.00	88.00	90.00	57	63.60	M	G,VG
19	63.08	88.00	90.00	64	64.00	G	G,VG

จากตารางที่ 1 การประเมินคุณลักษณะงานของนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรม พบว่า การประเมินผลแบบ Fuzzy มีประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของนักศึกษาอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนที่ได้ จึงทำให้การประเมินผลแบบ Fuzzy มีความยืนหยุ่นตามความถนัดของนักศึกษา แต่การประเมินผลแบบ t-score มีประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากการประเมินผลแบบ t-score มีการจัดเกณฑ์แบบอิงกลุ่ม เมื่อนำมาปรับกระจายคะแนนแล้วทำให้ได้ค่าคะแนนอยู่ในลักษณะเป็นกลุ่ม

4. สรุปผล

การประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานแบบ Fuzzy สามารถนำไปปรับใช้ในการประเมินผลการจัดการเรียนการสอน สอดคล้องกับแนวทางประเมินผลตรงสภาพจริงทั้งด้านความรู้ในการปฏิบัติงาน ด้านผลงาน และด้านการมีส่วนร่วมของนักศึกษา ซึ่งเหมาะสำหรับนักศึกษาสายช่างอุตสาหกรรมที่ต้องเน้นฝึกปฏิบัติในแต่ละวิชาเรียน ผู้สอนสามารถประเมินการปฏิบัติงานตามสภาพจริงของนักศึกษาแต่ละคนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการประเมินผลแบบ Fuzzy สามารถนำมาพัฒนาเครื่องมือช่วยให้การประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานอย่างเป็นกระบวนการ ลดความคลุมเครือของผู้สอนในการตัดสินผลงานและง่ายในการนำไปประยุกต์ใช้งานการประเมินกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักศึกษา คณาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือการวิจัยในครั้งนี้

6. บรรณานุกรม

พยุง มีสัจ. 2551. **ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม.** เอกสารประกอบการสอน. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิจารณ์ พานิช. 2555. **วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

สุวิมล ว่องวานิช. 2546. **การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุไร อภิชาตบรรลือ. 2553. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการวัดและประเมินผลทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

George J. Klir. 1995. **Fuzzy Logic: Unearthing its meaning and significance.** IEEE Potentials. NJ. : Piscataway.