## เรื่อง Fuzzy logic (approximate reasoning)

จัดทำโดย

นายปัณณวิชญ์ พันธ์วงศ์

600610752

เสนอ

รศ.ดร.ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา

CPE 261456 (Introduction to Computational Intelligence)

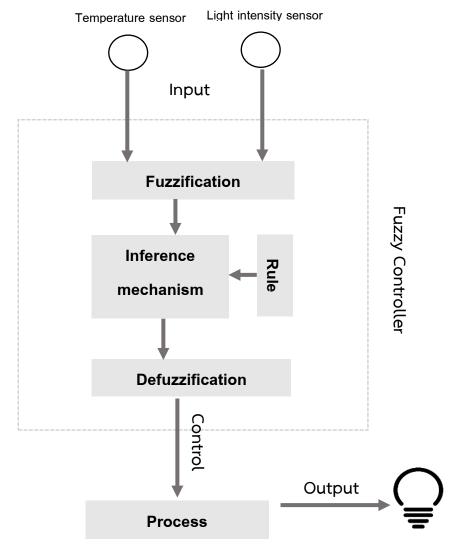
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

# สารบัญ

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

#### 1. ลักษณะการทำงานของระบบ



รูปที่ 1 ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติด้วยฟัซซีคอนโทรล

## 1.1. อินพุตของระบบ (Input)

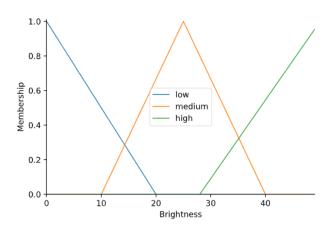
จะรับอินพุต 2 อินพุต คือ ค่าอุณหภูมิ และค่าความสว่าง ซึ่งทั้งสองอินพุตมีค่าอยู่ในช่วงของ [ 0 , 50 ] คือ อุณหภูมิมีค่าในช่วง  $0^{\circ}c$  ถึง  $50^{\circ}c$  และ ค่าความสว่างมีค่าในช่วง 0 lux ถึง 50 lux

## 1.2. ฟัชซีฟิเคชั่น (Fuzzification)

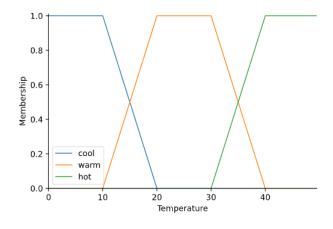
เมื่อระบบฟัชซีคอนโทรลได้รับอินพุตจากข้อ 1.1 แล้ว ซึ่งกระบวนการฟัชซีฟิเคชั่นจะเป็นการ แปลงค่าจากหน่วยความเป็นจริง ให้กลายเป็นหน่วยของฟัซซี(Membership)

#### 1.2.1. ค่าความเป็นสมาชิก (Membership)

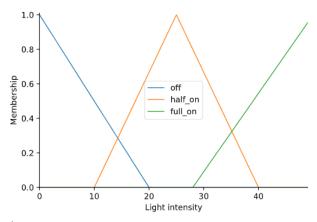
กำหนดค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตที่ 1 ใช้ฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม ,อินพุตที่ 2 ใช้ฟังก์ชั่น สี่เหลี่ยมคางหมู และเอาต์พุตใช้ฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม ในการกำหนดค่าความเป็นสมาชิกดังรูป ต่อไปนี้



รูปที่ 2 ค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตความสว่าง



รูปที่ 3 ค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตอุณหาภูมิ



รูปที่ 4 ค่าความเป็นสมาชิกของเอาต์พุตความเข้มแสง

#### 1.3. กลไกการอนุมาน (Inference mechanism)

#### 1.3.1. กฎ (Rules)

กฎของระบบ(Rules) มีเอาต์พุตคือค่าความเป็นสมาชิกของความเข้มของแสงซึ่งมีค่าอยู่ ในช่วง  $0\ cd$  ถึง  $50\ cd$  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 โดยนำกฎการควบคุมที่สร้าง ขึ้นในข้อ 1.3.1 มาประมวลผลกับฟัซซีอินพุต โดยการใช้ Max-min composition

## 1.4. ดีฟัซซีฟิเคชั่น (Defuzzification)

เป็นการแปลงค่าฟัซซี่ให้เป็นค่าปกติ คือ เปลี่ยนความความเป็นสมาชิกให้เป็นค่าความเข้มแสง (cd) เป็นเทคนิคการเลือกค่าสูงสุด หรือสรุปหาเหตุผลจากหลายๆ เซตมาเพียงค่าเดียว โดยระบบใช้ การหาจุดศูนย์ถ่วง(Central of Gravity) ในการแปลงค่าให้เป็นค่าปกติ

#### 1.5. คอนโทรล (Control)

นำเอาต์ที่ถูกแปลงจากค่าฟัซซีให้เป็นค่าปติจากข้อ 1.4 มาปรับระดับความเข้มแสงของหลอดไฟ ซึ่งระดับไฟจะอยู่ในช่วง  $0\ cd$  ถึง  $50\ cd$ 

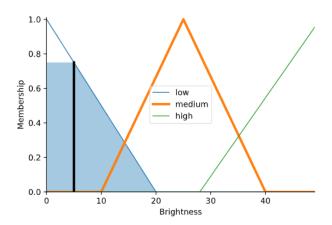
#### 2. จำลองการทำงานของระบบ

### 2.1. อินพุตที่ได้รับ

กำหนดให้อินพุตคือ Brightness = 5~lux และ Temperature =  $23^{\circ}c$ 

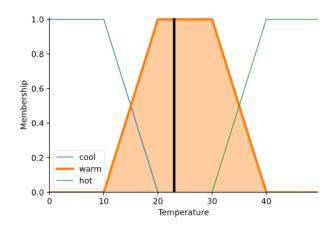
#### 2.2. ฟัซซีฟิเคชั่น

ทำการแปลงค่าความจริงเป็นค่าฟัชซีซึ่งได้ค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละฟัซซี พบว่าอินพุตที่ 1 ที่ มีความสว่างที่ 5 lux มีค่าความเป็นสมาชิก "low"เท่ากับ 0.75 ดังรูป



รูปที่ 5 ค่าความเป็นสมาชิกของฟัซซีความสว่างที่ 5 lux

แปลงค่าความจริงเป็นค่าฟัชซีซึ่งได้ค่าความเป็นสมาชิกของอินพุตที่ 2 พบว่า อุณหภูมิที่  $23^{\circ}c$  มีค่าความเป็นสมาชิก "warm" เท่ากับ 1 ดังรูป



รูปที่ 6 ค่าความเป็นสมาชิกขอฟัซซีอุณหภูมิที่ 23° c

#### 2.3. กลไกการอนุมาน

เมื่อทำกระบวนการฟัซซีฟิเคชั่นจากข้อ 2.2 ที่มีอินพุต Brightness 5~lux และ Temperature  $23^{\circ}c$  ซึ่งสอดคล้องกับกฎที่กำหนด คือ

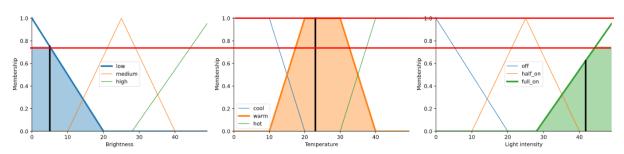
- If <u>Bright</u> is <u>"low"</u> and <u>Temp is "warm"</u> then <u>Light is "full\_on"</u>

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 <u>"full\_on"</u> ซึ่งทำการ max-min composition โดยเอาต์พุตที่ ได้ยังเป็นค่าฟัซซีซึ่งมีค่าความเป็นสมาชิก <u>"full\_on"</u> อยู่ที่ 0.8 ได้ดังรูป

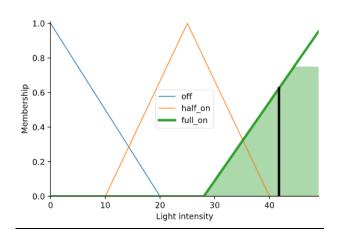
- If <u>Bright is "low"</u> and <u>Temp is "warm"</u> then <u>Light is "full\_on"</u>



รูปที่ 7 แสดงกระบวนการ Max-min composition

#### 2.4. ดีฟัซซีฟิเคชั่น

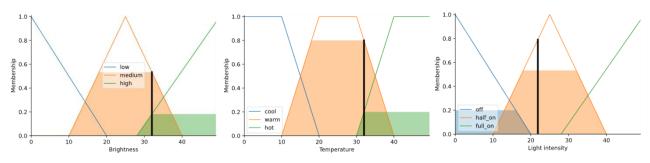
จากกระบวนการ กลไกการอนุมานพบว่า ได้ค่าความเป็นสมาชิกของฟัซซี "full\_on" คือ 0.8 จากนนั้นทำการ ดีฟัซซีฟิเคชั่น ด้วยวิธีหาจุดศูนย์ถ่วงซึ่งได้เอาต์พุตค่าจริงเท่ากับ  $41.35\ cd$  ซึ่งค่าที่ทำการดีฟัซซีฟิเคชั่นนี้ จะใช้ในการควบคุมความเข้มแสงของหลอดไฟในส่วนกระบวนการคอนโทรล



รูปที่ 8 แปลงค่าฟัซซีให้เป็นค่าจริงซึ่งมีค่าเท่ากับ 41.35 cd

#### 2.5. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลงอพบว่าอินพุตที่ 1 Brightness = 5 lux และ อินพุตที่ 2 Temperature =  $23^{\circ}c$  พบว่าเป็นไปตามกฎที่ตั้งไว้ ซึ่งตามกฎที่ตั้งคือ ถ้า ความสว่างน้อย และอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจะเปิดไฟ 100% ซึ่งได้ทำการทดลองในอีกหลายๆการทดลองดังรูป



รูปที่ 9 Brightness = 32 lux และ Temperature =  $32^{\circ}c$ 

พบว่าเมื่ออินพุตที่ 1 มีค่า  $32\ lux$  และอินพุตที่ 2 มี Temperature =  $32\ c$  จะได้ค่าความเป็น สมาชิกของเอาต์พุตที่ 2 ฟัซซี คือ เปิดไฟ 0% ที่ 0.2 และเปิดไฟ 50% ที่ 0.58 เมื่อทำการหา จุดศูนย์ถ่วงพบว่า น้ำหนักจะมากไปทางของ เปิดไฟ 50% จึงทำให้ระบบดีฟัซซีฟิเคชั่นได้ค่าเท่ากับ  $21.85\ cd$ 

#### 3. โปรแกรม

```
1. import numpy as np
2. import skfuzzy as fuzz
3. from skfuzzy import control as ctrl
4. import matplotlib.pyplot as plt
5.
6.
7. # กำหนด Universe ของพืชซีต่างๆ
9. Bright = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 50, 1), 'Brightness')
     Temp = ctrl.Antecedent(np.arange(0,50,0.5),'Temperature')
11.
     L inten = ctrl.Consequent(np.arange(0, 50, 1), 'Light intensity')
12.
13.
      # สร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของแต่ละฟัชซี
     #-----
14.
15.
16.
     # ---- ฟึงก์ชั่นสามเหลี่ยม
17.
      Bright['low'] = fuzz.trimf(Bright.universe, [0, 0, 20])
18.
      Bright['medium'] = fuzz.trimf(Bright.universe, [10, 25, 40])
19.
      Bright['high'] = fuzz.trimf(Bright.universe, [28, 50, 50])
20.
21.
     # ---- ฟังก์ชั่นา ื่เหลี่ยมคางหมู
22.
      Temp['cool'] = fuzz.trapmf(Temp.universe, [0,0,10,20])
23.
      Temp['warm'] = fuzz.trapmf(Temp.universe,[10,20,30,40])
24.
      Temp['hot'] = fuzz.trapmf(Temp.universe,[30,40,50,50])
25.
26.
     # ---- ฟังก์ชั่นสามเหลี่ยม
27.
      L inten['off'] = fuzz.trimf(L inten.universe,[0, 0, 20])
28.
      L inten['half on'] = fuzz.trimf(L inten.universe,[10, 25, 40])
29.
      L inten['full on'] = fuzz.trimf(L inten.universe,[28, 50, 50])
30.
31.
      # สร้างกราฟที่กำหนดความเป็นสมาชิกมาแล้ว
32.
     #-----
33.
     Bright.view()
34.
     Temp.view()
35.
     L inten.view()
36.
37.
     #สร้างกฎให้กับระบบ
38.
     #----
39.
     rule0 = ctrl.Rule(antecedent=((Bright['low'] & Temp['cool']) |
40.
                                 (Bright['low'] & Temp['warm']) |
41.
                                 (Bright['medium'] & Temp['cool'])),
42.
                      consequent=L inten['full on'], label='full on')
43.
44.
     rule1 = ctrl.Rule(antecedent=((Bright['low'] & Temp['hot']) |
45.
                                 (Bright['medium'] & Temp['warm']) |
46.
                                 (Bright['high'] & Temp['cool'])),
47.
                      consequent=L inten['half on'], label='half on')
48.
49.
     rule2 = ctrl.Rule(antecedent=((Bright['medium'] & Temp['hot']) |
50.
                                 (Bright['high'] & Temp['warm']) |
51.
                                 (Bright['high'] & Temp['hot'])),
```

```
52.
                 consequent=L inten['off'], label='off')
53.
54.
55.
    #สร้างระบบตามกฎฟัชซีที่กำหนดไว้
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.
    #วิเคราะห์อินพตที่ได้รับมา
    #----
66.
67.
    lighting.compute()
68.
69.
   #วิเคราะห์อินพตที่ได้รับมา
    #-----
70.
71.
    Bright['low'].view(sim=lighting)
72.
    Temp['warm'].view(sim=lighting)
73.
    L inten['full on'].view(sim=lighting)
74.
75.
    #ทำการคีฟัชซีผลลัพธ์
76.
    #-----
77.
    print(lighting.output['Light intensity'])
```