

MODELOWANIE ROZMYTE

ROZMYTE SYSTEMY WNIOSKUJĄCE 2

Dr hab. inż. Grzegorz Dudek
Wydział Elektryczny
Politechnika Częstochowska

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019 - 2022 nr projektu 020/RID/2018/19 kwota finansowania 12 000 000 PLN

Dana jest baza reguł:

R_1 : JEŻELI x_1 jest A_1^1 I x_2 jest A_2^1 TO y jest B^1

R_2 : JEŻELI x_1 jest A_1^2 I x_2 jest A_2^2 TO y jest B^2

Na wejście systemu podano przykład: $\bar{\mathbf{x}} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2]^T$. Dla przyjętych funkcji przynależności zbiorów $A_1^1, A_2^1, A_1^2, A_2^2, B^1$ i B^2 wyznacz zbiór B' . Jako operatora przecięcia $\mu_B(y)$ z h_1 i h_2 zastosuj min.

Przyjmij, że sygnały wejściowe $\bar{\mathbf{x}} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2]^T$ są niedokładne i podlegają operacji rozmywania, w wyniku której na wejściu bloku wnioskowania otrzymujemy zbiory rozmyte A'_1 i A'_2 .

R_1 : JEŻELI x_1 jest A_1^1 I x_2 jest A_2^1 TO y jest B^1

R_2 : JEŻELI x_1 jest A_1^2 I x_2 jest A_2^2 TO y jest B^2

$$\begin{aligned}\mu_{\bar{B}^k}(y) &= \sup_{\mathbf{x} \in \mathbf{X}} [\mu_{A'}(\mathbf{x}) \overset{T}{*} \mu_{R^{(k)}}(\mathbf{x}, y)] \\ &= \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1, x_2 \in \mathbf{X}_2} \min\{\min[\mu_{A_1'}(x_1), \mu_{A_2'}(x_2)], \mu_{R^{(k)}}(x_1, x_2, y)\}.\end{aligned}$$

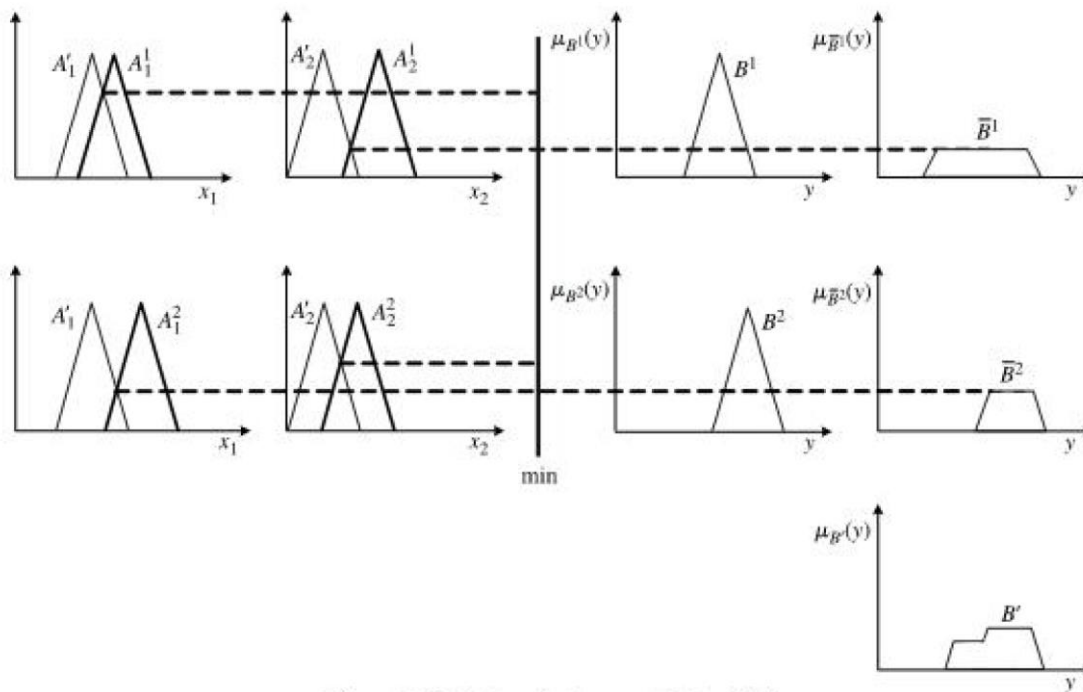
Wykorzystaliśmy $\mu_{A'}(\mathbf{x}) = \mu_{A_1' \times A_2'}(x_1, x_2) = \min[\mu_{A_1'}(x_1), \mu_{A_2'}(x_2)]$.

Operację min oznaczamy symbolem $\wedge$. Zatem

$$\begin{aligned}\mu_{\bar{B}^k}(y) &= \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1, x_2 \in \mathbf{X}_2} [\mu_{A_1'}(x_1) \wedge \mu_{A_2'}(x_2) \wedge \mu_{R^{(k)}}(x_1, x_2, y)] \\ &= \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1, x_2 \in \mathbf{X}_2} \left\{ \mu_{A_1'}(x_1) \wedge \mu_{A_2'}(x_2) \wedge [(\mu_{A_1^k}(x_1) \wedge \mu_{A_2^k}(x_2)) \wedge \mu_{B^k}(y)] \right\} \\ &= \left\{ \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1, x_2 \in \mathbf{X}_2} [\mu_{A_1'}(x_1) \wedge \mu_{A_2'}(x_2) \wedge (\mu_{A_1^k}(x_1) \wedge \mu_{A_2^k}(x_2))] \right\} \wedge \mu_{B^k}(y) \\ &= \left\{ \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1} [\mu_{A_1'}(x_1) \wedge \mu_{A_1^k}(x_1)] \wedge \sup_{x_2 \in \mathbf{X}_2} [\mu_{A_2'}(x_2) \wedge \mu_{A_2^k}(x_2)] \right\} \wedge \mu_{B^k}(y).\end{aligned}$$

R_1 : JEŻELI x_1 jest A_1^1 I x_2 jest A_2^1 TO y jest B^1

R_2 : JEŻELI x_1 jest A_1^2 I x_2 jest A_2^2 TO y jest B^2



Dana jest baza reguł:

R_1 : JEŻELI x_1 jest A_1^1 I x_2 jest A_2^1 TO y jest B^1

R_2 : JEŻELI x_1 jest A_1^2 I x_2 jest A_2^2 TO y jest B^2

Na wejście systemu podano przykład: $\bar{x} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2]^T$. Dla przyjętych funkcji przynależności zbiorów $A_1^1, A_2^1, A_1^2, A_2^2, B^1$ i B^2 wyznacz zbiór B' . ~~Jako operatora przecięcia $\mu_B(y)$ z h_1 i h_2 zastosuj min.~~

Przyjmij, że sygnały wejściowe $\bar{x} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2]^T$ są niedokładne i podlegają operacji rozmywania, w wyniku której na wejściu bloku wnioskowania otrzymujemy zbiory rozmyte A'_1 i A'_2 .

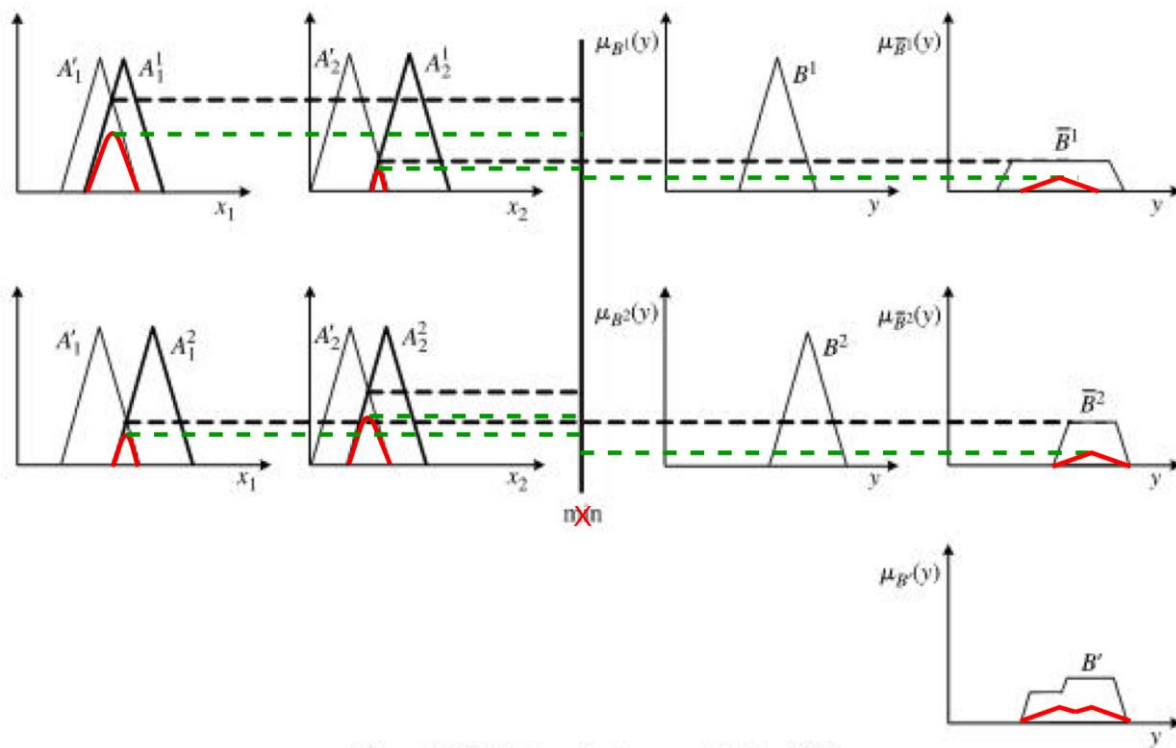
Przyjmij, że t-norma, iloczyn kartezjański i reguła wnioskowania są zdefiniowane za pomocą operacji iloczynu.

R_1 : JEŻELI x_1 jest A_1^1 I x_2 jest A_2^1 TO y jest B^1

R_2 : JEŻELI x_1 jest A_1^2 I x_2 jest A_2^2 TO y jest B^2

$$\begin{aligned}
 \mu_{\bar{B}^k}(y) &= \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1, x_2 \in \mathbf{X}_2} [\mu_{A^k}(x_1, x_2) \cdot \mu_{R^{(k)}}(x_1, x_2, y)] \\
 &= \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1, x_2 \in \mathbf{X}_2} [\mu_{A_1^k}(x_1) \mu_{A_2^k}(x_2) \mu_{A_1^k \times A_2^k}(x_1, x_2) \mu_{B^k}(y)] \\
 &= \sup_{x_1 \in \mathbf{X}_1} [\mu_{A_1^k}(x_1) \mu_{A_1^k}(x_1)] \sup_{x_2 \in \mathbf{X}_2} [\mu_{A_2^k}(x_2) \mu_{A_2^k}(x_2)] \mu_{B^k}(y)
 \end{aligned}$$

Przykład



Przykład

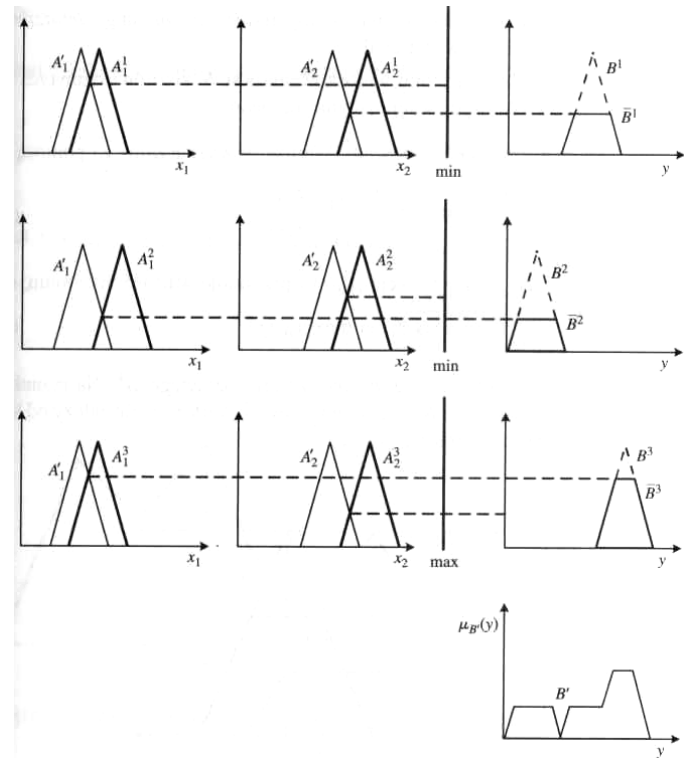
Przykład ze spójnikiem LUB w trzeciej regule.

R_1 : JEŻELI x_1 jest A_1^1 I x_2 jest A_2^1 TO y jest B^1

R_2 : JEŻELI x_1 jest A_1^2 I x_2 jest A_2^2 TO y jest B^2

R_3 : JEŻELI x_1 jest A_1^3 LUB x_2 jest A_2^3 TO y jest B^3

Przyjmij, że t-norma, iloczyn kartezjański i reguła wnioskowania są zdefiniowane za pomocą operacji min, a sygnały wejściowe $\bar{x} = [\bar{x}_1, \bar{x}_2]^T$ są niedokładne i podlegają operacji rozmywania.

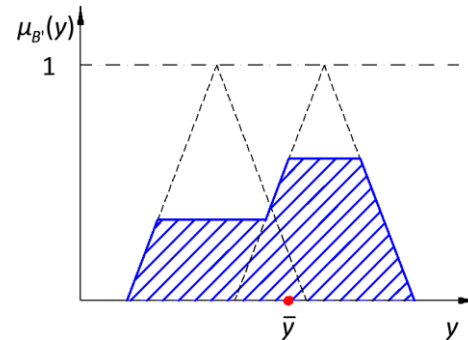


Wejście – zbiór rozmyty B' , wyjście – wartość ostra $\bar{y}$.

Metody wyostrzania:

- Metoda środka obszaru – środek ciężkości figury geometrycznej opisanej funkcją przynależności $\mu_{B'}(y)$.

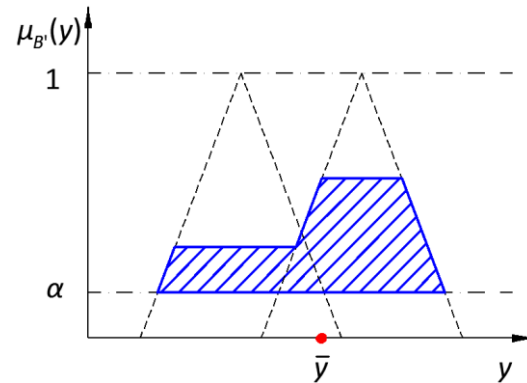
$$\bar{y} = \frac{\int_Y y \mu_{B'}(y) dy}{\int_Y \mu_{B'}(y) dy}$$



- Metoda środka obszaru z wartością progową – środek ciężkości figury geometrycznej opisanej funkcją przynależności $\mu_{B'}(y)$ leżącą powyżej wartości progowej α :

$$\bar{y} = \frac{\int_{Y_\alpha} y \mu_{B'}(y) dy}{\int_{Y_\alpha} \mu_{B'}(y) dy},$$

$$Y_\alpha = \{y \in Y : \mu_{B'}(y) \geq \alpha\}$$



- Metoda wysokości – suma argumentów poszczególnych składowych funkcji przynależności, przy których występują ich wartości szczytowe ważonych ich "poziomami odcięcia":

$$\bar{y} = \frac{\sum_{k=1}^N h_k y_{k \max}}{\sum_{k=1}^N h_k}$$

