

METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Laboratorium nr 9_1F

Temat: Podstawowe funkcje przynależności do zbiorów rozmytych, opis lingwistyczny i jego analityczna forma- modelowanie

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi funkcjami przynależności do zbiorów rozmytych, opisem lingwistycznym i jego analityczną formą. Ćwiczenie zostanie wykonane z zastosowaniem pakietu Matlab.

Rozmyty opis lingwistyczny reprezentuje rozmyta reguła if/then

Implikacja rozmyta $R(x,y)$.

Implikacja rozmyta określona jest, jak każda inna relacja rozmyta, funkcją przynależności $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$ zdefiniowaną na zbiorze podstawowym będącym iloczynem kartezjańskim $X \times Y$ zbiorów podstawowych przesłanki i konkluzji.

Funkcja przynależności implikacji $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$ jest podstawą tzw. wnioskowania rozmytego, umożliwiającego obliczenie wyjścia modelu rozmytego (regulatora) przy danym stanie jego wejść.

Aby funkcję tę określić na podstawie funkcji przynależności przesłanki $\mu_A(x)$ oraz konkluzji $\mu_B(y)$, należy użyć odpowiedniego operatora implikacji.

Najczęściej stosowany jest **operator implikacji Mamdani-ego** oparty na założeniu, że prawdziwość konkluzji $\mu_B(y)$ nie może być wyższa niż stopień spełnienia przesłanki $\mu_A(x)$

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \text{MIN}(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Poza implikacją Mamdaniego w praktyce sterowania rozmytego stosuje się także **operator iloczynu algebraicznego PROD**

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y)$$

W celu zilustrowania operatora **Mamdani-ego Min** przeanalizujemy regułę wnioskowania

if x jest około 50 then y jest około 70

Jeżeli $x=60$ to funkcja przynależności do zbioru rozmytego **x jest około 50** wynosi 0.5 Ta wartość nazywa się stopniem spełnienia przesłanki (Degree of Fulfillment) reguły wnioskowania.

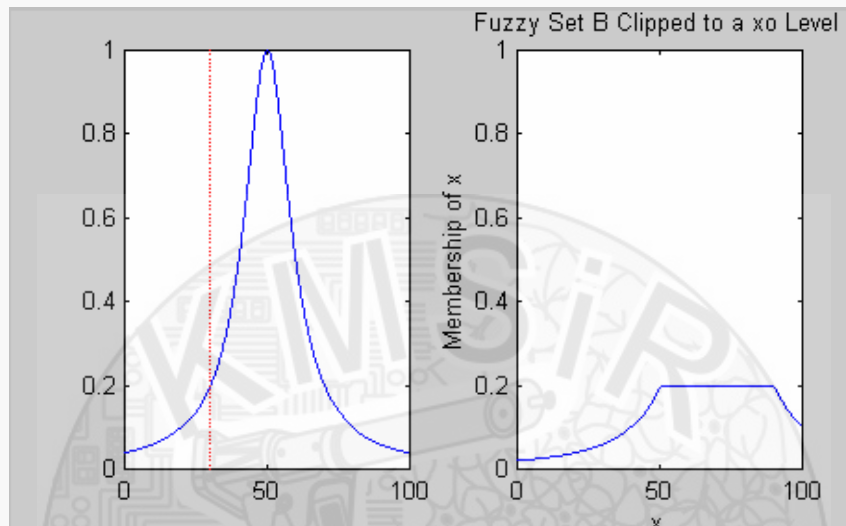
Wróćmy do operatora implikacji Mamdaniego opartego na założeniu, że prawdziwość konkluzji $\mu_B(y)$ nie może być wyższa niż stopień spełnienia przesłanki $\mu_A(x)$

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \text{MIN}(\mu_A(x), \mu_B(y))$$

Analizując regułę

if x jest około 50 then y jest około 70

wyznaczenie funkcji przynależności powyższej implikacji pokazano na rys.1.



Rys.1. Realizacja implikacji

Do realizacji obciecia zbioru rozmytego zastosowano funkcję **Clipx(mua,xo)**:

```
function clip_mua=clipx(mua,xo);  
for i=1:1001  
    if mua(i) >= xo  
        clip_mua(i)=xo;  
    else  
        clip_mua(i)=mua(i);  
    end  
end
```

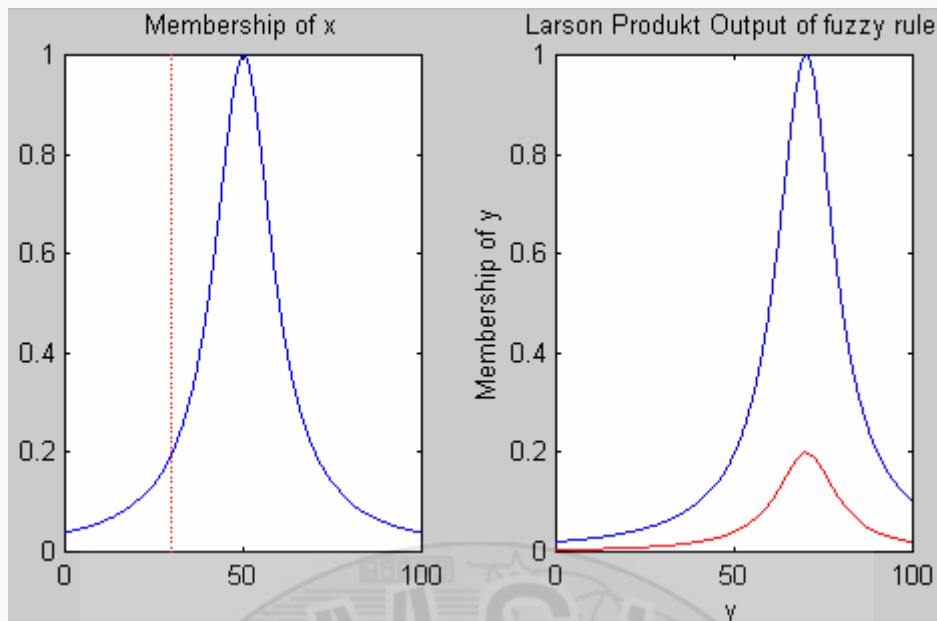
W celu zilustrowania działania operatora **iloczynu algebraicznego PROD**

$$\mu_{A \rightarrow B}(x, y) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y)$$

przeanalizujemy ponownie regułę wnioskowania

if x jest około 50 then y jest około 70

Wyznaczenie funkcji przynależności powyższej implikacji pokazano na rys.2.



Rys.2. Realizacja implikacji

Na rysunku kolorem czerwonym oznaczono funkcję przynależności $\mu_{A \rightarrow B}(x_0, y)$ zaś kolorem niebieskim funkcje przynależności konkluzji reguły.

Zadanie do wykonania:

I. Wyznaczyć funkcję przynależności implikacji Mamdaniego, Larsona dla przykładów:

1. **If temperatura jest wysoka then prędkość wentylatora jest duża dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje trapezowe, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$
2. **If x jest około 40 then y jest około 80 dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje trójkątne, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$
3. **If x jest około 60 then y jest około 80 dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje Gaussa, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$
4. **If x jest około 50 then y jest około 60 dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje trójkątne, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$
5. **If x jest około 40 then y jest około 80 dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje Gaussa, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$
6. **If x jest około 60 then y jest około 90 dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje trapezowe, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$
7. **If x jest około 40 then y jest około 60 dla** $x \in A, y \in B$ $x, y \in [0, a]$ a zbiory A, B to funkcje trójkątne, generowane w znormalizowanych przestrzeniach $x', y' \in [0, 1]$

II. Podzielić przestrzeń rozważań X , gdzie $x \in [0,100]$ na pięć zbiorów rozmytych typu:

1. zbiory rozmyte trójkątne,
2. zbiory rozmyte trapezowe,
3. zbiory rozmyte Gaussa,

z uwzględnieniem zbiorów zewnętrznych.

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Wstęp teoretyczny

- podstawowe wiadomości na temat układów z logiką rozmytą,
- podstawowe wiadomości na temat funkcji przynależności do zbiorów rozmytych,
- opis rozmytej implikacji i jej operatorów.

2. Przebieg ćwiczenia

- wykresy funkcji przynależności do zbiorów rozmytych dla wejść x (temperatura) oraz wyjścia modelu rozmytego y (obroty wentylatora),
- realizacja graficzna operatorów Mamdaniego i Larsena,
- realizacja podziału przestrzeni rozważań na zbiory rozmyte.

3. Wyniki symulacji

- wykresy implikacji rozmytej dla różnych operatorów,
- podział przestrzeni rozważań na zbiory rozmyte
- listingi programów

4. Wnioski

Uwaga. Każdy realizowany podpunkt sprawozdania powinien być odpowiednio skomentowany.