

# เรื่อง Fuzzy logic (approximate reasoning)

จัดทำโดย

นายปณณวิชญ์ พันธุ์วงศ์

600610752

เสนอ

รศ.ดร.คันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา

CPE 261456 (Introduction to Computational Intelligence)

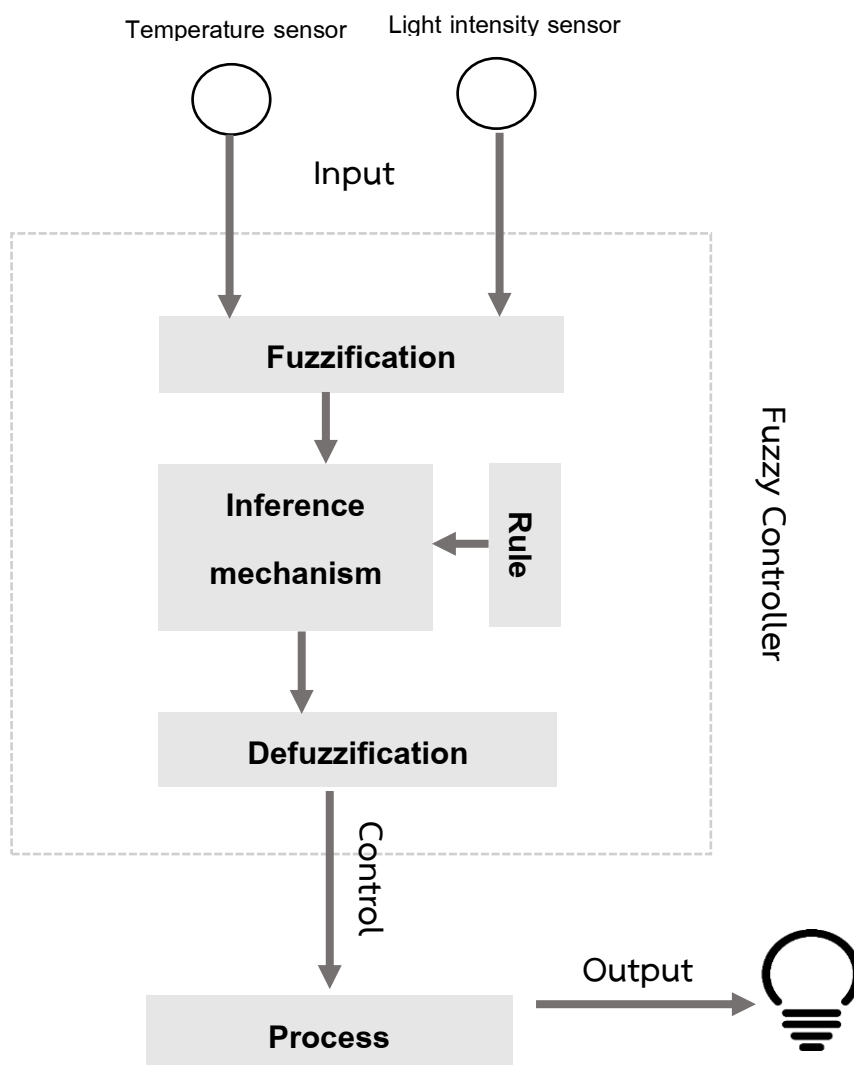
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## สารบัญ

ลักษณะการทำงานของระบบ	2
อินพุตของระบบ (Input)	2
ฟัซซีฟิเคชัน (Fuzzification)	3
กลไกการอนุมาน (Inference mechanism)	4
ดีฟัซซีฟิเคชัน (Defuzzification)	5
คอนโทรล (Control)	5
จำลองการทำงานของระบบ	5
อินพุตที่ได้รับ	5
ฟัซซีฟิเคชัน	5
กลไกการอนุมาน	6
ดีฟัซซีฟิเคชัน	7
วิเคราะห์ผลการทดลอง	8
โปรแกรม	9

## 1. ลักษณะการทำงานของระบบ



รูปที่ 1 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติด้วยฟัซซี่คอนโทรล

### 1.1. อินพุตของระบบ (Input)

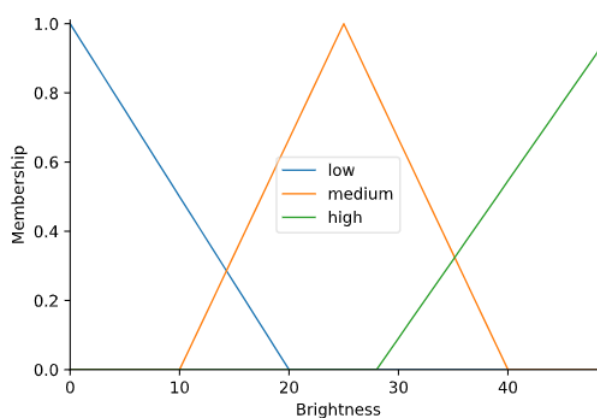
จะรับอินพุต 2 อินพุต คือ ค่าอุณหภูมิ และค่าความสว่าง ซึ่งทั้งสองอินพุตมีค่าอยู่ในช่วงของ  $[0, 50]$  คือ อุณหภูมิมีค่าในช่วง  $0^{\circ}\text{C}$  ถึง  $50^{\circ}\text{C}$  และ ค่าความสว่างมีค่าในช่วง  $0\text{ lux}$  ถึง  $50\text{ lux}$

## 1.2. ฟัซซีฟิเคชัน (Fuzzification)

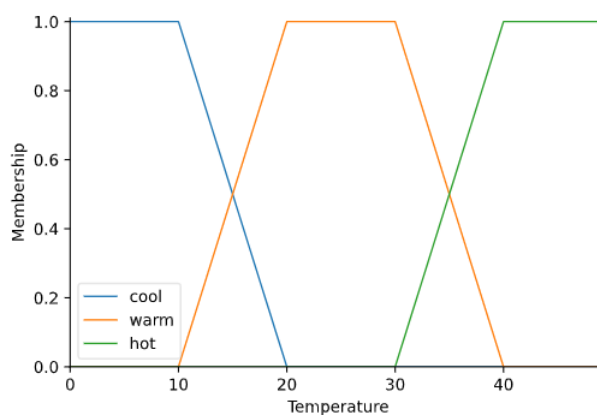
เมื่อระบบฟัซซีคอนโทรลได้รับอินพุตจากข้อ 1.1 แล้ว ซึ่งกระบวนการฟัซซีฟิเคชันจะเป็นการแปลงค่าจากหน่วยความเป็นจริง ให้กลายเป็นหน่วยของฟัซซี(Membership)

### 1.2.1. ค่าความเป็นสมาชิก (Membership)

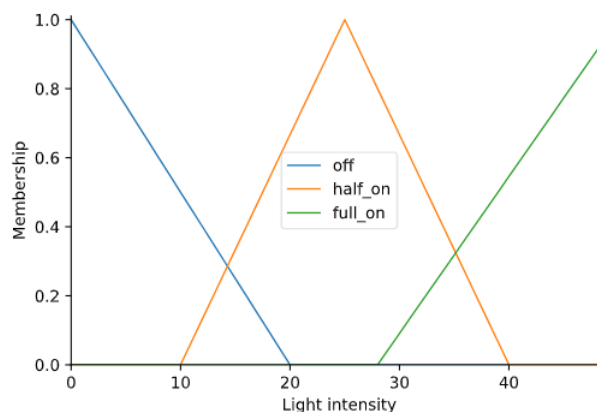
กำหนดค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตที่ 1 ใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยม ,อินพุตที่ 2 ใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู และเอาต์พุตใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยม ในการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2 ค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตความสว่าง



รูปที่ 3 ค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตอุณหภูมิ



รูปที่ 4 ค่าความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตความเข้มแสง

### 1.3. กลไกการอนุมาน (Inference mechanism)

#### 1.3.1. กฎ (Rules)

กฎของระบบ(Rules) มีเอาต์พุตคือค่าความเป็นสมาชิกของความเข้มของแสงซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง  $0\text{ cd}$  ถึง  $50\text{ cd}$  โดยกฎมีความเป็นไปได้ 9 กฎ ตามตารางที่ 1

- If Bright is “?” and Temp is “?” then Light is “?”

ตารางที่ 1 กฎของระบบ

Light intensity	Bright [‘low’]	Bright [‘medium’]	Bright [‘high’]
Temp [‘cool’]	full_on	full_on	half_on
Temp [‘warm’]	full_on	half_on	off
Temp [‘hot’]	half_on	off	off

โดย	full_on	คือ	ความเข้มของแสง 100%
	half_on	คือ	ความเข้มของแสง 50%
	off	คือ	ความเข้มของแสง 0%

ระบบจะทำการอนุมานโดยใช้วิธีการ **Mamdani** เพื่อหาเอาต์พุต โดยนำกฎการควบคุมที่สร้างขึ้นในข้อ 1.3.1 มาประมวลผลกับฟัซซีอินพุต โดยใช้ **Max-min composition**

#### 1.4. ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification)

เป็นการแปลงค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติ คือ เปลี่ยนความความเป็นสมาชิกให้เป็นค่าความเข้มแสง ( $cd$ ) เป็นเทคนิคการเลือกค่าสูงสุด หรือสรุปหาเหตุผลจากหลายๆ เซตมาเพียงค่าเดียว โดยระบบใช้การหาจุดศูนย์ถ่วง(Central of Gravity) ในการแปลงค่าให้เป็นค่าปกติ

#### 1.5. คอนโทรล (Control)

นำเอาต์พุตที่ถูกละเปลี่ยนจากค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติจากข้อ 1.4 มาปรับระดับความเข้มแสงของหลอดไฟ ซึ่งระดับไฟจะอยู่ในช่วง  $0\text{ cd}$  ถึง  $50\text{ cd}$

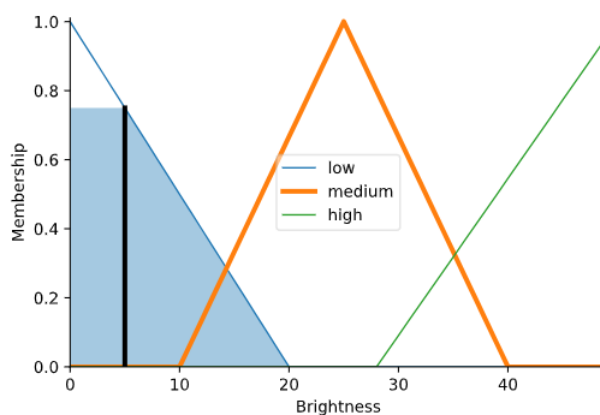
## 2. จำลองการทำงานของระบบ

### 2.1. อินพุตที่ได้รับ

กำหนดให้อินพุตคือ Brightness =  $5\text{ lux}$  และ Temperature =  $23^{\circ}\text{C}$

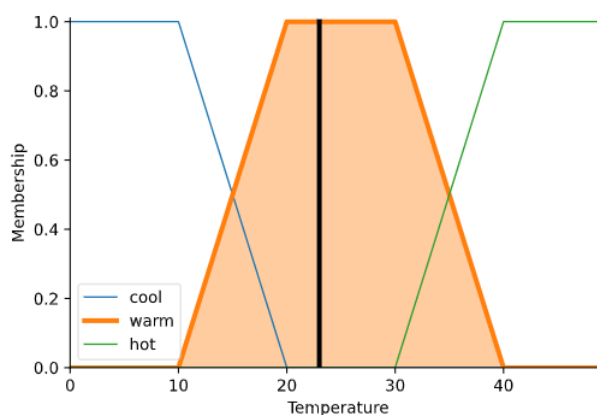
### 2.2. ฟัซซิฟิเคชัน

ทำการแปลงค่าความจริงเป็นค่าฟัซซีซึ่งได้ค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละฟัซซี พบว่าอินพุตที่ 1 ที่มีความสว่างที่  $5\text{ lux}$  มีค่าความเป็นสมาชิก “low” เท่ากับ  $0.75$  ดังรูป



รูปที่ 5 ค่าความเป็นสมาชิกของฟัซซีความสว่างที่  $5\text{ lux}$

แปลงค่าความจริงเป็นค่าฟัซซีซึ่งได้ค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตที่ 2 พบว่า อุณหภูมิที่  $23^{\circ}\text{C}$  มีค่าความเป็นสมาชิก “warm” เท่ากับ 1 ดังรูป



รูปที่ 6 ค่าความเป็นสมาชิกของฟัซซีอุณหภูมิที่  $23^{\circ}\text{C}$

### 2.3. กลไกการอนุมาน

เมื่อทำกระบวนการฟัซซีฟิเคชันจากข้อ 2.2 ที่มีอินพุต Brightness  $5\text{ lux}$  และ Temperature  $23^{\circ}\text{C}$  ซึ่งสอดคล้องกับกฎที่กำหนด คือ

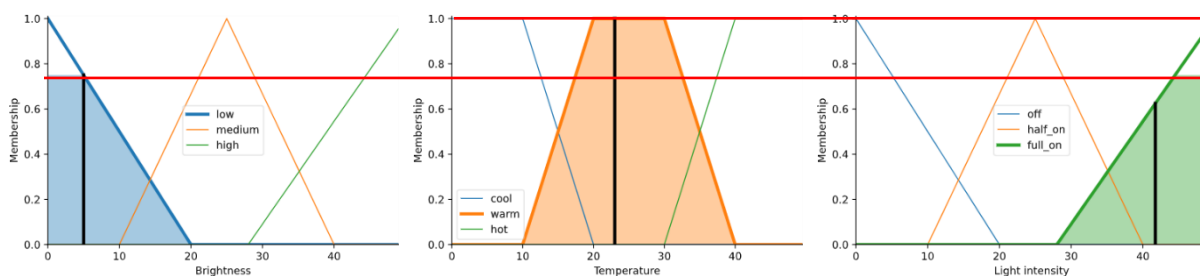
- If Bright is “low” and Temp is “warm” then Light is “full\_on”

ตารางที่ 2 แสดงกฎที่สอดคล้องกับอินพุตที่ได้รับ

Light	Bright [‘low’]	Bright [‘medium’]	Bright [‘high’]
Temp [‘cool’]	full_on	full_on	half_on
Temp [‘warm’]	full_on	half_on	off
Temp [‘hot’]	half_on	off	off

พบเอาต์พุตมีความเป็นไปได้ คือ “full\_on” ซึ่งทำการ max-min composition โดยเอาต์พุตที่ได้ยังเป็นค่าฟัซซีซึ่งมีความเป็นสมาชิก “full\_on” อยู่ที่ 0.8 ได้ดังรูป

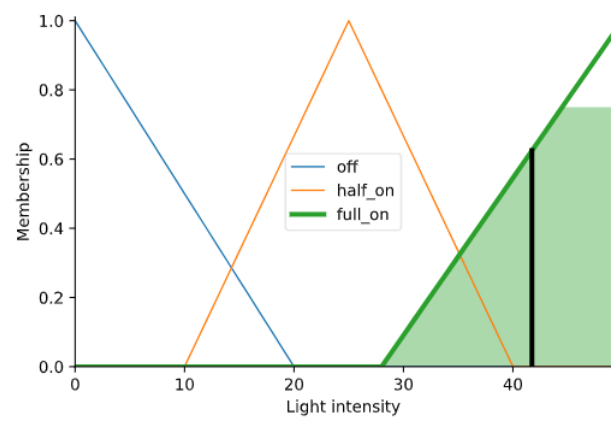
- If Bright is “low” and Temp is “warm” then Light is “full\_on”



รูปที่ 7 แสดงกระบวนการ Max-min composition

## 2.4. ดีฟัซซีฟิเคชัน

จากกระบวนการ กลไกการอนุมานพบว่า ได้ค่าความเป็นสมาชิกของฟัซซี “full\_on” คือ 0.8 จากนั้นทำการ ดีฟัซซีฟิเคชัน ด้วยวิธีหาจุดศูนย์ถ่วงซึ่งได้เอาต์พุตค่าจริงเท่ากับ 41.35 cd ซึ่งค่าที่ทำการดีฟัซซีฟิเคชันนี้ จะใช้ในการควบคุมความเข้มแสงของหลอดไฟในส่วนกระบวนการคอนโทรล

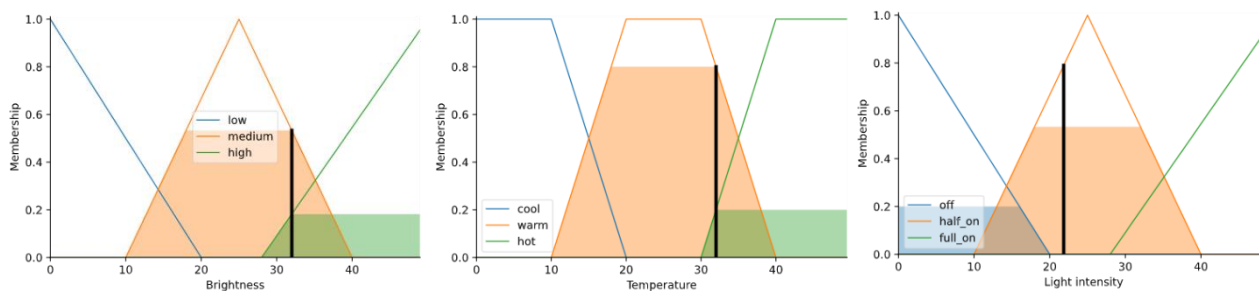


รูปที่ 8 แปลงค่าฟัซซีให้เป็นค่าจริงซึ่งมีค่าเท่ากับ 41.35 cd



## 2.5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าอินพุตที่ 1 Brightness = 5 *lux* และ อินพุตที่ 2 Temperature = 23°c พบว่าเป็นไปตามกฎที่ตั้งไว้ ซึ่งตามกฎที่ตั้งคือ ถ้า ความสว่างน้อย และอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจะเปิดไฟ 100% ซึ่งได้ทำการทดลองในอีกหลายๆการทดลองดังรูป



รูปที่ 9 Brightness = 32 *lux* และ Temperature = 32°c

พบว่าเมื่ออินพุตที่ 1 มีค่า 32 *lux* และอินพุตที่ 2 มี Temperature = 32°c จะได้ค่าความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตที่อยู่ 2 ฟัซซี คือ เปิดไฟ 0% ที่ 0.2 และเปิดไฟ 50% ที่ 0.58 เมื่อทำการหาจุดศูนย์ถ่วงพบว่า น้ำหนักจะมากไปทางของ เปิดไฟ 50% จึงทำให้ระบบดีฟัซซิฟิเคชันได้ค่าเท่ากับ 21.85 *cd*

### 3. โปรแกรม

[illegible]

```

52.             consequent=L_inten['off'], label='off')
53.
54.
55.     #สร้างระบบตามกฎฟัซซี่ที่กำหนดไว้
56.     #=====
57.     light_ctrl = ctrl.ControlSystem([rule0,rule1,rule2])
58.     lighting = ctrl.ControlSystemSimulation(light_ctrl)
59.
60.     #ใส่อินพุตให้ระบบ
61.     #=====
62.     lighting.input['Brightness'] = 5
63.     lighting.input['Temperature'] = 23
64.
65.     #วิเคราะห์อินพุตที่ได้รับมา
66.     #=====
67.     lighting.compute()
68.
69.     #วิเคราะห์อินพุตที่ได้รับมา
70.     #=====
71.     Bright['low'].view(sim=lighting)
72.     Temp['warm'].view(sim=lighting)
73.     L_inten['full_on'].view(sim=lighting)
74.
75.     #ทำการดีฟัซซี่ผลลัพธ์
76.     #=====
77.     print(lighting.output['Light intensity'])

```