



**WYDZIAŁ
ELEKTROTECHNIKI
I INFORMATYKI**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

**Sztuczna inteligencja
Laboratorium**

Synteza układu wnioskującego

Stanislau Antanovich
nr. indeksu: 173590
gr. lab: L04

Spis treści

1	Wstęp	2
1.1	Cel ćwiczenia	2
2	Wstęp	2
2.1	Cel ćwiczenia	2
3	System ekspertowy typu Mamdaniego	2
3.1	Problem	2
3.2	Realizacja	3
3.2.1	Inicjowanie modułów	3
3.2.2	Tworzenie zmiennych stanu poprzednika “obsługa” oraz następnika “napiwek”	4
3.2.3	Dodanie zbiorów rozmytych	4
3.2.4	Podgląd zbiorów rozmytych	4
3.2.5	Definicja reguł	4
3.2.6	Dodanie reguł do systemu rozmytego	4
3.2.7	Sprawdzenie działania systemu	5
3.2.8	Sprawdzenie działania systemu dla wartości obsługi	6
3.2.9	Dodanie drugiej wejściowej	6
3.2.10	Dodanie reguł 4 i 5	6
3.2.11	Sprawdzenie działania systemu dla wartości “obsługi”	6
3.2.12	Sprawdzenie działania systemu dla wartości “obsługi” i “jedzenia”	7
4	Modyfikacja systemu	7
5	Przykładowe zadania zaliczeniowe	7
6	Wnioski	7

Spis rysunków

1	<i>Obsługa</i>	3
2	<i>Napiwek</i>	3
3	<i>Wyostrzenie metodą środka ciężkości dla wejścia obsługa = 0</i>	5
4	<i>Wyostrzenie metodą środka ciężkości dla wejścia obsługa = 10</i>	5
5	<i>Powierzchnia przejścia systemu “napiwek” o jednym wejściu</i>	6
6	<i>Powierzchnia przejścia systemu “napiwek” o dwóch wejściach</i>	7

1 Wstęp

1.1 Cel ćwiczenia

Laboratorium składa się z trzech zasadniczych części. Część ?? ma na celu zapoznanie się ze sposobem syntezy rozmytego systemu ekspertowego typu Mamdaniego z wykorzystaniem biblioteki **scikit-fuzzy**. W części ??, należy zapoznać się z ideą działania systemu Mamdaniego a następnie dokonać modyfikacji systemu wykonanego w części ??.

Część ?? laboratorium polega na wykonaniu przykładowego zadania zaliczeniowego.

2 Wstęp

2.1 Cel ćwiczenia

Laboratorium składa się z trzech zasadniczych części. Część ?? ma na celu zapoznanie się ze sposobem syntezy rozmytego systemu ekspertowego typu Mamdaniego z wykorzystaniem biblioteki **scikit-fuzzy**. W części ??, należy zapoznać się z ideą działania systemu Mamdaniego a następnie dokonać modyfikacji systemu wykonanego w części ??.

Część ?? laboratorium polega na wykonaniu przykładowego zadania zaliczeniowego.

3 System ekspertowy typu Mamdaniego

3.1 Problem

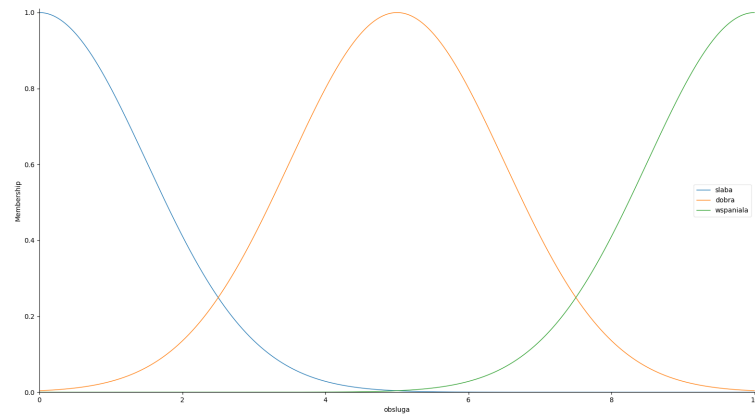
Zaprojektować rozmyty układ ekspertowy doradzający ile napiwku pozostawić w restauracji na podstawie oceny jakości obsługi oraz jakości jedzenia. Jakość obsługi i jakość jedzenia będzie oceniana w skali od 1 do 10, gdzie 10 reprezentuje ocenę maksymalną, natomiast napiwek będzie liczbą z przedziału [0,30] reprezentującą procent wartości rachunku.

Baza reguł będzie składała się z 5 reguł. System zostanie wykonany w dwóch etapach. W **etapie pierwszym**(rys. 1 i 2) system będzie zbudowany z jednego wejścia(*obsługa*) i jednego wyjścia(*napiwek*) oraz 3 reguł postaci:

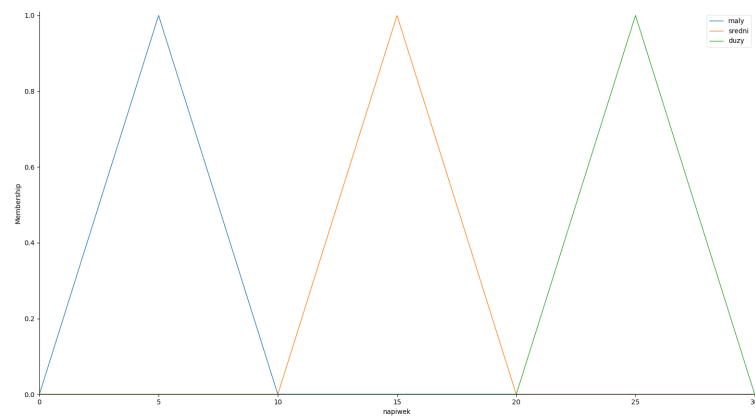
R1 *jeżeli obsługa jest słaba, to napiwek jest mały*

R2 *jeżeli obsługa jest dobra, to napiwek jest średni*

R3 *jeżeli obsługa jest wspaniała, to napiwek jest duży*



Rysunek 1: *Obsługa*



Rysunek 2: *Napiwek*

W **etapie drugim** do systemu zostanie dodane gruga zmienna wejściowa *jedzenie*(rys. ??) oraz 2 dodatkowe reguły

R4 *jeżeli jedzenie jest zepsute, to napiwek jest mały*

R5 *jeżeli jedzenie jest wyborne, to napiwek jest duży*

3.2 Realizacja

3.2.1 Inicjowanie modułów

W tej sekcji inicjujemy wszystkie wymagane biblioteki dla prawidłowego działania programu.

```

1 import numpy as np
2 import skfuzzy as fuzz
3 from skfuzzy import control as ctrl
4 import matplotlib.pyplot as plt

```

3.2.2 Tworzenie zmiennych stanu poprzednika “obsługa” oraz następnika “napiwek”

W tej sekcji tworzymy zmienne stanu poprzednika “obsługa” oraz następnika “napiwek”.

```

1 obsluga = ctrl.Antecedent(np.arange(0, 10.01, 0.01), 'obsługa')
2 napiwek = ctrl.Consequent(np.arange(0, 30.01, 0.01), 'napiwek')

```

3.2.3 Dodanie zbiorów rozmytych

W tej sekcji do zmiennej *obsługa* dodajemy następujące zbiory: *slaba*, *dobra*, *wspaniala*.

Zbiór *slaba* o centrum umieszczonym w punkcie uniwersum równym **0** i rozpiętości wynoszącej **1.5**. Dla zbiorów *dobra* i *wspaniala* o centrach ulokowanych w punktach odpowiednio **5** oraz **10** i rozpiętości wynoszącej **1.5**

Dla zmiennej *napiwek* dodajemy zbiory trójkątne: *maly*, *sredni*, *duzy* o parametrach [0, 5, 10], [10, 15, 20] i [20, 25, 30] odpowiednio.

```

1 obsluga['slaba'] = fuzz.gaussmf(obsluga.universe, 0, 1.5)
2 obsluga['dobra'] = fuzz.gaussmf(obsluga.universe, 5, 1.5)
3 obsluga['wspaniala'] = fuzz.gaussmf(obsluga.universe, 10, 1.5)
4
5 napiwek['maly'] = fuzz.trimf(napiwek.universe, [0, 5, 10])
6 napiwek['sredni'] = fuzz.trimf(napiwek.universe, [10, 15, 20])
7 napiwek['duzy'] = fuzz.trimf(napiwek.universe, [20, 25, 30])

```

3.2.4 Podgląd zbiorów rozmytych

Podgląd zbiorów rozmytych można zrealizować metodą `view()` dla poszczególnych zmiennych stanu.

```

1 jedzenie = ctrl.Consequent(np.arange(0, 10.01, 0.01), 'jedzenie')
2 jedzenie['zepsute'] = fuzz.trapmf(jedzenie.universe, [-2, 0, 1, 3])

```

3.2.5 Definicja reguł

W tej sekcji definiujemy reguły.

```

1
2 obsluga.view()
3 napiwek.view()

```

3.2.6 Dodanie reguł do systemu rozmytego

W tej sekcji dodajemy powyżej zdefiniowane reguły do systemu rozmytego.

```

1
2 regula1 = ctrl.Rule(obsluga['slaba'], napiwek['maly'])

```

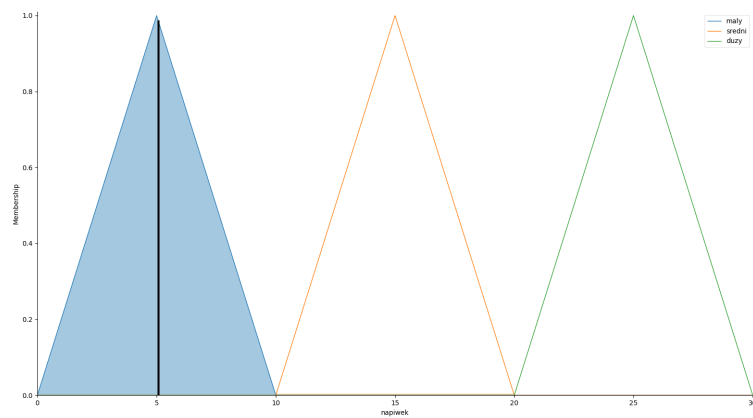
3.2.7 Sprawdzenie działania systemu

W tej sekcji sprawdzamy działanie systemu dla wartości obsługi równej **0**(rys. 3) oraz dla wartości równej **10**(rys. 4).

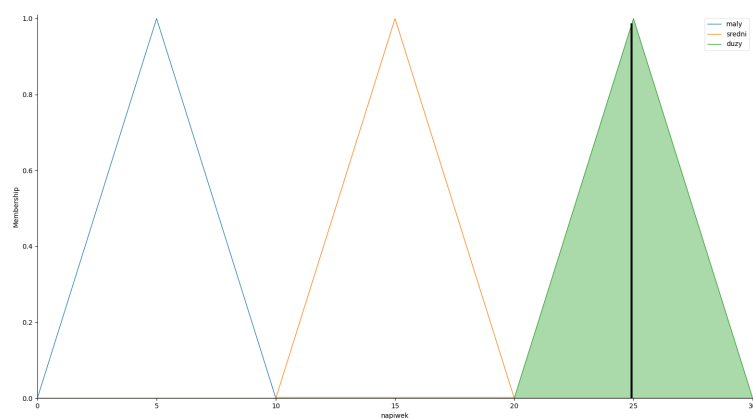
```
1 reguła3 = ctrl.Rule(obsługa['wspaniała'], napiwek['duży'])
2 reguła4 = ctrl.Rule(jedzenie['zepsute'], napiwek['mały'])
3 reguła5 = ctrl.Rule(jedzenie['wyborne'], napiwek['duży'])
4
5 napiwek_ctr = ctrl.ControlSystem([reguła1, reguła2, reguła3])
```

Wartość napiwku dla wartości obsługi wynosi: 5.07657801

Wartość napiwku dla wartości obsługi wynosi: 24.9234219



Rysunek 3: Wyostrzenie metodą środka ciężkości dla wejścia obsługa = 0

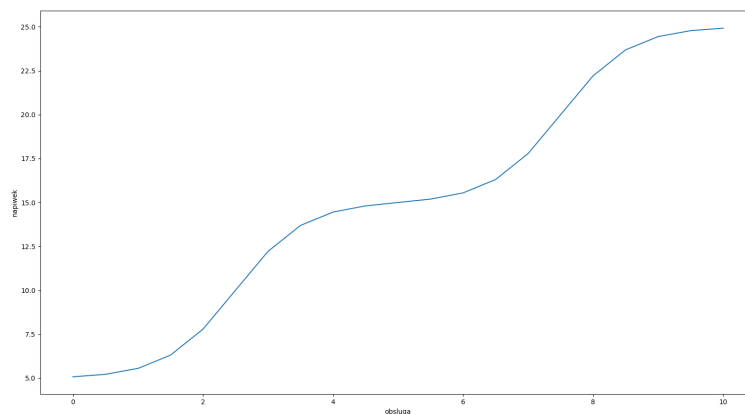


Rysunek 4: Wyostrzenie metodą środka ciężkości dla wejścia obsługa = 10

3.2.8 Sprawdzenie działania systemu dla wartości obsługi

W tej sekcji sprawdzamy działanie systemu dla wartości obsługi od 0 do 10 (rys. 5 wykres funkcji $\text{napiwek} = f(\text{obsługa})$).

```
1
2 napiwek_sym.input['obsługa'] = 0 # wartosc napiwku wynosi:
   5.076578013816947
3 #napiwek_sym.input['obsługa'] = 10 # wartosc napiwku wynosi:
   24.923421986182834
4 napiwek_sym.compute()
5 print('Wynik', napiwek_sym.output['napiwek'])
6 napiwek.view(sim=napiwek_sym)
7
8 n_points = 21
9 x = np.linspace(0, 10, n_points)
10 z = np.zeros_like(x)
11 for i in range(n_points):
12     napiwek_sym.input['obsługa'] = x[i]
13     napiwek_sym.compute()
```



Rysunek 5: Powierzchnia przejścia systemu “napiwek” o jednym wejściu

3.2.9 Dodanie drugiej wejściowej

W tej sekcji dodajemy drugą wejściową zmienną stanu “jedzenie” o trapezoidalnych (trapmf) zbiorach rozmytych “zepsute” oraz “wyborne”.

```
1 jedzenie = ctrl.Consequent(np.arange(0, 10.01, 0.01), 'jedzenie')
2 jedzenie['zepsute'] = fuzz.trapmf(jedzenie.universe, [-2, 0, 1, 3])
3 jedzenie['wyborne'] = fuzz.trapmf(jedzenie.universe, [7, 9, 10, 12])
```

3.2.10 Dodanie reguł 4 i 5

W tej sekcji dodajemy reguły 4 i 5 analogicznie do punktu 3.2.5.

3.2.11 Sprawdzenie działania systemu dla wartości “obsługi”

W tej sekcji sprawdzamy działanie systemu dla wartości obsługi równej 0 oraz wartości jedzenia równej 0.

3.2.12 Sprawdzenie działania systemu dla wartości “obsługi” i “jedzenia”

W tej sekcji sprawdzamy działanie systemu dla wartości obsługi i jedzenia od 0 do 10(rys. 6)

Figure_6.png

Rysunek 6: *Powierzchnia przejścia systemu “napiwek” o dwóch wejściach*

4 Modyfikacja systemu

5 Przykładowe zadania zaliczeniowe

6 Wnioski