



Sztuczna Inteligencja

(laboratorium 1)

2015/16

Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie
Katedra Systemów Ekspertowych i Sztucznej Inteligencji

Podstawowe informacje

dr inż. Mariusz Wrzesień

tel: 17-8661-**179** lub 17-8661-**191**

CEM KM103/113 lub Rzeszów RA24b/114

mwrzesien@wsiz.rzeszow.pl

Treści kształcenia realizowane w ramach laboratorium:

- Wyznaczanie reguł decyzyjnych, klasyfikacja obiektów. (lab. 1, 2, 6)
- Generowanie drzew decyzyjnych, klasyfikacja obiektów. (lab. 3)
- Analiza skupień w oparciu o metody minimalno-odległościowe. (lab. 4 i 5)
- Budowa systemów ekspertowych. (BB)
- Przeszukiwania przestrzeni stanów z użyciem różnych strategii. (BB)

Warunki zaliczenia laboratorium

Po zaliczeniu przedmiotu student w zakresie **umiejętności** potrafi

P_U01

zastosować różne strategie do przeszukiwania przestrzeni rozwiązań.

P_U02

zastosować metody i narzędzia analizy skupień w zbiorach danych.

P_U03

zastosować odpowiednio dobrane metody do rozpoznawania i klasyfikacji obiektów.

P_U04

zastosować wybrane techniki sztucznej inteligencji do analizy i rozwiązania problemu.

P_U05

interpretować uzyskane wyniki eksperymentów w dziedzinie sztucznej inteligencji wyciągając wnioski badawcze

Wprowadzenie

Reguły decyzyjne są jednym z najpopularniejszych formalizmów reprezentacji wiedzy, stosowanym w *uczeniu maszynowym* oraz *odkrywaniu wiedzy z danych*.

Reguła decyzji składa się z części ***warunkowej*** oraz części ***decyzyjnej***, w której podaje decyzję właściwą dla sytuacji, gdy spełnione są określone warunki.

jeżeli są spełnione określone warunki ***to*** decyzja

Ogólna postać reguły

Jeżeli P to Q

If P Then Q

P – część warunkowa (przesłanka)

Q – część decyzyjna (konkluzja)

Część warunkowa P może być koniunkcją warunków elementarnych w , i jest wtedy zapisywana w postaci: $P = w_1 \wedge w_2 \dots \wedge w_k$, gdzie k jest liczbą użytych warunków. P nazywane jest także złożeniem warunków lub kompleksem.

Przykładowe notacje reguł, słowa kluczowe

Regula 1

JEZELI Stan_nieba **JEST** Słońce

ORAZ Wilgotność **JEST** Duża

TO Decyzja **JEST** Nie_Grać

Rule 1

IF Stan_nieba **IS** Słońce

AND Wilgotność **IS** Duża

THEN Decyzja **IS** Nie_Grać

Przykładowe notacje reguł (nazewnictwo)

Regula 1

JESLI Stan_nieba = Słońce

TAKZE Wilgotność = Duża

WTEDY Decyzja = Nie_Grać

Regula 1

JEZELI (Stan_nieba = Słońce)^(Wilgotność = Duża)**TO** (Decyzja = Nie_Grać)

SŁOWA KLUCZOWE			OPERATORY RELACJI
IF	AND	THEN	= , ≠
JEZELI	I	TO	< , >
JESLI	ORAZ	WTEDY	≤ , ≥
GDY	TAKZE		JEST
KIEDY			SA

Rodzaje reguł

Wyróżnia się trzy podstawowe rodzaje reguł wygenerowanych z danych:

- klasyfikacyjne
- charakterystyczne
- asocjacyjne

[J.M. Żytkow]

Reguły klasyfikacyjne (decyzyjne)

Reguły klasyfikacyjne są indukowane na podstawie uogólnienia zbioru przykładów uczących opisanych za pomocą zbioru atrybutów.

Reguły wygenerowane dla każdej klasy powinny być spełnione przez przykłady należące do tej klasy (tzw. *przykłady pozytywne*).

Reguły nie powinny być spełnione przez żaden przykład z innych klas lub powinny być spełnione tylko przez niewiele z nich (tzw. *przykłady negatywne*).

Lp.	Stan_nieba	Temp. [°C]	Wilgotność	Wiatr	Decyzja
1	Słońce	24	Normalna	Tak	Grać
2	Słońce	27	Duża	Tak	Nie_Grać
3	Słońce	29	Duża	Nie	Nie_Grać
4	Słońce	22	Duża	Nie	Nie_Grać
5	Słońce	21	Normalna	Nie	Grać
Temperatura do 21°C – Zimna					
Temperatura od 22°C do 24°C – Umiarkowana					
Temperatura od 25°C – Ciepła					
9	Pochmurno	27	Normalna	Nie	Grać
10	Deszcz	22	Duża	Tak	Nie_Grać
11	Deszcz	18	Normalna	Tak	Nie_Grać
12	Deszcz	24	Normalna	Nie	Grać
13	Deszcz	21	Duża	Nie	Grać
14	Deszcz	20	Normalna	Nie	Grać

Lp.	Stan_nieba	Temp.	Wilgotność	Wiatr	Decyzja
1	Słońce	Umiarkowana	Normalna	Tak	Grać
2	Słońce	Ciepła	Duża	Tak	Nie_Grać
3	Słońce	Ciepła	Duża	Nie	Nie_Grać
4	Słońce	Umiarkowana	Duża	Nie	Nie_Grać
5	Słońce	Zimna	Normalna	Nie	Grać
6	Pochmurno	Umiarkowana	Duża	Tak	Grać
7	Pochmurno	Ciepła	Duża	Nie	Grać
8	Pochmurno	Zimna	Normalna	Tak	Grać
9	Pochmurno	Ciepła	Normalna	Nie	Grać
10	Deszcz	Umiarkowana	Duża	Tak	Nie_Grać
11	Deszcz	Zimna	Normalna	Tak	Nie_Grać
12	Deszcz	Umiarkowana	Normalna	Nie	Grać
13	Deszcz	Zimna	Duża	Nie	Grać
14	Deszcz	Zimna	Normalna	Nie	Grać

Lp.	Stan_nieba	Temp.	Wilgotność	Wiatr	Decyzja
1	Słońce	Umiarkowana	Normalna	Tak	Grać
2	Słońce	Ciepła	Duża	Tak	Nie_Grać
3	Słońce	Ciepła	Duża	Nie	Nie_Grać
4	Słońce	Umiarkowana	Duża	Nie	Nie_Grać
5	Słońce	Zimna	Normalna	Nie	Grać
6	Pochmurno	Umiarkowana	Duża	Tak	Grać
7	Pochmurno	Ciepła	Duża	Nie	Grać
8	Pochmurno	Zimna	Normalna	Tak	Grać
9	Pochmurno	Ciepła	Normalna	Nie	Grać
10	Deszcz	Umiarkowana	Duża	Tak	Nie_Grać
11	Deszcz	Zimna	Normalna	Tak	Nie_Grać
12	Deszcz	Umiarkowana	Normalna	Nie	Grać
13	Deszcz	Zimna	Duża	Nie	Grać
14	Deszcz	Zimna	Normalna	Nie	Grać

Atrybuty nominalne

Lp.	Stan_nieba	Temp.	Wilgotność	Wiatr	Decyzja
1	Słońce	Umiarkowana	Normalna	Tak	Grać
2	Słońce	Ciepła	Duża	Tak	Nie_Grać
3	Słońce	Ciepła	Duża	Nie	Nie_Grać
4	Słońce	Umiarkowana	Duża	Nie	Nie_Grać
5	Słońce	Zimna	Normalna	Nie	Grać
6	Pochmurno	Umiarkowana	Duża	Tak	Grać
7	Pochmurno	Ciepła	Duża	Nie	Grać
8	Pochmurno	Zimna	Normalna	Tak	Grać
9	Pochmurno	Ciepła	Normalna	Nie	Grać
10	Deszcz	Umiarkowana	Duża	Tak	Nie_Grać
11	Deszcz	Zimna	Normalna	Tak	Nie_Grać
12	Deszcz	Umiarkowana	Normalna	Nie	Grać
13	Deszcz	Zimna	Duża	Nie	Grać
14	Deszcz	Zimna	Normalna	Nie	Grać

Atrybuty porządkowe

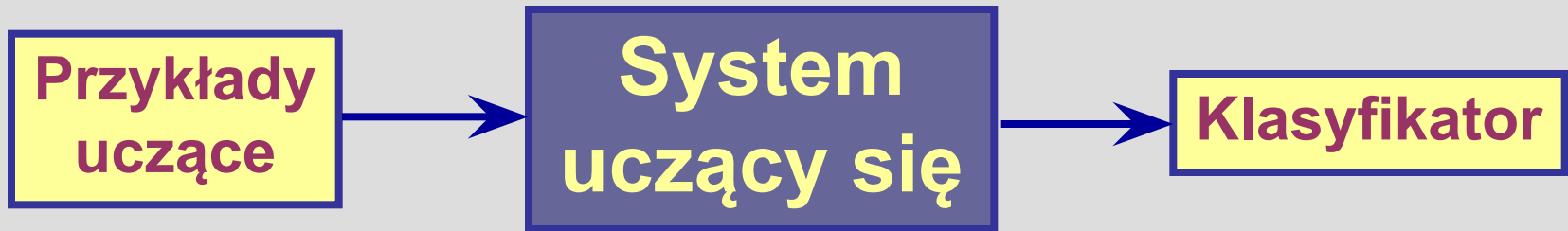
Lp.	Stan_nieba	Temp.	Wilgotność	Wiatr	Decyzja
1	Słońce	Umiarkowana	Normalna	Tak	Grać
2	Słońce	Ciepła	Duża	Tak	Nie_Grać
3	Słońce	Ciepła	Duża	Nie	Nie_Grać
4	Słońce	Umiarkowana	Duża	Nie	Nie_Grać
5	Słońce	Zimna	Normalna	Nie	Grać
6	Pochmurno	Umiarkowana	Duża	Tak	Grać
7	Pochmurno	Ciepła	Duża	Nie	Grać
8	Pochmurno	Zimna	Normalna	Tak	Grać
9	Pochmurno	Ciepła	Normalna	Nie	Grać
10	Deszcz	Umiarkowana	Duża	Tak	Nie_Grać
11	Deszcz	Zimna	Normalna	Tak	Nie_Grać
12	Deszcz	Umiarkowana	Normalna	Nie	Grać
13	Deszcz	Zimna	Duża	Nie	Grać
14	Deszcz	Zimna	Normalna	Nie	Grać

Klasa Grać

Lp.	Stan_nieba	Temp.	Wilgotność	Wiatr	Decyzja
1	Słońce	Umiarkowana	Normalna	Tak	Grać
2	Słońce	Ciepła	Duża	Tak	Nie_Grać
3	Słońce	Ciepła	Duża	Nie	Nie_Grać
4	Słońce	Umiarkowana	Duża	Nie	Nie_Grać
5	Słońce	Zimna	Normalna	Nie	Grać
6	Pochmurno	Umiarkowana	Duża	Tak	Grać
7	Pochmurno	Ciepła	Duża	Nie	Grać
8	Pochmurno	Zimna	Normalna	Tak	Grać
9	Pochmurno	Ciepła	Normalna	Nie	Grać
10	Deszcz	Umiarkowana	Duża	Tak	Nie_Grać
11	Deszcz	Zimna	Normalna	Tak	Nie_Grać
12	Deszcz	Umiarkowana	Normalna	Nie	Grać
13	Deszcz	Zimna	Duża	Nie	Grać
14	Deszcz	Zimna	Normalna	Nie	Grać

Klasa *Nie_Grać*

• *Konstruowanie systemu klasyfikującego*



Uczenie się klasyfikatora ze zbioru uczącego



Klasyfikowanie nowych obiektów

Narzędzia do uczenia maszynowego

Narzędzie do przygotowania zbiorów:

ScoreSEEKER

Narzędzia do generowania reguł:

LEERS (**L**earning from **E**xamples based on **R**ough **S**ets)

GTS (**G**eneral-**T**o-**S**pecific rekurencyjny algorytm pokrycia)

DeTreeex (moduł z pakietu *SPHINX*)

Formaty reguł

GTS (General-To-Specific)

IF Stan_nieba IS Słońce AND Wilgotność IS Duża
THEN Decyzja IS Grać

LEERS (Learning from Examples based on Rough Sets)

(Stan_nieba , Słońce) & (Wilgotność , Duża) →
(Decyzja , Grać)

DeTreeex (SPHINX)

Decyzja = „Grać” if
Stan_nieba = „Słońce”,
Wilgotność = „Duża”;

Algorytmy generowania reguł

- *GTS*
- *LEM2*
- *CN2*
- Rodzina algorytmów AQ
- *INLEN*
- *MODLEM*

Lp	Inflacja	Deficyt_budż	Rezerwy_dew	Stopy_proc
1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	wzrost	wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	wzrost	spadek	obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	podwyżka
7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Inflacja spadek ⇒ **Stopy_proc obniżka**

$$3/8 + \text{sqrt}(3/3) = \underline{1,3750}$$

Regula 1

JEZELI Inflacja spadek

TO Stopy_proc obniżka

LP	Inflacja	Deficyt_budz	Rezerwy_dew	Stopy_proc
1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	wzrost	wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	wzrost	spadek	obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	Podwyżka
7	Spadek	Wzrost	Wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Regula 1

JEZELI *Inflacja* **spadek**

TO *Stopy_proc* **obniżka** {1,2,7}

Lp	Inflacja	Deficyt_budż	Rezerwy_dew	Stopy_proc
1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	wzrost	wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	wzrost	spadek	obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	podwyżka
7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Inflacja bez_zmian ⇒ **Stopy_proc podwyżka**

$$5/8 + \text{sqrt}(3/5) = \underline{1,3996}$$

Deficyt_budż wzrost ⇒ **Stopy_proc podwyżka**

$$5/8 + \text{sqrt}(2/5) = 1,2575$$

Rezerwy_dew wzrost ⇒ **Stopy_proc podwyżka**

$$4/8 + \text{sqrt}(2/4) = 1,2071$$



1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	wzrost	wzrost	podwyżka

Żaden z powyższych warunków nie pozwala na utworzenie reguły ($A \neq 1$)

5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
---	-----------	-----------	--------	---------

$$G = (E_p + E_b) / E$$
$$A = E_p / (E_p + E_b)$$
$$G + \text{sqrt}(A) = H$$

Regula 2

JEZELI *Inflacja* **bez_zmian**
ORAZ *Rezerwy_dew* **wzrost**
TO *Stopy_proc* **podwyżka**

1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	wzrost	wzrost	podwyżka

Inflacja bez_zmian & *Deficyt_budż* **wzrost** \Rightarrow *Stopy_proc* **podwyżka**

$$3/8 + \text{sqrt}(2/3) = 1,1915$$

Inflacja bez_zmian & *Rezerwy_dew* **wzrost** \Rightarrow *Stopy_proc* **podwyżka**

$$2/8 + \text{sqrt}(2/2) = 1,2500$$

7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Regula 2

JEZELI *Inflacja* **bez_zmian**

ORAZ *Rezerwy_dew* **wzrost**

TO *Stopy_proc* **podwyżka** {3, 8}

Lp	Inflacja	Deficyt_budż	Rezerwy_dew	Stopy_proc
1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	wzrost	Wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	wzrost	spadek	obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	podwyżka
7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Regula 3

JEZELI Rezerwy_dew **spadek**

TO Stopy_proc **obniżka**

Rezerwy_dew **spadek** ⇒ Stopy_proc **obniżka**

$$3/8 + \text{sqrt}(3/3) = 1,3750$$

1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	Wzrost	Wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	wzrost	spadek	obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	podwyżka
7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Regula 3

JEZELI *Rezerwy_dew* **spadek**

TO *Stopy_proc* **obniżka** {4,5}

Lp	Inflacja	Deficyt_budż	Rezerwy_dew	Stopy_proc
1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	Wzrost	Wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	wzrost	Spadek	Obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	podwyżka
7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Regula 4

JEZELI *Rezerwy_dew* **bez_zmian**

TO *Stopy_proc* **podwyżka** {6}

Rezerwy_dew **bez_zmian** \Rightarrow *Stopy_proc* **podwyżka**

$$1/8 + \text{sqrt}(1/1) = 1,1250$$

1	spadek	bez_zmian	wzrost	obniżka
2	spadek	wzrost	spadek	obniżka
3	bez_zmian	Wzrost	Wzrost	podwyżka
4	bez_zmian	Wzrost	spadek	obniżka
5	bez_zmian	bez_zmian	spadek	obniżka
6	bez_zmian	wzrost	bez_zmian	podwyżka
7	spadek	wzrost	wzrost	obniżka
8	bez_zmian	bez_zmian	wzrost	podwyżka

Lp	Inflacja	Deficyt_budż	Rezerwy_dew	Stopy_proc
1	spadek	bez zmian	wzrost	obniżka

Regula 1

JEZELI *Inflacja* **spadek**
TO *Stopy_proc* **obniżka** {1,2,7}

Regula 2

JEZELI *Inflacja* **bez_zmian**
ORAZ *Rezerwy_dew* **wzrost**
TO *Stopy_proc* **podwyżka** {3, 8}

Regula 3

JEZELI *Rezerwy_dew* **spadek**
TO *Stopy_proc* **obniżka** {4,5}

Regula 4

JEZELI *Rezerwy_dew* **bez_zmian**
TO *Stopy_proc* **podwyżka** {6}

Zadanie praktyczne

Dla pliku **socz_0X.tab** przygotuj zbiór reguł za pomocą algorytmu GTS.

(X – ostatnia cyfra z numeru indeksu studenta)

Sprawozdanie:

- Wyliczenia,
- Zestaw reguł,
- Interpretacja wyników,
- Wnioski.

Literatura i materiały pomocnicze:

Literatura zamieszczona została w sylabusie

+

Wybrane metody eksploracji danych. 1, Analiza danych niesprzecznych
Zdzisław S. Hippe, Jerzy W. Grzymała-Busse (red.) ; zespół aut. Piotr Błajdo, Wiesław Paja oraz Mariusz Wrzesień, Rzeszów : Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania, 2010.

+

materiały zamieszczone na dysku wspólnym przez prowadzących przedmiot

K:\ZSHippe\SISE

K:\MW\SISE