



Wnioskowanie rozmyte

Wnioskowanie w stylu Takagi - Sugeno.



Wnioskowanie rozmyte

Wnioskowanie w stylu Takagi - Sugeno.

IF x jest A1
AND y jest B2
THEN $z = f(x, y)$

A1 oraz B2 są wartościami lingwistycznymi opisywanymi za pomocą zbiorów rozmytych.

z przyjmuje wartość zależną od x oraz y, np. wielomian pierwszego stopnia:

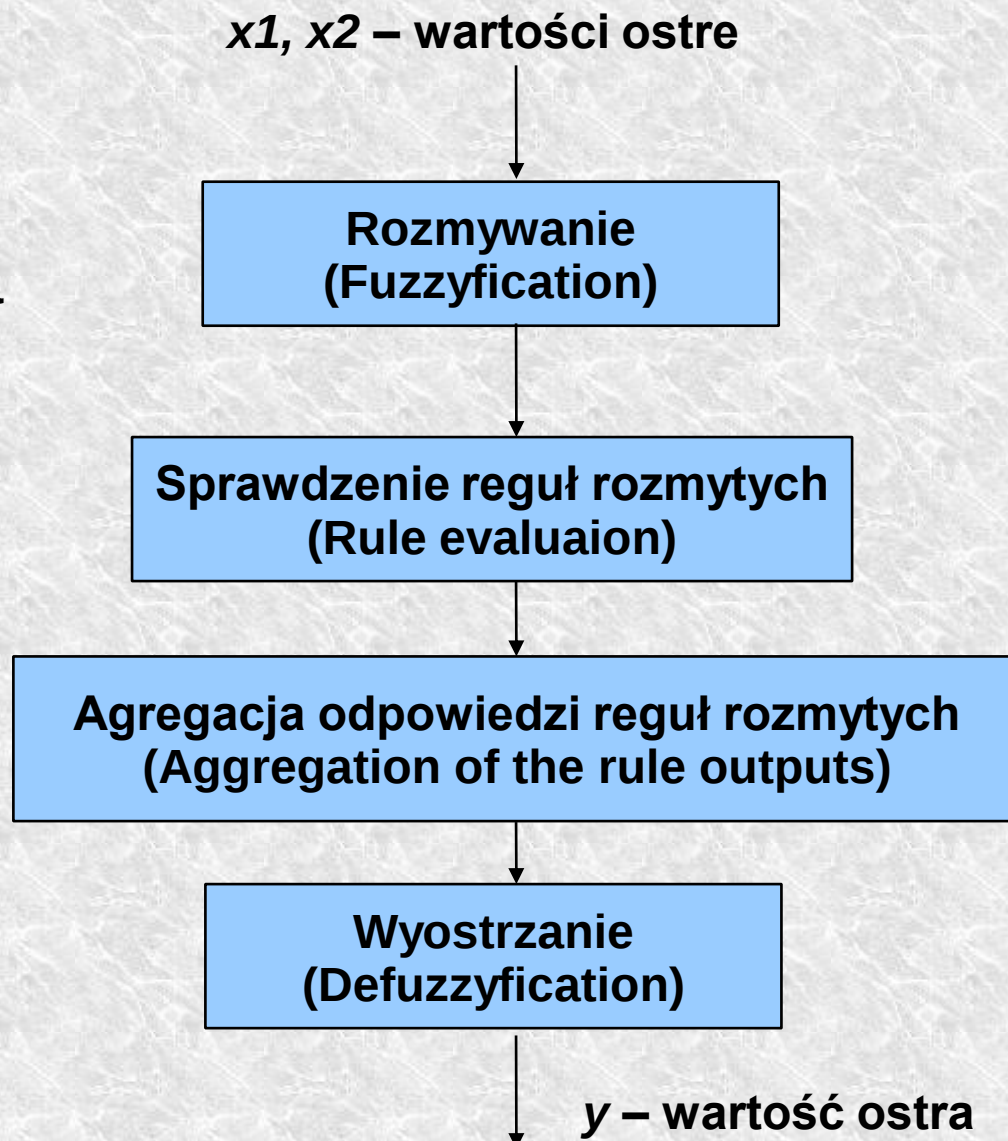
$z = a \cdot x + b \cdot y + c$ lub stała: $z = 13$

Tutaj w konkluzji reguły nie ma zbioru rozmytego!



Wnioskowanie rozmyte

**Główne etapy
wnioskowania
rozmytego:**





Sterownik Takagi-Sugeno

$R^1 : IF x_1 \text{ jest } A_1^1 \text{ AND } x_2 \text{ jest } A_2^1 \dots \text{ AND } x_n \text{ jest } A_n^1$
 $THEN y_1 = f^1(x_1, x_2, \dots, x_n)$

...

$R^N : IF x_1 \text{ jest } A_1^N \text{ AND } x_2 \text{ jest } A_2^N \dots \text{ AND } x_n \text{ jest } A_n^N$
 $THEN y_N = f^N(x_1, x_2, \dots, x_n)$

Ogólna postać reguł

A_2^N ← Numer reguły
← Numer zmiennej wejściowej



Sterownik Takagi-Sugeno

Krok 1: Obliczanie stopnia aktywacji reguł dla sygnału wejściowego (wektor stanu obiektu):

$$\bar{\mathbf{x}} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$$



Sterownik Takagi-Sugeno

Dla reguły 1 obliczamy:

$$\mu_{A_1^1}(\bar{x}_1), \mu_{A_2^1}(\bar{x}_2), \dots, \mu_{A_n^1}(\bar{x}_n)$$

oraz stopień aktywacji reguły 1:

$$w^1 = \begin{cases} \min\{\mu_{A_1^1}(\bar{x}_1), \mu_{A_2^1}(\bar{x}_2), \dots, \mu_{A_n^1}(\bar{x}_n)\} \\ lub \\ \mu_{A_1^1}(\bar{x}_1) \cdot \mu_{A_2^1}(\bar{x}_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_n^1}(\bar{x}_n) \end{cases}$$



Sterownik Takagi-Sugeno

Krok 2: Obliczamy odpowiedź reguły 1:

$$\bar{y}_1 = f^{(1)}(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$$



Sterownik Takagi-Sugeno

Powtarzamy dla każdej reguły 1 ... N:

$$\mu_{A_1^N}(\bar{x}_1), \mu_{A_2^N}(\bar{x}_2), \dots, \mu_{A_n^N}(\bar{x}_n)$$

$$w^N = \begin{cases} \min\{\mu_{A_1^N}(\bar{x}_1), \mu_{A_2^N}(\bar{x}_2), \dots, \mu_{A_n^N}(\bar{x}_n)\} \\ lub \\ \mu_{A_1^N}(\bar{x}_1) \cdot \mu_{A_2^N}(\bar{x}_2) \cdot \dots \cdot \mu_{A_n^N}(\bar{x}_n) \end{cases}$$

$$\bar{y}_N = f^{(N)}(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$$



Sterownik Takagi-Sugeno

Odpowiedź sterownika Takagi - Sugeno jest znormalizowaną sumą ważoną poszczególnych wyjść

$$\bar{y}_1, \bar{y}_2, \dots, \bar{y}_N$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{k=1}^N w^k \cdot \bar{y}_k}{\sum_{k=1}^N w^k}$$



Sterownik Takagi-Sugeno

W przypadku liniowym bazę reguł sterownika można zapisać jako

$$R^k : IF \ x_1 \text{ jest } A_1^k \text{ AND } x_2 \text{ jest } A_2^k \dots \text{ AND } x_n \text{ jest } A_n^k \\ THEN \ y_k = c_0^{(k)} + c_1^{(k)} \cdot x_1 + \dots + c_n^{(k)} \cdot x_n$$

dla $k = 1, \dots, N$



Sterownik Takagi-Sugeno

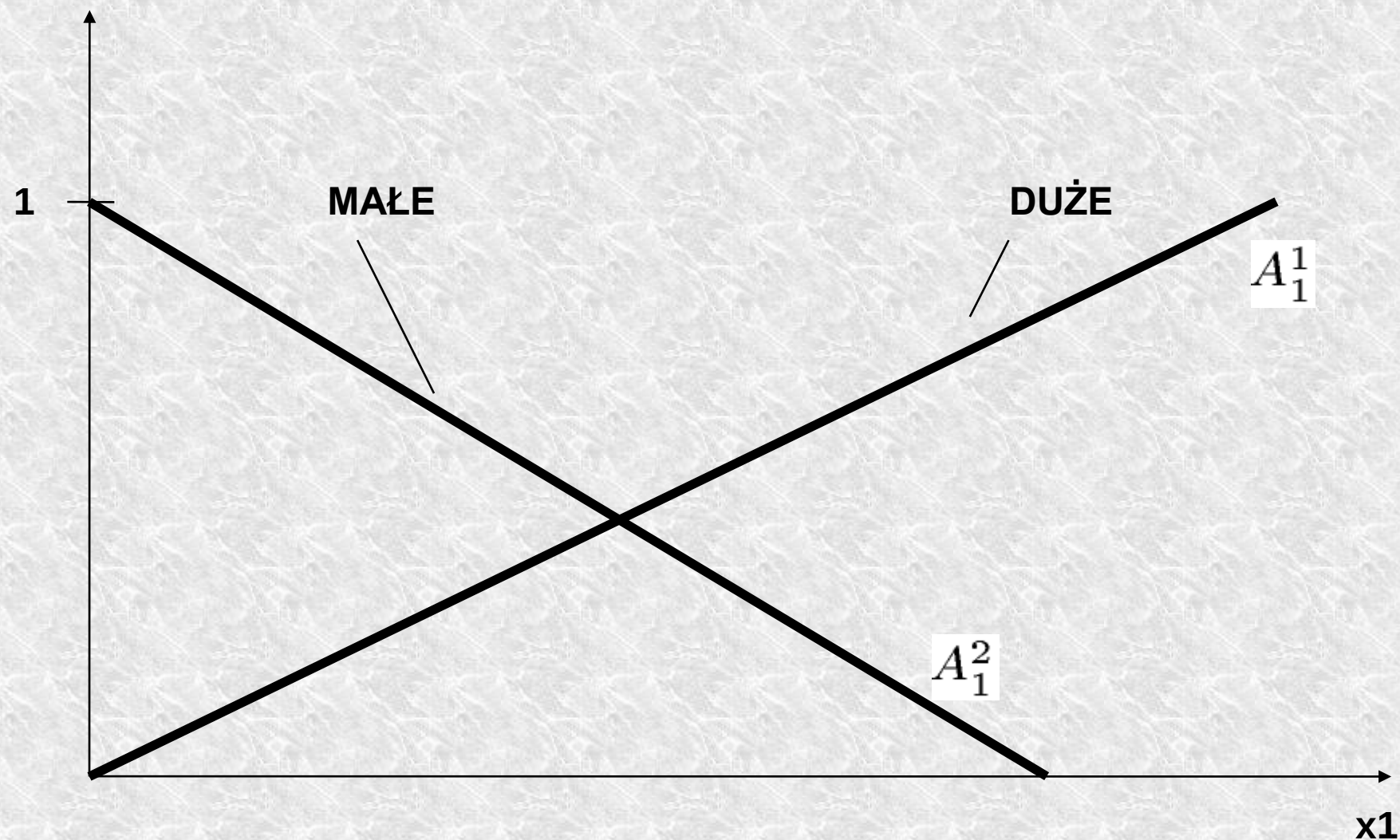
Przykład:

$R^1 : IF\ x_1\ jest\ DUZE\ AND\ x_2\ jest\ SREDNIE$
 $THEN\ y_1 = 2 + 7x_1 + 3x_2$

$R^2 : IF\ x_1\ jest\ MALE\ AND\ x_2\ jest\ MALE$
 $THEN\ y_2 = -2x_1 + 5x_2$

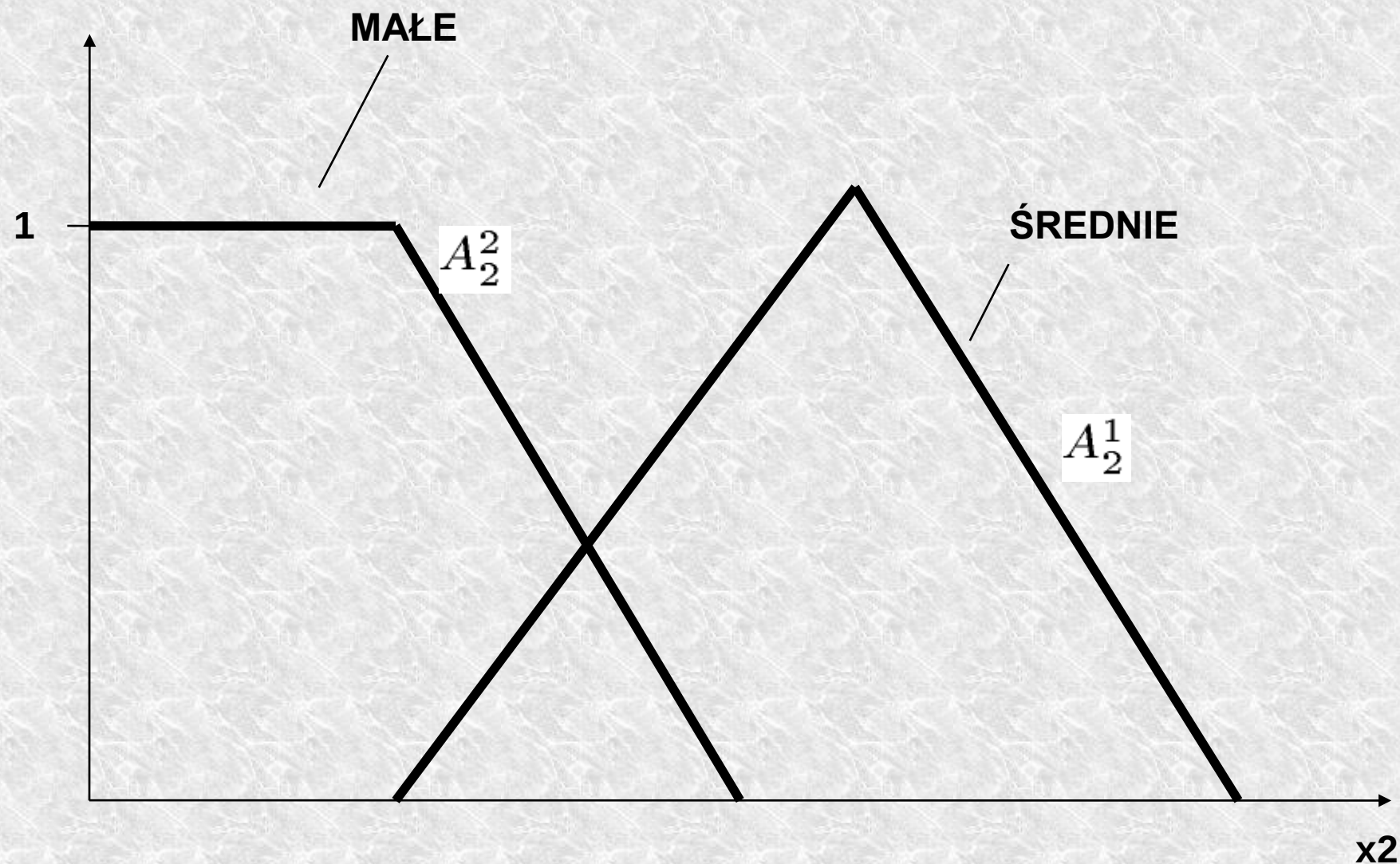


Sterownik Takagi-Sugeno





Sterownik Takagi-Sugeno





Sterownik Takagi-Sugeno

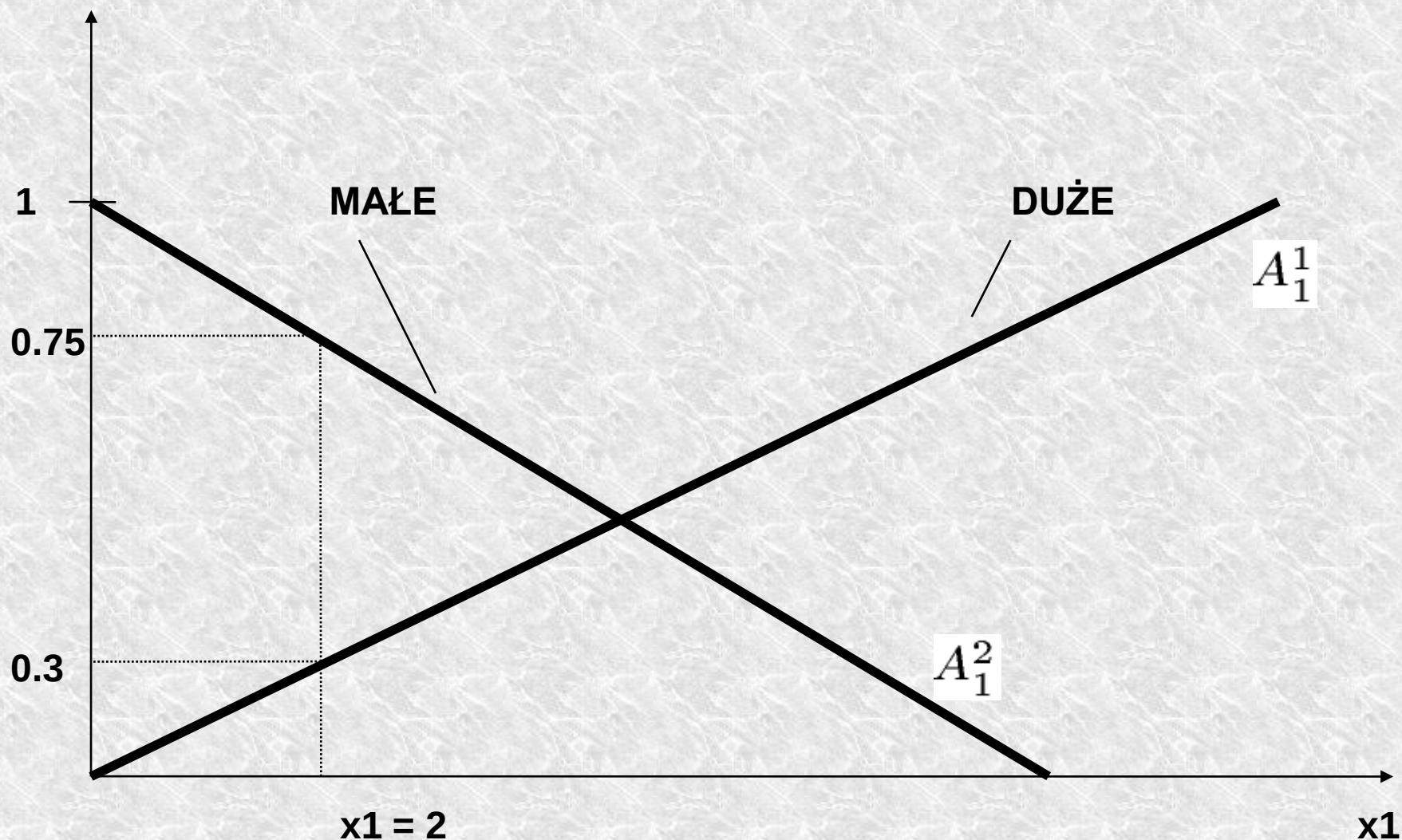
Wyznaczymy sygnał wyjściowy

$\bar{y}$

dla $\bar{x}_1 = 2$ oraz $\bar{x}_2 = 3$

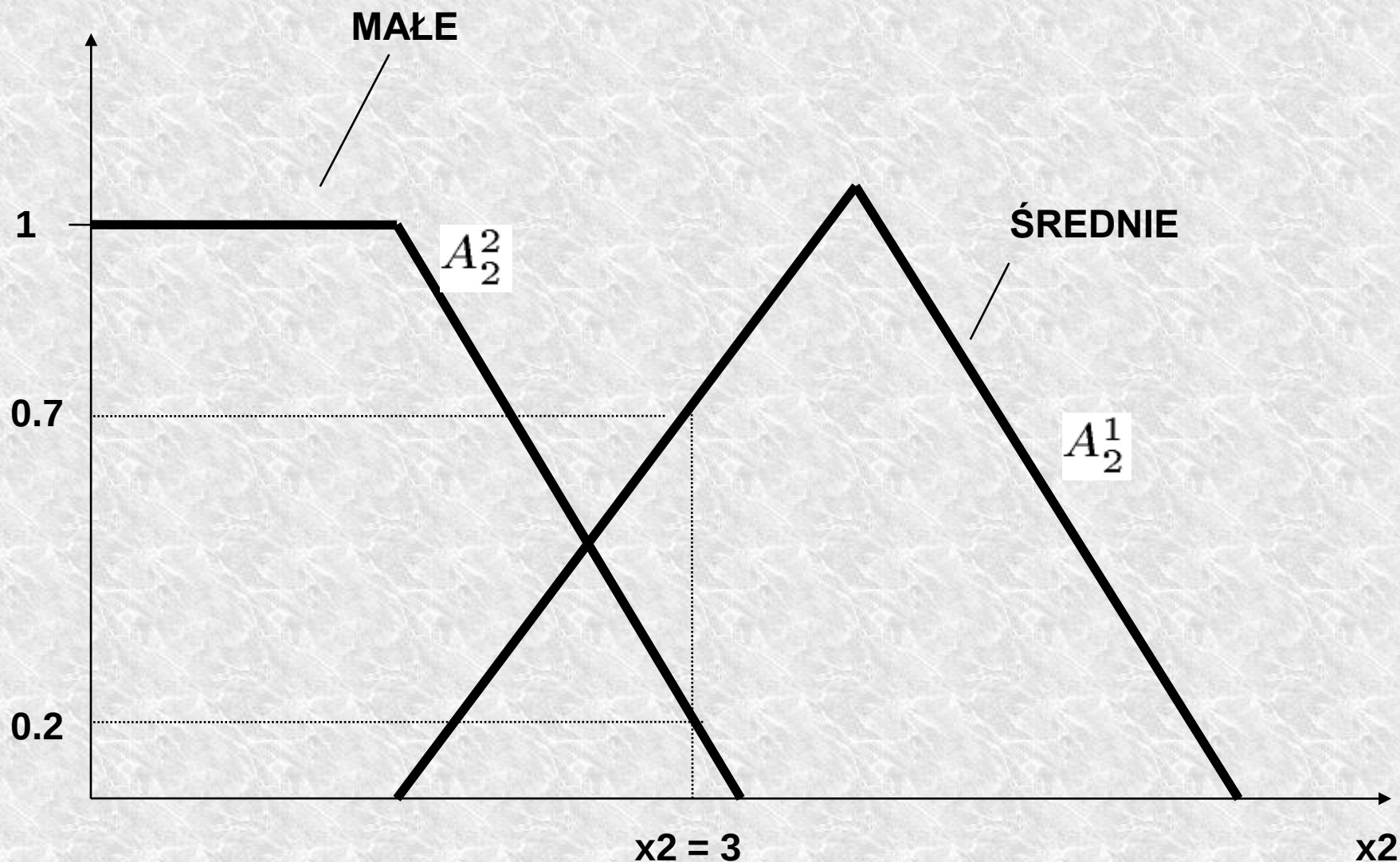


Sterownik Takagi-Sugeno





Sterownik Takagi-Sugeno





Sterownik Takagi-Sugeno

Wyznamy sygnał wyjściowy $\bar{y}$

dla $\bar{x}_1 = 2$ oraz $\bar{x}_2 = 3$

Otrzymujemy:

$$\mu_{A_1^1}(2) = 0.3 \quad \mu_{A_2^1}(3) = 0.7$$

$$\mu_{A_1^2}(2) = 0.75 \quad \mu_{A_2^2}(3) = 0.2$$

oraz $\min(0.3, 0.7) = 0.3$ $\min(0.75, 0.2) = 0.2$

(zamiast *min* może tu wystąpić również iloczyn)



Sterownik Takagi-Sugeno

Odpowiedź reguły 1:

$$\bar{y}_1 = f_1(2, 3) = 7$$

Odpowiedź reguły 2:

$$\bar{y}_2 = f_2(2, 3) = 11$$

**Ostateczna
odpowiedź
sterownika:**

$$\bar{y} = \frac{w^1 \cdot \bar{y}_1 + w^2 \cdot \bar{y}_2}{w^1 + w^2} = 8.6$$