

# PCkurier

PL ISSN 0867-0153

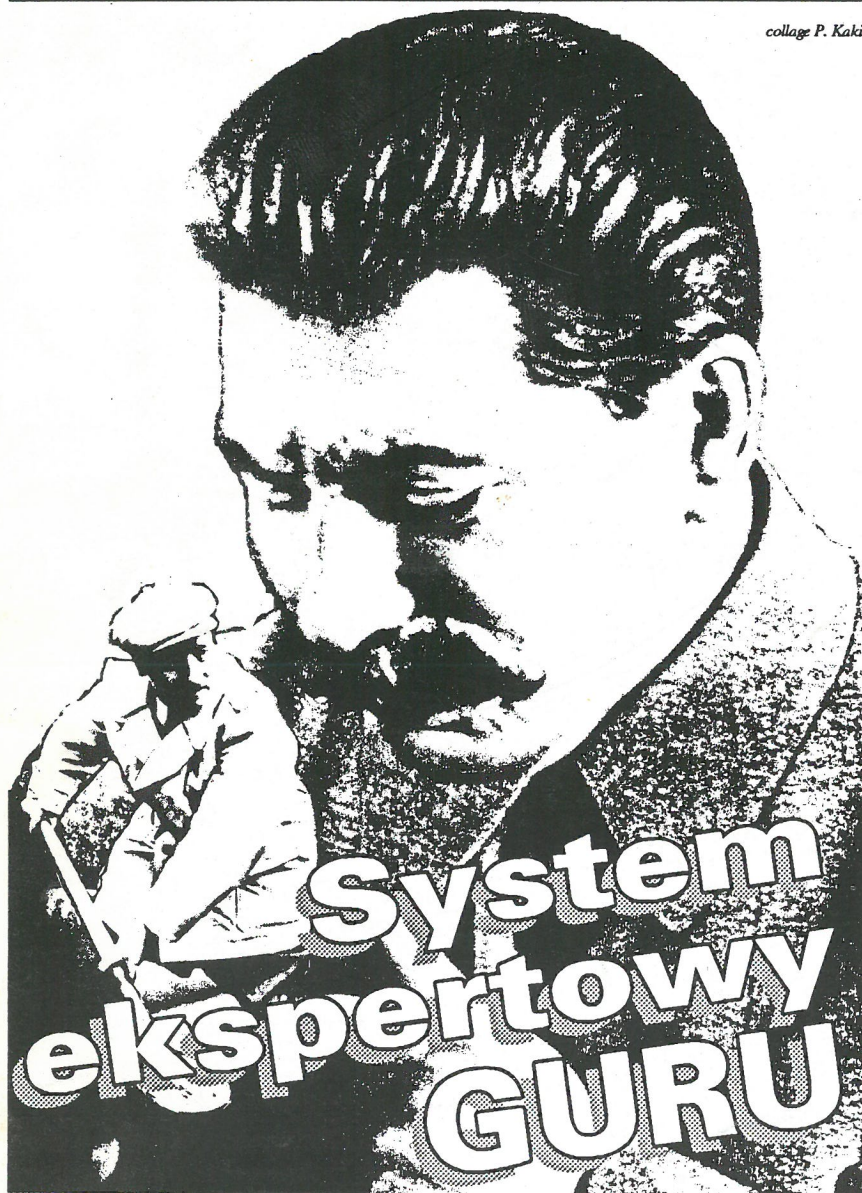
Indeks 368733

PISMO UŻYTKOWNIKÓW KOMPUTERÓW OSOBISTYCH 3 PAŹDZIERNIKA 1991

CENA 5000 ZŁ 20/91

LOTUS  
1-2-3

collage P. Kakiet



JERZY KISIELNICKI, TOMASZ D. GWIAZDA

Artykuł ten jest kontynuacją zamieszczonego wcześniej artykułu wprowadzającego w problematykę systemów ekspertowych. Patrz: J. Kisielnicki "Systemy ekspertowe", PCkurier 9/91.

Jeden z najbardziej popularnych systemów ekspertowych - GURU (1) najkrócej można scharakteryzować jako system klasy "shell". Jest on przystosowany do pracy w sferze biznesu. Termin "shell" oznacza, że jest to system narzędziowy, przy pomocy którego użytkownik może budować różnego rodzaju zastosowania. Określenie "w sferze biznesu" mówi - chociaż nie do końca - że stosowane w systemie rozwiązania programowe, tworzone były dla klasy problemów związanych z zarządzaniem i są dla takich zastosowań rekomendowane.

(dokończenie na stronie 47)

## W numerze:

### Notes:

#### Przyszłość

Clippera, AutoCAD dla mechaników, Wystawa w liceum, Targi na świecie .... 5

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

Hardware - Komputer z

ekranem dotykowym,

Software - Project dla

Macintosha, VIA 2.0,

X.Desktop 3.0 ..... 7

#### Ludzie i Business:

"Duży" nie znaczy

"dobry" ..... 13

Lista 200 z USA ..... 14

#### PCmemo:

Intel nie daje za wygraną! 15

Notebook Chicony ..... 16

Doctor KK Residential,

wersja 3.0 ..... 18

TAG łączy tekst z grafiką 19

Skalowalne soft-fonty .... 21

Advanced Revelation .... 22

Shareware House ..... 24

Pro memoria: 123 ..... 45

#### Poczta:

Gdzie normy, gdzie kod? 49

Niech świat liczy się

z nami!, Strzał w

dziesiątkę, Twórzmy kluby50

#### Prawo i komputery

Uwagi do projektu ..... 76

#### Dla praktyków:

Między oknami ..... 78

Sprzętowe zabezpieczenie

programów ..... 80

Polskie znaki inaczej

- errata ..... 81

Kompresja danych ..... 82

"Odkryty" chwyt ..... 83

Giełda ..... 86

#### PC i...

Fair play i (anty)piracka

zmowa ..... 89

# System ekspertowy GURU

(dokończenie ze strony pierwszej)

GURU jest cenionym i szeroko rozpowszechnionym systemem, czego dowodzi duża ilość sprzedanych egzemplarzy jak i zrealizowanych przy jego pomocy implementacji systemów aplikacyjnych. (M.in. bułgarsko-radziecka firma Interprogram stworzyła nieco zmodyfikowaną wersję systemu pod nazwą Interekspert (2). Stale udoskonalany, wyróżnia się prostotą w obsłudze, przejrzystością oraz logiczną budową.

Jak twierdzą autorzy systemu, GURU został stworzony dla przezwyciężenia ograniczeń starszych wersji systemów ekspertowych, które przy aplikacjach wymagały od projektantów wysokich umiejętności. W dużym stopniu były również oderwane od konkretnych kierunków zastosowań. Opracowywały je ośrodki mające duże doświadczenie w programowaniu, najczęściej ośrodki akademickie. W dodatku katalogi firm oferują relatywnie mało systemów ekspertowych dla zarządzania (3).

Natomiast z GURU mogą korzystać nawet niespecjaliści, mający stosunkowo małe doświadczenie. Osiągnięto to dzięki połączeniu: technik systemów ekspertowych, technik przetwarzania języka naturalnego (angielskiego) i standardowych narzędzi aplikacyjnych (bazy danych, arkuszy kalkulacyjnych i edytorów tekstów).

Dla przybliżenia, przedstawiamy (tablica 2) sposób zapisania w języku systemu reguły postępowania dla hipotetycznego przykładu (4). Wyobraźmy sobie, że problem decyzyjny sprowadza się do wyboru terminu ścięcia trawy w gospodarstwie rolnym. W systemach ekspertowych punkt ciężkości rozwiązania problemu opiera się na budowie bazy wiedzy, zawierającej zbiory reguł. Oczywiście ilość reguł zazwyczaj bywa o wiele wyższa niż pokazano w tablicy 2. Ma ona jedynie na celu pokazać, jak określone reguły napisane w języku naturalnym można zapisać w konwencji systemu GURU. Tablica ukazuje prostotę zapisu problemu w bazie wiedzy systemu.

Za najważniejszą cechę systemu można uznać zasadę integracji w postaci metody współdziałania. Integracja rozumiana jest nie tylko jako powiązanie w jednym systemie różnych modułów programowych, ale też w pełni systemowe potraktowanie tych modułów. Oznacza to, że podczas rozwiązywania określonego problemu można korzystać jednocześnie z efektów działania poszczególnych modułów, w różnych potrzebnych konfiguracjach. Dlatego też GURU jest systemem o bardzo dużej elastyczności i efektywności. Aby zilustrować zasadę integracji, przedstawiamy kilka przykładów współdziałania modułów w najbardziej typowych sytuacjach:

- dowolna reguła zawarta w bazie wiedzy może się bezpośrednio odwoływać do pól w bazie danych, komórek w arkuszu kalkulacyjnym, zmiennych statystycznych oraz zmiennych programowych lub tablic;

- konkluzja dowolnej reguły systemu ekspertowego może być operacją na bazie danych, pytaniem w języku SQL, operacją na arkuszu kalkulacyjnym, dowolnym programem wewnętrznym albo zewnętrznym - np. generującym wykres, czy też zdalnie komunikującym się z innym komputerem;
- konsultacja z systemem ekspertowym może być przeprowadzona zarówno interakcyjnie (tj. z poziomu systemu GURU) jak i z poziomu dowolnego programu aplikacyjnego;

Tablica 1  
Wybrane wielkości charakterystyczne dla systemu GURU

|                                                               |                           |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Ilość zbiorów reguł                                           | nieograniczona            |
| Ilość reguł w zbiorze reguł                                   | nieograniczona            |
| Rozmiar reguły (ilość znaków)                                 | nieograniczona            |
| Ilość zmiennych w zbiorze reguł                               | nieograniczona            |
| Ilość wbudowanych (integralnie) algebr                        | 16 metod                  |
| współczynnika pewności                                        |                           |
| Ilość wbudowanych (integralnie) strategii selekcji reguł      | 50 metod                  |
| Ilość tablic w bazie danych                                   | nieograniczona            |
| Ilość tablic otwartych jednocześnie                           | nieograniczona            |
| Ilość rekordów w tablicy <sup>1</sup>                         | maksymalnie 2 147 483 647 |
| Ilość znaków w rekordzie                                      | maksymalnie 65 535        |
| Ilość pól w rekordzie                                         | maksymalnie 255           |
| Ilość znaków w polu                                           | maksymalnie 65 535        |
| Długość linii komendy (ilość znaków)                          | nieograniczona            |
| Ilość kluczy indeksu dla tablicy                              | nieograniczona            |
| Ilość pól dla klucza indeksu                                  | maksymalnie 65 535        |
| Długość klucza indeksu (ilość znaków)                         | maksymalnie 65 535        |
| Ilość kryteriów przerywania raportu                           | maksymalnie 255           |
| Ilość elementów formularza ekranu lub raportu                 | nieograniczona            |
| Ilość komórek w arkuszu kalkulacyjnym                         | maksymalnie 65 535        |
| Ilość okien dla arkusza kalkulacyjnego                        | maksymalnie 255           |
| Dane do robienia wykresu                                      | nieograniczone            |
| Ilość wykresów na ekranie                                     | nieograniczona            |
| Ilość typów wykresów (drzewa)                                 | 15                        |
| Rozmiar tekstu (ilość wierszy)                                | maksymalnie 10 000        |
| Długość wiersza tekstu (ilość znaków)                         | maksymalnie 255           |
| Szybkość transmisji (w bodach) <sup>1</sup>                   | maksymalnie 19 200        |
| Długość programu (ilość wierszy)                              | nieograniczona            |
| Ilość zmiennych                                               | nieograniczona            |
| Ilość kombinacji dla kodu ochrony                             | maksymalnie 65 535        |
| Ilość ekranów podpowiedzi dla komend ('on line') <sup>2</sup> | 500                       |
| Ilość ekranów podpowiedzi dla menu <sup>2</sup>               | 400                       |
| Ilość słów zawartych w słowniku <sup>2</sup>                  | 500                       |
| Dopuszczalna wielkość słownika (ilość słów)                   | 65 535                    |

1. Zależy od konfiguracji sprzętu jakim się dysponuje.

2. Parametr początkowy - może być zwiększony przez użytkownika.

- w trakcie procesu wnioskowania, system ekspertowy może konsultować się z dowolnym, innym systemem ekspertowym, uruchamiać podprogramy aplikacyjne, analizować zawartość bazy danych i arkusza kalkulacyjnego, przeprowadzać obliczenia statystyczne, komunikować się z użytkownikiem za pomocą dowolnie zaprojektowanego interfejsu;
- wyniki obliczeń na arkuszu kalkulacyjnym mogą być natychmiast dostępne jako nowe rekordy w tablicy bazy danych;
- dowolna komórka arkusza kalkulacyjnego może być zdefiniowana w terminach konsultacji z systemem ekspertowym albo uruchomienia dowolnego podprogramu;
- w każdym momencie przetwarzania tekstu lub drukowania można zadać pytanie w SQL, a jego rezultaty automatycznie dołączyć do danego tekstu;
- zawartość komórek arkusza kalkulacyjnego, wyniki programu aplikacyjnego czy konsultacji z systemem eksper-

towym także mogą być automatycznie dołączone do tekstu w trakcie jego przetwarzania lub drukowania.

Możliwości współdziałania ukazane na powyższych przykładach są bardzo duże. Praktyczne ograniczenia to: wyobrażenia programisty, wewnętrzne ograniczenia elementów systemu i możliwości sprzętu.

Komunikacja użytkownika z systemem GURU odbywa się - w zależności od kwalifikacji użytkownika i problemu - na czterech poziomach:

- menu,
- język naturalny,
- język komend,
- interface aplikacyjny.

Poziom komunikacji *menu* jest najlepszy dla początkujących użytkowników. Korzystając z *help* w każdym miejscu posługiwania się systemem, otrzymujemy propozycje rozwiązania danego problemu.

Następny poziom - komunikacja w języku naturalnym, angielskim (choć są wersje z językiem rosyjskim) - pozwala na bezpośrednie formułowanie poleceń. System ma wbudowany procesor języka angielskiego. Nawet jeśli nie wykona polecenia, to konwersując z użytkownikiem potrafi przyswoić sobie dany zwrot, a w przyszłości "zrozumieć" go i zastosować.

Taki poziom komunikacji ma niewiele systemów ekspertowych i być może jest to jedna z przyczyn popularności GURU.

Dla projektantów konkretnych zastosowań rekomendowany jest język komend. Stosując ten poziom komunikacji możemy "uczyć" system nowych komend, terminologii, skrótów. Użytkownik, definiując swoją komendę, może w każdej chwili sprawdzić, czy ta komenda lub podobne do niej są już w zestawie standardowych komend systemu.

Ostatni poziom komunikacji użytkownika z systemem przeznaczony jest dla konkretnych aplikacji i tworzony przez najbardziej zaawansowanych projektantów. Przy pomocy języka komend tworzą oni własny, optymalny dla danej aplikacji interface.

## Konstrukcja systemu ekspertowego przy pomocy GURU i jego funkcje

Podstawową sprawą przy tworzeniu każdego systemu ekspertowego jest baza wiedzy, a w niej zbiór reguł. Zbiór ten, którego przykłady podano w tabeli 2, można zbudować przy pomocy systemowej komendy BUILD. Reguła istniejąca w bazie jest złożona dowolnie, a więc może zawierać: pola bazy danych, komórki arkusza kalkulacyjnego, zmienne statystyczne i zmienne programowe. Reguła ma postać dowolnego wyrażenia arytmetycznego albo odwołania do funkcji systemu.

Elementami reguły mogą być - jak wcześniej pokazano - operatory logiczne typu: AND, OR, XOR, NOT.

Użytkownik nie musi znać zasad konstrukcji systemu, powinien umieć tylko stawiać pytania. Oczywiście, może skorzystać w zależności od potrzeb z odpowiedzi (funkcja *help*) lub procesora języka naturalnego. GURU pozwala na stosowanie wnioskowania "w tył", "w przód" oraz metody mieszanej. Dla każdej rekomendacji decyzji w trakcie procesu wnioskowania, użytkownik może żądać uzasadnienia i określenia stopnia prawdopodobieństwa jej zaistnienia.

Bazy danych w systemie GURU opierają się na modelu relacyjnym. Zdefiniowanie tablicy w bazie danych odbywa się poprzez nadanie jej nazwy. Należy też zdefiniować typ i rozmiar każdego pola. Po zdefiniowaniu tablicy tworzy się kolejne rekordy za pomocą komendy *CREATE*. Inne komendy służą do modyfikacji, przeszukiwania i usuwania danych z tablic. Indeksowanie bazy danych opiera się na technice B-drzewa.

System GURU może realizować również inne zadania:

- przeprowadza obliczenia statystyczne na dowolnych polach tablicy typu *numeric* lub *integer*. Obliczenia te może przeprowadzać warunkowo, tzn. tylko dla tych rekordów, które spełniają zadane kryteria;
- wykonuje obliczenia, posługując się funkcjami operującymi na danych numerycznych jak i znakowych;
- przeprowadza manipulacje, według zasad stosowanych w arkuszach kalkulacyjnych, oraz komunikację z poziomu arkusza z innymi elementami systemu np. bazą wiedzy;
- drukuje raporty i przetworzone teksty;
- przedstawia dane zawarte w arkuszu kalkulacyjnym lub bazie danych w postaci graficznej;
- komunikuje się z innymi systemami i rozproszonymi bazami danych.

Obecnie w różnych środowiskach czynione są próby budowy systemów ekspertowych opierających się na GURU lub na innych narzędziach. Fundacja Technik Komputerowych zamierza zająć się wymianą doświadczeń w tym zakresie, jak też rozpowszechnianiem licencjonowanego oprogramowania dla systemów ekspertowych. Autorzy artykułu proszą zainteresowanych tą tematyką Czytelników o listy, które prosimy kierować na adres redakcji PCKuriera lub Fundacji Rozwoju Technik Komputerowych.

### Literatura:

1. *Guru Reference Manual*, Mikro Data Base System Inc., October 1985.
2. *Interekspert, materiały symposiumu Interprognom*, Sofia (j. rosyjski).
3. L.F. Pau (ed): *Application of artificial intelligence in banking financial services and economics*, North-Holland, Amsterdam 1980.
4. Ideę przykładu zawdzięczamy R.J. Mockler'owi z St John University z Nowego Yorku.

Tabela 2  
Przykłady porównania zapisu reguł w języku naturalnym i bazie wiedzy systemu GURU dla podjęcia decyzji ścięcia trawy.

#### Zapis w języku naturalnym

1. Jeżeli trawa nie jest potrzebna, to nie będzie ścinana
2. Jeżeli trawa jest potrzebna i jestem w stanie ją ścinać, to wtedy będę mógł ją ścinać
3. Jeżeli trawa jest potrzebna, a ja nie jestem w stanie jej ścinać, a inni mogą ją ścinać, to wtedy inni ludzie mogą ją ścinać
4. Jeżeli jest odpowiedni ekwipunek dla ścinania trawy i posiadamy paliwo, to możemy znać, że sprzęt jest gotowy do użycia

#### Objaśnienia:

If = jeżeli  
then = wtedy  
y = tak  
n = nie  
AND = suma logiczna

#### Zapis w bazie wiedzy systemu GURU

if: potrzebna = n  
then: cięcie = n

if: potrzebna = y AND zdolność = n  
then: cięcie = y

if: potrzebna = y AND zdolność = n  
AND inni = y  
then: cięcie = y

if: ekwipunek = y AND paliwo = y  
then: gotowy = y