

# PCkurier

PL ISSN 0867-0153

Indeks 368733

PISMO UŻYTKOWNIKÓW KOMPUTERÓW OSOBISTYCH 2 MAJA 1991 CENA 3000 ZŁ

9/91



collage P. Kakiet

## Systemy ekspertowe

JERZY KISIELNICKI

Ostatnie lata przyniosły rozwój nowej generacji zastosowań informatyki w takich sferach działalności człowieka jak ekonomia, medycyna, geologia, chemia itd. Generacją tą są systemy ekspertowe, bardzo mocno powiązane z zasadami tzw. sztucznej inteligencji.

Na ile jest to nowy problem, szczególnie w Polsce, świadczy fakt, że sama ich nazwa jest dyskusyjna. Duża grupa badaczy uważa bowiem, że bardziej prawidłowa jest nazwa systemy eksperckie. Zostawmy na razie te rozważania lingwistyczne, wychodząc z założenia, że życie jest najlepszym weryfikatorem. Uważamy za systemy ekspertowe takie systemy informatyczne, które zastępują pracę eksperta lub też wspomagają jego pracę. Często taki system może pełnić rolę superexperta. W praktyce mamy do czynienia z następującymi rodzajami systemów ekspertowych: płytkie czyli takie, które zastępują pracę eksperta oraz głębokie, uczące się systemy, stale doskonalące swoje możliwości. W zależności od kryterium zastosowania systemy ekspertowe dzielą się na takie, które są przeznaczone do konkretnych zastosowań, np. system MYCIN dla diagnozy chorób krwi, i systemy narzędziowe, tzw. SHELL, przeznaczone dla budowy różnych konkretnych systemów. Większość oferowanych na rynku systemów ekspertowych ma właśnie charakter systemów narzędziowych. Wiąże się to z faktem, że dla dużej ilości organizacji, np. doradczych lub usługowych, system ekspertowy jest narzędziem codziennej pracy chronionym bardzo pieczołowicie.

(dokończenie na stronie 24)

### W numerze:

#### Notes:

Road Show w Bydgoszczy,  
Seminarium promocyjne Diab  
Data, Stowarzyszenie  
UNIX-a już działa, Polska  
premiera IBM/PS, INFOSYS-  
TEM'91, Kursy komputerowe,  
Wystawa Delta Software .. 4  
Konferencja Microsoftu,  
Mikrokomputery w nauce i  
technice ..... 5

#### PCinfo, a w nim m.in.:

●Hardware - Klony Maca,  
Zastępczyni CMOS RAM,  
Kieszonkowa drukarka .... 6  
●Software - Nowy paker,  
Ile jest fontów? ..... 7  
Nowa wersja SideKicka,  
Driver BGI dla SVGA,  
Primus, Convert ..... 8  
●Inne - Epson w Moskwie,  
Ostrzeżenie dla hackerów 9  
Odbudowa Kuwejtu,  
Seminaria OSF ..... 10

#### PCmemo:

DesqView/386 ..... 15  
Pochwała GUI ..... 17  
ShareWare House ..... 18

#### Pro memoria:

Funkcje myszy - c. d. .... 32

#### Dla praktyków:

PC esperanto ..... 47  
Boot sector ..... 48  
Batche ..... 49

Giełda ..... 55

KFK Bis ..... 58

#### PC i...

Drogi (nam) pieniądz .... 61

# Systemy ekspertowe

(dokończenie ze strony pierwszej)

Wg W. A. Fregenefelda /1/ system ekspertowy jest to system komputerowy zawierający w sobie specjalizowaną wiedzę na temat określonego obszaru ludzkiej działalności. Wiedza ta zorganizowana jest w sposób umożliwiający systemowi wejście w interakcyjny dialog z użytkownikiem, w wyniku którego system może oferować rady lub propozycje decyzji, jak też objaśnić sposób rozumowania.

## Własności systemu i jego budowa.

W literaturze bardzo często używa się terminu system ekspertowy ze względów, które można nazwać prestiżowo-reklamowymi. Prawdziwy system ekspertowy musi natomiast spełniać wymagania następujące:

- pozwalać na oferowanie rad, jak też wariantowanie decyzji w warunkach:

- a) posiadania niepełnych informacji o obiekcie jak też otaczającym go świecie,
  - b) występowania tak zwanych problemów słabo ustrukturalizowanych, czyli problemów, których opis jest wieloznaczny, nieostry lub opisowy - tzw. heurystyczny,
  - c) posiadania informacji sprzecznych i nieporównywalnych,
- umożliwiać użytkownikowi pracę w systemie dialogowym i, co jest tu najbardziej istotne, w języku najbardziej dla niego wygodnym i jak najbardziej zbliżonym do języka naturalnego, umożliwiać korzystanie, oprócz baz danych i modeli, także z baz wiedzy.

Możliwość korzystania z bazy wiedzy uważana jest za jedną z podstawowych cech systemu ekspertowego, odróżniających ją od innych systemów wspomaganie decyzji. Korzystanie z takiej bazy przez system powoduje, że jest on stale doskonalący się. Dalszą różnicą między klasycznymi systemami informatycznymi a systemami ekspertowymi jest to, że te ostatnie w zasadzie nie posługują się danymi liczbowymi i stosują metody heurystyczne. Dlatego też systemy ekspertowe stosowane są dla rozwiązywania tzw. trudnych problemów. Praktycznie uważa się, że tylko wówczas system może nosić w swojej nazwie przymiotnik *ekspertowy*, jeżeli lepiej rozwiązuje problem z zakresu swojego działania niż czyni to średniej klasy ekspert. System ekspertowy służy do rozwiązywania takich problemów, które charakteryzują się jedną lub wieloma z następujących cech:

- problem nie jest sformułowany w formie liczbowej,
- cele nie dadzą się opisać przy pomocy matematycznie sformułowanej funkcji celu,
- nie istnieje matematyczny algorytm rozwiązania problemu,
- dane, podobnie jak i wiedza, obciążone są nieznany błądem, jak też są one niepełne i o różnych relacjach między sobą,
- występuje bardzo duży obszar problemu, przejawiający się w znacznej liczbie danych i zależności, którego nie można opisać przy pomocy klasycznych modeli matematycznych,
- występuje wielka dynamika danych i wiedzy.

Elementami systemów ekspertowych są:

- elementy pozwalające na podjęcie decyzji czy rekomendacji,
- dynamicznie zmieniająca się baza wiedzy,

- urządzenia interfejsu pozwalające z jednej strony na korzystanie przez użytkownika z systemu, z drugiej zaś na przyswajanie przez system nowej wiedzy,
- programy pozwalające na objaśnienie przyjętych zasad działań, jak też sposobów postępowania dla ich uzyskania.

Architektura typowego systemu ekspertowego składa się z następujących części:

- 1) bazy wiedzy, która zawiera zbiory reguł postępowania oraz faktów,
- 2) pamięci ubocznej zawierającej m.in. bazę danych,
- 3) interpretatora, który na podstawie zawartych w bazie wiedzy reguł i faktów oraz bazy danych przedstawia rozwiązania problemu,
- 4) procesora lingwistycznego, który umożliwia porozumienie się eksperta i użytkownika w wygodnym dla nich języku a więc: naturalnym, programowania matematycznego, grafiki itp.,
- 5) procesora rozszerzania i aktualizacji bazy wiedzy,
- 6) procesora objaśniającego, dla którego rekomendowane są takie właśnie rozwiązania, jak też przesłanki powodujące ich przyjęcie,
- 7) administratora systemu, odpowiadającego za organizacyjne i merytoryczne problemy funkcjonowania całości systemu.

## Działanie systemu

Procesor lingwistyczny jak też procesory rozszerzenia i objaśniający są to w zasadzie specjalistyczne pakiety programowe pozwalające na realizację wymienionych uprzednio zadań. W zależności od przyjętych rozwiązań mogą to być pakiety programów lub też pakiety "zaszyte". W tej drugiej sytuacji funkcje procesorów przyjmuje na siebie sprzęt.

Interpretator oraz procesory aktualizujący i objaśniający mogą tworzyć jeden powiązany ze sobą moduł systemu, który pełni rolę modułu zarządzającego całością systemu. Różnice między systemem zarządzania bazą danych czy też innymi tego typu systemami, a systemami ekspertowymi z punktu widzenia eksploatacji są następujące:

- oddzielne moduły są przywoływane nie przez nazwę tablicy lub rekordy, lecz poprzez opisanie sytuacji,
- wybór potrzebnego modułu, tablicy rekordu nie może być dokonany wcześniej niż zaistnieje określona sytuacja.

Zadania modułu zarządzania systemem, a więc głównie interpretatora, dotyczą tego, aby na podstawie bieżącej analizy stanu pamięci roboczej określić, jakie moduły i z jakim zasobem danych i wiedzy będą w danym cyklu pracy systemu potrzebne. Cykl pracy możemy podzielić na dwa etapy - rozpoznanie (analiza) i działanie. Na etapie analizy przeprowadza się wybór, porównanie i rozwiązanie sytuacji konfliktowej. Etap działania nie zawsze jest aktywny. Oznacza to, że cykl może wielokrotnie być realizowany tylko na poziomie analizy. W zależności od potrzeb włącza się etap działania.

Z punktu widzenia teorii, praca modułu zarządzania zależy tylko od stanu pamięci roboczej i bazy wiedzy. Stan ich powoduje określonego typu działania. Przyjmuje się tu dwa podejścia w

tym zakresie. Pierwsze, które nazywamy syntaktycznym, dotyczy wyboru wiedzy na podstawie jej analizy formalnej. Drugie, podjęcie, nazywane wyborem semantycznym, dotyczy wyboru wiedzy na podstawie takich cech jak zadanie, model problemu itp.

Przyjmując określone, często rozmyte kryteria, dokonuje się wyboru wiedzy z bazy wiedzy, a następnie przeprowadza się porównanie. Rezultatem jest przedstawienie zbioru konfliktowych sytuacji zarówno w grupie samej wiedzy, jak i stosowanych reguł postępowania. Jeżeli taki zbiór został zidentyfikowany, to możemy przystąpić do etapu rozwiązania konfliktów. Powinno mieć ono na uwadze dwie cechy systemu, a mianowicie jego reakcję na zmieniające się wymagania otoczenia oraz konieczność uczenia się w związku z pojawieniem się nowej wiedzy. Zasady rozwiązywania konfliktów działają w ten sposób, że określona jest kolejność posługiwania się regułami (prawami). System określa dla każdej reguły, jakie będą wykorzystane następne reguły. System pokazuje "co należy wykonać?" a nie zajmuje się problemem "kto powinien to wykonać?". Równocześnie należy pamiętać o tym, że reguły w systemie mogą być zarówno autonomiczne jak też powiązane ze sobą w różnorodny sposób. Zadania modułu zarządzania są następujące:

- wspomaganie, aby system był "czuły" na zmieniające się otoczenie,
- wspomaganie "zdroworozsądkowych" działań w sytuacjach konfliktowych,
- oddzielenie informacji relewantnej od nirelewantnej,
- dostosowanie kryteriów z punktu widzenia zadanych celów do zmieniających się sytuacji, w tym również takich, których wcześniej nie można było przewidzieć,
- wybranie kryteriów w taki sposób, jak dokonałby tego ekspert.

Prawidłowe działanie systemu polega na tym, że na podstawie analizy problemu dokonuje on oceny, czy pomocne mogą być tradycyjne systemy informatyczne. Sprawdza więc początkowo użyteczność systemu z bazą danych, następnie z bazą modeli a dopiero na koniec stosuje bazę wiedzy. Jeżeli z systemu korzysta wielu użytkowników, to każdy z nich posiada własny interfejs, który pozwala m.in. na swoją modyfikację w dostosowaniu do zmieniających się warunków otoczenia i wymagań użytkownika.

### Kierunki stosowania systemów ekspertowych

Obecny kierunek rozwoju to budowa systemu dla każdego wg jego możliwości i potrzeb. Na rynku systemów ekspertowych istnieje następująca sytuacja. Proste systemy ekspertowe, które mogą być eksploatowane przy pomocy komputerów osobistych, i zawierają od 200 do 1000 reguł, można kupić w cenie od 100 do 25 tys. dolarów. Koszt ich opracowania wynosi od 50 tys. do 300 tys. dolarów. Na opracowanie potrzeba było od 3 miesięcy do jednego roku. Systemy ekspertowe złożone, które muszą być eksploatowane na dużym komputerze, kosztują od 50 tys. do 100 tys. dolarów, natomiast koszt ich opracowania wynosi od 5 do 10 milionów dolarów. Czas opracowania takiego systemu wynosi od jednego do pięciu lat. W systemach tego typu stosuje się od 1500 do 10 tys. różnego rodzaju prawideł. W zależności od potrzeb użytkownika oferuje się konkretny wariant systemu ekspertowego. Przykładem takiego systemu ekspertowego jest "Strockmaster", przeznaczony dla analizy sprzedaży na giełdzie papierów wartościowych. System sprzedawany jest w trzech wariantach. Prosty dla kierowników sekcji oraz dwa złożone systemy przeznaczone dla finansistów realizujących operacje na giełdzie. Prosty system kosztuje od 5 tys. koron szwedzkich i zawiera analizę 10 parametrów mających wpływ na cenę akcji. System złożony ma wartość 10 tys. koron szwedzkich (przy

analizie 48 parametrów) lub 270 tys. koron przy analizie 63 parametrów.

Opracowanie całości systemu kosztowało około 4 milionów koron szwedzkich i trwało 1,5 roku.

Literatura przedmiotu /2/ pozwala na określenie kilku linii rozwoju systemów ekspertowych. Jednym z najstarszych jest DENDRAL, który dał początek rodzinie systemów ekspertowych oznaczonych taką samą nazwą, z przedrostkiem META. Opracowany przez grupę naukowców z Uniwersytetu w Stanford, przeznaczony jest dla określenia budowy związków chemii organicznej przy pomocy spektrofotometru. Określa się przy jego pomocy strukturę molekuł, z których każda składa się z kilkuset elementów. Linia rozwojowa wywodząca się z programu badawczego SAINT obejmuje systemy ekspertowe o nazwach SIN, MATHLAB, MACSYMA. Najbardziej znanym z nich jest MACSYMA. Została ona opracowana w MIT w Bostonie i przeznaczona jest dla zastosowań matematyki przy budowie prawidłowych wyrażeń symbolicznych. Kolejna linia to system CASNET i jego kontynuacja - EXPERT. System przeznaczony jest dla diagnostyki w zakresie endokrynologii i reumatologii. Medycyna jest również sferą działania jednego z najbardziej znanych systemów ekspertowych, wspomnianego już na wstępie MYCIN. Z systemu tego wywodzą się: TEIRESIS, pozwalający na budowę dużych baz wiedzy, PROSPEKTOR, przeznaczony dla wspomagania poszukiwań bogactw naturalnych, oraz systemy narzędziowe ROSSIE i RITA, a więc systemy klasy SHELL, przeznaczone do budowy problemowych systemów ekspertowych. Na wzmiankę zasługuje też ciąg systemów HEARSAY I, II, III. Zostały one opracowane na Uniwersytecie Carnegie-Mellon dla analizy i rozpoznawania mowy, z tym, że HEARSAY III jest systemem narzędziowym, a nie tylko problemowym. Czytelnikowi zainteresowanemu znalezieniem charakterystyki konkretnych systemów ekspertowych, lub też poszukującym odpowiedzi na pytanie, jakiego systemu należy użyć dla interesującego problemu, polecić można przewodniki po systemach ekspertowych napisane przez D.A. Watermana /3/ A. Bundy /4/ i L.F. Pau /5/. Analiza literatury przedmiotu, jak też ogłoszeń firm oferujących systemy pokazuje, jak różnorodne są zastosowania systemów ekspertowych. Obok systemów obejmujących bardzo szeroki zakres działań, istnieją systemy specjalizowane. Jest nim np. system IOT przeznaczony dla analizy niesprawności komputera PDP 11/03. Jeżeli chodzi o sfery zastosowań, to najwięcej zostało zaprojektowanych, i jest eksploatowanych, systemów dotyczących medycyny a także geologii, chemii, fizyki, zastosowań wojskowych i szeroko rozumianej ekonomii. Przeważają systemy nakierowane na diagnostykę. System taki na podstawie danych uzyskanych z różnych źródeł, a przeważnie odczytów aparatury kontrolno-pomiarowej, pomaga we właściwym sprecyzowaniu wniosków. Literatura przynosi jednak codziennie informacje o nowych systemach i nowych zastosowaniach.

1. W.A. Fregenfled, *Decison Support Systems*, NCC Publications 1982.
2. F.Hayes - Roth, D.A. Waterman, D.B. Lenat, *Building Expert Systems*, Addison - Wesley Publishing Company, London 1983.
3. D.A. Waterman, *A Guide to Expert Systems*, Addison - Wesley Publishing Company, London 1986.
4. A.Budy (redakcja) *Cataloge of Artificial Intelligence Tools*, Springer 1986.
5. L.F.Pau (red.) *Applications of artificial intelligence in banking, financial services end economics*, North-Holland, Amsterdam 1989.