

ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО

Експертни системи

Дефиниција

- Експертните системи се софтверски системи со чија помош се имитира (симулира) однесувањето (performance) на експертот при решавањето на проблемите од еден проблемски тип за коишто експертот е високо стручен.

Зошто се значајни експертните системи (ЕС)

- Експертните системи се еден од најголемите успеси на вештачката интелигенција со висока практична примена.
- Тие поседуваат, но и стекнуваат сопствена база знаење и врз основа на правилата за одлучување што им се вградени донесуваат суд во врска со проблемите за кои се “стручни”.



Својства на ЕС

- Користат огромни база знаење и расудуваат во доменот на знаењето.
- Употребуваат методи својствени за доменот на расудување.
- Работните карактеристики им се соодветни на дејноста на експертите од таа област.
- За знаењата коишто ги поседуваат и за начинот на којшто ги донесуваат одлуките даваат објаснување.
- Отворени се за нови информации и знаења од областа, т.е. во веќе постоечката структура може да вградуваат нови искуства.

Како се овозможени овие својства?

(Образложение на претходниот слајд)

- Знаењето е претставено нумерички и симболички.
- Методите се алгоритамски и хеуристички.
- Работните карактеристики се соодветни на операционите истражувања, инженерството на деловните процеси и управувањето.
- Транспарентноста се обезбедува преку интерактивни дијалози.
- Прилагодливоста (најчесто) ја темелат врз компонентите на учење.

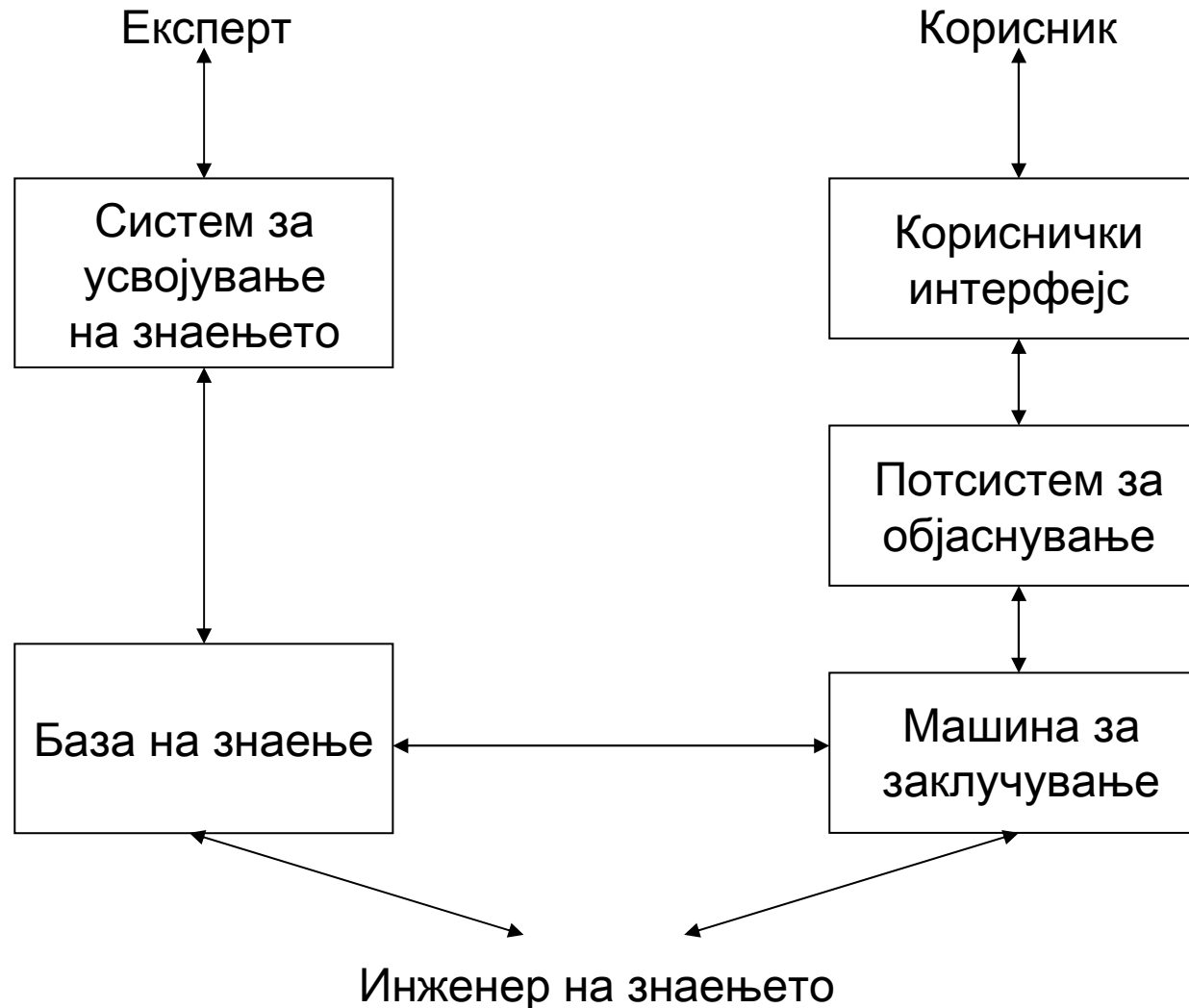
Првиот експертен систем

- Heuristic Dendral создаден од Edward Feigenbaum и неговата група од Stanford University
- Со негова помош се одредува структурата на молекулата зададена со:
 - а) нејзината атомска формула и
 - б) масениот спектрограм.

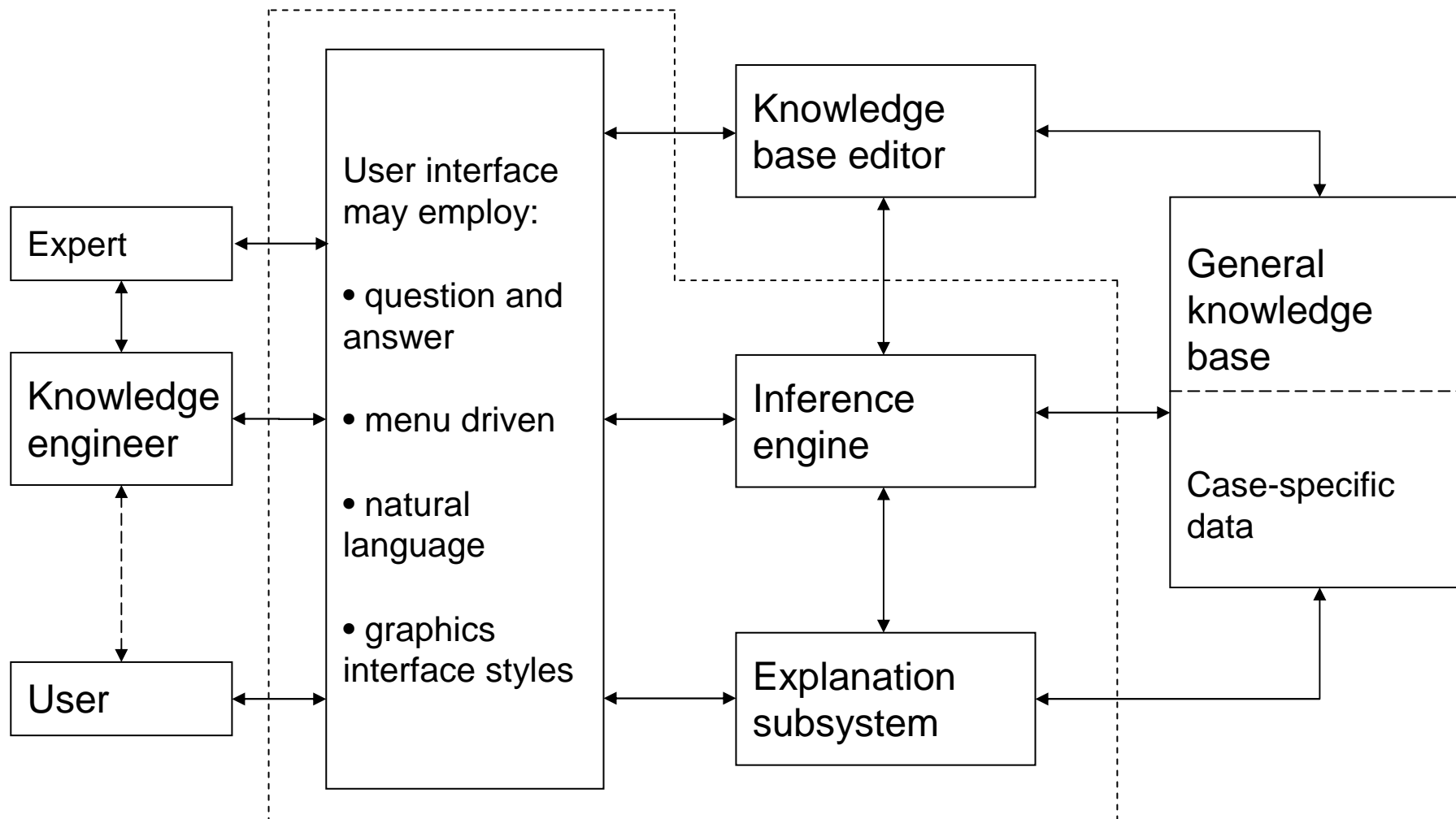
Каде се применуваат ЕС?

- Медицинска дијагностика (MYCIN '75, EMYCIN '80, INTERNIST, ONCOSYN, ATTENDING)
- Електронски дизајн (R1 '82)
- Научна анализа (PROSPECTOR '79)
- Анализа на податоци за истражувањата на нафта (DipMeter Advisor)
- Финансиска анализа (MQL-4)
- Градба на експертни системи (LogicNets со/за NASA)

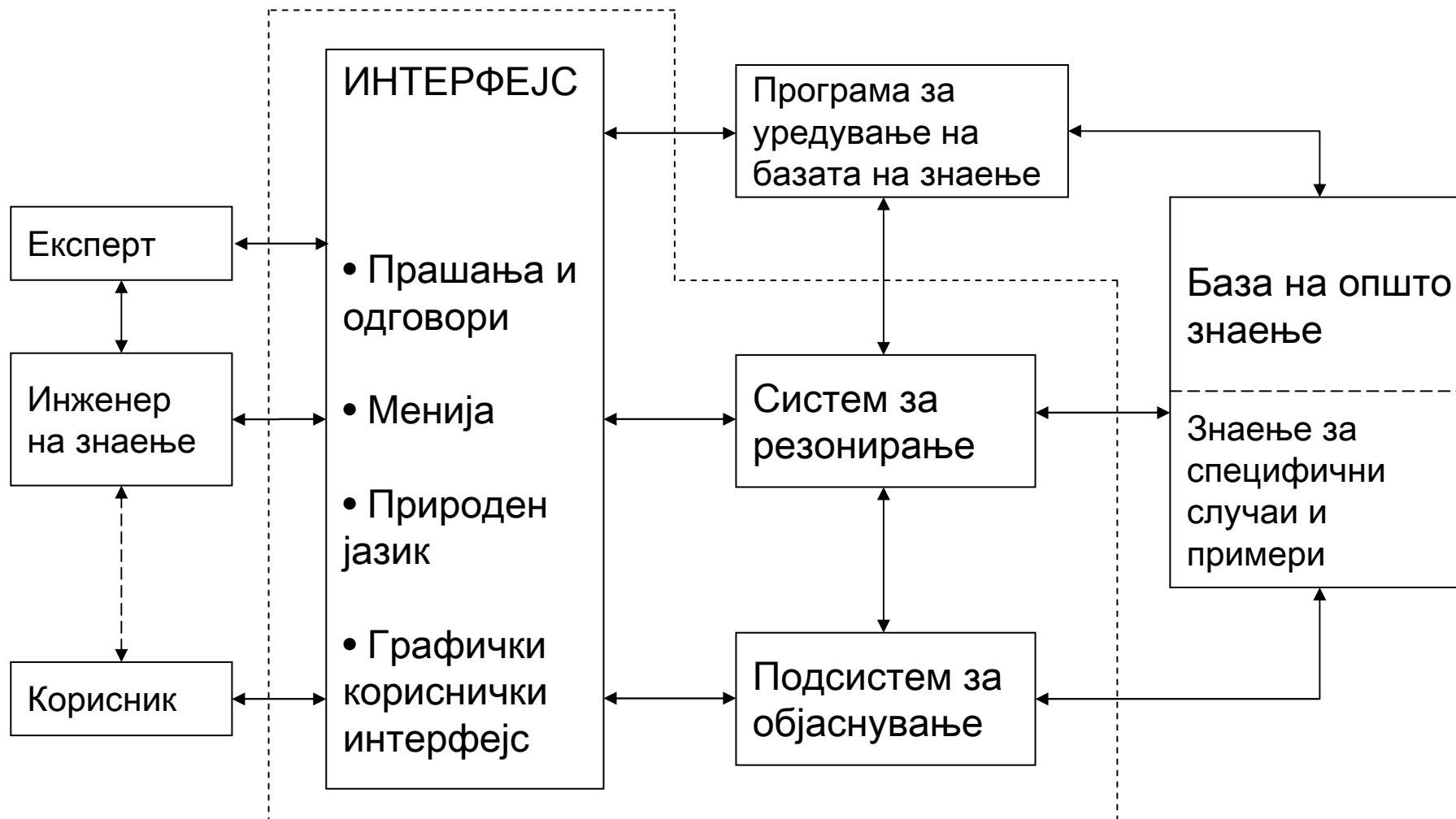
Шема на структурата на ЕС според Нилсон



Дизајн на ЕС базиран на правила (на англиски)



Дизајн на ЕС базиран на правила (на македонски)



Структура на експертните системи:

- база на знаење составена од
 - база на правила за заклучување и
 - база на факти
- машина за донесување заклучоци
- контролна програма
- модул за усвојување на знаењето
- модул за објаснување

Јадро на експертниот систем

- Јадро на експертниот систем се:
 - базата на знаење (долготрајна меморија)
 - базата на податоците (табла или краткотрајна меморија) и
 - машината за заклучување.

База на знаењето

- Базата на знаењето го содржи општото знаење од областа на проблемот.
- Најчесто применуван формализам се производните правила, т.е. врската меѓу причините со последиците, премисите со заклучоците или условите со акциите.
- Овие правила најчесто се од обликот “Ако А, тогаш Б”, при што А и Б можат да бидат и класичните множества, но и неодредените множества.

База на метазнаењето

- Производните правила во кои е вклучена неодреденоста можат да се сместат во дополнителен сегмент од експертниот систем, наречен база на метазнаењето. Овој дел содржи правила за тоа како да се користат правилата од базата на знаењето.
- Примарната цел на метаправилата е да го упрости решавањето по пат на разделување на непотребните патишта од просторот на пребарување.

Интерактивно заклучување

- Машината за заклучување кај експертниот систем работи над низа од производни правила и врши заклучување.
- Во модулот за усвојување на знаењето, кај некои експертни системи, дозволено е по пат на интеракција со корисникот да се обновуваат базите на знаење или метазнаење.
- Во принцип, во овој дел мора да се применат соодветни алгоритми на машинското учење.

Апроксимативно расудување

- Апроксимативното расудување се темели на fuzzy импликацијата, чија форма е:

$$f : [0, 1] * [0, 1] \rightarrow [0, 1]$$

- Импликацијата се дефинира на многу различни начини, како на пример:

- $f(a,b) = -a \vee b$ $a, b \in [0,1]$
- $f(a,b) = \max\{x \in [0,1] \mid a \wedge x \leq b\}, a, b \in [0,1]$
- $f(a,b) = -a \vee (a \wedge b)$
- $f(a,b) = (-a \wedge -b) \vee b$

Школка на експертниот систем

- Кога од експертниот систем ќе се отстрани знаењето, се добива таканаречена школка на експертниот систем (shell).
- Ако знаењето се базира на производни правила што се неодредени, тогаш експертниот систем се смета за fuzzy систем, а расудувањето се вика апроксимативно расудување.

Фазите на еден експертен систем

- Усвојување на знаењето
- Осветлување на знаењето
- Анализа на усвоеното знаење
- Интерпретација на изолираниот материјал
- Расудување и заклучување

Усвојување на знаењето

- Усвојување на знаењето е процес на:
 - ☐ осветлување
 - ☐ анализа и интерпретација на знаењето
 - ☐ преобразба на знаењето во соодветно машинско претставување
- Процесот на усвојување на знаењето е во постојана повратна спрега со експертот (експертите) кои учествувале во неговото креирање.

Методи за осветлување на знаењето

- Интервју
- Гласно размислување (вербални протоколи)
- Интроспективни протоколи
- Студии на набљудување

Интервју

- неструктурирани - фокусирани
 - осветлување во глобални рамки
- структурирани
 - суштински концепти и модели на знаењето
- Предности:
 - релаксираност, неформалност
 - усвојување површинско и експлицитно знаење
- Недостатоци:
 - невозможност да се откријат важни детали
 - субјективност на експертот
 - прикривање професионални тајни

Гласно размислување (вербален протокол)

- Презентација од страна на експертот
- Заедничка анализа со инженерот
- Предности:
 - одредува кога и како да се пристапи во специфични ситуации
 - екстракција на стратегиите за расудување и поделба на потпроблеми
- Недостатоци:
 - долготрајност при интерпретацијата на долгите низи вербални изјави
 - лоша интерпретација на искуството

Интроспективни протоколи

- Гласно размислување за хипотетични проблеми
- Се сугерира множество потенцијални решенија
- Предности:
 - ☐ скицирање на стратегии и правци
 - ☐ елиминација на контрадикторности

Студии на набљудување

- Следење на работата на експертот во неговата реална работна средина

Анализа на усвоеното знаење

- Екстракција, групирање на клучните податоци
- Одделување релевантни делови од протоколите
- Дефинирање релации меѓу сегментите
- Формирање текстуален модел на знаењето

Интерпретација на изолираниот материјал (1)

■ Тројки

- ОАВ (Објект, Атрибут, Вредност) со одреден степен на сигурност, наречен фактор на сигурноста
- Значење: атрибутот А на објектот О прима вредност В со ниво на сигурност ФС

■ Рамки

- Групирање факти и знаења во засебни модули
- Збирка на знаење што се однесува на даден објект, ситуација или концепт
- Претставени се:
 - графички, со мрежи
 - со име и листа парови (атрибут, вредност)

Интерпретација на изолираниот материјал (2)

- Семантички мрежи
 - јазли: симболи за објекти, ситуации или концепти
 - лаци: односи меѓу јазлите
- Логика
 - Исказно сметање
 - Предикатно сметање
 - Предикатни функции:
 - исто
 - определено
 - конечно
 - познато
 - присутно

Интерпретација на изолираниот материјал (3)

- Производни правила
 - најчесто применуван формален систем за претставување на знаењето
 - мали, разбирливи фрагменти
 - модуларност
 - причинско - последични односи
 - применливи при хеуристичното расудување
 - структура: услов и акција

Начини на расудување (резонирање) кај ЕС

- Различни проблеми бараат различен начин на расудување (резонирање) при нивното решавање:
 - Пребарување водено од целта (goal-driven search)
 - Пребарување водено од податоците (data-driven search)
- Изборот на школката на ЕС зависи од проблемот кој треба да се решава
- Прибирањето и организацијата на знаењето во базата на знаење е посебен проблем

Нагорна абдукција (Bottom-Up abduction)

- Кога системот треба да донесе дијагноза, тогаш тој се обидува да најде правило од типот: $disease \Rightarrow symptom$ и пребарува за да го најде симптомот.
- За ограничени домени ова е сосема соодветно, но донесува неочекувани заклучоци кога се применува за пошироки намени.
- На пример, ако пациентот има инфективно заболување, системот може да извлече правила како:
 $(\leftarrow (heart-attack ?x) (funny-electrocardiogram-signals ?x))$

Типичните дијалози на Mycin

(1) Patient's name: (first-last)

** FRED SMITH

(2) Sex:

** MALE

(3) Age:

** 55

(4) Have you been able to obtain positive cultures from a site at which Fred Smith has an infection?

**YES

-----infection-1-----

(5) What is the infection?

**PRIMARY-BACTEREMIA

The most recent positive culture associated with the primary-bacteremia (infection-1) will be referred to as:

-----culture-1-----

(6) From what site was the specimen for culture-1 taken?

** BLOOD

The first significant organism from this blood culture (culture-1) will be referred to as:

-----organism-1-----

(7) Enter the identity of organism-1

*** UNKNOWN

(8) Is organism-1 rod or coccus (etc.)

** ROD

(9) The gram stain of organism-1

** GRAMNEG

...

Пример на консултациски режим ...

ЕС: Како се вика пациентот?

Корисникот: Џорџ Вашингтон.

ЕС: Дали е машко или женско?

Корисникот: машко.

ЕС: Кои се симптомите?

Корисникот: главоболка, треска, висока температура

ЕС: Дали има проблеми со stomакот?

Корисникот: да.

ЕС: Кога е роден болниот?

Корисникот: 22. 2. 1732 г.

... Пример на консултациски режим

ЕС: Најверојатно Џорџ Вашингтон има вирусна инфекција. Препорачувам: два аспирина дневно, пиење многу течност, многу одмор. Јавете ми за развојот на состојбата на болниот по два дена.

??? Недостиг на општо познати знаења



Подсистем за објаснување

- Подсистемот за објаснување мора да може да одговара на два вида прашања:
- HOW queries – објаснување на начинот како се добиени заклучоците на системот
- WHY queries – објаснување за тоа зошто на системот му треба одреден податок (знаење)

Пример на објаснувачки режим...

ЕС: Дали менингитисот е добиен за
време на престој во болницата?

Корисникот: Зошто го прашуваш тоа?

< ЕС влегува во објаснувачки режим >

[2.0] Тоа ќе помогне во одредување на
организмите што ја предизвикаа
инфекцијата. Досега е востановено:

[2.1] инфекцијата е менингитис

...Пример на објаснувачки режим...

[2.2] не се забележани организми при првиот наод

[2.3] типот на инфекцијата е бактериска

[2.4] неврохирургијата не е еден од релевантните настани во историјата на пациентот ПЦ100

[2.5] староста на пациентот ПЦ100 е поголема од 25 години

... Пример на објаснувачки режим...

Значи ако инфекцијата е настаната додека пациентот ПЦ100 е хоспитализиран, тогаш постои доказ дека организмите кои можеби ја предизвикале се *E. Коли* (0,75), стафилококи (0,3), псевдомона (0,3), клебсиела (0,5).

...Пример на објаснувачки режим

Корисникот: Како го доби [2.3]?

ЕС: Следните правила придонесоа кон заклучокот дека инфекцијата е бактериска:

[2.7] правило 148 со доверливост (0,19)

[2.8] правило 500 со доверливост (0,51)

[2.9] правило 501 со доверливост (0,95)

[3.0] правило 502 со доверливост (0,97)

Што значи ова?

- Користено правило:

- If:

1. The gram stain of the organism is negative
2. The morphology (shape) is rod
3. The aerobicity is anaerobic

- Then: The organism is bacteroides.

- Приказ со логичкото правило:

- (← (is ?x bacteroides)

- (and (morphology ?x rod) (gram-stain ?x neg)
(aerobicity ?x anaerobic)))

Како се добива одговорот ?

- Се бара доказ на целта
(Show: (is organism-1 ?what))
- Одговорот може да го даде лекарот, но може и да изостане.
- Во тој случај, се преминува кон натамошно генерирање прашања.

LI фактор

- Кон правилата може да се додаде таканаречениот LI фактор, дефиниран со $LI = \log(I(d/si))$, каде $I(d/si) = P(si/d)/P(si)$.
- Освен логаритамскиот фактор, вообичаено е да се користи и *факторот на сигурноста* (certainty factor).
- Разликите донесени врз основа на веројатностите, логаритамските и сигурносните фактори се незначителни, така што може да се смета дека Mycin има Bayes-овски карактер.

MYCIN (~1970)

- Напишан во дијалект на LISP

- Факти од облик:

- ☐ (identity organism_1 klebsiella 0.25)
- ☐ (sensitivity organism_2 penicillin -1.0)

- Правила од облик:

- ☐ IF: (AND (same_context infection primary_bacteria)
(membf_context site sterilesite)
(same_context portal GI))
- ☐ THEN: (conclude context_ident bacteroid tally 0.7)

Правилата во Mycin

```
( ← (is ?x streptococcus-group-a) LI=3
      (and (sterile (site ?x))
            (is ?x streptococcus)
            (portal ?x throat)))
```

```
( ← (is ?x neisseria) LI=5
      (and (gram-stain ?x neg)
            (morpholgy ?x coccus)))
```

```
( ← (contaminant ?x) LI=5
      (and (sterile (site ?x))
            (or (is ?x bacillus-subtilis)
                 (is ?x diphtheriae))))
```

Правила и расудување (резонирање) кај MYCIN

- Без веројатносните коефициенти правилата би биле еквивалентни на предикатна логика
- MYCIN е воден од целта (goal-driven), односно поврзува наназад – тргнува од некоја претпоставка дека инфекцијата е предизвикана од некоја бактерија и се обидува да го докаже тоа

Несигурностите во системот...

- Фактор на сигурност (доверливост)
(fidelity, reliability, confidence)
- Опсегот е: од -1 сигурно неточно,
 до 1 сигурно точно

Изведување:

IF A THEN B (f_{AB})

A (f_A) \Rightarrow B ($f_B = f_A \cdot f_{AB}$)

Или со прагова вредност

(ако $f_A > \Theta$ тогаш $f_B = f_A \cdot f_{AB}$) ($\Theta \approx 0,2$)

Предности

- Нуди постојано ист одговор за повторливи одлуки, процеси и задачи
- Поседува и одржува значајно количество информации
- Ја поттикнува организацијата за да ја прикаже логиката според која ги донесува одлуките.
- Никогаш не заборава да постави прашање, што кај човечкиот експерт може да изостане.

Недостатоци

- Му недостасува општо знаење (common sense) за да донесе одлука.
- Не може да даде толку креативни одговори какви што би дал човекот, посебно во непредвидени ситуации.
- Експертите во доменот понекогаш не се во состојба да ја објаснат својата логика и начинот на кој расудуваат.
- Во дефинирањето на базата знаење може да се појават грешки кои водат кон нелогични одлуки.
- Сосема е неприлагодлив за променлива околина, освен ако не научат како да ја променат базата на знаењето.

Користена литература

- Artificial Intelligence, A Modern Approach
2nd edition, Russel and Norvig
- Artificial Intelligence, A New Synthesis, Nils J.
Nilsson



Прашања?