

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

APPLIED MATHEMATICS IN FOOD MANUFACTURING



รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรียา ลาสุนนท์
Assoc. Prof. Dr. Patareeya Lasunon

MATH KRU ANN
2025



คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

APPLIED MATHEMATICS IN FOOD MANUFACTURING

รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรียา ลาสุนนท์

Assoc. Prof. Dr.Patareeya Lasunon

ได้รับทุนสนับสนุนการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ลำดับที่ 234

จัดพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ.2568

ISBN (e-book) 978-616-438-939-7

ภัทรียา ลาสุนนท์.

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร = Applied mathematics in food manufacturing. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2568.

247 หน้า : ภาพประกอบ

1. คณิตศาสตร์ประยุกต์. 2. คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม. 3. สมการ 4. กราฟ (1) ชื่อเรื่อง.

QA808 ภ381 2568

ISBN (e-book) 978-616-438-939-7



จัดทำโดย ศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอนมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ราคา 290 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2568

Introduction

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

→ “คณิตศาสตร์” มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนางานทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร ยกตัวอย่างเช่น ในกระบวนการผลิต การแปรรูปอาหาร การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร การประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส กระบวนการสกัดสาร และพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมอาหาร เป็นต้น

→ คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร ตำราเล่มนี้เป็นรายวิชาในหลักสูตรเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาหาร โดยการนำทฤษฎีคณิตศาสตร์สมัยใหม่ และผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านอุตสาหกรรมอาหารอย่างเป็นรูปธรรม ให้เห็นถึงการประยุกต์และการจำลองแบบปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

→ ในการนี้ขอขอบคุณ สำนักนวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการสนับสนุนทุนผลิตตำราในรูปแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (2567) ผู้เขียนหวังว่าตำราเล่มนี้จะเอื้อประโยชน์แก่ผู้อ่านได้มากตามสมควร



Book Chapter

คณิตศาสตร์ประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร



1

เซตวิถัชนีัย (พีชชีเซต)
การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร



2

สมการเชิงเส้น
การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร



3

กำหนดการเชิงเส้น
การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร



4

ทฤษฎีกราฟ
การจำลองแบบในอุตสาหกรรมอาหาร



5

หน่วยและมิติการวัด
ในอุตสาหกรรมอาหาร



เซตวิถัชนัย (ฟัซซี่เซต)

การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร



Contents



EP1: Fuzzy Set สำคัญอย่างไร?



EP2: FAM คืออะไร?



EP3: FAM ทำอะไรได้บ้าง?



Summary of Concepts



Reference



Appendix



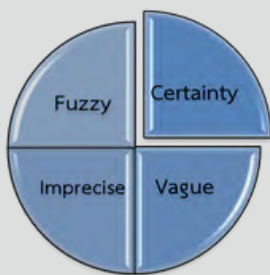
เซตวิภันัย (ฟัซซีเซต)

การประยุกต์ในอุตสาหกรรมอาหาร

1



เซตวิภันัย (Fuzzy Set) เป็นอีกเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินผลข้อมูล ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความคลุมเครือของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีการคิดและการตัดสินใจที่ซับซ้อนของมนุษย์



รูปแบบ
ปัญหาการตัดสินใจ

ระเบียบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภันัย

Fuzzy Analytical Method (FAM) ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ (2558) เพื่อประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ผลการประเมินการทดสอบทางประสาทสัมผัส การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร การวิเคราะห์สภาวะการกักตุนสารสกัด เป็นต้น เพื่อให้การวิจัยและการพัฒนาทางด้านนวัตกรรมอุตสาหกรรมอาหารเติบโตอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนต่อไป

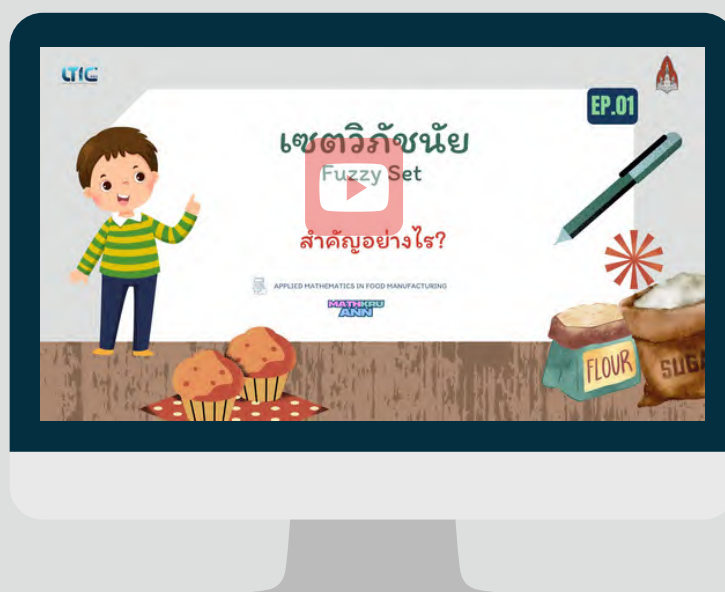


Fuzzy Set สำคัญอย่างไร?

“ปัญหาการตัดสินใจ” มากกว่าร้อยละ 40 เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอน เนื่องจากการตัดสินใจส่วนใหญ่ของมนุษย์จะยึดพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก เพื่อกำหนดเงื่อนไขที่นำไปสู่การสรุปผล

ในการแก้ปัญหาจึงต้องมองให้ครอบคลุมรอบด้านโดยพิจารณาทั้งปัจจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ จำเป็นต้องใช้ **“การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์”** ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขปัจจัยต่างๆ ที่อาจจะมีความขัดแย้งกันหรือไม่ก็ได้ เพื่อให้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา

ดังนั้นจึงได้มีการนำฟัซซีลอจิก (Fuzzy logic) เข้ามาอธิบายความไม่ชัดเจนในการกำหนดค่าการวัดหรือการตัดสินใจในเชิงตัวเลขที่สามารถสรุปภาพรวมข้อมูลในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ เรียกว่า **“ระเบียบวิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภันัย (FAM)”** ซึ่งสามารถวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขปัจจัยต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ และมีความสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

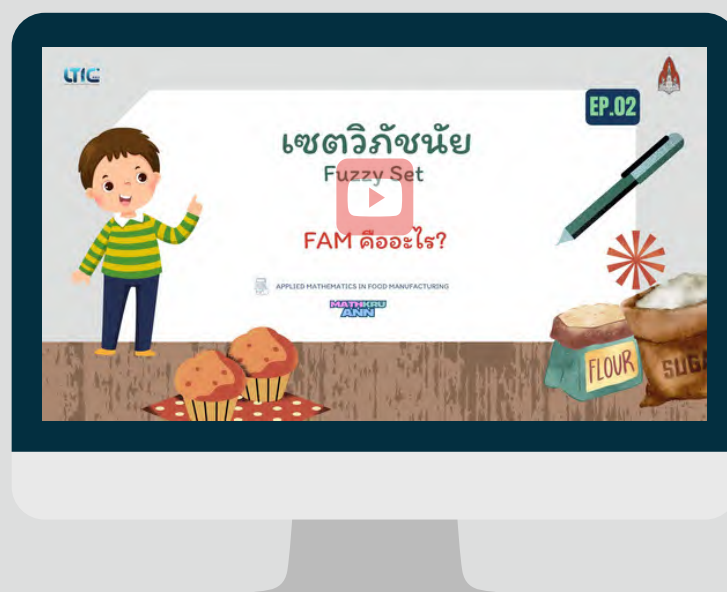


FAM คืออะไร?

ระเบียบวิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภังค์ (FAM) ถูกคิดค้นขึ้นมาในปี 2558 เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ “ภาพรวมข้อมูล (Overall Index)” จากการตัดสินใจที่ประกอบด้วยเกณฑ์การพิจารณาหลายๆ ด้าน

โดยแบ่งขั้นตอนวิธีการวิเคราะห์ภาพรวมข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ

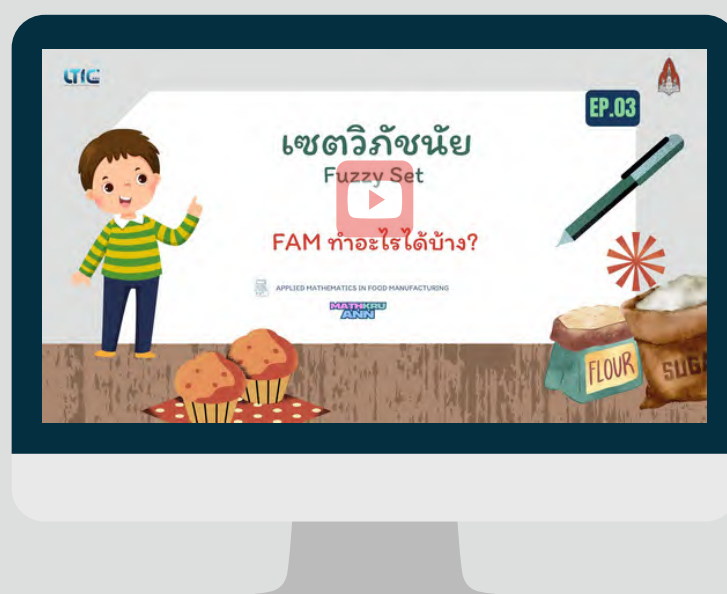
- (1) การกำหนดค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์ (Criterion Weights)
- (2) การแปลงข้อมูลให้เป็นฟัซซีหรือแบบวิภังค์ (Fuzzification)
- (3) การคำนวณค่าคะแนนดัชนีโดยรวม (De-fuzzification)



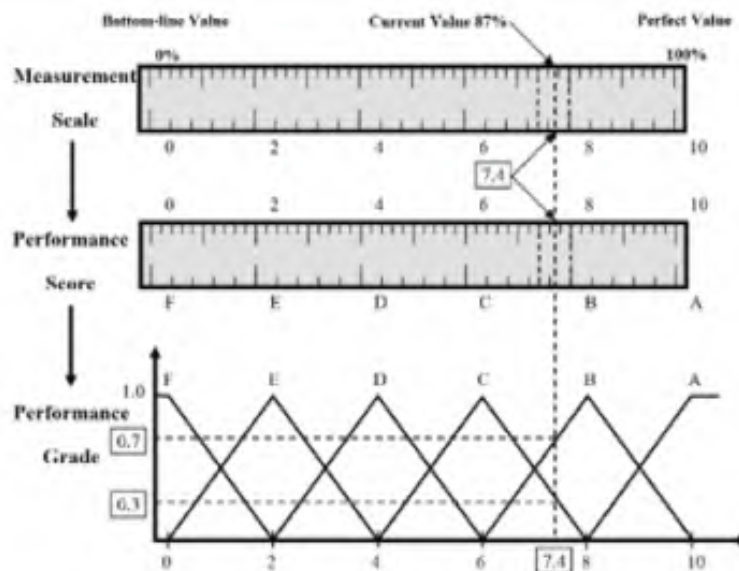
FAM ทำอะไรได้บ้าง?

ระเบียบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภังค์ (FAM) ถือเป็นคณิตศาสตร์สมัยใหม่อีกกระบวนการหนึ่งที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้จริงอย่างหลากหลาย

- วิเคราะห์ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
- ประเมินคุณภาพ/พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
- ควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหาร
- ประเมินสถานะการสกัดที่ดีที่สุดจากการทดลองด้านเทคโนโลยีการสกัดสารสกัดธรรมชาติจากของเหลือใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร



Summary of concepts



→ เซตวิภาษนัย

Fuzzy set เซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบครอบคลุมเซตวิภาษนัย (แบบดั้งเดิม) โดยจะให้มีความเป็นสมาชิกของเซตระหว่าง 0 และ 1 ถูกใช้ในการอธิบายความคลุมเครือ หรือความไม่ชัดเจนในสถานการณ์ที่ยากในการระบุความเป็น หรือ ไม่เป็น สมาชิกของเซตนั้นได้อย่างชัดเจน

→ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ

ปัญหาการตัดสินใจของมนุษย์ส่วนมากใช้พื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก ความไม่แน่นอนของระบบที่เกี่ยวข้องกับความคิดความรู้สึกของมนุษย์จะถูกพิจารณาเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ โดยอาศัยตรรกศาสตร์คลุมเครือ เพื่อจำลองการให้ความเห็น ซึ่งมีความคลุมเครือในความหมายเมื่อพิจารณาเชิงตัวเลข

→ การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภาษนัย (Fuzzy Analytical Method) เป็นระเบียบวิธีใหม่ในการวิเคราะห์ภาพรวมข้อมูลจากการตัดสินใจที่ประกอบด้วยเกณฑ์การพิจารณาจากหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะกับปัญหาที่มีความคลุมเครือที่เกิดจากการวัดประเมินและการตัดสินใจ

→ การประยุกต์ใช้ FAM

เซตวิภาษนัยส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประกอบการตัดสินใจในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น

- การวิเคราะห์ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส
- การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร
- การวิเคราะห์สภาวะการสกัดสารสกัดธรรมชาติ



Table of Contents

	1.1 เซตวิภันย์ขั้นแนะนำ	01
▶▶	1.1.1 ฟัซซีลอจิกกับการตัดสินใจ	01
▶▶	1.1.2 ระเบียบวิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภันย์	05
	1.2 ฟัซซีลอจิกกับการตัดสินใจ	14
▶▶	1.2.1 โครงสร้างพื้นฐานการทำงานของฟัซซีลอจิก	15
▶▶	1.2.2 ลักษณะปัญหากับการตัดสินใจ	17
	1.3 ระเบียบวิธีวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิภันย์	19
▶▶	1.3.1 การกำหนดค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์	20
▶▶	1.3.2 การแปลงข้อมูลให้เป็นฟัซซี	32
▶▶	1.3.3 การคำนวณค่าดัชนีโดยรวม	40
	1.4 การประยุกต์ใช้ระเบียบวิธี FAM ในอุตสาหกรรมอาหาร	43
▶▶	1.4.1 การวิเคราะห์ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วย FAM	43
▶▶	1.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารด้วย FAM	50
▶▶	1.4.3 การวิเคราะห์สภาวะการสกัดสารด้วย FAM	54
	แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 1	58



1.1 เซตวิภันย์ขั้นแนะนำ

มนุษย์สามารถอธิบายพฤติกรรมของสิ่งต่างๆ รอบตัวด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทฤษฎีเซตเป็นตัวอย่างหนึ่งของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อบอกว่าสิ่งใดที่มีคุณสมบัติบางประการเหมือนกับข้อกำหนดจนสามารถให้สิ่งนั้นเป็น “สมาชิก” (Membership) ของกลุ่มที่เรียกว่า “เซต” (Set) แล้วเซตวิภันย์หรือฟัซซีเซต (Fuzzy set) คืออะไร

เซตวิภันย์หรือฟัซซีเซต ถูกพัฒนาและนำมาใช้โดยศาสตราจารย์ซาเดห์ (L.A. Zadeh) เมื่อปี พ.ศ. 2508 (ค.ศ. 1965) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) ที่สามารถสร้างและกำหนดรูปแบบ (Modeling) ของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความคลุมเครือ ความไม่ตายตัวให้อยู่ในรูปของเซต โดยเซตวิภันย์จะใช้ลักษณะความหมายตัวแปรภาษา (Linguistic) มากกว่าปริมาณ (Quantitative) ซึ่งแตกต่างจากเซตแบบดั้งเดิมหรือเซตทวินัย (Crisp Set) ที่มีค่าความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่า คือ “0” แทนการไม่เป็นสมาชิก หรือ “1” แทนการเป็นสมาชิกเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริง บางสถานการณ์เป็นเรื่องยากที่จะระบุความ “เป็น” หรือ “ไม่เป็น” สมาชิกของเซตนั้นได้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปจะใช้ความรู้สึกหรือประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเพื่อระบุความเป็นสมาชิก ยิ่งไปกว่านั้นภาษาที่ใช้จะมีความคลุมเครือ เช่น วัตถุที่ใช้อย่างเก็บไว้นาน “สักนิด” แต่ก็ใช้ได้อาจจะทำให้รสชาติแปลกไป “หนอย” หรือ กาแฟนี้มีรสชาติ “เปรี้ยวอมขมเล็กน้อย” เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่อนข้างยากที่จะระบุความเป็นสมาชิกของสิ่งเหล่านั้นด้วยเซตแบบดั้งเดิม

1.1.1 ความหมายของเซตวิภันย์

เซตวิภันย์ (ฟัซซีเซต) เป็นเซตที่มีขอบเขตที่ราบเรียบครอบคลุมเซตดั้งเดิม (เซตทวินัย) โดยหลักสำคัญคือ การยอมรับสมาชิกที่มีลักษณะตามที่กำหนดของเซตนั้นๆ แม้เพียงบางส่วนเข้ามา เป็นสมาชิก โดยสมาชิกทุกค่ามีการให้น้ำหนักค่าระดับความเป็นสมาชิกกำกับไว้ด้วย โดยเซตวิภันย์ จะให้มีค่าความเป็นสมาชิกของเซตอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังบทนิยามต่อไปนี้

บทนิยามที่ 1.1 กำหนดให้ X เป็นเซตที่ไม่ว่าง เซตวิภันย์ A สามารถแสดงลักษณะเฉพาะได้จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

$$\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1]$$

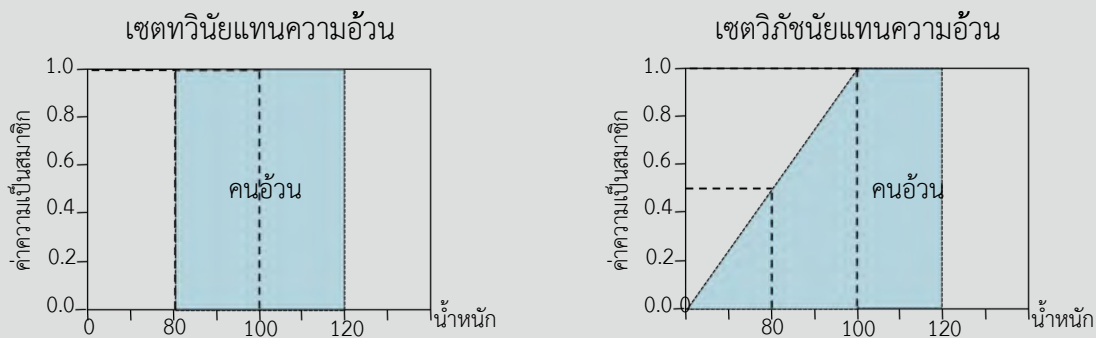
เมื่อ $\mu_A(x)$ หมายถึงค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A

และเซตวิภันย์ A สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเซตของคู่อันดับ (Tuples)

$$A = \{(x, \mu_A(x) | x \in X)\}$$

สำหรับแต่ละ x ในเซต A โดยที่ x เป็นสมาชิกของ X

➤➤➤ **ตัวอย่างที่ 1.1** กำหนดนิยาม “ความอ้วนของผู้หญิง” ในช่วงน้ำหนัก 0 ถึง 120 กิโลกรัมด้วยเซตทวินัยและเซตวิซันย์ดังรูปที่ 1.1 ถ้านางสาว A มีน้ำหนัก 80 กิโลกรัม และนางสาว B มีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม จงพิจารณาว่านางสาว A และ B เป็นสมาชิกในเซตเซตทวินัยและเซตวิซันย์หรือไม่



รูปที่ 1.1 ค่าความเป็นสมาชิกแทนความอ้วนในรูปเซตทวินัยและเซตวิซันย์

วิธีทำ จากรูปที่ 1.1 โดยนิยามเซตทวินัยแทนระดับความอ้วนของผู้หญิง จะได้ว่า ผู้หญิงที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 80 ถึง 120 กิโลกรัม ถือเป็นผู้หญิงอ้วน (มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1) และสำหรับค่าน้ำหนักอื่นๆ ไม่ถือว่าเป็นผู้หญิงอ้วน (มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0)

โดยนิยามเซตวิซันย์แทนระดับความอ้วนของผู้หญิง จะได้ว่า ผู้หญิงที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 100 ถึง 120 กิโลกรัม ถือเป็นผู้หญิงอ้วน (มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1) และสำหรับค่าน้ำหนักอื่นๆ จะถือว่ามีค่าความอ้วนแตกต่างกันตามสัดส่วนที่กำหนด (มีค่าความเป็นสมาชิกระหว่าง 0 ถึง 1) สำหรับนางสาว A ที่มีน้ำหนัก 80 กิโลกรัม และนางสาว B ที่มีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม จะได้ว่า

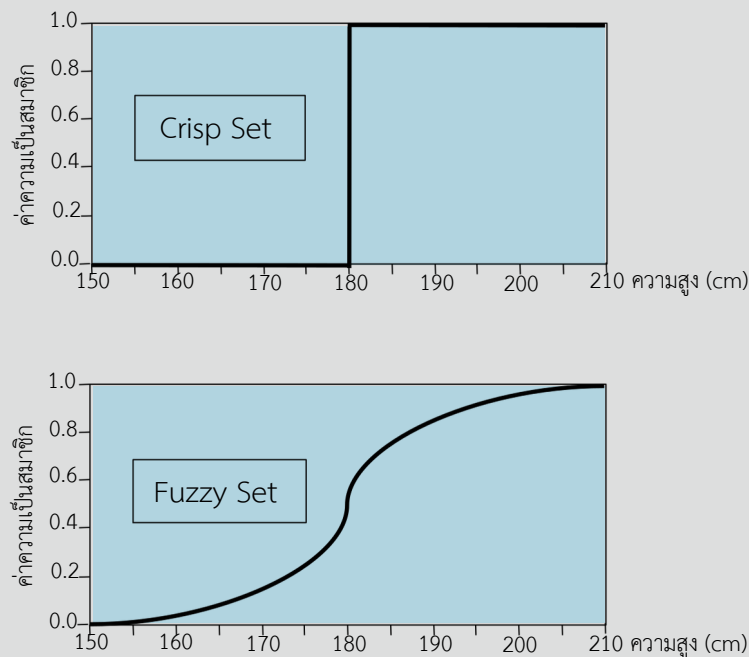
- (1) นางสาว A และนางสาว B เป็นสมาชิกในเซตทวินัยของผู้หญิงอ้วน มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 นั่นคือ เซตทวินัยของผู้หญิงอ้วน = $\{A, B\}$
- (2) นางสาว A เป็นสมาชิกในเซตวิซันย์ของผู้หญิงอ้วน ที่มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0.5 และนางสาว B เป็นสมาชิกในเซตวิซันย์ของผู้หญิงอ้วน ที่มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 นั่นคือ เซตวิซันย์ของผู้หญิงอ้วน = $\{A(80, 0.5), B(100, 1.0)\}$



#

ข้อสังเกต จากตัวอย่างที่ 1.1 จะเห็นว่านางสาว A และ B ถือว่าเป็นคนอ้วนที่ไม่แตกต่างกันในเซตทวินัย แต่สำหรับเซตวิซันย์แล้วจะเห็นว่านางสาว A มีระดับความอ้วน 0.5 เมื่อเทียบกับนางสาว B

➡➡➡ **ตัวอย่างที่ 1.2** กำหนดนิยาม “ความสูงของผู้ชาย” ในช่วงความสูง 150 ถึง 210 เซนติเมตรด้วยเซตทวินัยและเซตวิภันย์ดังรูปที่ 1.2 จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างผู้ชายจำนวน 10 คน (นามสมมติ A - J) มีความสูงเท่ากับ 208, 205, 198, 181, 179, 172, 167, 158, 155 และ 152 เซนติเมตรตามลำดับ จงแจกแจงสมาชิกเซตของผู้ชายสูงในรูปแบบเซตทวินัยและเซตวิภันย์



รูปที่ 1.2 ค่าความเป็นสมาชิกแทนความสูงในรูปแบบเซตทวินัยและเซตวิภันย์

วิธีทำ จากรูปที่ 1.2 โดยนิยามเซตทวินัยแทนระดับความสูงของผู้ชาย จะได้ว่า ผู้ชายที่สูงตั้งแต่ 180 เซนติเมตรขึ้นไป ถือว่าเป็นผู้ชายสูง (มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 1) และสำหรับผู้ชายที่ต่ำกว่า 180 เซนติเมตร ไม่ถือว่าเป็นผู้ชายสูง (มีค่าความเป็นสมาชิกเป็น 0)

โดยนิยามเซตวิภันย์แทนระดับความสูงของผู้ชาย จะได้ว่า กำหนดให้ค่าความสูงที่ต่างกัน จะมีค่าความเป็นสมาชิกจะแตกต่างกันตามสัดส่วนที่กำหนด (มีค่าความเป็นสมาชิกระหว่าง 0 ถึง 1)

ดังนั้นจากความสูงของกลุ่มตัวอย่างสามารถสรุปเปรียบเทียบค่าความสูงและค่าความเป็นสมาชิกในเซตทวินัยและเซตวิภันย์ได้ดังตารางที่ 1.1 และสามารถแจกแจงสมาชิกของเซต ได้ดังนี้

(1) เซตทวินัยของผู้ชายสูง = $\{A, B, C, D\}$

(2) เซตวิภันย์ของผู้ชายสูง

$$= \left\{ A(208, 1.0), B(205, 1.0), C(198, 0.98), D(181, 0.82), E(179, 0.78), F(172, 0.24), G(167, 0.15), H(158, 0.06), I(155, 0.01) \right\}$$

ตารางที่ 1.1 ค่าความเป็นสมาชิกระดับความสูงในรูปเซตทวินัยและเซตวิภันย์

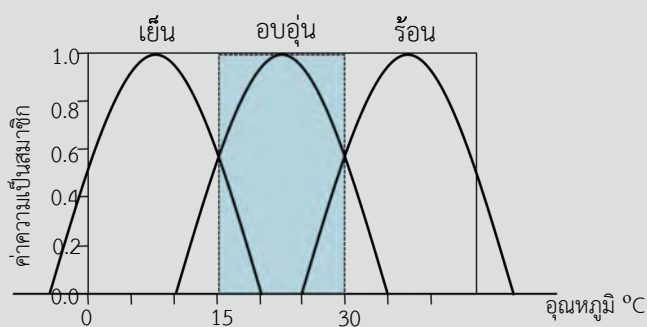
ตัวอย่าง	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ความสูง (cm)	208	205	198	181	179	172	167	158	155	152
ค่าสมาชิกในเซตทวินัย	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
ค่าสมาชิกในเซตวิภันย์	1.00	1.00	0.98	0.82	0.78	0.24	0.15	0.06	0.01	0.0

#



มากไปกว่านั้นเพื่อให้เห็นความแตกต่างของเซตทวินัยและเซตวิภันย์ที่มีหลายเซตมากขึ้น ซึ่งอาจจะมีบางส่วนที่ซ้อนทับกันอยู่ (Overlap) แสดงถึงความคลุมเครือที่ให้นิยามความสำคัญต่อตัวแปรภาษามากกว่าตัวแปรปริมาณ ดังตัวอย่างการให้นิยามสภาพอากาศ (เย็น-อบอุ่น-ร้อน) ตามช่วงอุณหภูมิต่อไปนี้

➡➡➡ **ตัวอย่างที่ 1.3** ถ้าแบ่งสภาพอากาศออกเป็น 3 ระดับตามช่วงอุณหภูมิในรูปของเซตทวินัย กำหนดอุณหภูมิที่น้อยกว่า 15°C ว่าเป็นช่วงอากาศเย็น อุณหภูมิตั้งแต่ $15 - 30^{\circ}\text{C}$ เป็นช่วงอากาศอบอุ่น และอุณหภูมิ 30°C ขึ้นไป เป็นช่วงอากาศร้อน แล้วในความเป็นจริงเซตของสภาพอากาศเย็นถึงอบอุ่น และอบอุ่นถึงร้อน จะมีช่วงอุณหภูมิที่ซ้อนทับกันอยู่ดังรูปที่ 1.3 จงอธิบายความไม่ชัดเจนของแต่ละช่วงอุณหภูมิในแต่ละสภาพอากาศในรูปของเซตวิภันย์ พิจารณาที่ระดับอุณหภูมิ 15°C และ 30°C อยู่ในสภาพอากาศใด



รูปที่ 1.3 สภาพอากาศและค่าความเป็นสมาชิกของเซตวิภันย์

วิธีทำ จากรูปที่ 1.3 สามารถนิยามเซตวิภันย์แทนระดับอุณหภูมิของแต่ละสภาพอากาศ ได้ดังนี้
 เซตวิภันย์ของอากาศเย็น ได้แก่ อุณหภูมิในช่วง $-5^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$
 เซตวิภันย์ของอากาศอบอุ่น ได้แก่ อุณหภูมิในช่วง $10^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$
 เซตวิภันย์ของอากาศร้อน ได้แก่ อุณหภูมิในช่วง $25^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$

โดยค่าความเป็นสมาชิกจะแตกต่างกันตามสัดส่วนที่กำหนด (มีค่าความเป็นสมาชิกระหว่าง 0 ถึง 1)



ดังนั้น สำหรับที่ระดับอุณหภูมิ 15°C และ 30°C จะได้ว่า

- (1) อุณหภูมิ 15°C เป็นสมาชิกในช่วงอากาศเย็น ที่ระดับความเป็นสมาชิก 0.5
- (2) อุณหภูมิ 15°C เป็นสมาชิกในช่วงอากาศอบอุ่น ที่ระดับความเป็นสมาชิก 0.5
- (3) อุณหภูมิ 30°C เป็นสมาชิกในช่วงอากาศอบอุ่น ที่ระดับความเป็นสมาชิก 0.5
- (4) อุณหภูมิ 30°C เป็นสมาชิกในช่วงอากาศร้อน ที่ระดับความเป็นสมาชิก 0.5

และสามารถแจกแจงสมาชิกในรูปเซตวิภันย์แทนแต่ละสภาพอากาศ ได้ดังนี้

เซตวิภันย์ของอากาศเย็น = $\{ (15, 0.5) \}$

เซตวิภันย์ของอากาศอบอุ่น = $\{ (15, 0.5), (30, 0.5) \}$

เซตวิภันย์ของอากาศร้อน = $\{ (30, 0.5) \}$



จากตัวอย่างที่ 1.1–1.3 การให้ความหมายของเซตวิภันย์และเซตวิภันย์ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าเซตวิภันย์สามารถแก้ปัญหาการระบุความเป็นสมาชิกได้ยืดหยุ่นกว่าเซตวิภันย์ โดยเซตวิภันย์ยอมให้มีค่าหรือดีกรีของความเป็นสมาชิกด้วยค่าตัวเลขระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งสามารถอธิบายเหตุการณ์ตามความเป็นจริงที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปที่ไม่ได้มีเฉพาะสิ่งที่แน่นอนเท่านั้น แต่มีหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่แน่นอน อาจเป็นสิ่งที่คลุมเครือไม่ชัดเจนได้

1.1.2 ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

เซตวิภันย์ถูกคิดขึ้นเพื่อช่วยในการอธิบายลักษณะของสิ่งที่ไม่ชัดเจนโดยเฉพาะสิ่งที่เป็นลักษณะทางความรู้สึก คำพูด ให้ชัดเจนขึ้น เป็นการให้เหตุผลแบบประมาณ ซึ่งแตกต่างจากการใช้เหตุผลแบบเด็ดขาดในลักษณะ ถูก-ผิด หรือ ใช่-ไม่ใช่ ดังนั้นค่าความเป็นสมาชิกของเซตวิภันย์ จะถูกกำหนดด้วย “ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก” (Membership Function) โดยรูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความสำคัญต่อกระบวนการคิดและแก้ไขปัญหา โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกจะสมมาตรกันหรือไม่สมมาตรกันทุกประการก็ได้ การเลือกฟังก์ชันความเป็นสมาชิก จะต้องเลือกตามความเหมาะสมครอบคลุมข้อมูลที่รับเข้ามาโดยสามารถทับซ้อนกันและมีความเป็นสมาชิกหลายค่าได้ สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้เหมาะสมกับลักษณะงานตามความต้องการ โดยทั่วไปมีหลายฟังก์ชันด้วยกัน แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงบางฟังก์ชันที่นิยมนำมาใช้งาน ได้แก่

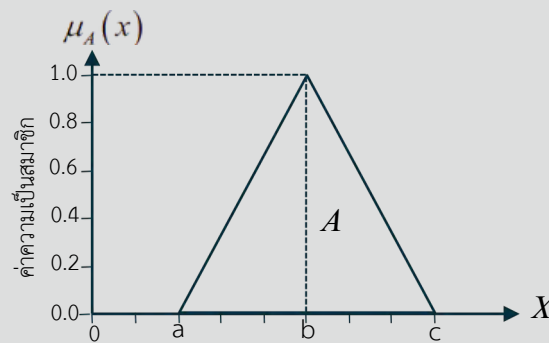
- (1) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function)
- (2) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Membership Function)
- (3) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปเกาส์เซียน (Gaussian Membership Function)

- (4) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูประฆังคว่ำ (Bell-shaped Membership Function)
- (5) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปตัวเอส (Smooth Membership Function)
- (6) ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปตัวแซด (Z Membership Function)

โดยมีรายละเอียดการคำนวณค่าความเป็นสมาชิกในแต่ละรูปแบบของเซตวิชันัย A ดังต่อไปนี้

1.1.2.1 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยม

กำหนดด้วยพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ $\{a, b, c\}$ ดังรูป



รูปที่ 1.4 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิชันัยรูปสามเหลี่ยม

โดยที่ $\mu_A(x)$ ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A สามารถคำนวณได้จาก

$$\mu_A(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & ; x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \\ 0 & ; x > c \end{cases}$$

▶▶▶ ตัวอย่างที่ 1.4 กำหนดให้ A เป็นเซตวิชันัยรูปสามเหลี่ยมที่มีพารามิเตอร์ $a = 4, b = 10, c = 16$

จงหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร $x = 6$ และ $x = 12$ ในเซต A พร้อมวาดรูปประกอบ

วิธีทำ จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยมของเซต $\mu_A(x; 4, 10, 16)$

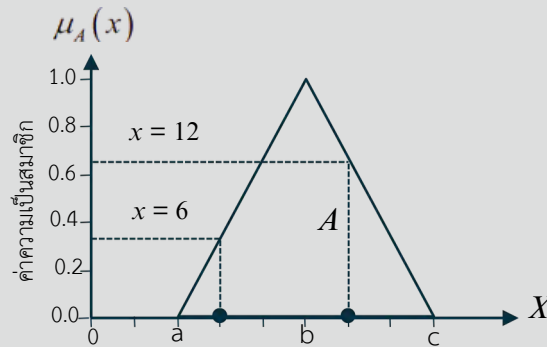
- (1) สำหรับ $x = 6$ นั่นคือ $a = 4 < x < 10 = b$ จะได้ว่า

$$\mu_A(6) = \frac{x-a}{b-a} = \frac{6-4}{10-4} = \frac{2}{6} = 0.33$$

- (2) สำหรับ $x = 12$ นั่นคือ $b = 10 < x < 16 = c$ จะได้ว่า

$$\mu_A(12) = \frac{c-x}{c-b} = \frac{16-12}{16-10} = \frac{4}{6} = 0.67$$

ดังนั้น $A = \{ (6, 0.33), (12, 0.67) \}$ ดังรูป

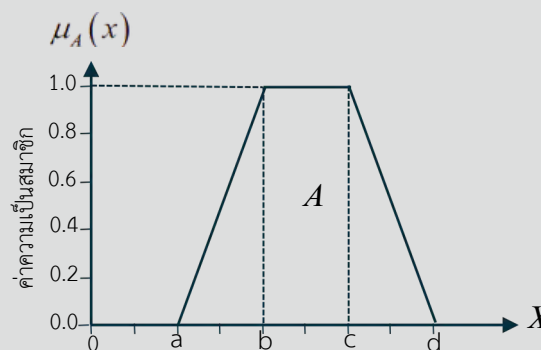


รูปที่ 1.5 เซตวิซันนัยรูปสามเหลี่ยม $a = 4, b = 10, c = 16$



1.1.2.2 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

กำหนดด้วยพารามิเตอร์ 4 ค่า คือ $\{a, b, c, d\}$ ดังรูป



รูปที่ 1.6 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิซันนัยรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

โดยที่ $\mu_A(x)$ ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A สามารถคำนวณได้จาก

$$\mu_A(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & , x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x < b \\ 1 & ; b \leq x < c \\ \frac{d-x}{d-c} & , c \leq x < d \\ 0 & ; x \geq d \end{cases}$$

▶▶▶ ตัวอย่างที่ 1.5 ให้ A เป็นเซตวิภันย์รูปสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีพารามิเตอร์ $a = 0, b = 4, c = 10$ และ $d = 14$ จงหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร $x = 3, 6, 12, 18$ ในเซต A พร้อมวาดรูปประกอบ

วิธีทำ จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสี่เหลี่ยมคางหมูของเซต $\mu_A(x: 0, 4, 10, 14)$

(1) สำหรับ $x = 3$ นั่นคือ $a = 0 < x < 4 = b$ จะได้ว่า

$$\mu_A(3) = \frac{x-a}{b-a} = \frac{3-0}{4-0} = \frac{3}{4} = 0.75$$

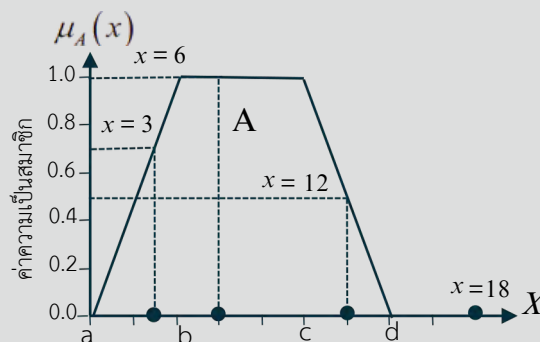
(2) สำหรับ $x = 6$ นั่นคือ $b = 4 < x < 10 = c$ จะได้ว่า $\mu_A(6) = 1$

(3) สำหรับ $x = 12$ นั่นคือ $c = 10 < x < 14 = d$ จะได้ว่า

$$\mu_A(12) = \frac{d-x}{d-c} = \frac{14-12}{14-10} = \frac{2}{4} = 0.50$$

(4) สำหรับ $x = 18$ นั่นคือ $x < 14 = d$ จะได้ว่า $\mu_A(18) = 0$

ดังนั้น $A = \{(3, 0.75), (6, 1.0), (12, 0.5), (18, 0)\}$ ดังรูป



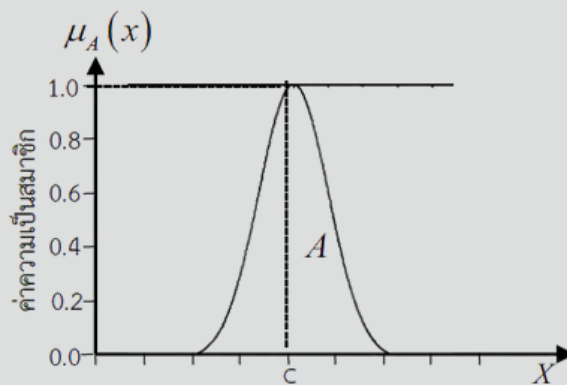
รูปที่ 1.7 เซตวิภันย์รูปสี่เหลี่ยมคางหมู $a = 0, b = 4, c = 10, d = 14$



1.1.2.3 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปเกาส์เซียน

กำหนดด้วยพารามิเตอร์ 2 ค่า คือ $\{c, \sigma\}$ โดยที่ c คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลและ σ คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถอธิบายได้ดังรูป





รูปที่ 1.8 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิถัชนัยรูปเกาส์เซียน

โดยที่ $\mu_A(x)$ ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A สามารถคำนวณได้จาก

$$\mu_A(x; c, \sigma) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}$$

▶▶▶ ตัวอย่างที่ 1.6 กำหนดให้ A เป็นเซตวิถัชนัยรูปเกาส์เซียน ที่มีพารามิเตอร์ $c = 5$, $\sigma = 1$ จงหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร $x = 3, 5, 6$ ในเซต A พร้อมวาดรูปประกอบ

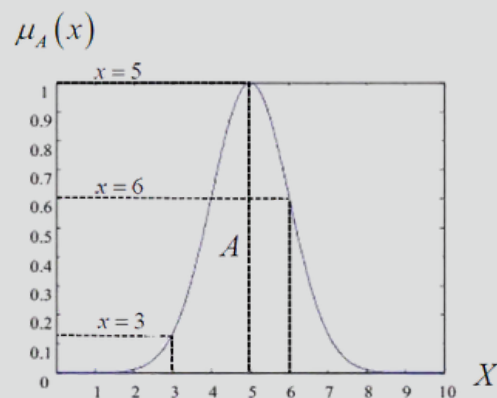
วิธีทำ จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปเกาส์เซียนของเซต $\mu_A(x; 5, 1)$

(1) สำหรับ $x = 3$ จะได้ว่า $\mu_A(3) = e^{-\frac{(3-5)^2}{2(1^2)}} = e^{-2} = 0.135$

(2) สำหรับ $x = 5$ จะได้ว่า $\mu_A(5) = e^{-\frac{(5-5)^2}{2(1^2)}} = e^0 = 1.0$

(3) สำหรับ $x = 6$ จะได้ว่า $\mu_A(6) = e^{-\frac{(6-5)^2}{2(1^2)}} = e^{-0.5} = 0.606$

ดังนั้น $A = \{(3, 0.135), (5, 1.0), (6, 0.606)\}$ ดังรูป

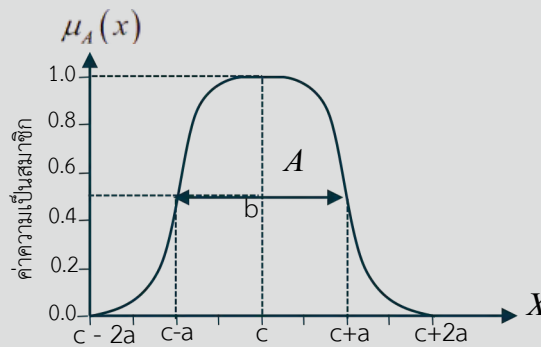


รูปที่ 1.9 เซตวิถัชนัยรูปเกาส์เซียน $c = 5$, $\sigma = 1$



1.1.2.4 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูประฆังคว่ำ

กำหนดด้วยพารามิเตอร์ 3 ค่า คือ $\{a, b, c\}$ โดยที่ c คือจุดศูนย์กลางของกราฟหรือค่าเฉลี่ยของข้อมูล และ a, b เป็นพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างลักษณะของกราฟซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูป



รูปที่ 1.10 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิซันัยรูประฆังคว่ำ

โดยที่ $\mu_A(x)$ ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A สามารถคำนวณได้จาก

$$\mu_A(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}}$$

▶▶▶ ตัวอย่างที่ 1.7 กำหนดให้ A เป็นเซตวิซันัยรูประฆังคว่ำ ที่มีพารามิเตอร์ $a = 2, b = 4, c = 5$

จงหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร $x = 3, 5, 9$ ในเซต A พร้อมวาดรูปประกอบ

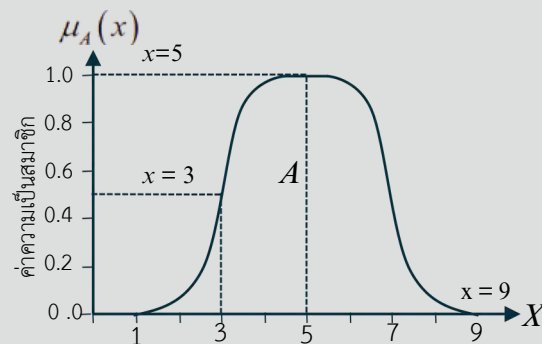
วิธีทำ จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูประฆังคว่ำของเซต $\mu_A(x; 2, 4, 5)$

$$(1) \text{ สำหรับ } x = 3 \text{ จะได้ว่า } \mu_A(3) = \frac{1}{1 + \left| \frac{3-5}{2} \right|^{2(4)}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

$$(2) \text{ สำหรับ } x = 5 \text{ จะได้ว่า } \mu_A(5) = \frac{1}{1 + \left| \frac{5-5}{2} \right|^{2(4)}} = \frac{1}{1} = 1.0$$

$$(3) \text{ สำหรับ } x = 9 \text{ จะได้ว่า } \mu_A(9) = \frac{1}{1 + \left| \frac{9-5}{2} \right|^{2(4)}} = \frac{1}{257} = 0.00389$$

ดังนั้น $A = \{(3, 0.5), (5, 1.0), (9, 0.00389)\}$ ดังรูป

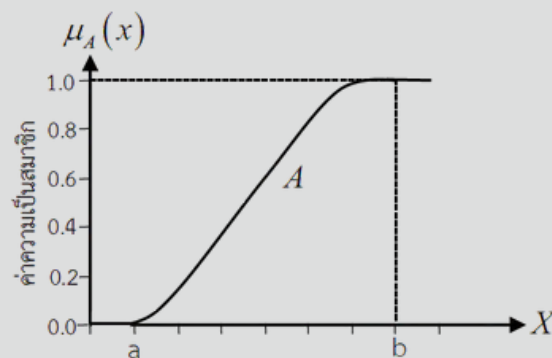


รูปที่ 1.11 เซตวิซันนัยรูปประฆังคว่ำ $a = 2, b = 4, c = 5$



1.1.2.5 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปตัวเอส

กำหนดด้วยพารามิเตอร์ 2 ค่า คือ $\{a, b\}$ ดังรูป



รูปที่ 1.12 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิซันนัยรูปตัวเอส

โดยที่ $\mu_A(x)$ ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A สามารถคำนวณได้จาก

$$\mu_A(x; a, b) = \begin{cases} 0 & ; x < a \\ 2 \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2 & ; a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2 \left(\frac{x-b}{b-a} \right)^2 & ; \frac{a+b}{2} \leq x < b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases}$$

➤➤➤ ตัวอย่างที่ 1.8 กำหนดให้ A เป็นเซตวิซันนัยรูปตัวเอส ที่มีพารามิเตอร์ $a = 2, b = 8$ จงหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร $x = 3, 6, 9$ ในเซต A พร้อมวาดรูปประกอบ



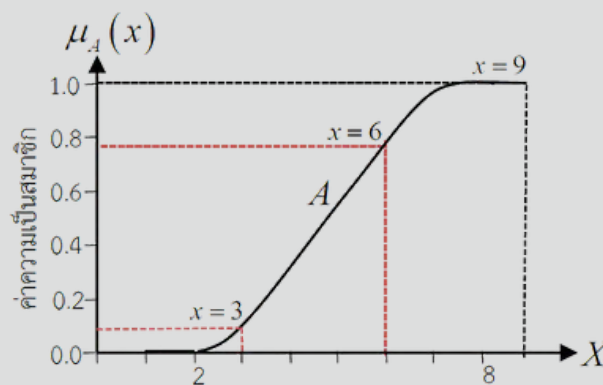
วิธีทำ จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปตัวเอสของเซต $\mu_A(x: 2, 8)$

(1) สำหรับ $x = 3$ จะได้ว่า $\mu_A(3) = 2\left(\frac{3-2}{8-2}\right)^2 = 0.055$

(2) สำหรับ $x = 6$ จะได้ว่า $\mu_A(6) = 1 - 2\left(\frac{6-8}{8-2}\right)^2 = 0.778$

(3) สำหรับ $x = 9$ จะได้ว่า $\mu_A(9) = 1$ เนื่องจาก $x > 8 = b$

ดังนั้น $A = \{(3, 0.055), (6, 0.778), (9, 1.0)\}$ ดังรูป

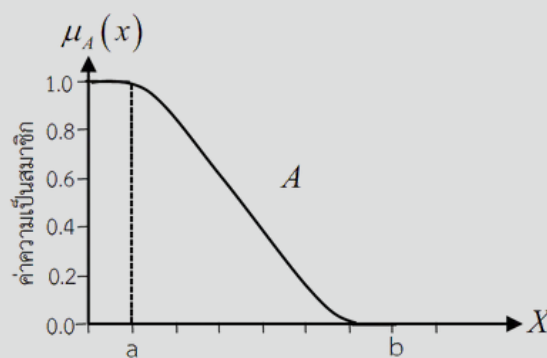


รูปที่ 1.13 เซตวิชันัยรูปตัวเอส $a = 2, b = 8$



1.1.2.6 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปตัวแซด

กำหนดด้วยพารามิเตอร์ 2 ค่า คือ $\{a, b\}$ ดังรูป



รูปที่ 1.14 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิชันัยรูปตัวแซด

โดยที่ $\mu_A(x)$ ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร x ในเซต A สามารถคำนวณได้จาก

$$\mu_A(x:a,b) = \begin{cases} 1 & ; x < a \\ 1 - 2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2 & ; a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 & ; \frac{a+b}{2} \leq x < b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases}$$

▶▶▶ ตัวอย่างที่ 1.9 กำหนดให้ A เป็นเซตวิถัชนัยรูปตัวแซด ที่มีพารามิเตอร์ $a = 2, b = 8$ จงหาค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปร $x = 3, 6, 9$ ในเซต A พร้อมวาดรูปประกอบ

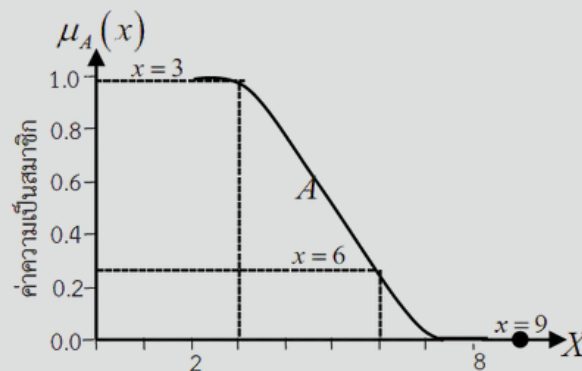
วิธีทำ จากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปตัวแซดของเซต $\mu_A(x: 2, 8)$

(1) สำหรับ $x = 3$ จะได้ว่า $\mu_A(3) = 1 - 2\left(\frac{3-2}{8-2}\right)^2 = 0.945$

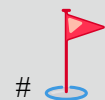
(2) สำหรับ $x = 6$ จะได้ว่า $\mu_A(6) = 2\left(\frac{6-8}{8-2}\right)^2 = 0.222$

(3) สำหรับ $x = 9$ จะได้ว่า $\mu_A(9) = 0$ เนื่องจาก $x > 8 = b$

ดังนั้น $A = \{(3, 0.945), (6, 0.222), (9, 0)\}$ ดังรูป



รูปที่ 5.15 เซตวิถัชนัยรูปตัวแซด $a = 2, b = 8$



นอกจากนี้ยังสามารถนำเสนอส่วนที่ทับซ้อนกันของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในการกำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปรที่ต้องการใช้งาน ซึ่งจะเขียนแทนในรูปของเซตคู่อันดับ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ตัวอย่างที่ 1.10 กำหนดเซตวิภาษนัย (ในรูปคู่อันดับ) ต่อไปนี้

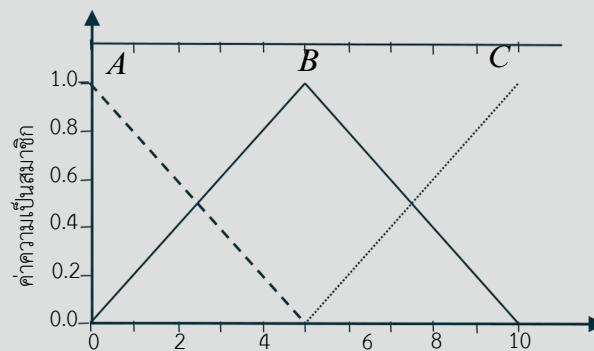
$$A = \{(0, 1.0), (1, 0.8), (2, 0.6), (3, 0.4), (4, 0.2), (5, 0.0), (6, 0.0), (7, 0.0), (8, 0.0), (9, 0.0), (10, 0.0)\}$$

$$B = \{(0, 0.0), (1, 0.2), (2, 0.4), (3, 0.6), (4, 0.8), (5, 1.0), (6, 0.8), (7, 0.6), (8, 0.4), (9, 0.2), (10, 0.0)\}$$

$$C = \{(0, 0.0), (1, 0.0), (2, 0.0), (3, 0.0), (4, 0.0), (5, 0.0), (6, 0.2), (7, 0.4), (8, 0.6), (9, 0.8), (10, 1.0)\}$$

จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของเซตวิภาษนัย A, B, C ในพิกัดเดียวกัน

วิธีทำ จากค่าความสัมพันธ์ของแต่ละจุดในเซต A, B, C จะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละสมาชิกในเซต ดังรูป



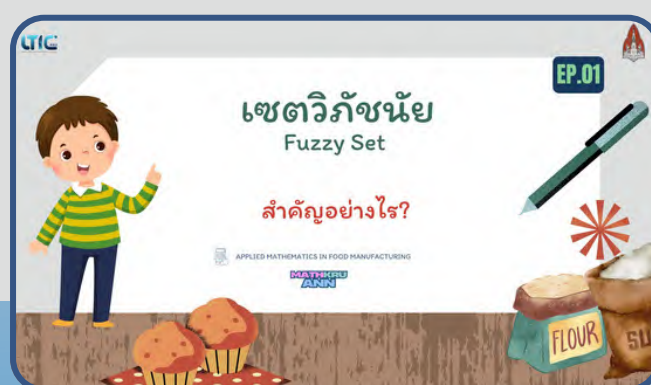
รูปที่ 1.16 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตวิภาษนัยที่มีบางส่วนซ้อนทับกัน

ดังนั้นเซตวิภาษนัย A, B, C ถูกกำหนดด้วยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกรูปสามเหลี่ยมที่ซ้อนทับกัน # 

1.2 ฟัซซีลอจิกกับการตัดสินใจ

ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) มีรากศัพท์มาจาก 2 คำหลัก คือ คำว่า “ฟัซซี” (Fuzzy) หมายถึง ความคลุมเครือหรือความไม่แน่นอน และคำว่า “ลอจิก” (Logic) หมายถึง ตรรกศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงปรัชญาว่าด้วยการให้เหตุผล เป็นการตรวจสอบข้อโต้แย้งที่สมเหตุสมผล (Valid Argument)

กล่าวโดยสรุปจะได้ว่า ฟัซซีลอจิก คือ “ตรรกศาสตร์คลุมเครือ” หมายถึง เครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล โดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ ซึ่งมีลักษณะพิเศษ



HOME



กว่าบูลีนลอจิก (Boolean Logic) หรือตรรกะแบบดั้งเดิมที่มีข้อสรุปแค่ “จริง” (True) กับ “เท็จ” (False) หรือ 1 กับ 0 เท่านั้น

ในขณะที่ฟัซซีลอจิกเป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างข้อสรุปที่เป็น “จริง (1)” กับ “เท็จ (0)” ดังรูป



รูปที่ 1.17 เปรียบเทียบระหว่างตรรกะแบบบูลีนและตรรกะแบบคลุมเครือ

1.2.1 โครงสร้างพื้นฐานการทำงานของฟัซซีลอจิก

การพัฒนาระบบฟัซซีลอจิกมีหลักการทำงานเลียนแบบการคิด การหาเหตุผล การตัดสินใจ และการกระทำของมนุษย์ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

(1) ส่วนแปลงข้อมูลอินพุตให้เป็นฟัซซี (Fuzzifier)

ทำหน้าที่จัดแบ่งและรวบรวมกลุ่มของข้อมูลอินพุตที่รับเข้ามา ซึ่งอยู่ในรูปของเซตวิชันนัยที่มีค่าข้อมูลเป็น 0 และ 1 ให้อยู่ในรูปของเซตวิชันนัยที่มีค่าข้อมูลอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า “ฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification)”

(2) ส่วนฐานความรู้ (Knowledge Base)

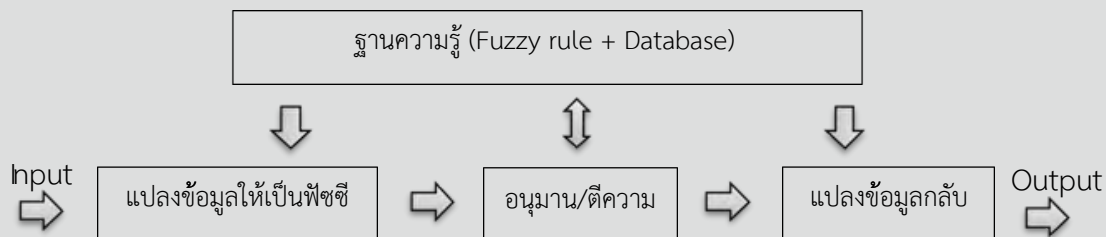
ทำหน้าที่ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะใช้ในการควบคุมเพื่อจำลองการตัดสินใจ ได้แก่ การกำหนดกฎหรือเงื่อนไข (Fuzzy Rule) ในรูปแบบกฎของภาษา และการจัดฐานข้อมูล (Database) เพื่อใช้ในการกำหนดกฎการควบคุมและจัดการข้อมูลของฟัซซีลอจิก

(3) ส่วนการอนุมานหรือตีความ (Inference Engine)

ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริงและกฎเพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผล เป็นเหมือนกลไกสำหรับควบคุมการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งการกำหนดวิธีการของการตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจของระบบ

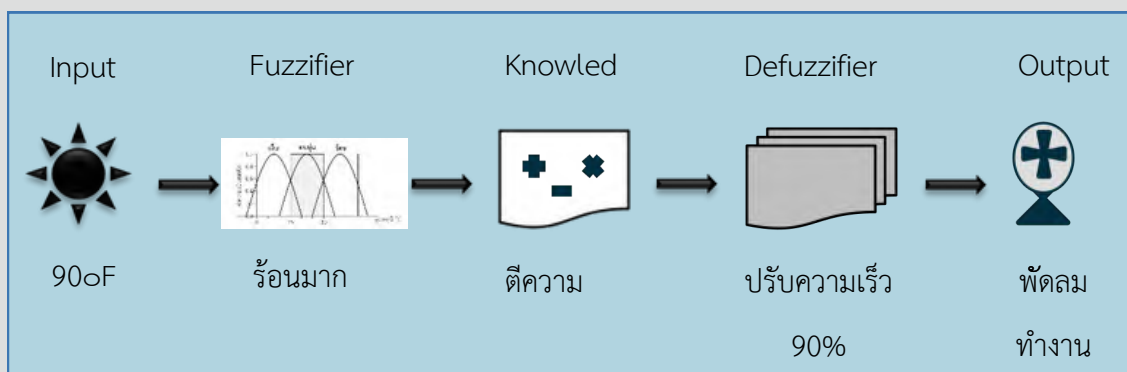
(4) ส่วนแปลงข้อมูลเอาต์พุตเป็นค่าปกติ (Defuzzifier)

ทำหน้าที่แปลงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากระบบฟัซซีให้กลับไปเป็นค่าแบบดั้งเดิม (เหมือนข้อมูลอินพุต) เป็นการสรุปผลลัพธ์หรือค่าที่นำไปใช้งานด้านเอาต์พุตที่สามารถใช้ได้จริง และจะเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า “ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification)” ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนในระบบการทำงานของฟัซซีลอจิก ได้ดังรูป



รูปที่ 1.18 โครงสร้างพื้นฐานการทำงานของฟัซซีลอจิก

▶▶▶ ตัวอย่างที่ 1.11 จงอธิบายระบบการทำงานของฟัซซีลอจิก ในการควบคุมการปรับระดับความเร็วของพัดลมตามสภาพอากาศ ที่ระดับอุณหภูมิ 90 °F (32 °C) ดังรูป



รูปที่ 1.19 ระบบฟัซซีลอจิกควบคุมการทำงานของพัดลม

วิธีทำ จากรูปที่ 1.19 สามารถอธิบายขั้นตอนตามกระบวนการทำงานของฟัซซีลอจิกทั้ง 4 ส่วน ได้ดังนี้

- (1) ข้อมูลอินพุตหรือข้อมูลขาเข้า : อุณหภูมิ 90 °F (32 °C)
- (2) การแปลงข้อมูลเป็นฟัซซี : โดยทั่วไปที่อุณหภูมิ 90°F เราจะรู้สึกว่าร้อนมาก ดังนั้นการระบุว่า “ร้อนมาก” คือการแปลงข้อมูลเป็นฟัซซี (Fuzzification)

(3) การตีความข้อมูล : นำเอาข้อมูลของความรู้สึก “ร้อนมาก” มาตีความตามฐานความรู้ที่มีอยู่ เพื่อประมวลผลลัพธ์

(4) การแปลงข้อมูลเอาต์พุต : การแปลงข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ (Defuzzification) จากการตีความข้อมูลของความรู้สึก “ร้อนมาก” เป็นการปรับการทำงานของพัดลมให้มีความเร็วเป็น 90% ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิสูงเป็น 90 °F พัดลมจะปรับระดับความเร็วขึ้นเป็น 90% โดยอัตโนมัติ



จากโครงสร้างการทำงานของฟัซซีลอจิก สามารถสรุปลักษณะที่สำคัญได้ดังนี้

- ✓ สามารถยอมรับข้อมูลที่ไม่แน่ชัด มีความยืดหยุ่น สามารถนำเข้ามาแก้ปัญหาในความเป็นจริงที่ทุกสิ่งทุกอย่างมีความไม่แน่นอน
- ✓ ถูกพัฒนาขึ้นบนโครงสร้างของคำอธิบายเชิงคุณภาพที่ใช้ในภาษาประจำวัน จึงค่อนข้างง่ายต่อการใช้งาน สามารถใช้ร่วมกับเทคนิคการควบคุมแบบเดิมได้
- ✓ สามารถสร้างฟังก์ชันที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ การให้เหตุผลแบบคลุมเครือไม่ซับซ้อนทำให้ระบบฟัซซีมีความสอดคล้องกับชุดข้อมูลอินพุต-เอาต์พุต และเงื่อนไขต่างๆ

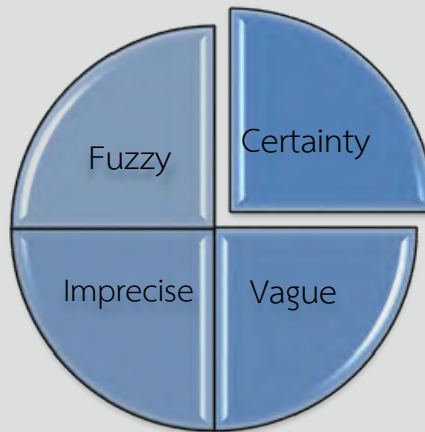
ด้วยคุณลักษณะที่กล่าวมาว่าเป็นเหตุผลให้ฟัซซีลอจิกถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในหลากหลายสาขา แต่มีข้อที่จะต้องใชฟัซซีลอจิกเสมอไป หากเรามีวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีและเรียบง่ายอยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการของฟัซซีลอจิก แต่เนื่องจากลักษณะเด่นพิเศษของฟัซซีลอจิก คือ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการและแก้ปัญหาของความไม่แน่นอนด้วยฟังก์ชันที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจกับภาษาที่เป็นธรรมชาติเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ ส่งผลให้ฟัซซีลอจิกได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง

1.2.2 ลักษณะปัญหากับการตัดสินใจ

จากการศึกษาปัญหาต่างๆ ไป มีรูปแบบลักษณะการกระจายของปัญหาดังรูปที่ 1.20 เป็นการแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการตัดสินใจสำหรับปัญหาทั้งหมดมีเพียงส่วนน้อยที่เป็นสิ่งที่แน่นอน และส่วนใหญ่ที่เหลือ คือ สิ่งที่ไม่แน่นอนซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 40 เพราะปัญหาส่วนมากเกี่ยวข้องกับ การตัดสินใจของมนุษย์ซึ่งจะยึดพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก ความไม่แน่นอนของระบบที่เกี่ยวข้องกับความคิดความรู้สึกของมนุษย์จะถูกพิจารณาเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ โดยอาศัยเซตของความเป็นสมาชิก ที่แสดงถึง ความคลุมเครือเป็น แนวคิดที่ใช้การกำหนดระดับความเป็น



สมาชิก ซึ่งมักจะกำหนดจากประสบการณ์หรือสามัญสำนึกในการตัดสินใจ และมีความคลุมเครือในความหมายเมื่อพิจารณาเชิงตัวเลข



รูปที่ 1.20 ลักษณะปัญหาสำหรับการตัดสินใจ

ส่วนใหญ่ในการแก้ปัญหาต้องมองให้ครอบคลุมรอบด้าน นั่นคือต้องใช้ “การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making)” เป็นวิธีการตัดสินใจที่ใช้ได้กับทั้งการพิจารณาปัจจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยการเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดจากทางเลือกทั้งหมดที่มีภายใต้ปัจจัยต่างๆ ที่อาจจะมีความขัดแย้งกันหรือไม่ก็ได้ ซึ่งสามารถปรับกระบวนการทำงานของฟัซซีลอจิกมาใช้ในขั้นตอนการทำงานของ การตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์ได้เป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา เป็นการเตรียมค่าอินพุตให้มีความเหมาะสมในการใช้งานระบบฟัซซี

ขั้นตอนที่ 2 การระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ เป็นการกำหนดกฎหรือเงื่อนไข และการจัดการข้อมูลของฟัซซีลอจิกที่จะใช้ในการจำลองการตัดสินใจระบุทางเลือก

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ทางเลือก เป็นการอนุมานหรือตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจของระบบ ตรวจสอบข้อเท็จจริงและวิเคราะห์แต่ละทางเลือกอย่างสมเหตุสมผล

ขั้นตอนที่ 4 การเลือกทางเลือกที่เหมาะสม เป็นการแปรผลลัพธ์ที่ได้จากระบบฟัซซีให้อยู่ในรูปของผลลัพธ์ที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลหลังการตัดสินใจ เป็นการทบทวนการทำงานของกระบวนการทั้งหมดที่ใช้ในการตัดสินใจแบบพิจารณาหลายเกณฑ์