1. Metoda współczynników pewności — kompendium

Metoda ta zakłada rozszerzenie modelu regułowego o pewne numeryczne oszacowanie stopnia pewności eksperta o prawdziwości danej reguły czy też faktu. Taka rozszerzona reguła może mieć postać:

Jeżeli E_1 i E_2 i ... i E_n to H ze współczynnikiem pewności CF

gdzie $E_1, E_2, \ldots, E_n$ to przesłanki reguły, a H to konkluzja.

$$CF = mB(H, E) - mD(H, E).$$

Interpretacja miar wiarygodności i niewiarygodności może być następująca:

— jeżeli $P(H|E) = 1$, to H jest prawdziwe na pewno pod warunkiem, że E jest prawdziwe, $mB(H, E) = 1$, $mD(H, E) = 0$ oraz $CF = 1$,
— jeżeli $P(\neg H|E) = 1$, to H jest fałszywe na pewno pod warunkiem, że E jest prawdziwe„ $mB(H, E) = 0$, $mD(H, E) = 1$, oraz $CF = -1$,
— jeżeli $P(H|E) = P(H)$, to znaczy, że H i E są niezależne, $mB(H, E) = 0$ oraz $mD(H, E) = 0$, $CF = 0$.

Wartość współczynnika CF należy do przedziału $[-1, +1]$. Dodatnie wartości odpowiadają wzrastaniu wiarygodności hipotezy, natomiast ujemne odpowiadają zwiększaniu się wątpliwości.

Skoro zarówno reguła jak i sama jej przesłanka może mieć przypisany współczynnik pewności, to konkluzja reguły jest obarczona niepewnością wynikającą zarówno z niepewności przesłanki, jak również ze współczynnika CF samej reguły. Końcowy współczynnik pewności wyznaczany jest w następujący sposób:

$$CF(H, E) = CF(E) \cdot CF$$

gdzie: $CF(E)$ jest współczynnikiem pewności przesłanki, zaś CF jest współczynnikiem pewności reguły „Jeżeli E to H".
W przypadku, gdy przesłanka reguły zawiera wyrażenie zawierające operator AND ($\wedge$):

Jeżeli $E_1 \wedge E_2$ to H ze stopniem pewności CF

to współczynnik pewności konkluzji H wyznaczany jest w następujący sposób:

$$CF(H, E_1 \wedge E_2) = \min\{CF(E_1), CF(E_2)\} \cdot CF$$

W przypadku, gdy przesłanka reguły zawiera wyrażenie zawierające funktor OR ($\vee$):

Jeżeli $E_1 \vee E_2$ to H ze stopniem pewności CF

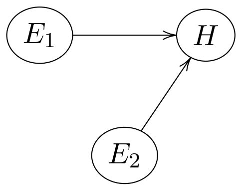
to współczynnik pewności konkluzji H wyznaczany jest w następujący sposób:

$$CF(H, E_1 \vee E_2) = \max\{CF(E_1), CF(E_2)\} \cdot CF$$

W przypadku, gdy hipoteza H jest konkluzją więcej niż jednej reguły:

Jeżeli E_1 to H ze stopniem pewności CF_1
Jeżeli E_2 to H ze stopniem pewności CF_2

co ilustruje rysunek:



współczynnik pewności obliczamy ze wzoru:

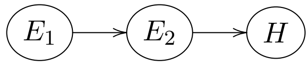
$$CF(H, E_1, E_2) =$$

$$= \begin{cases} CF(H,E_1) + CF(H,E_2) - \\ -CF(H,E_1) \cdot CF(H,E_2) & \text{dla } CF(H,E_1) \geqslant 0, CF(H,E_2) \geqslant 0 \\ \\ CF(H,E_1) + CF(H,E_2) + \\ +CF(H,E_1) \cdot CF(H,E_2) & \text{dla } CF(H,E_1) < 0, CF(H,E_2) < 0 \\ \\ \frac{CF(H,E_1)+CF(H,E_2)}{1-\min\{|CF(H,E_1)|,|CF(H,E_2)|\}} & \text{dla } CF(H,E_1) \cdot CF(H,E_2) < 0 \end{cases}$$

W przypadku połączenia „szeregowego” reguł:

Jeżeli E_1 to E_2 ze stopniem pewności CF_1
Jeżeli E_2 to H ze stopniem pewności CF_2

co można przedstawić graficznie:

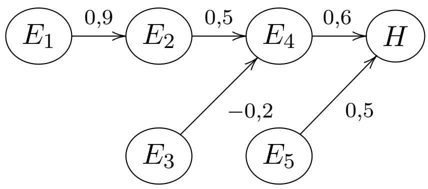


stosujemy wzór:

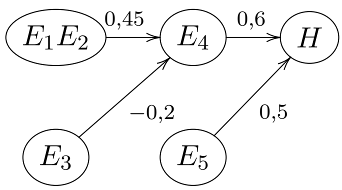
$$CF(H, E_1 E_2) = CF(E_2, E_1) \cdot CF_2$$

Przykład

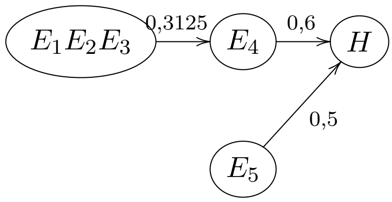
Przykład 1 zawiera sieć wnioskowania oraz współczynniki pewności przedstawione w postaci grafu. Zakładamy, że współczynniki pewności dla węzłów E_1, E_3, E_5 są równe 1. W poszczególnych krokach dokonano redukcji sieci, tak aby obliczyć współczynnik pewności hipotezy H.



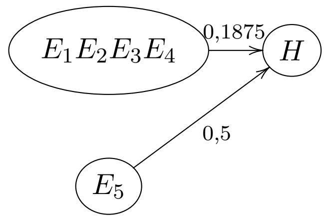
$$CF(E_4, E_1, E_2) = 0,9 \cdot 0,5 = 0,45$$



$$CF(E_4, E_1, E_2, E_3) = \frac{0,45 + (-0,2)}{1 - \min\{|0,45|, |-0,2|\}} = \frac{0,25}{0,8} = 0,3125$$



$$CF(H, E_1, E_2, E_3, E_4) = 0,3125 \cdot 0,6 = 0,1875$$



$$CF(H, E_1, E_2, E_3, E_4, E_5) = 0,1875 + 0,5 - 0,1875 \cdot 0,5 = 0,5937$$