Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska

LABORATORIUM
METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Laboratorium nr 10_1F

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

Celem laboratorium jest zapoznanie się z podstawowymi funkcjami przynależności do zbiorów rozmytych, opisem lingwistycznym i jego analityczną formą.

1. Rozmyty opis lingwistyczny reprezentuje rozmyta reguła if/then

Implikacja rozmyta R(x,y).

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

Funkcja przynależności implikacji $\mu_{A \to B}(x, y)$ 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 Mamdaniego** oparty na założeniu, że prawdziwość konkluzji $\mu_B(y)$ nie może być wyższa niż stopień spełnia przesłanki $\mu_A(x)$

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

Poza implikacją Mamdaniego w praktyce sterowania rozmytego stosuje się także **operator iloczynu algebraicznego PROD (model Larsena)**

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

W celu zilustrowania operatora **Mamdaniego Min** przeanalizujmy 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.

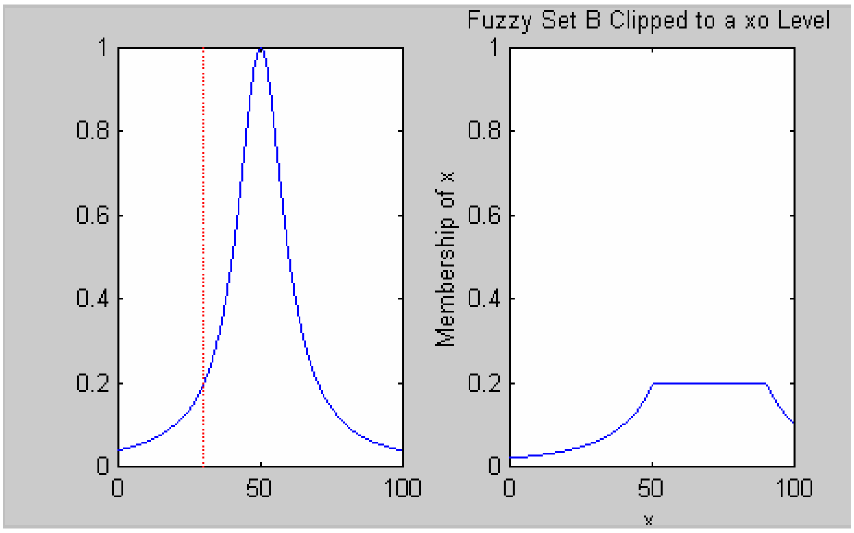
Wróćmy do operatora implikacji Mamdaniego opartego na założeniu, że prawdziwość konkluzji $\mu_B(y)$ nie może być wyższa niż stopień spełnia przesłanki $\mu_A(x)$

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

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
```

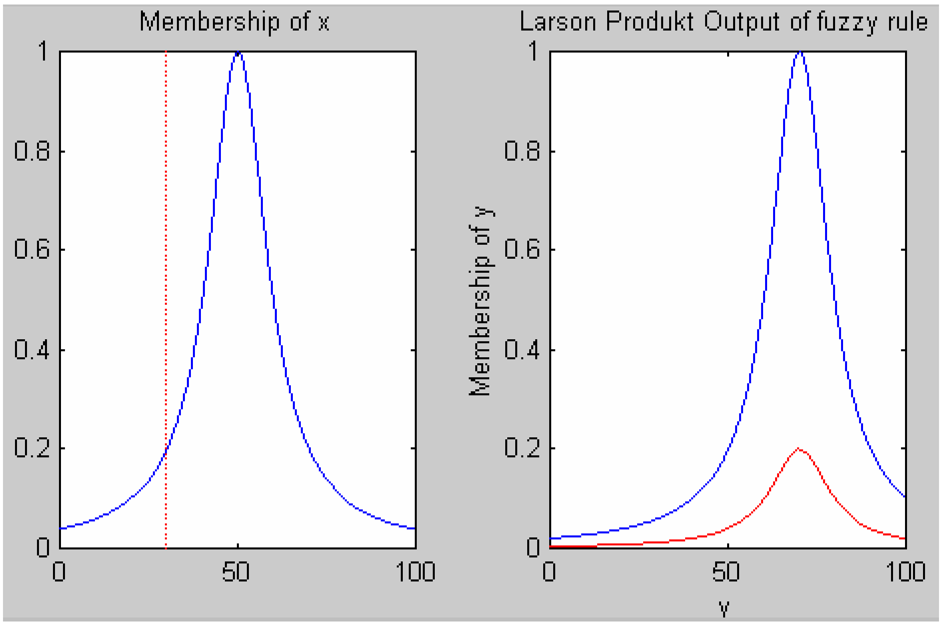
W celu zilustrowania działania operatora **Larsena** iloczynu algebraicznego **PROD**

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

przeanalizujmy 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 $\mu_{A \to B}(x_o, y)$ zaś kolorem niebieskim funkcje przynależności konkluzji reguły.

Zadanie do wykonania:

I. Wyznaczyć funkcję przynależności implikacji **Mamdaniego, Larsena** 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