

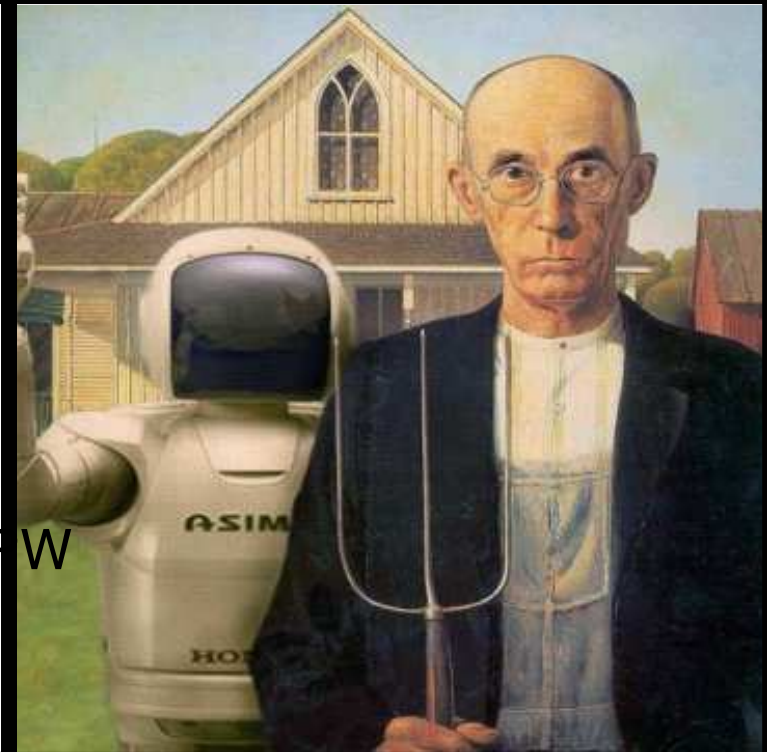
Sztuczna Inteligencja

Wykład 6

Piotr Wąsiewicz

Zakład Sztucznej Inteligencji - ISE PW

pwasiewi@elka.pw.edu.pl





Generowanie reguł klasyfikujących algorytmem AQ



- Komplex k składa się z selektorów.
- $k_1 = \{ \langle \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, ?, ? \rangle \}$
 $k_2 = \{ \langle \text{słoneczna}, \text{ciepła}, ?, ? \rangle \}$
 $k_2 \prec k_1$
 k_2 jest bardziej szczegółowe od k_1 , k_1 jest bardziej ogólne od k_2
- $S \triangleright k$ to dokładniej $(\exists k \in S) k \triangleright x$ - zbiór wszystkich x pokrywanych przez $k \in S$
- $\{k_1 \triangleright x\} = \{1, 2, 5, 6, 9\}$
- $\{k_2 \triangleright x\} = \{1, 2\}$
- Komplex tylko z jednym selektorem nieuniwersalnym zwany jest *kompleksem atomowym*.

Indukcja reguł - sekwencyjne pokrywanie

funkcja *sekwencyjne-pokrywanie*(T)

argumenty wejściowe:

- T - zbiór trenujący dla pojęcia c

zwraca: zbiór reguł reprezentujący hipotezę przybliżającą c

$R := 0; P := T;$

jak długo $P \neq 0$ wykonaj

$k := \text{znajdź-kompleks}(T, P);$

$d := \text{kategoria}(k, T, P);$

$R := R \cup \{k \rightarrow d\};$

$P := P - P_k;$

koniec jak długo

zwróć R



Indukcja reguł - algorytm AQ

funkcja *znajdź-kompleks-aq*(T, P)

argumenty wejściowe:

- T - zbiór trenujący dla pojęcia c ,
- P - podzbiór zbioru T zawierający przykłady nie pokryte przez wygenerowane wcześniej reguły

zwraca: kompleks pokrywający pewną liczbę przykładów z P należących do jednej kategorii;

$x_s := \text{ziarno} - \text{pozytywne}(P)$;

$S := \{<? >\}$;

jak długo $(\exists x \in T) S \triangleright x \wedge c(x) \neq c(x_s)$ wykonaj

$x_n := \text{ziarno-negatywne}(T, S, x_s)$;

$S' := \text{częściowa-gwiazda}(x_s, x_n)$;

jeśli $S' = 0$ to zwróć $< 0 >$;

koniec jeśli

$S := S \cap S'$

$S := S - \{k \in S \mid (\exists k' \in S) k \prec k'\}$

$S := \text{Arg max}_{k \in S}^m v_k(x_s, T, P)$

koniec jak długo

zwróć $\arg \max_{k \in S} v_k(x_s, T, P)$

Indukcja reguł - częściowa gwiazda

funkcja *częściowa-gwiazda*(x_s, x_n)

argumenty wejściowe:

- x_s — ziarno-pozytywne,
- x_n — ziarno-negatywne

zwraca: zbiór maksymalnie ogólnych kompleksów
pokrywających x_s i nie pokrywających x_n

$S' := \emptyset$

dla wszystkich atrybutów a_i określonych na
dziedzinie wykonaj

$k := \langle ? \rangle$; - kompleks

$V := A_i - \{a_i(x_n)\}$;

jeśli $a_i(x_s) \in V$ to

umieść selektor s_V w k na

pozycji i ;

$S' := S' \cup \{k\}$;

koniec jeśli

koniec dla

zwróć S'

Zbiór testowy T

x	aura	temperatura	wilgotność	wiatr	$c(x)$
1	słoneczna	ciepła	duża	słaby	0
2	słoneczna	ciepła	duża	silny	0
3	pochmurna	ciepła	duża	słaby	1
4	deszczowa	umiarkowana	duża	słaby	1
5	deszczowa	zimna	normalna	słaby	1
6	deszczowa	zimna	normalna	silny	0
7	pochmurna	zimna	normalna	silny	1
8	słoneczna	umiarkowana	duża	słaby	0
9	słoneczna	zimna	normalna	słaby	1
10	deszczowa	umiarkowana	normalna	słaby	1
11	słoneczna	umiarkowana	normalna	silny	1
12	pochmurna	umiarkowana	duża	silny	1
13	pochmurna	ciepła	normalna	słaby	1
14	deszczowa	umiarkowana	duża	silny	0

Kolejne kroki algorytmu AQ

1. Dla $r = 0, P = T = \{1, \dots, 14\}$ wywołanie *znajdź-kompleks* (T, P).
 - $x_s = 1, c(x_s) = 0, x_n = 3, c(x_n) = 1, S = \{<? >\}$
 - powstaje częściowa gwiazda:
 $S' = S \cap S' = \{< \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, ?, ?, ? >\};$
 - gwiazda w dalszym ciągu pokrywa przykłady z T o kategorii 1,
wybór $x_n = 4$
 - $S' = \{< \text{słoneczna} \vee \text{pochmurna}, ?, ?, ? >, <?, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, ?, ? >\}$
 - $S \cap S' = \{< \text{słoneczna}, ?, ?, ? >, < \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, ?, ? >\}$
 - $S = \{k_1, k_2\}, v_{k_1} = |T_{k_1}^0| + (|T^1| - |T_{k_1}^1|) = 3 + (9 - 2) = 10,$
 $v_{k_2} = 10$
 - wybór pada na k_2 , który pokrywa dalej przykłady z $c = 1, x_n = 5$
 - $S' = \{< \text{słoneczna} \vee \text{pochmurna}, ?, ?, ? >, <?, \text{umiarkowana} \vee \text{ciepła}, ?, ? >, <?, ?, \text{duża}, ? >\}$
 - $S \cap S' = \{< \text{słoneczna}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, ?, ? >, < \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{ciepła}, ?, ? >, < \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, \text{duża}, ? >\}$

Kolejne kroki algorytmu AQ

3. $R = \{ \langle \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, \text{duża}, ? \rangle \rightarrow 0 \}$
4. $P = \{3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14\}$, dla $P \neq 0$ *znajdź-kompleks* (T, P)
5. dla $x_s = 3, c(x_s) = 1$ powstaje nowa reguła:
 $R = \{ \langle \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, \text{duża}, ? \rangle \rightarrow 0, \langle \text{pochmurna} \vee \text{deszczowa}, ?, ?, \text{słaby} \rangle \rightarrow 1 \}$
6. Po kolejnych wywołaniach głównej funkcji i zmniejszaniu zbioru P otrzymuje się zbiór reguł:
 $R = \{ \langle \text{słoneczna} \vee \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{ciepła}, \text{duża}, ? \rangle \rightarrow 0, \langle \text{pochmurna} \vee \text{deszczowa}, ?, ?, \text{słaby} \rangle \rightarrow 1, \langle \text{deszczowa}, \text{zimna} \vee \text{umiarkowana}, ?, \text{silny} \rangle \rightarrow 0, \langle \text{słoneczna} \vee \text{pochmurna}, \text{zimna} \vee \text{umiarkowana}, ?, \text{silny} \rangle \rightarrow 1, \langle \text{słoneczna} \vee \text{pochmurna}, \text{zimna} \vee \text{umiarkowana}, \text{duża}, \text{słaby} \rangle \rightarrow 0, \langle ?, ?, \text{normalna}, \text{słaby} \rangle \rightarrow 1 \}$