

“ИНТЕЛИГЕНТНИ” РАЧУНАРСКИ СИСТЕМИ

(Да ли Дон Кихот још увек јаше?)

Александар Јовичић

Факултет организационих наука

jovicic@fon.rs

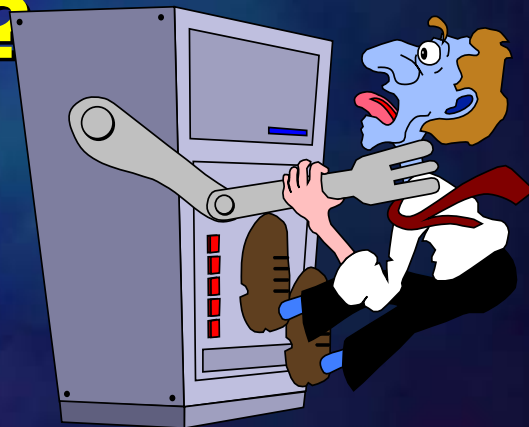


Вештачка интелигенција

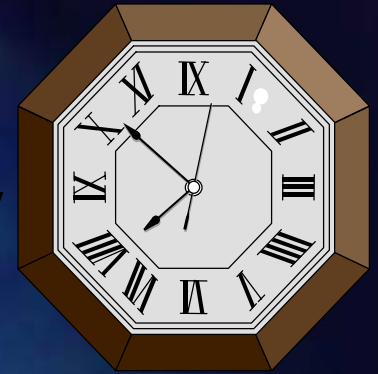
(Artificial Intelligence - AI)



- q Шта је природна интелигенција?
- q Где она "станује"?
- q Да ли мозак ради као рачунар?
- q Да ли "електронски мозак" може да нас уништи?
- q Чему све то служи?



Back to the future ...



- ΣΟΚΡΑΤ, ΠΛΑΤΟΝ, ΑΡΙΣΤΟΤΕΛ ...
- 3 TGX'7JNGSN_ '- TTQ - FGGFLJ ...
- Aiken, Eckert & Mauchly ...
- Turing, Shannon ...



Првих десет година ...

☐ **“Сајмоново предсказање”**

- светски првак у шаху!
- велики математичар!
- супериорни психолог!

☐ **Блистав почетак**

☐ **Епилог ...**



1. фаза - Когнитивна симулација (1957-1962)

☐ Превођење језика

☐ механички речник

☐ механичка секретарица

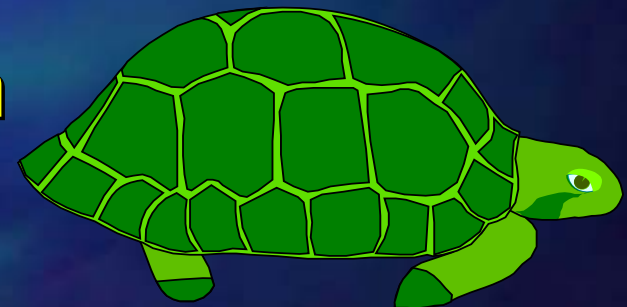
☐ Решавање проблема

☐ **General Problem Solver** (*Newell & Simon*)

☐ игре

☐ доказивање теорема

☐ Распознавање облика



Значај неуспеха 1. фазе

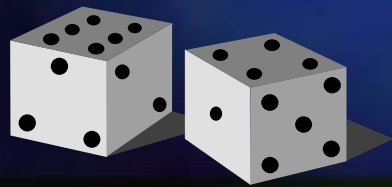


Маргинална свест **vs**
хеуристички вођено
претраживање

Толеранција двосмислености **vs**
прецизност ослобођена контекста

Разликовање битног од небитног **vs**
претраживање на основу покушаја и
грешке

Јасно груписање **vs** листе обележја



2. фаза - Семантичка обрада информација (1962-1967)

□ Самоорганизујући системи

□ *Vobrow*-ов "СТУДЕНТ"

Програм који "Разуме енглески"

□ *Evans*-ов програм аналогиије

□ *Quillian*-ов програм семантичког памћења



СИМПТОМИ ...



- ☐ Велика почетна обећања
- ☐ Муњевит старт и почетни успеси
- ☐ Комбинаторна експлозија
- ☐ Стравичан КРАХ!



А где су ...

дефиниције



☐ **“Наука која чини да машине обављају ствари које би захтевале интелигенцију када би их обављао човек”**

M. Minsky, 1968

☐ **“Област управљања која истражује могућности да се учини да се рачунар понаша на начин који људи једни другима признају као ‘интелигентно’ понашање”**

Feigenbaum i McCorduck, 1983

☐ **“Део науке о рачунарима усмерен на стварање и проучавање рачунарских програма који испољавају понашајна својства која ми идентификујемо као интелигентно понашање - знање, резонување, учење, решавање проблема, разумевање језика и др.”**

A. Barr, 1983

ШТА ДАЉЕ?!?



“Време је новац!”

- **Експертни системи**
- ***Fuzzy* логика**
- **Неуронске мреже**
- ***Data mining / KDD***
- **Интелигентни агенти**



Експертни системи

(Expert Systems - ES)



□ **Шта су?**

□ **Зашто су настали?**

□ **Да ли су бољи од живих експерата?**

□ **Зашто их онда користити?**



Зашто користити *ES*?!?

- Уштеда у новцу
- Нехумани услови рада
- Недостатак живог експерта ...

Експертни системи



Подела *ES* по типу технологије

□ Традиционални

(користе углавном разрађене и уходане методе и технике представљања знања)

□ Савремени

(много разрађенији системи за аквизицију знања, способност аутоматског учења, бољи кориснички интерфејс, нове технике за представљање знања)

Подела *ES* по намени

- за интерпретацију (идентификовање/препознавање објеката међу великим бројем улазних података),
- за дијагнозу (откривање неправилности у раду неког система/организма),
- за мониторинг (надгледање рада система),
- за контролу (контрола производног процеса/стања),
- за предвиђање (предвиђање будућих догађаја на основу тренутних стања),
- за дизајн / планирање (склапање рачунарских конфигурација, израда планова),
- за едукацију / инструктажу (подучавање будућих експерата, тренинг)

Подела *ES* по техникама представљања знања

- ***ES* са декларативним представљањем знања**
(знање је у одвојеним модулима, олакшано је додавање новог знања и измена постојећег али се јавља проблем брзине)
- ***ES* са процедуралним представљањем знања**
(знање је уграђено у код и отежано је додавање и измена новог, међутим долази до добитака у брзини)

Структура *ES*

Експертни системи



Представљање знања

- Семантичке мреже
- Тројке Објекат-Атрибут-Вредност
- Продукциона правила
- Фрејмови
- Логика
- *Fuzzy* системи и неуронске мреже



Семантичке мреже



Експертни системи

Продукциона правила

Присутни симптоми маститиса

- q **b001: присутни симптоми** је тачно
- ... ако су СВИ доле наведени услови задовољени
- q **Изненадан бол?** није нетачно
- q **Јак бол?** је тачно
- q **s001: симптоми инфекције** је тачно

Постоје симптоми инфекције

- q **s001: симптоми инфекције** је тачно
- ... ако су СВИ доле наведени услови задовољени
- q **Бол у дојци?** није нетачно
- q **Топлина у дојци?** није нетачно
- q **Оток на дојци?** није нетачно
- q **Црвенило?** није нетачно
- q **s001 бар један од последња три** је тачно

Фрејмови (*Frames*)

Program		
<i>Attribut</i>	<i>vrednost</i>	<i>default vrednost</i>
Softverski proizvod	DA	-
Tip programskog jezika u kom je pisan		Kompjuterski

Ekspertni sistem		
<i>Attribut</i>	<i>vrednost</i>	<i>default vrednost</i>
Deo #1 strukture		-
Deo #2 strukture		-

Baza znanja		
<i>Attribut</i>	<i>vrednost</i>	<i>default vrednost</i>
Pravilo #1	(if (Pravilo #2) (B))	-
Pravilo #2	(if ((and C D)) (E))	-

Експертни системи

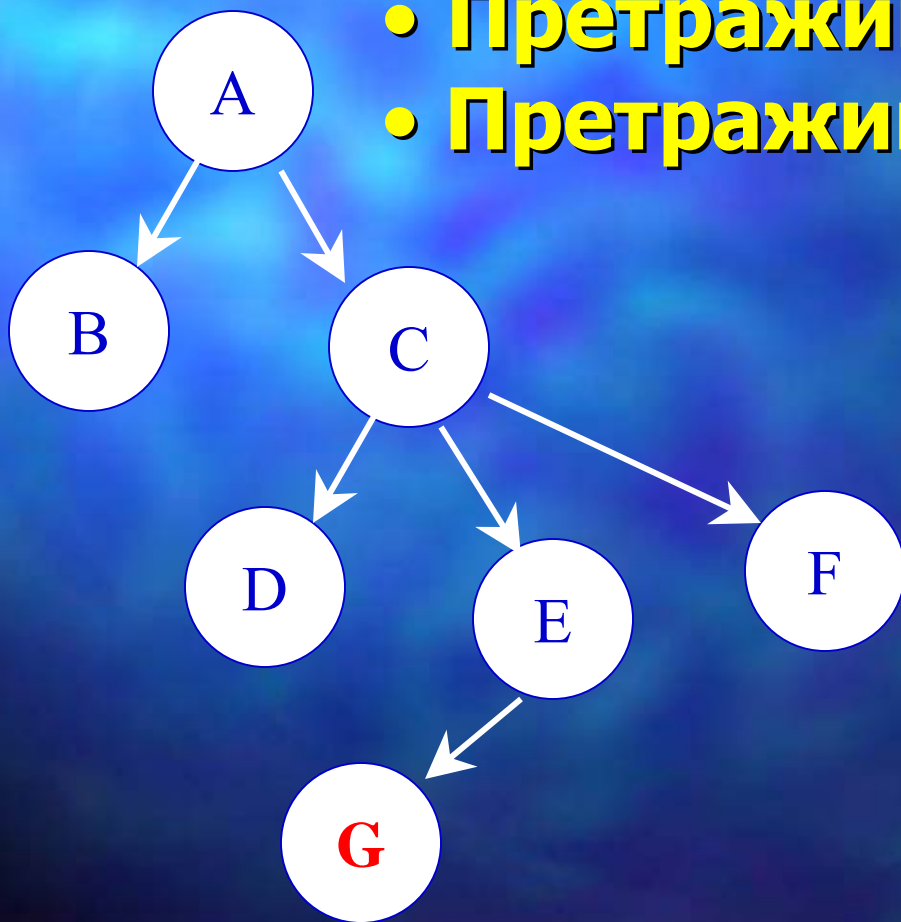
Механизам закључивања

- q *Backward chaining*
- q *Forward chaining*
- q Препознавање узорака
- q Разрешавање конфликата
- q *Black board*
- q **Логика**



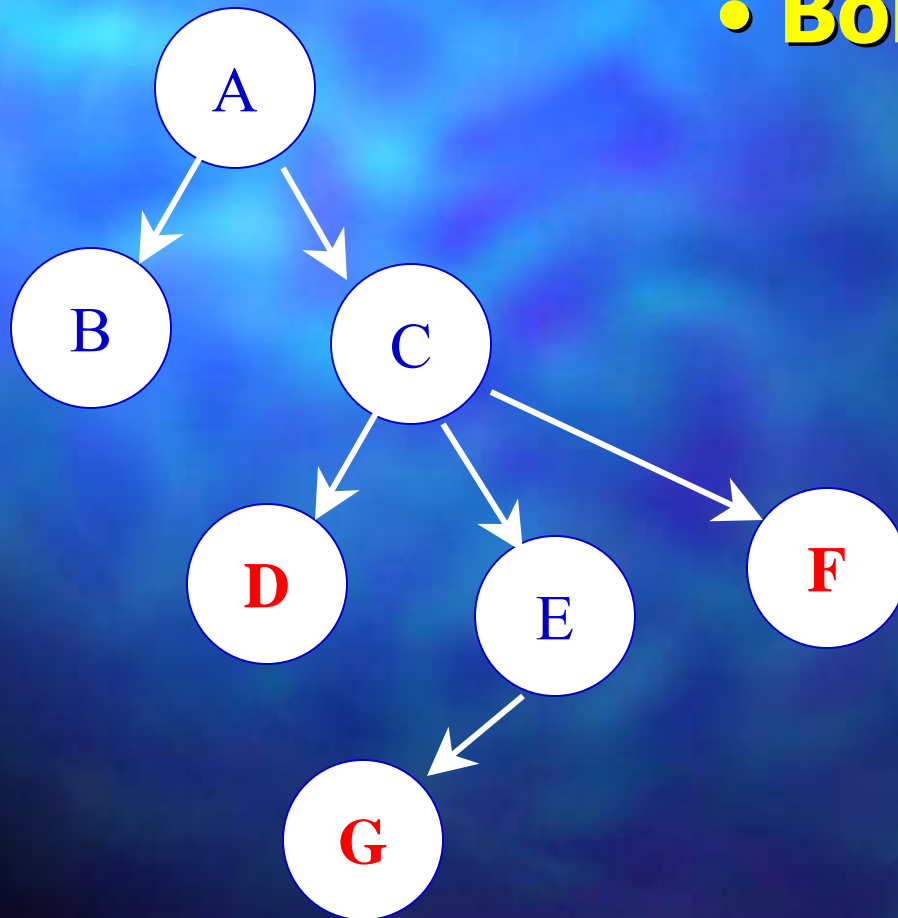
Претраживање на графу

- Претраживање по дубини
- Претраживање по ширини



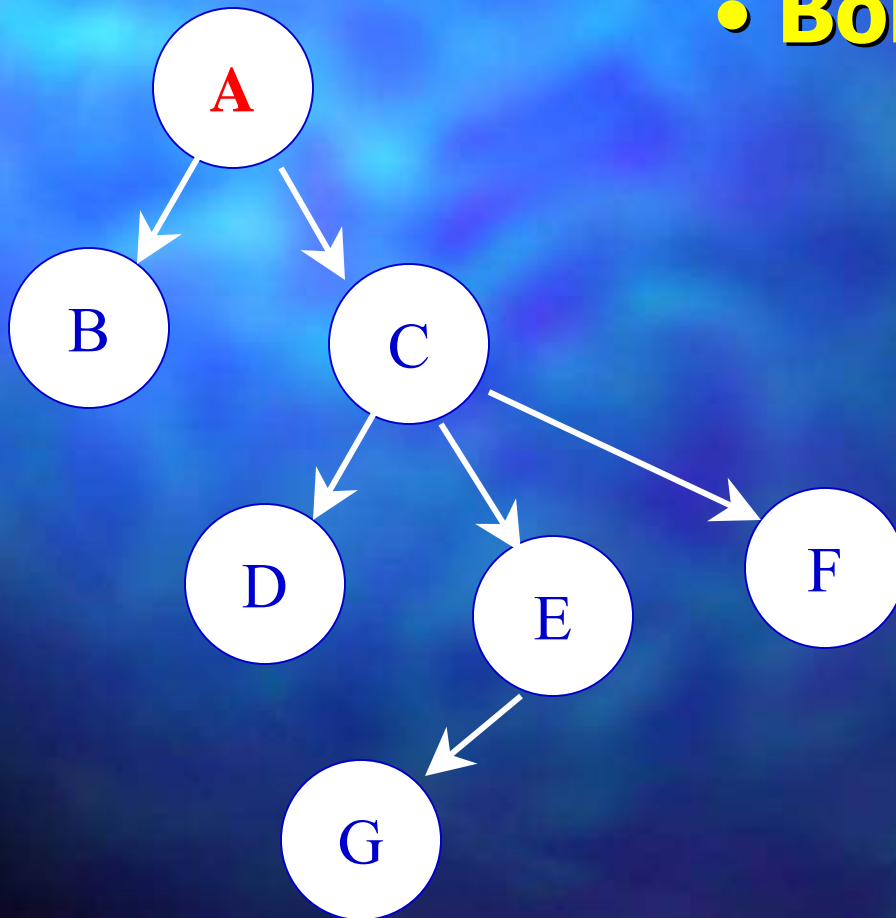
Forward chaining

- Вођено подацима



Backward chaining

- Вођено циљем



Logika



☐ Исказни рачун

☐ Предикатски рачун

Modus Ponens

$A \rightarrow B$ &

A

\Rightarrow

B

Fuzzy скупови

- Шта су *Fuzzy* скупови?
- Да ли неко може да буде “мало мртав” ?
- Где се користе ?
- Које су им предности ?

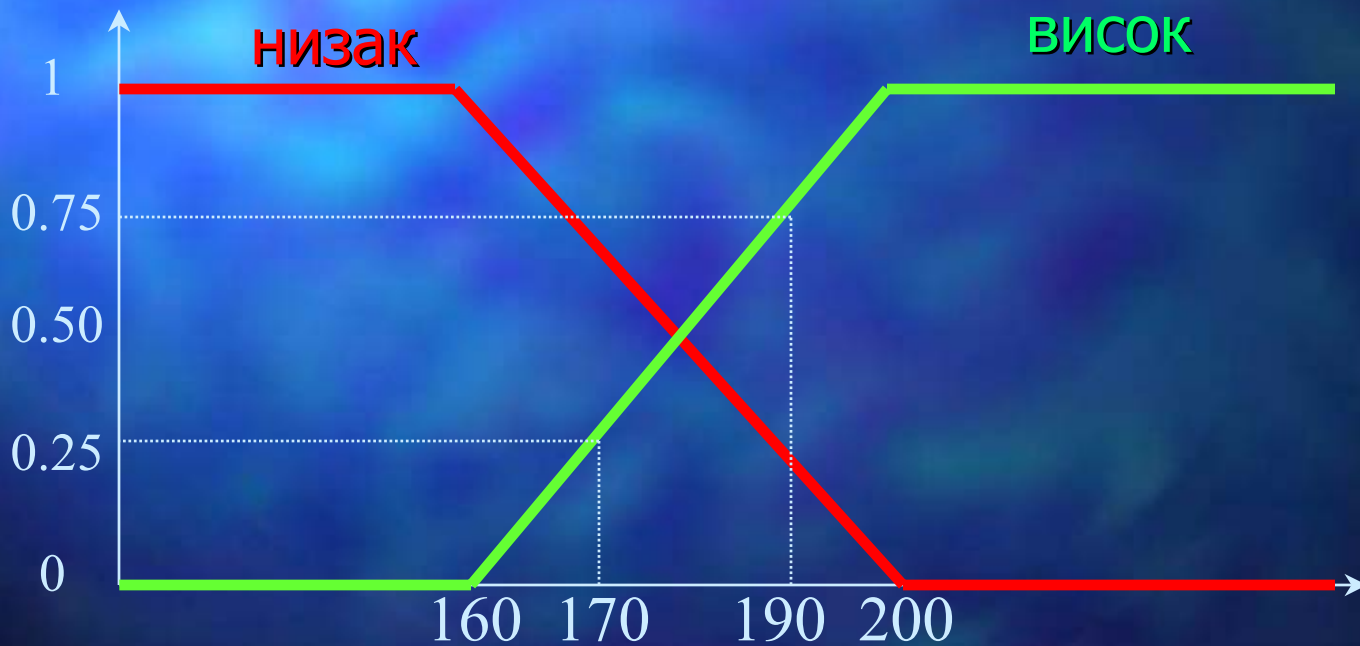


Fuzzy funkcije pripadnosti



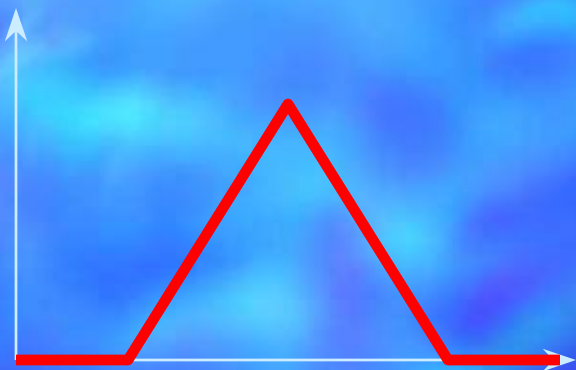
q Ko je visok a ko nizak ?!?!?

Fuzzy skupovi



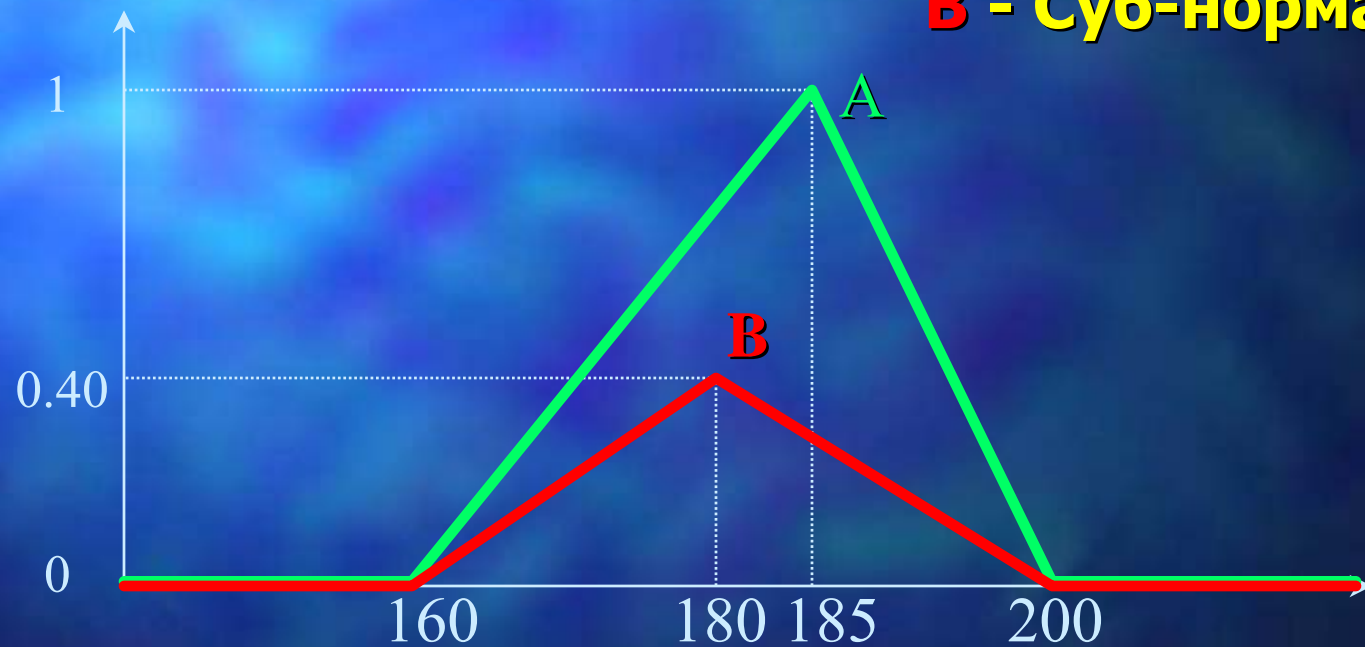
Облици *fuzzy* функција припадности

Fuzzy скупови



Нормалност *fuzzy* скупа

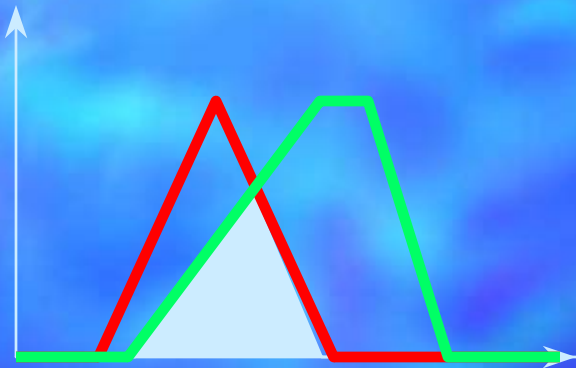
A - Нормалан
B - Суб-нормалан



Fuzzy скупови

Основне операције са *fuzzy* скуповима

Fuzzy скупови



Пресек



Негација



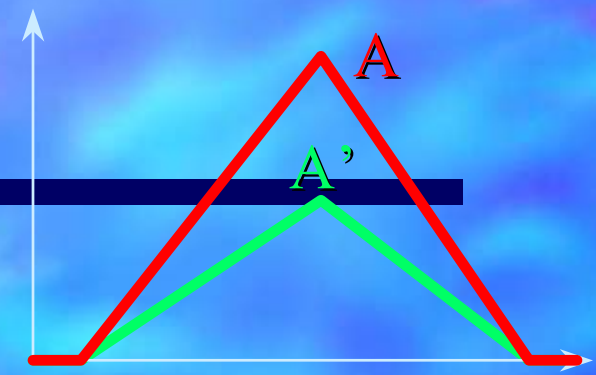
Унија

Пресек $f_{a*b}(x) = \min\{f_a(x), f_b(x)\}$

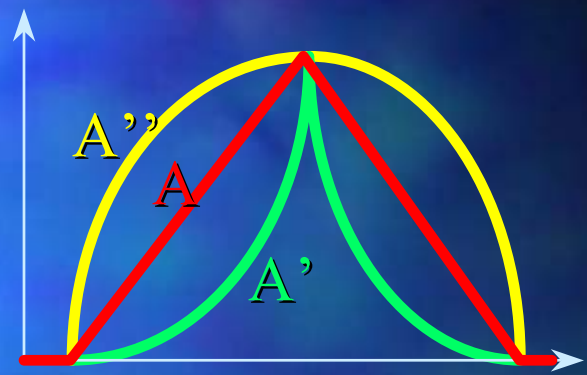
Унија $f_{a+b}(x) = \max\{f_a(x), f_b(x)\}$

Негација ... $f_{-a}(x) = 1 - f_a(x)$

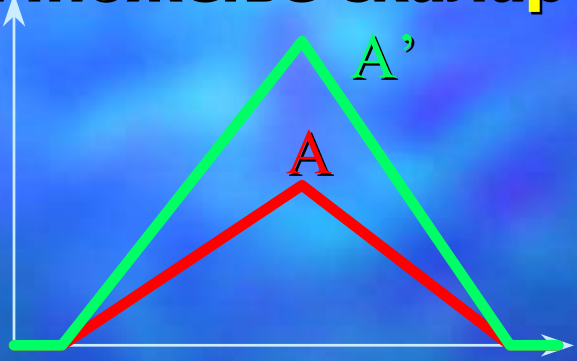
Оператори модификације



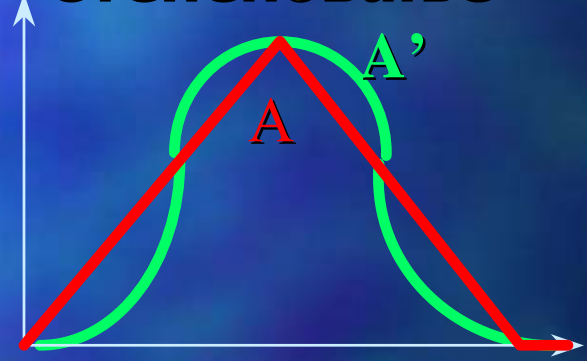
Множење скаларом



Степеновање



Нормализација



Појачавање контраста

FUZZY СКУПОВИ

Множење скаларом ... $f_{aA}(x) = af(x)$

Степеновање ... $f_{A^a}(x) = (f(x))^a$

Нормализација ... $NORM(A) = A/f'_a$

Појачање контраста ... $f_{INT(A)}(x) = \{ 2(f_a(x))^2 \dots / 0 \leq f_a(x) \leq 0.5 /, 1 - 2[1 - f_a(x)]^2 \dots / 0.5 \leq f_a(x) \leq 1 / \}$

Концентрисање ... $CONC(A) = A^2$

Проширење ... $DIL(A) = A^{0.5}$

Модификатори ЛИНГВИСТИЧКИХ ИЗРАЗА

веома $A = \text{CONC}(A)$

мање-више $A = \text{DIL}(A)$

пнешто $A = \text{NORM}(A \text{ и не (веома } A))$

типа $A = \text{NORM}(\text{не } \text{CONC}^2(A) \text{ и } \text{DIL}(A))$

прилично $A = \text{NORM}(\text{INT}(A) \text{ и не } \text{INT}(\text{CONC}(A)))$

изузетно $A = \text{NORM}(\text{INT}(A))$

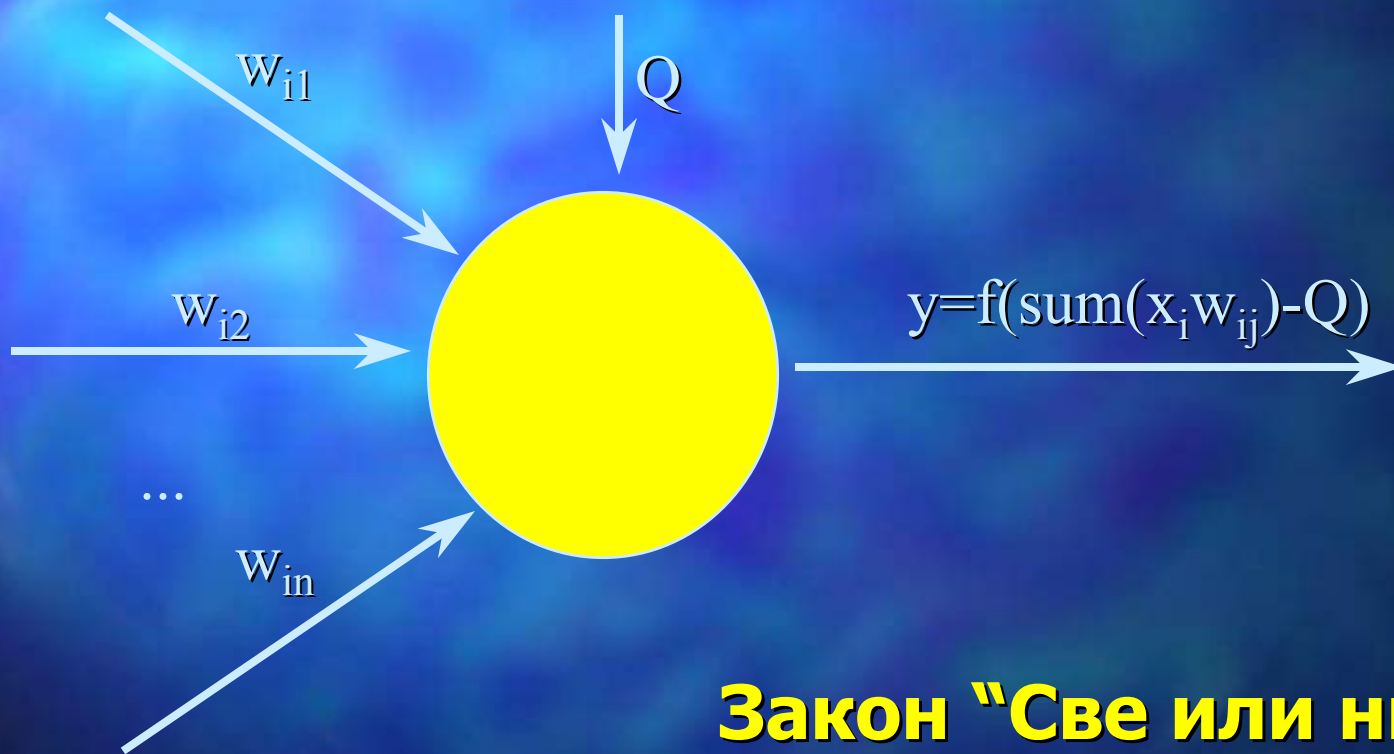
Неуронске мреже

- Да ли неуронске мреже мисле?
- Да ли оне могу да сањају?
- А за шта се оне користе?
- Јкаsdnj&^%\$&*&jd&*## :))
- Колико се “рачунарске неуронске мреже” разликују од биолошких?



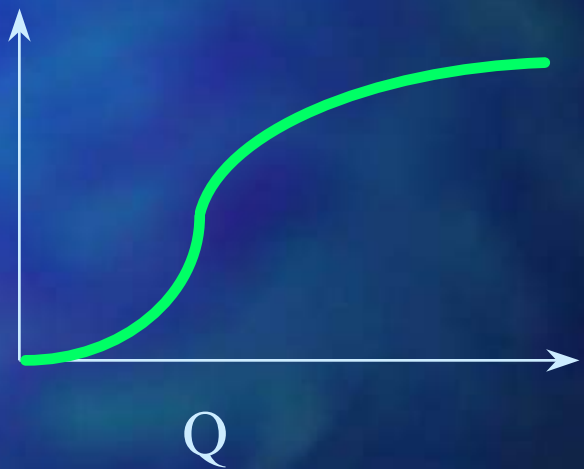
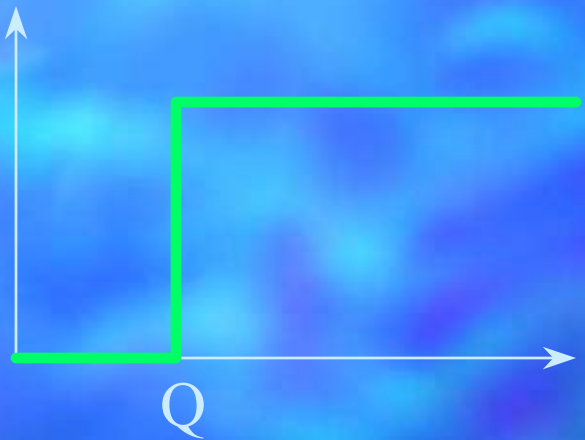
Модел неурона

Неуронске мреже



Закон "Све или ништа"

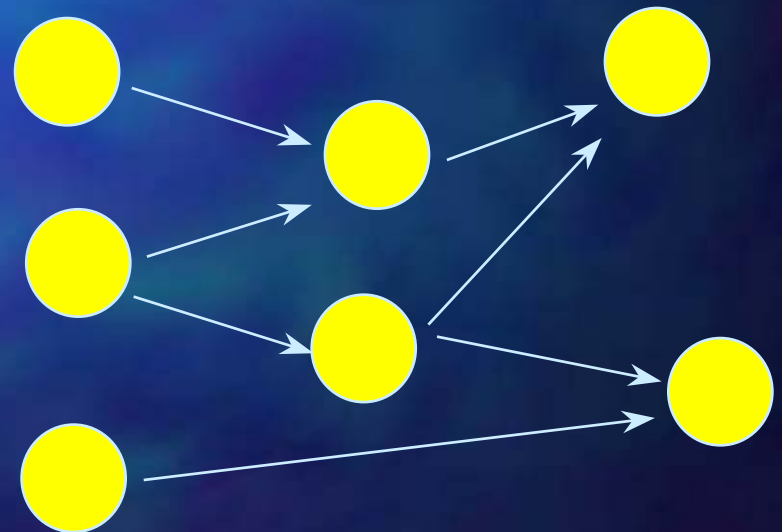
Функције активације



Неуронске мреже

Неке особине

- Број слојева
- Рекурентност
- Обучавање
- *Back-propagation*



Врсте неуронских мрежа

- **Perceptron** (нерекурентна)
- **Hopfield-ова** (рекурентна једнослојна)
- **Boltzmann-ова машина**
(модификована Hopfield-ова)
- **Целуларне мреже** (по узору на ћелијске аутомате)
- **Heming-ова** (рекурентна + пропагациона)
- **Kohonen-ова** (самоорганизујућа, пресликавајућа)
- **Двоструко асоцијативна** (двослојна, рекурентна)

Data mining



*“Рачунари су нам обећали
фонтану мудрости
а све што смо добили
је само поплава података”*

*Један исфрустрирани
менаџер из САД*

Knowledge Discoveries in Databases (KDD)



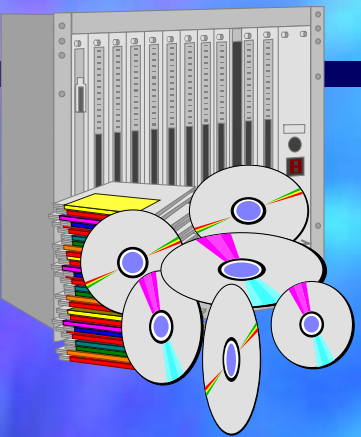
* Истраживачи из вештачке интелигенције и машинског учења

?!??!

Data mining

* Статистичари, Аналитичари, Менаџери

KDD и Data mining



Прикупљање и распакивање

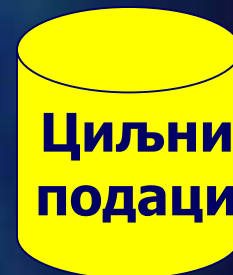
СТОР



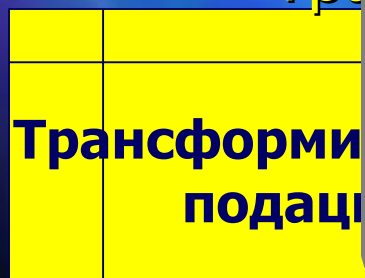
Велика база података



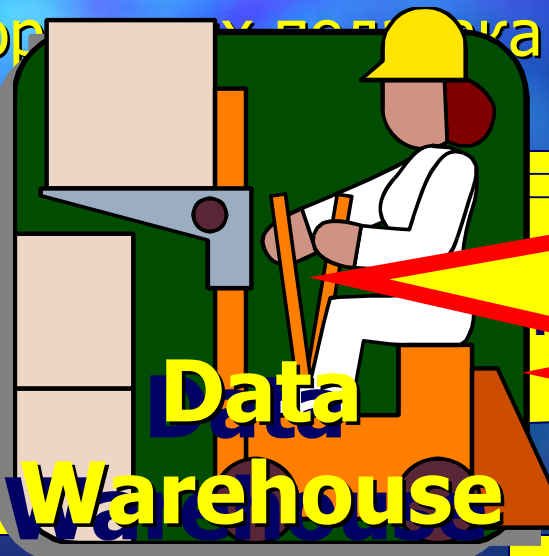
Селекција



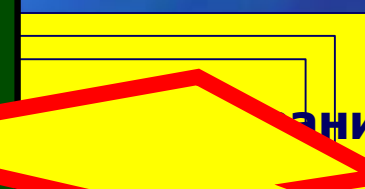
Циљни подаци



Трансформација података

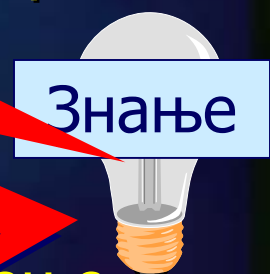


Data Warehouse



OLAP процесирање

процесирање



Знање

Data mining

Pattern-и/Трендови

Тумачење

Knowledge Discoveries in Databases (KDD)



***Нетривијална
екстракција информација из података
за које важи да су:***

***имплицитне
претходно непознате
и потенцијално корисне***

Frawley, 1992

Knowledge Discoveries in Databases (KDD)



Остали називи ...

- ***Data mining***
- ***Knowledge extraction***
- ***Data pattern processing***
- ***Data archeology***
- ***Information harvesting***
- ***Siftware***
- ***...***

1989

***KDD* и сродне области**



Статистика

- Подаци се не користе више пута (модел се дефинише унапред)
- Генерализација на популацију (на основу узорка)
- Углавном нумерички подаци

Машинско учење (*Machine Learning*)

- Знање често неразумљиво за корисника
- Компликованији алгоритми без учешћа корисника
- Мање података
- Шири појам

***KDD* задаци**

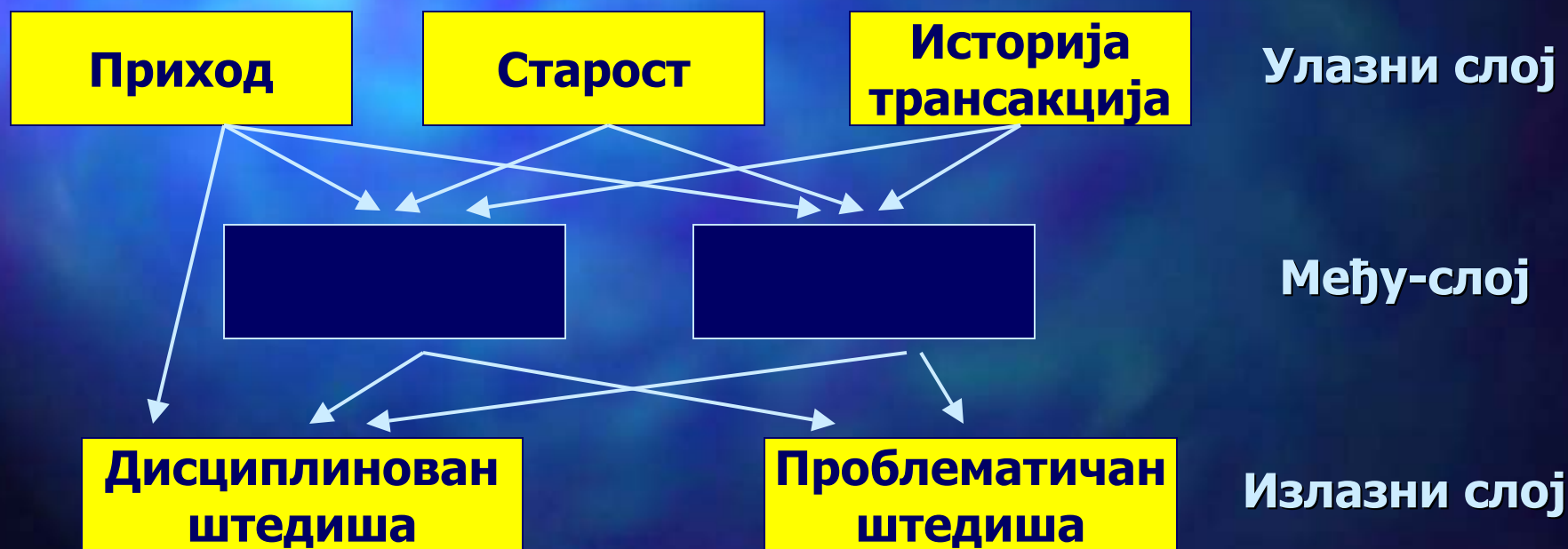


- **Класификација**
- **Одређивање кластера/таксона**
- **Утврђивање зависности унутар слога**
- **Утврђивање временских зависности**
- **Дискриминација/типичне вредности**
- **...**

Класификација



Подаци припадају некој од унапред утврђених класа

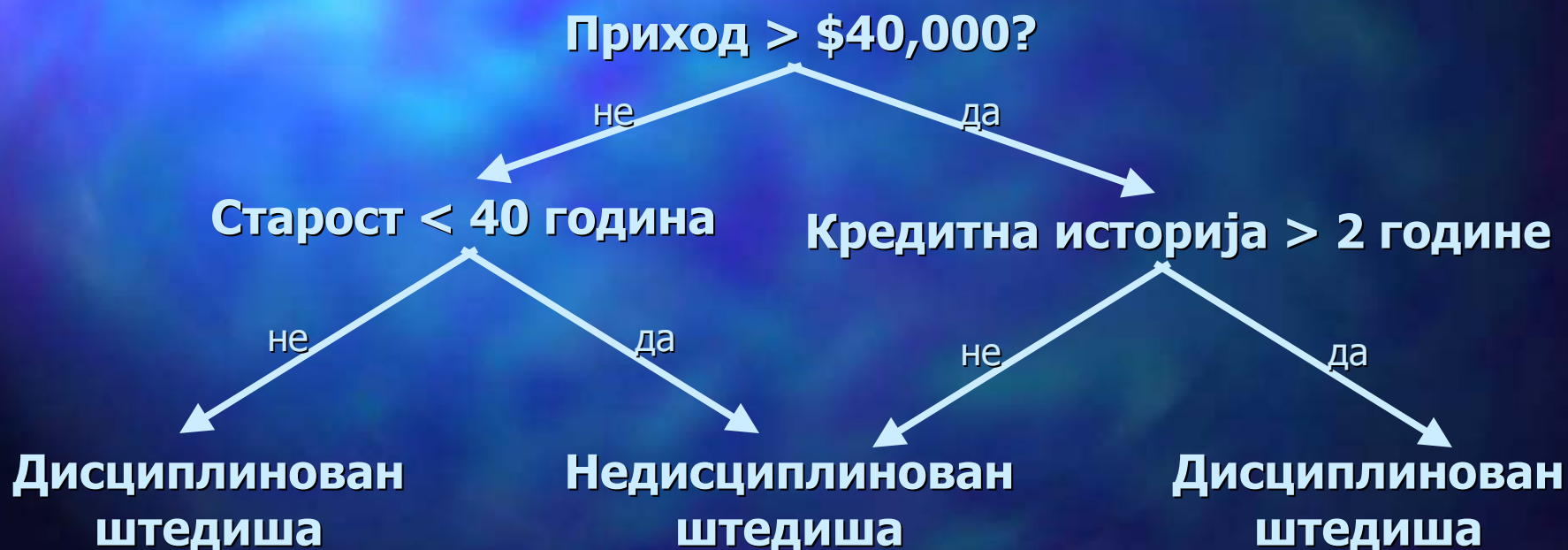


Неуронска мрежа

Класификација



Подаци припадају некој од унапред утврђених класа



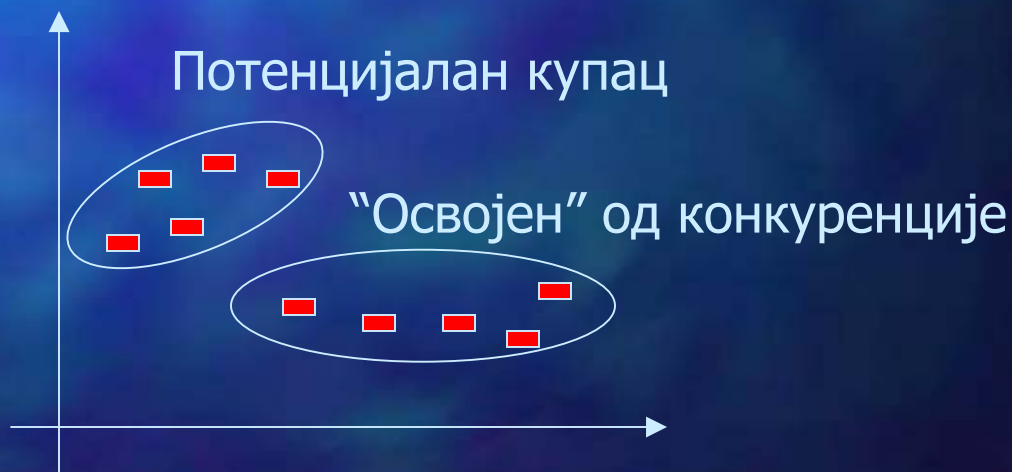
Стабло одлучивања

Одређивање кластера



Класе нису унапред познате и формирају се на основу података (максимална сличност унутар класа и максимална разлика међу класама)

- *Cluster analysis*
- Визуелне методе



Утврђивање зависности унутар слога



Предикција једног податка
на основу другог
у оквиру исте трансакције/слога
(Утврђивање *pattern*-а)

- *Apriori* алгоритам
- *DHP* алгоритам
- ...
 - 95% купаца *Coca Cola*-е, купује и кокице произвођача А
 - 87% купаца *Coca Cola*-е и кокица произвођача А, купује и грисине

Утврђивање временских зависности



**Предикција једног податка
на основу другог
зависно од редоследа или времена**

- ***MPTP* алгоритам**
- **Визуелне методе**
 - **73% купаца који купе телевизор, у периоду од 3 месеца купе и видео**
 - **87% посетилаца места А после тога посете и место Б**

Дискриминација / типичне вредности



**Идентификовање особина које су
довољне за разлику две класе**

**Утврђивање типичних вредности које
служе као референце за поређење**

- Особе које плаћају готовином су штедљивије
- Типичан "српски бизнисмен" има мобилни телефон, златни ланац и скуп ауто



Пример налажења зависности унутар слога

Apriori алгоритам

s - Фактор подршке
(*support*)

База података

c - Фактор поверења
(*confidence*)

$s = 50\% = 3$

$c = 75\%$

ID	Data
1	A B C E
2	A C D
3	B C D E
4	B E
5	C D E
6	C D E

1.	A	B	C	D	E
	X	3	5	4	5



Пример налажења зависности унутар слога

Apriori алгоритам

s - Фактор подршке
(*support*)

База података

c - Фактор поверења
(*confidence*)

$s = 50\% = 3$

$c = 75\%$

ID	Data
1	A B C E
2	A C D
3	B C D E
4	B E
5	C D E
6	C D E

{ B C D E }

	BC	BD	BE	CD	CE	DE
3.						
	X	X	3	4	4	3



Пример налажења зависности унутар слога

Apriori алгоритам

s - Фактор подршке
(*support*)

База података

c - Фактор поверења
(*confidence*)

$s = 50\% = 3$

$c = 75\%$

ID	Data
1	A B C E
2	A C D
3	B C D E
4	B E
5	C D E
6	C D E

{ B C D E }
{ B E C D C E D E }

5. CDE

3



Пример налажења зависности унутар слога

Apriori алгоритам

s - Фактор подршке
(*support*)

База података

c - Фактор поверења
(*confidence*)

$s = 50\% = 3$

$c = 75\%$

ID	Data		
1	A B C E		
2	A C D	3 B -> E 3	100%
		5 E -> B 3	60%
3	B C D E	5 C -> D 4	80%
4	B E	4 D -> C 4	100%
5	C D E	5 C -> E 4	80%
		5 E -> C 4	80%
6	C D E	4 D -> E 3	75%
		5 E -> D 3	60%

{ B C D E }

{ BE CD CE DE }

{ CDE }

4 CD -> E 3	75%
4 CE -> D 3	75%
3 DE -> C 3	100%
5 C -> DE 3	60%
4 D -> CE 3	75%
5 E -> CD 3	60%

Литература

- q Hubert L. Dreyfus
"ШТА РАЧУНАРИ НЕ МОГУ"
- q Мирослав Јоцковић
"ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА"
- q Владан Девеџић
"ЕКСПЕРТНИ СИСТЕМИ ЗА РАД У РЕАЛНОМ
ВРЕМЕНУ"
- q Перо Субашић
"ФАЗИ ЛОГИКА И НЕУРОНСКЕ МРЕЖЕ"
- q Владан Девеџић
"ИНТЕЛИГЕНТНИ ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМИ"

“ИНТЕЛИГЕНТНИ” РАЧУНАРСКИ СИСТЕМИ

(Да ли Дон Кихот још увек јаше?)

ДА САМО ШТО ЈЕ УМЕСТО КОПЉА УЗЕО ПУШКУ

Александар Јовичић

Факултет организационих наука

jovicic@fon.rs

