



P.1877/91

7

1991

informatyka

Komputery w medycynie



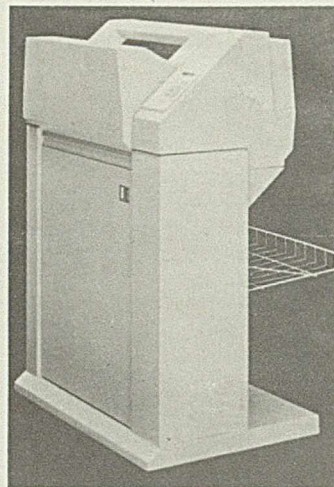
SUPRA SP. Z O.O.
ul. Trybunalska 54, 60-325 POZNAŃ
telefon: 674392, telefaks: 236498
teleks: 412966

AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR FIRMY MANNESMANN TALLY OFERUJE DRUKARKI HEAVY DUTY

MT 645

drukarka mozaikowo-wierszowa

- ☆ doskonała jakość druku
- ☆ niezawodność 7000 h MTBF
- ☆ duża szybkość 450 wierszy/min.
- ☆ cicha praca
- ☆ bufor 27 KB
- ☆ liczba kopii 1 + 5
- ☆ pełna grafika 240 (dpi)
- ☆ polskie litery (opcja)
- ☆ wewnętrzny program testujący
- ☆ dwa interfejsy automatycznie przełączane
- ☆ podwójny system traktorów



MT 340

drukarka mozaikowa (18 igłowa)

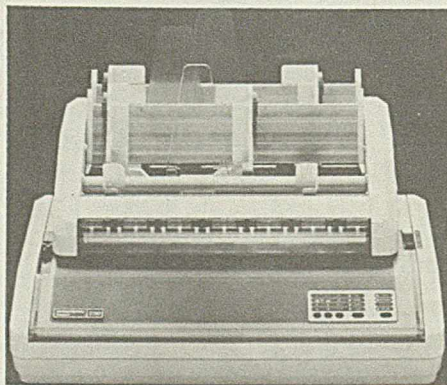
- ☆ doskonała jakość druku
- ☆ niezawodność
- ☆ szybkość 400 zn/sek.
- ☆ cicha praca
- ☆ polskie litery (opcja)
- ☆ druk kolorowy (opcja)



MT 230

drukarka mozaikowa
(9, 18, 24 igłowa)

- ☆ doskonała jakość druku
- ☆ niezawodność
- ☆ szybkość 300 zn/sek.
- ☆ cicha praca
- ☆ polskie litery (opcja)
- ☆ druk kolorowy (opcja)



**MANNESMANN
TALLY**

**PRAWDOPODOBNIENIE
NAJLEPSZE
DRUKARKI
NA ŚWIECIE!**



KOLEGIUM REDAKCYJNE:

mgr Jarosław DEMINET
mgr inż. Piotr FUGLEWICZ
dr inż. Waclaw ISZKOWSKI
mgr Teresa JABŁOŃSKA
(sekretarz redakcji)
Władysław KLEPACZ
(redaktor naczelny)
dr inż. Wojciech MOKRZYCKI
mgr inż. Jan RYZKO
dr Zdzisław SZYJEWSKI
mgr Hanna WŁODARSKA

PRZEWODNICZĄCY RADY PROGRAMOWEJ:

Prof. dr hab.
Juliusz Lech KULIKOWSKI

WYDAWCA:

Wydawnictwo Czasopism i Książek
Technicznych SIGMA NOT
Spółka z o.o.
ul. Biała 4
00-950 WARSZAWA
skrytka pocztowa 1004

Redakcja:

01-552 Warszawa,
Pl. Inwalidów 10, p. 104, 105
tel. 39-14-34

Materiałów nie zamówionych
redakcja nie zwraca

**W sprawach ogłoszeń
prosimy zwracać się
bezpośrednio
do Redakcji
lub
Działu Reklamy
i Marketingu
00-950 Warszawa
ul. Biała 4
telefon: 20-31-24
telefaks: 20-31-16
teleks: 814550**

W numerze:

	Strona
Komputerowa analiza obiektów i rekonstrukcja relacji – <i>Juliusz Lech Kulikowski</i>	2
Niekonwencjonalne metody rozpoznawania w komputerowo wspomaganym diagnostyce medycznej – <i>Marek Kurzyński, Jerzy Sas, Edward Puchala</i>	7
Informatyka w klinice – standard dokumentacyjny i specjalistyczne zastosowania – <i>Piotr J. Jasiński, Wojciech Fiecer, Marcin Januchta</i>	11
System przetwarzania i analizy sygnałów EKG o dużym wzmocnieniu – <i>Jerzy Cytowski</i>	15
Systemy eksperckie w sztucznej wentylacji płuc – <i>Robert Rudowski, Maciej Guć</i>	18
Syntezytory mowy w rehabilitacji inwalidów narządu mowy, słuchu lub wzroku – <i>Konrad Lukaszewicz, Zbigniew Mejran</i>	23
Automatyczne czytanie pisma – <i>Anna Zawada</i>	26
Schematy funkcjonowania systemu diagnostycznego „Hepar” – <i>Leon Bobrowski</i>	28
<i>unix</i>	
Shell Korna – <i>Jan Walasek</i>	32
etc – J.S.	
zBITki	
IF ERROR GOTO Informatolog – <i>Waclaw Iszkowski</i>	III okł.

W najbliższych numerach:

- Wiesław Flakiewicz naświetla przejście od systemu informatycznego do systemu informacyjnego wspartego technologią komputerową.
- Antoni Nowakowski charakteryzuje nowe generacje systemów informatycznych w zarządzaniu.
- Wojciech Olejniczak i Ireneusz Szydłowski omawiają podejście do projektowania systemów informacyjnych.
- Edward Kolbusz zajmuje się problemami badania potrzeb informacyjnych w systemach zarządzania.
- Marek Niedźwiedziński zastanawia się skąd brać pieniądze na inwestycje informatyczne w nowych warunkach gospodarowania.

Warunki prenumeraty

Przyjęcie prenumeraty – wyłącznie na podstawie dokonanej wpłaty na drukach dostarczanych dotychczasowym prenumeratorem przez Wydawnictwo, lub nowym – po uprzednim zgłoszeniu zapotrzebowania (pisemnie lub telefonicznie) w Zakładzie Kolportażu Wydawnictwa.

Blankiet wpłaty – powinien zawierać następujące informacje: dokładna nazwa i adres (z kodem pocztowym) zamawiającego, tytuły zamawianych czasopism, ich liczbę i okres prenumeraty.

Wpłata – zgodnie z podanymi cenami należy dokonać w banku lub w UPT na konto podane na naszym blankiecie, tj:

Państwowy Bank Kredytowy III O/Warszawa nr: 370015-1573-139-11

Prenumeratory zbiorowi – osoby prawne obowiązują blankiety „Wpłata-Zamówienie”. Cena normalna.

Prenumeratory indywidualni – osoby fizyczne obowiązują blankiety typu przekazy dla wpłat na rachunki bankowe. Cena normalna.

Prenumerata ulgowa – zgodnie z podaną ceną ulgową przysługuje wyłącznie osobom fizycznym, będącym członkami SNT, studentom i uczniom szkół zawodowych. Uczniowie szkół ogólnokształcących mogą zamówić w prenumeracie ulgowej tylko miesięcznik „Aura”

Uwaga! w podanym okresie prenumeraty można zamówić tylko po jednym egzemplarzu z każdego tytułu.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę – cena prenumeraty ze zleceniem wysyłki za granicę jest dwukrotnie wyższa od ceny normalnej.

Należy podać dokładny adres odbiorcy za granicą.

Terminy przyjmowania prenumeraty:

– do 10 listopada na I, II, III, IV kwartał następnego roku

– do 28 lutego na II, III, IV kwartał br.

– do 31 maja na III i IV kwartał br.

– do 31 sierpnia na IV kwartał br.

Zmiany w prenumeracie, np. zmiana liczby tytułów, liczby egzemplarzy, rezygnacja z prenumeraty, można zgłaszać tylko w podanych terminach z mocą obowiązującą od następnego kwartału.

Egzemplarze archiwalne (z lat ubiegłych)

Można nabyć za gotówkę w Klubie Prasy Technicznej, Warszawa, ul. Mazowiecka 12 (tel. 26-80-16) lub zamówić pisemnie w Zakładzie Kolportażu, Dział Handlowy, 00-950 Warszawa, skr. poczt. 1004 (tel. 40-37-31), na rachunek lub za zaliczeniem pocztowym.

Informacji o prenumeracie udziela: Zakład Kolportażu Wydawnictwa SIGMA-NOT Spółka z o.o., 00-716 Warszawa, ul. Bartycy 20, skr. 1004. Telefony: 40-00-21 wewn. 293, 295, 299 lub 40-30-86, 40-35-89.

Wstępna cena jednego egzemplarza na 1991 rok: normalna – 12 000 zł, ulgowa – 8 400 zł

Wartość prenumeraty (w zł):

Normalna: kwartalna – 36 000, półroczna 72 000, roczna 144 000

Ulgowa: kwartalna – 25 200, półroczna 50 400, roczna 100 800

Uwaga: W przypadku zmiany cen w okresie objętym prenumeratą, prenumeratory zobowiązani są do dopłaty różnicy cen.

Komputerowa analiza obiektów i rekonstrukcja relacji

Problem automatycznego rozpoznawania obiektów ma swoją, już ponad trzydziestoletnią, historię (jeśli za jego początek przyjąć prace F. Rosenblatta poświęcone zasadom działania perceptronu). Pierwotnie rozpoznawanymi obiektami były proste figury geometryczne; z czasem próbami automatycznego rozpoznawania objęto dźwięki mowy, zespoły danych pomiarowych, symptomy chorobowe, sytuacje przestrzenne (sceny), obrazy dowolnej natury itp. Z punktu widzenia teoretycznych podstaw automatycznego rozpoznawania fizyczna natura rozpoznawanych obiektów jest rzeczą drugorzędą, dlatego teorię rozpoznawania obiektów zalicza się do ogólnych podstaw cybernetyki. Praktycznie natomiast systemy automatycznego rozpoznawania np. komórek rakowych w polu widzenia mikroskopu różnią się dość istotnie od systemów wizyjnych robotów przemysłowych lub od systemów analizy zdjęć satelitarnych, choć we wszystkich tych systemach rozpoznawanie jest oparte na zbliżonych podstawach teoretycznych. Różnice dotyczą nie tylko technicznych sposobów wprowadzania informacji o obiektach do systemu rozpoznającego; wynikają one także z różnych założeń dotyczących struktury danych wejściowych, ograniczeń czasowych, dopuszczalnego trybu pracy systemu rozpoznającego, wymagań co do sposobu prezentacji wyników rozpoznania, kryteriów oceny jakości rozpoznawania itp. Z tego powodu w niniejszym artykule, który z założenia ma charakter przeglądowy, skupiano uwagę na najczęściej spotykanych w biologii i medycynie obiektach: obrazach organelli wewnątrzkomórkowych, komórek, tkanek, narządów, a także – na charakterystykach liczbowych i jakościowych podobnego typu obiektów, zespołach symptomów chorobowych itp. Przez system rozpoznający będziemy natomiast rozumieli odpowiednio oprogramowany system komputerowy (w praktyce – najczęściej jest to mikrokomputer) wyposażony w urządzenia zewnętrzne właściwe dla rozwiązywanych zadań.

Formalnie problem rozpoznawania można uważać za złożony problem decyzyjny, w którym wyodrębnia się trzy główne fazy:

- 1) klasyfikacji wstępnej,
- 2) rozpoznawania właściwego,
- 3) korekcji algorytmu rozpoznawania.

Fazy 2 i 3 mogą być powtarzane cyklicznie; proces ten nazywa się uczeniem się rozpoznawania. Aby przejść do omówienia problemów rozwojowych, trzeba scharakteryzować nieco dokładniej formalną stronę rozpoznawania automatycznego (szczegóły można znaleźć w opracowaniach monograficznych i podręcznikach, np. [1, 5, 8, 9]).

Klasyfikacja wstępna

A. Dany jest skończony zbiór obiektów ω_k , $k = 1, 2, \dots, K$, ustalonej natury fizycznej, który nazywamy wstępnym zbiorem obserwacji.



Prof. dr hab. inż. Juliusz Lech KULIKOWSKI, ukończył w 1955 r. studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej. W 1959 r. uzyskał stopień doktora habilitowanego nauk technicznych, a w 1973 r. tytuł profesora. Od 1966 r. pracuje w instytutach badawczych PAN. Autor licznych prac z dziedziny statystycznej teorii odbioru sygnałów, rozpoznawania obrazów, teorii systemów informatycznych i zastosowań komputerów w diagnostyce medycznej. Kieruje Zakładem Metod Przetwarzania Informacji w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN.

B. Każdemu obiektowi ω_k jest jednoznacznie przyporządkowany wektor $x^{(k)}$ opisujących go parametrów liczbowych; zakłada się, że wszystkie wektory $x^{(k)}$ są elementami wielowymiarowej liniowej przestrzeni wektorowej X , którą nazywamy przestrzenią obserwacji.

C. Każdemu obiektowi ω_k jest jednoznacznie przyporządkowana nazwa $a^{(k)}$ klasy obiektów „podobnych”, do której należy ω_k . O zbiorze A wszystkich takich nazw zakładamy, że jest on skończony, co najmniej dwuelementowy (niekiedy uwzględnia się w nim nazwę a_0 klasy obiektów nierozpoznawalnych).

D. Dana jest rodzina F dopuszczalnych funkcji decyzyjnych o ogólnej postaci:

$$f: X \rightarrow A. \quad (1)$$

E. Z rodziny F wybiera się początkową funkcję decyzyjną f_k , prawidłowo klasyfikującą dotychczas zaobserwowane obiekty, tj. taką, dla której

$$f_k(x^{(k)}) = a^{(k)} \text{ dla } k = 1, 2, \dots, K \quad (2)$$

Rozpoznawanie właściwe

A. Dany jest kolejny obiekt, ω_{K+1} , dla którego znany jest wektor $x^{(K+1)}$ należący do X , nie jest natomiast a priori znana nazwa $a^{(K+1)}$ odpowiadającej mu klasy podobieństwa.

B. Wyliczamy wartość funkcji:

$$\bar{a}^{(K+1)} = f_k(x^{(K+1)}), \bar{a}^{(K+1)} \in A \quad (3)$$

i przyjmujemy, że $\bar{a}^{(K+1)}$ jest rozpoznaną nazwą klasy obiektów zawierającą ω_{K+1} .

Korekcja algorytmu rozpoznawania

A. Rozpoznanie $\bar{a}^{(K+1)}$ może być prawidłowe lub błędne. Zakładamy, że a posteriori można uzyskać informację o prawidłowej nazwie klasy podobieństwa $a^{(K+1)}$, do której należy ω_{K+1} (w diagnostyce lekarskiej może to być potwierdzenie lub skorygowanie diagnozy uzyskane inną drogą).

B. Zakładamy, że istnieje dwuparametryczne odwzorowanie:

$$T: F \times A \times A \rightarrow F \quad (4)$$

czyli pewna transformacja zależna od pary parametrów $\bar{a}^{(K+1)}, a^{(K+1)}$, należących do A , przekształcającą funkcję decyzyjną f_k w zmodyfikowaną funkcję decyzyjną f_{K+1} (f_k i f_{K+1} należą do F) taką, że

$$f_{K+1}(x^{(k)}) = a^{(k)} \text{ dla } k = 1, 2, \dots, K, K+1 \quad (5)$$

Tak więc f_{K+1} klasyfikuje prawidłowo wszystkie $K+1$ dotychczas zaobserwowane obiekty.

Od transformacji T żąda się ponadto, by niezależnie od postaci funkcji f_k losowy ciąg zdarzeń polegających na tym, że $\bar{a}^{(k)} = a^{(k)}$ dla k rosnących nieograniczenie w określonym sensie był zbieżny do zdarzenia pewnego. Zbieżność tę zwykle formułuje się jako zbieżność z prawdopodobieństwem $P = 1$, a niekiedy jako zbieżność stochastyczną.

W literaturze można znaleźć liczne przykłady algorytmów rozpoznawania obiektów spełniających opisane założenia [1, 5, 8, 9]. W najbardziej znanych wykorzystuje się pojęcia miary odległości wektorów w przestrzeni obserwacji (algorytmy porównania z wzorcem, „najbliższego sąsiada”, „ k najbliższych sąsiadów” itp.) lub iloczynny skalarny wektorów (np. algorytmy korelacyjne). W nieco bardziej złożonych algorytmach rozpoznawania wykorzystuje się pojęcia i metody statystycznej teorii decyzji (np. modelu Bayesa, funkcji wiarygodności, funkcji dyskryminacyjnej lub funkcji potencjałowych). Algorytmy te dają zadowalające wyniki głównie w odniesieniu do obiektów dość prostych: nieskomplikowanych figur geometrycznych, dźwięków o wyraźnie różniących się widmach akustycznych, zespołów chorobowych o dość charakterystycznych symptomach itp. W przypadku rozpoznawania obiektów o bardziej złożonych właściwościach metody te okazują się jednak mało skuteczne; jak wyraził to kiedyś jeden ze specjalistów, „nie można z ich pomocą odróżnić gąbki od wypełniającej ją wody”. Pewnym krokiem w kierunku rozwoju metod rozpoznawania bardziej złożonych obiektów jest koncepcja rozpoznawania wieloszczębelowego, zaproponowana m.in. w pracy [3]. Proces rozpoznawania przebiega w tym przypadku wzdłuż dróg w drzewie decyzji, od korzenia drzewa ku jego liściom. Koncepcję tę rozwinięto w pracach M. Kurzyńskiego (zob. artykuł w tym numerze).

Poszukując nadal bardziej efektywnych metod rozpoznawania obiektów o złożonej budowie można stwierdzić, iż droga do tego celu prowadzi m.in. przez:

- zastąpienie koncepcji podobieństwa obiektów – opartego na pojęciach geometrycznych lub statystycznych – ogólniejszą koncepcją podobieństwa strukturalnego,
 - zastąpienie prostego schematu podejmowania decyzji schematem ogólniejszym, na przykład w postaci grafu zorientowanego, w którym różne drogi skierowane od węzła początkowego do jednego z węzłów końcowych odpowiadają różnym strategiom podejmowania decyzji poprzez ciąg decyzji pośrednich.
- Dochodzimy w ten sposób do koncepcji strukturalnej analizy obiektów.

Strukturalna analiza obiektów

Początek analizy strukturalnej obiektów sięga połowy lat sześćdziesiątych, kiedy zaproponowano jej wykorzystanie do opisu kształtu chromosomów (R.S. Ledley i in.), nieco później zaś – do analizy śladów cząstek fizycznych (R. Narasimhan) oraz ręcznie pisanych liter alfabetu (F. Ali, T. Pavlidis). Z czasem wyodrębniły się dwa główne kierunki w analizie strukturalnej. Pierwszy, korzystający z aparatu pojęciowego lingwistyki formalnej, traktuje obiekty (obrazy) jako wyrażenia formalne generowane zgodnie z regułami „gramatyk obrazowych” [2, 7]. Każdej klasie podobieństwa obiektów odpowiada określona gramatyka, którą należy opisać na podstawie pierwotnej znajomości rozpoznawanych klas podobieństwa. Rozpoznanie nieznanego obiektu polega wówczas na sprawdzeniu, czy może on być wygenerowany przez określoną gramatykę obrazową. W przypadku wielu klas podobieństwa rozpoznawanie musi przebiegać wieloszczębelowo, gdyż na każdym szczeblu decyzja ma charakter dychotomiczny. Realizacja takiej metody postępowania wymaga jednak pokonania różnych trudności:

- umiejętnego podziału zbioru analizowanych obiektów, przez jego kolejne dychotomie, na klasy podobieństwa,
- skonstruowania, dla każdej proponowanej dychotomii, gramatyki obrazowej spełniającej warunek selektywności (akceptującej wszystkie obiekty danej podklasy) i nienadmiarowości (nie akceptującej żadnych obiektów innych podklas),
- zaprojektowania skutecznych algorytmów analizy syntaktycznej obiektów traktowanych jako wyrażenia języków sformalizowanych.

Trudności te mają nie tylko techniczny charakter. Można na przykład udowodnić, że dla wielu klas obiektów opisujące je gramatyki muszą należeć do klasy gramatyk kontekstowych, co w konsekwencji prowadzi do trudności realizacyjnych. Liczba reguł podstawień w gramatykach spełniających warunek selektywności i nienadmiarowości dla niektórych klas obiektów może być bardzo duża, co utrudnia analizę syntaktyczną. Wiadomo też, że jeśli dany obiekt, czyli wyrażenie terminalne języka, zostanie osiągnięty w wyniku skończonej liczby podstawień dokonanych zgodnie z regułami danej gramatyki na sekwencji wyrażen nieterminalnych, to tym samym zostaje zakończony dowód przynależności obiektu do określonej podklasy. Jeśli jednak efekt ten nie zostanie osiągnięty po skończonej liczbie prób podstawień, to nie dowodzi to, że analizowany obiekt do danej podklasy nie należy.

Trudności te sprawiają, iż mimo interesującej koncepcji teoretycznej, metody analizy strukturalnej, oparte na lingwistyce formalnej nie doczekały się powszechnego praktycznego zastosowania. Może zatem powstać wątpliwość: czy analiza strukturalna nie jest typową „ślepą uliczką”, w którą weszły metody automatycznego rozpoznawania obiektów? Odpowiedzi na to pytanie udziela natura: wszak człowiek (i inne organizmy wyżej zorganizowane) dysponuje wrodzoną umiejętnością szybkiego i trafnego rozpoznawania złożonych obiektów, sytuacji, scen itp., a więc algorytm takiego rozpoznawania jest zakodowany w strukturze wyższych ośrodków układu nerwowego. Wiadomo też, że układ nerwowy wykorzystuje zarówno sekwencyjne, jak i równoległe metody przetwarzania informacji. Można zatem spodziewać się, że problemy analizy obiektów, których nie potrafimy dziś skutecznie rozwiązać w układach obliczeniowych o działaniu sekwencyjnym, okażą się łatwiejsze od rozwiązywania w układach o architekturze dostosowanej do przetwarzania równoległego. Prace w tym kierunku prowadzi się od wielu lat w licznych ośrodkach naukowych i niewątpliwie doprowadzą do nowego etapu rozwoju informatyki na świecie. Jednak, także w dziedzinie wykorzystania systemów obliczeniowych o klasycznej architekturze, nawiązującej do koncepcji J. von Neumana, daleko jeszcze jesteśmy od osiągnięcia kresu możliwości.

Podjęcie lingwistyczne nie jest jedynym możliwym podejściem do strukturalnej analizy obiektów. W 1970 r. w pracy [4] zaproponowano podejście algebraiczne, oparte na pojęciach teorii relacji. Pojęcia te są znane w informatyce głównie dzięki pracom E.F. Codda poświęconym relacyjnym bazom danych.

Podjęcie relacyjne w strukturalnej analizie obiektów opiera się na założeniu, iż każdy obiekt złożony można przedstawić jako konfigurację utworzoną z obiektów niższego szczebla złożoności, te z kolei są konfiguracjami obiektów następnego (niższego) szczebla itd., aż do szczebla obiektów najprostszych. W języku relacji oznacza to, że określoną klasę podobieństwa obiektów można scharakteryzować za pomocą relacji, będącej kombinacją algebraiczną relacji niższego szczebla, te z kolei są kombinacjami algebraicznymi relacji następnego (niższego) szczebla itd. aż do szczebla elementów pewnego zbioru podstawowego. W koncepcji tej, jak widać, pojawia się pojęcie relacji, które argumentami są inne relacje. Przy pewnych zastrzeżeniach (które w praktyce mogą być dość łatwo spełnione) nie prowadzi to do sprzeczności. Relacje matematyczne określa się bowiem jako podzbiory iloczynów kartezjańskich zbiorów, których elementami mogą być obiekty dość dowolnej natury (byle nie owe właśnie zbiory); mogą nimi być na przykład zbiory, a więc i relacje (niższego szczebla). Znane pojęcia algebry zbiorów można dość łatwo przenieść na rodziny relacji homogenicznych, czyli opisanych na ustalonej rodzinie zbiorów; tak utworzona algebra relacji jest algebrą Boole'a, co z informatycznego punktu widzenia ułatwia programowanie tego rodzaju działań. Okazało się jednak, że przy stosunkowo mało krępujących założeniach na podstawie rodziny relacji niehomogenicznych jest także możliwe zdefiniowanie algebry relacji spełniającej założenia algebry Boole'a. Tak więc język algebry Boole'a staje się uniwersalnym metajęzykiem, który pozwala przedstawić opis klasy złożonych obiektów w postaci formuły algebraicznej, a argumentami tej formuły są nazwy relacji niższych szczebli. Każdej relacji można przyporządkować test, czyli algorytm postępowania stwierdzającego, czy dany ciąg wartości argumentów spełnia tę relację. W strukturze formuły algebraicznej opisującej relację złożoną jest zatem zawarta informacja o dopuszczalnej strukturze postępowania decyzyjnego. Zilustruje to następujący przykład.

Przypuśćmy, że w pewnym eksperymencie są rejestrowane wartości zmiennych informacyjnych (typu real, integer, Boolean, kwalifikacyjne itp.) X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 . Zbiory dopuszczalnych wartości tych zmiennych oznaczmy, odpowiednio, przez S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 . Pamiętając, iż pojęcie relacji może oznaczać związek algebraiczny, funkcyjny, geometryczny itp. (zależnie od natury elementów) przypuśćmy, że na podstawie opisanej rodziny zbiorów zdefiniowano relacje podstawowe:

$$r_1 \subseteq S_1 \times S_2, r_2 \subseteq S_2 \times S_4, r_3 \subseteq S_1 \times S_3 \times S_5$$

Określmy z kolei relację nadrzędną:

$$r_4 = r_2 \cap r_3 \subseteq S_1 \times S_2 \times S_3 \times S_4 \times S_5$$

Iloczyn relacji r_2 i r_3 spełniają takie i tylko takie krotki $[x_1, x_2, x_3, x_4, x_5]$ (przez x_i oznaczono tu wartość zaobserwowaną zmiennej informacyjnej

X_i , należąca do S_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$, dla których $[x_2, x_4] \in r_2$ i $[x_1, x_3, x_5] \in r_3$.

Następną relacją nadrzędną niech będzie:

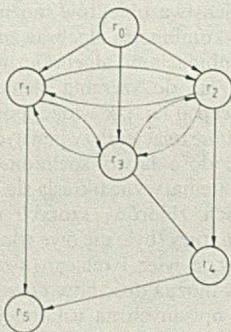
$$r_5 = r_1 \cup r_4 = r_1 \cup (r_2 \cap r_3).$$

Sumę relacji r_1 i r_4 spełniają takie i tylko takie krotki $[x_1, x_2, x_3, x_4, x_5]$, dla których $[x_1, x_2] \in r_1$ lub $[x_1, x_2, x_3, x_4, x_5] \in r_4$.

Ze struktury relacji r_5 wynika też schemat postępowania decyzyjnego:

- należy stwierdzić, czy są spełnione relacje r_1, r_2 i r_3 ,
- należy stwierdzić, czy jest spełniona relacja r_4 ,
- należy stwierdzić, czy jest spełniona relacja r_5 .

Schemat ten można przedstawić w postaci grafu (rys. 1), w którym węzły odpowiadają algorytmom testowania poszczególnych relacji, a luki – logicznej kolejności algorytmów. Na rysunku r_0 oznaczono tzw. relację trywialną (spełnialną przez dowolną krotkę), która odpowiada sytuacji początkowej. Każda droga w grafie, która prowadzi od r_0 do r_5 przez wszystkie pozostałe węzły (tzw. droga Hamiltona) ilustruje określoną strategię analizy strukturalnej obiektu dokonywanej w sposób sekwencyjny. Jak łatwo sprawdzić, istnieje tu 6 takich dróg, gdyż tyle jest dopuszczalnych kolejności testowania relacji r_1, r_2 i r_3 . Relacje te tworzą w grafie podgraf zupełny (tzw. klikę), co wskazuje na możliwość realizacji pewnych działań w trybie równoległym. Tak więc, algebraiczne podejście do strukturalnej analizy obiektów stwarza większą szansę skonstruowania efektywnych algorytmów analizy niż podejście lingwistyczne. Graf logicznej kolejności działań pozwala wybrać strategię postępowania minimalizującą czas obliczeń, a testowanie poszczególnych relacji polega na sprawdzaniu określonych cech badanych obiektów, ma więc najczęściej interpretację zrozumiałą dla użytkownika.



Rys. 1. Przykładowy graf strukturalnej analizy obiektu

Rekonstrukcja relacji

Istota automatycznego rozpoznawania obiektów, zarówno dokonywanego metodami analizy strukturalnej, jak i metodami bardziej tradycyjnymi, sprowadza się do tego, by na podstawie pewnej serii obiektów o ustalonej przynależności do klas podobieństwa skonstruować algorytm, który pozwoliłby, z minimalnym ryzykiem błędu, przypisać klasę podobieństwa innemu obiektowi. Cóż to oznacza jednak, iż jakieś dwa obiekty należą do tej samej klasy podobieństwa? Oznacza to, że w pewnym zbiorze obiektów została określona pewna szczególna relacja, zwana relacją podobieństwa, którą w szczególności spełniają dane dwa obiekty. Relacjami podobieństwa w matematyce nazywa się wszelkie takie relacje dwuargumentowe, które spełniają trzy postulaty:

- 1) zwrotność: każdy obiekt jest podobny sam do siebie;
- 2) symetria: jeśli A jest podobne do B , to B jest podobne do A , dla dowolnych obiektów A, B ;
- 3) przechodniość: jeśli A jest podobne do B i B jest podobne do C , to A jest podobne do C , dla dowolnych obiektów A, B, C .

Jedną z właściwości relacji podobieństwa jest właśnie podział zbioru obiektów, na którym relację tę określono, na parami rozłączne podzbiory, zwane klasami podobieństwa, takie, iż dwa dowolne obiekty z tej samej klasy są wzajemnie podobne, a dwa dowolne obiekty z różnych klas nie spełniają relacji podobieństwa. Oczywiście, jak każde pojęcie matematyczne, tak i to można dopasować do rzeczywistości jedynie z pewnym przybliżeniem. Na przykład, zespoły symptomów chorobowych

mogą niekiedy wydawać się podobne, choć odpowiadają one różnym jednostkom chorobowym (co może okazać się dopiero po pewnym czasie). W takich przypadkach rozpoznawanie automatyczne musi odwoływać się do modeli wnioskowania statystycznego lub ogólniej – niedeterministycznego. Trzeba tu jednak zwrócić uwagę na inny aspekt zagadnienia: jeśli potrafimy wykorzystać komputer do automatycznego wykrywania relacji podobieństwa między obiektami, to czy nie można by wykorzystać go do automatycznego wykrywania relacji dowolnego typu?

Od strony praktycznej problem przedstawiałby się zatem następująco:

- dany jest ciąg obiektów $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_K$ określonego typu, zwany ciągiem uczącym; o niektórych zespołach (parach, trójkątach uporządkowanych itp.) elementów tego ciągu wiadomo, że spełniają one pewną relację R , której ogólna postać nie jest a priori znana;
- obserwujemy kolejne obiekty: $\omega_{K+1}, \omega_{K+2}, \dots, \omega_{K+k}$;
- należy skonstruować algorytm postępowania, które pozwalałoby stwierdzić, które zespoły elementów wziętych z połączonych ciągów $\omega_1, \dots, \omega_K, \dots, \omega_{K+k}$ spełniają relację R , przy czym algorytm ten:

- a) powinien podejmować bezbłędne decyzje dla wszystkich poznanych już syndromów relacji R ,
- b) przy k rosnącym nieograniczenie i uzupełnianiu informacji o podjętych już decyzjach powinien gwarantować zbieżność ciągu podejmowanych decyzji do ciągu decyzji podejmowanych z minimalnym ryzykiem błędu.

Tak sformułowany problem nazywa się rekonstrukcją relacji (w pracy [6] problem ten nazwano rozpoznawaniem relacji, co wydaje się jednak terminem mniej trafnym). Następujący przykład zilustruje praktyczną przydatność rekonstrukcji relacji w badaniach eksperymentalnych.

Przypuśćmy, że mamy do dyspozycji pewną liczbę ziół leczniczych o różnych zawartościach substancji czynnych biologicznie. Z ziół tych zamierzamy skomponować mieszankę przeznaczoną na lek przeciw nadciśnieniu tętniczemu, mający możliwie małe oddziaływanie uboczne. Oznaczmy przez $Z = [z_1, z_2, \dots, z_n]$ skład procentowy n -składnikowej mieszanki ziołowej. Przypuśćmy, że skomponowano wstępnie K takich mieszanek o składach $Z^{(1)}, \dots, Z^{(K)}$, poddano je badaniom i stwierdzono, że niektóre z nich mają lepsze właściwości niż inne. Inaczej mówiąc, stwierdzono, że pewne pary elementów ciągu uczącego $[Z^{(i)}, Z^{(j)}]$, $i, j \in [1, 2, \dots, K]$, spełniają relację $Z^{(i)} R Z^{(j)}$, którą w tym przypadku odczytujemy jako „ $Z^{(i)}$ jest lepsze niż $Z^{(j)}$ ”. Jest możliwe skomponowanie następnych mieszanek o składach $Z^{(K+1)}, \dots, Z^{(K+k)}$. Należy skonstruować algorytm, który umożliwiłby przewidywanie a priori, które z nowych mieszanek mogą okazać się lepsze niż pozostałe (w tej liczbie – niż mieszanki już zbadane). Algorytm ten ma zatem oszczędzić szukania po omacku nowych mieszanek i umożliwić wybranie rozwiązania bardziej perspektywicznych od pozostałych, nim jeszcze zostaną wykonane pełne badania laboratoryjne. Jak łatwo spostrzec, idzie tu o zrekonstruowanie relacji częściowego uporządkowania zbioru wektorów w przestrzeni n -wymiarowej, przy czym wektory te charakteryzują się tym, że mają nieujemne składowe, a suma ich składowych jest równa 100.

Powstaje pytanie, w jaki sposób można rozwiązywać zadania podanego typu? Podobnie jak w rozpoznawaniu obiektów nie ma tu jednej, uniwersalnej reguły postępowania. Jedno z możliwych podejść polega na przyjęciu tzw. hipotezy zwartości (analogicznej do tej, która jest podstawą niektórych metod rozpoznawania obiektów):

W najbliższym otoczeniu każdego syndromu spełniającego relację R znajdują się inne syndromy spełniające tę relację.

Jeśli uznać, że hipoteza zwartości jest słuszna, dany jest obiekt $Z^{(K+1)}$ oraz pewien syndrom $[Z^{(i)}, Z^{(j)}]$, o którym wiadomo, że spełnia relację R i taki, że $Z^{(i)}$ znajduje się w „bliskim otoczeniu” $Z^{(K+1)}$, to mamy pewne podstawy przypuszczać, że syndrom $[Z^{(K+1)}, Z^{(j)}]$ także spełnia relację R . Metoda rekonstrukcji relacji byłaby w tym przypadku odpowiednikiem metody rozpoznawania według reguły „najbliższego sąsiada”. Oczywiście, jest to metoda heurystyczna, dlatego też jej skuteczność w określonej dziedzinie zastosowań musi być przedmiotem odrębnych badań.

Poszukując metody rozwiązania problemu w sytuacjach ogólniejszych warto uświadomić sobie, jak postąpilibyśmy w podobnej sytuacji nie mając do dyspozycji komputera. Rekonstrukcja relacji, zależności, związków itp. należy do działań twórczych, w których angażujemy niekiedy całą naszą inteligencję i wiedzę. Jedną ze stosowanych metod polega na stawianiu kolejnych hipotez, w miarę prawdopodobnych, weryfikowaniu ich i odrzucaniu tak długo, aż wreszcie pozostaje hipoteza, która przy danym poziomie wiedzy nie daje się podważyć. Taką hipotezę przyjmuje się jako hipotezę roboczą, objaśniającą daną relację lub zależność. W przypadku komputerowej rekonstrukcji relacji możemy zatem próbować odtworzyć podobną metodę postępowania. Oczywiście, zarówno w tym, jak i w każdym innym przypadku komputer nie przekroczy możliwości umysłu ludzkiego, a więc odtworzenie działania umysłu może być tylko częściowe, uproszczone. Rozważmy zatem następujący przykład.

Przypuśćmy, że badanymi obiektami są uporządkowane trójki punktów na płaszczyźnie dyskretnej. Każdy punkt r jest opisany przez jego współrzędne $[x, y]$ przyjmujące wartości całkowite z przedziału od 1 do 512. Jako przykład syndromu spełniającego relację R przedstawiono początkowo obiekt:

$$\omega_1 = [[20, 10], [10, 10], [10, 30]]$$

Na podstawie analizy jego składowych formułujemy hipotezę

H_1 : relację R spełniają takie syndromy $[[x_i, y_i], [x_j, y_j], [x_k, y_k]]$, że $x_i > y_i = x_j = y_j = x_k < y_k$

Rejestrujemy następny obiekt:

$$\omega_2 = [[30, 10], [20, 10], [20, 30]]$$

Powstaje pytanie, czy jest on syndromem relacji R ? Zgodnie z hipotezą H_1 odpowiedź systemu brzmi: „nie”. Załóżmy jednak, że trener poprawia tę odpowiedź podpowiadając: „tak”. Trzeba wówczas zastąpić H_1 hipotezą ogólniejszą, na przykład:

H_2 : relację R spełniają takie syndromy, że $x_i > y_i = y_j$ i $x_j = x_k < y_k$

Rejestrujemy kolejny obiekt:

$$\omega_3 = [[10, 30], [10, 50], [25, 50]]$$

Czy spełnia on relację R ? Zgodnie z hipotezą H_2 odpowiedź systemu brzmi: „nie”. Trener poprawia jednak i tę decyzję na „tak”, H_2 trzeba zatem zastąpić ogólniejszą hipotezą, na przykład:

H_3 : relację R spełniają takie syndromy, że:

$$y_i = y_j \text{ i } x_j = x_k \text{ lub} \\ x_i = x_j \text{ i } y_j = y_k$$

Kolejny obiekt ma postać:

$$\omega_4 = [[59, 71], [59, 122], [121, 122]]$$

Zgodnie z H_3 system stwierdza, że ω_4 spełnia relację R , trener decyzję tę potwierdza itd. Została w tym przypadku zrekonstruowana relacja spełniana przez takie trójki punktów na płaszczyźnie, które wyznaczają kąty proste o ramionach zorientowanych równoległe do osi x, y .

Przykład ten ilustruje, jakie trudności pojawiają się przy rekonstruowaniu bardziej złożonych relacji: formułowanie hipotez jest aktem twórczym trudno poddającym się algorytmizacji. Zadania tego typu kwalifikują się zatem do rozwiązywania w trybie dialogowym: człowiek powinien formułować hipotezy, komputer może służyć jako narzędzie do sprawdzania hipotez na podstawie obszernego materiału doświadczalnego.

LITERATURA

- [1] Ajvazjan S.A. i in.: Prikladnaja statistika, t. 3. Klassifikacija i szatie razmernosti. Finansy i Statistika, Moskwa 1989
- [2] Fu K.S.: Syntactic Methods in Pattern Recognition. Acad. Press, New York, 1974
- [3] Kulikowski J.L.: Rozpoznawanie obrazów jako problem statystyczny, [w]: Wybrane zagadnienia elektroniki i telekomunikacji (praca zbiorowa). PWN, Warszawa, 1968
- [4] Kulikowski J.L.: Niektóre problemy strukturalnej analizy obrazów złożonych. Arch. Aut. i Telemech. t. XV, z. 3, 1970
- [5] Kulikowski J.L.: Cybernetyczne układy rozpoznające. PWN, Warszawa, 1972
- [6] Kulikowski J.L.: Structural Analysis of Biomedical Data. Biocybernetics and Biomedical Engineering. Vol. 7, No. 1-4, 1987
- [7] Miclet L.: Structural Methods in Pattern Recognition. North Oxford Academic, Oxford, 1986
- [8] Tou J.T.: Pattern Recognition Principles. Addison-Wesley Reading (MA), 1974
- [9] Vasiljev V.I.: Raspoznajuščije sistemy. Spravočnik. Naukova Dumka, Kiev, 1983.

KARTY PRZETWORNIKÓW ANALOGOWO-CYFROWYCH do komputerów IBM XT/AT/386 Podzespoły ANALOG DEVICES MAXIM BURR BROWN

- 12, 14, 22 bity
- izolacja galwaniczna
- pamięć buforowa
- praca „w tle”

próbkowanie do 1 MHz!!!

KARTY PROCESORÓW SYGNAŁOWYCH TMS320C25 MOTOROLA 56001 AT&T DSP32C

Bogate oprogramowanie
Kompleksowa obsługa zamówień
Serwis ★ Gwarancja ★ Pomoc w instalacji

PRACOWNIA USŁUG INFORMATYCZNYCH
I KOMPUTEROWYCH 'CONVERT'
50-412 Wrocław, ul. Mazowiecka 17,
telefon 300-11 w. 210, telefaks 44-85-66

0/4/91

Terminologia

Systemy eksperckie czy ekspertowe?

W polskiej literaturze informatycznej upowszechniły się dwa równoważne znaczeniowo, lecz konkurujące ze sobą terminy: systemy eksperckie i systemy ekspertowe. Pierwszy z nich, wcześniej wprowadzony i szerzej stosowany, jest typową „kalką językową” terminu angielskiego *expert systems*. Niestety, jest on utworzony niezgodnie z regułami słowotwórczymi języka polskiego. Zgodnie z tymi regułami bowiem przymiotniki tworzone od nazw zawodów lub funkcji kończących się na *-t* powinny mieć końcówkę *-cki*, a nie *-towy*. Na przykład: *student* – *studentcki* (a nie *studentowy*), *konsultant* – *konsultancki* (a nie *konsultanctowy*), a więc także: *ekspert* – *ekspertcki*, a nie *ekspertowy*. Końcówkę *-towy* lub *-dowy* przyjmują jedynie przymiotniki utworzone od rzeczowników nieżywotnych, na przykład: *sport* – *sportowy*, *wariant* – *wariantowy* itp., jednakże w interesującym nas przypadku reguła ta nie ma zastosowania. Gdyby natomiast nazwę polskiego przymiotnika wy-

wieść bezpośrednio z łacińskiego *expertus* – *doświadczony*, mający *doświadczenie*, to przymiotnik polski powinien brzmieć: *ekspertalny*, ponieważ byłby utworzony na podobnej zasadzie jak: *optimus* – *optymalny*, *maximus* – *maksymalny*, *natus* – *natalny* itp. Oczywiście, wprowadzenie terminu *systemy ekspertalne* spowodowałoby jeszcze większy zamęt terminologiczny, pozostawimy zatem przy językowo poprawnym terminie: *systemy eksperckie*.

Wyjaśnijmy także, że systemy eksperckie stanowią podklasę *systemów doradczo-decyzyjnych*. Ten ostatni termin w informatyce używany jest od lat siedemdziesiątych i odnosi się do znacznie szerszej klasy systemów informatycznych niż systemy eksperckie.

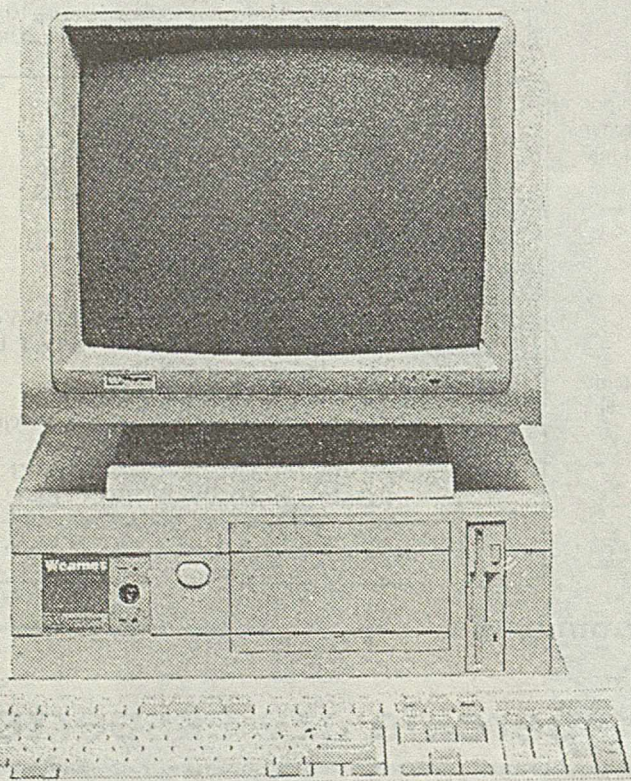
JULIUSZ LECH KULIKOWSKI

KOMPUTER Z WBUDOWANĄ PRZYSZŁOŚCIĄ

Komputer zaprojektowany przez czołowego światowego producenta mikrokomputerów – firmę ADVANCED LOGIC RESEARCH i wyprodukowany przez firmę WEARNES TECHNOLOGY.

Komputer, którego możliwości i cena oszałamiają konkurencję.

Komputer, który nie zestarzeje się, dzięki możliwości rozbudowy do architektury 386SX i 486.



Dane techniczne:

SERIA WEARNES BOLDLINE „M”

- Procesor 80286 – 12.5 Mhz
- Pamięć 1 MB RAM, możliwość rozbudowy do 16 MB (5 MB na płycie głównej)
- BIOS Phoenix
- Napęd dyskietek 3,5" 1,44 MB
- Zasilacz 110 Watt
- Klawiatura 101 klawiszy
- Podstawa dla koprocatora matematycznego 80287
- Wbudowany sterownik dyskowy z przeplotem 1:1
- Port szeregowy i równoległy
- 40 MB dysk sztywny
- Możliwość korzystania z EMS 4.0
- Obudowa typu „compact”
- Miejsce na dwa napędy 5,25" o wysokości 1/2
- Podręcznik i dyskietka z programem konfiguracyjnym
- Opcjonalna rozbudowa do 386SX i 486
- 12-miesięczna gwarancja

BOLDLINE COMPUTERS
GRUPA MICOMP-TECH
Biuro Informacji Techniczno-Handlowej
ul. Astrów 7, 40-045 Katowice
telefon i telefaks: 518-628
teleks: 315687 COMP PL

DYSTRYBUTORZY:
PTH „TECHMEX”
43-300 Bielsko-Biała
ul. M. Curie Skłodowskiej 13
tel.: 42-198, 47-555, telefaks: 47-624,
teleks: 35325

Niekonwencjonalne metody rozpoznawania w komputerowo wspomagannej diagnostyce medycznej

Metody rozpoznawania obiektów są od dawna wykorzystywane w komputerowo wspomagannej diagnostyce medycznej. Wynika to z faktu, iż zadanie rozpoznawania przy właściwej interpretacji pojęć: obiekt (pacjent), cechy (symptomy, dane kliniczne) i klasa (stan, jednostka chorobowa), jest tożsame z zadaniem diagnostyki medycznej, a zatem wprost przenoszą się tutaj znane w tej teorii metody i algorytmy. Jednak w wielu praktycznych sytuacjach związanych z komputerowo wspomaganą diagnostyką klasyczne metody rozpoznawania okazują się mało efektywne lub wręcz niewystarczające. Z jednej strony jest to spowodowane złożonym opisem obiektu rozpoznawania (pacjenta, organu, procesu itp.), z drugiej zaś występowaniem różnorodnej informacji o rozpatrywanym problemie decyzyjnym. Na informację tę składają się zarówno dane obiektywne, sformalizowane, pochodzące z obserwacji pojedynczych przypadków, bądź stanowiące określone prawidłowości i regularności wynikające ze znanych praw właściwych dla rozważanego zagadnienia, a także wiedza nieformalna, często subiektywna, niejednoznaczna, nierzadko sprzeczna, uzyskana od specjalistów z danej dziedziny medycyny. Ma ona najczęściej postać reguł wiążących bezpośrednio obserwacje z decyzjami lub łańcucha wnioskowań, w którym występują nie tylko symptomy i decyzje, lecz uwidacznia się także patomechanizm danego przypadku.

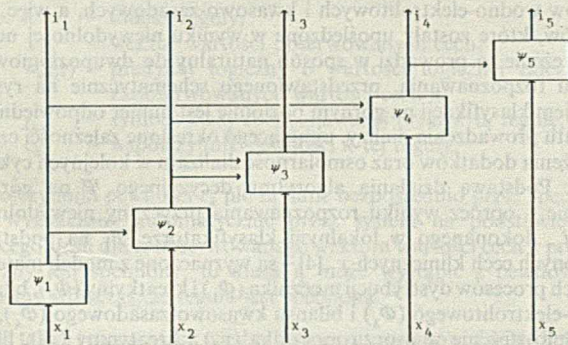
Wszystko to powoduje, iż w komputerowo wspomagannej diagnostyce medycznej stosuje się coraz bardziej złożone techniki. Są to albo specjalne i odpowiednio skomplikowane metody rozpoznawania (np. złożony model problemu decyzyjnego, który pełniej opisuje konkretną

rzeczywistość) oparte na klasycznych metodologiach klasyfikacji [2], albo też tzw. metody doradcze wykorzystujące odpowiednią reprezentację wiedzy o diagnozowanym przypadku.

W artykule przedstawiono koncepcje trzech niekonwencjonalnych technik rozpoznawania, stanowiących formalizm częstych w praktyce klinicznej problemów decyzyjnych. Jest to rozpoznawanie wielozadaniowe, rozpoznawanie dwupoziomowe oraz rozpoznawanie z wykorzystaniem reprezentacji wiedzy i materiału doświadczalnego. Każdą z wymienionych metod zilustrowano praktycznym przykładem zastosowań w diagnostyce medycznej. Należy podkreślić, że przedstawione charakterystyki metod są z konieczności dość pobieżne, po części opisowe i nie do końca sformalizowane. Czytelnik zainteresowany szczegółami znajdzie je w odnośnej literaturze.

Rozpoznawanie wielozadaniowe

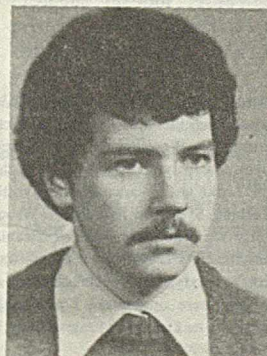
Jeden z dość częstych w praktyce problemów rozpoznawania polega na wieloletniej klasyfikacji obiektu, przy czym kolejne zadania stanowią rozpoznawanie tego obiektu z różnych punktów widzenia. Oznacza to, że w każdym z zadań różny jest podział obiektu na klasy, różna jest liczba klas oraz różne jest ich znaczenie, a wspólny jest jedynie klasyfikowany obiekt. Przykładem może być tutaj zadanie diagnostyki medycznej i wyboru terapii, w którym pacjent jako obiekt rozpoznawania podlega sekwencji decyzji lekarskich. W pierwszym kroku należy odpowiedzieć na pytanie o rodzaj choroby, w drugim wyznaczyć jej stadium. Obydwa etapy oznaczają zadanie diagnostyki medycznej, które na ogół nie jest celem ostatecznym, ale służy jako podstawa do wyznaczenia odpowiedniej terapii. Tak więc trzeci etap klasyfikacji może oznaczać dobór rodzaju schematu leczenia, a czwarty z kolei, sposób ewentualnego zmodyfikowania tego schematu wynikającego z indywidualnego stanu pacjenta, zaobserwowanego w trakcie leczenia. Formalizm, którym się tutaj posłużymy, będziemy nazywać rozpoznawaniem wielozadaniowym [1]. Jego cechą charakterystyczną jest fakt, iż kolejne zadania rozpoznawania nie są niezależne, jak również nie mogą być realizowane w dowolnej kolejności. Poszczególne kroki klasyfikacji tworzą hierarchię zadań, która wynika z wzajemnej zależności rezultatów rozpoznawania, i która wyznacza również kolejność ich realizacji. W rozpoznawaniu wielozadaniowym n -te zadanie klasyfikacji nie jest z góry określone, ale dla każdego rozpoznawanego obiektu zmienia się w zależności od wyników rozpoznawania w poprzednich zadaniach. Wyniki dotychczasowych klasyfikacji określają bowiem liczbę i charak-



Rys. 1. Schemat decyzyjny zadania diagnozy i terapii chłoniaków nieziarniczych



Doc. dr hab. inż. Marek KURZYŃSKI ukończył w 1972 r. studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej. W 1974 r. uzyskał stopień dr. n.t. w Instytucie Cybernetyki Technicznej Pol. Wr., a w 1987 r. stopień dr. hab. w dziedzinie automatyki robotyki na Wydziale Automatyki i Informatyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Jest pracownikiem Instytutu Sterowania i Techniki Systemów Pol. Wr., w którym pełni funkcję zastępcy dyrektora. Zainteresowania naukowe obejmują między innymi metodologię rozpoznawania obrazów wraz z zastosowaniami w komputerowym wspomaganym decyzji medycznych.



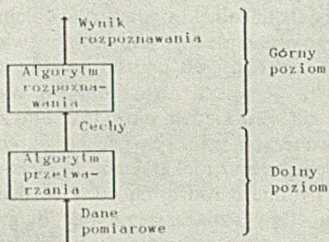
Mgr inż. Jerzy SAS ukończył w 1984 r. studia na Wydziale Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej. Od tej pory pracuje w Instytucie Sterowania i Techniki Systemów Politechniki Wrocławskiej. Zajmuje się problemami rozpoznawania z równoczesnym wykorzystaniem reprezentacji wiedzy i ciągu uczącego. Brał udział w realizacji kilku systemów dla potrzeb diagnostyki medycznej opartych na bazie wiedzy, m.in. do wspomaganego dializy otrzewnowej, do diagnozowania nadciśnienia tętniczego oraz do wspomaganego terapii chłoniaków nieziarniczych.

ter klas w n -tym zadaniu. Tak więc zależność między kolejnymi zadaniami w rozpoznawaniu wielozadaniowym nie sprowadza się do prostej zależności typu cechy-klasa, tzn. dotychczasowe wyniki klasyfikacji nie tylko stanowią dodatkowe cechy wykorzystywane w następnych zadaniach, lecz zależność ta ma bardziej złożony charakter. Przykładowo, w zadaniu diagnostyki medycznej zbiór możliwych schematów leczenia zależy od rozpoznanej choroby oraz od jej stadium.

Przedstawioną koncepcję rozpoznawania zastosowano do komputerowo wspomaganego rozpoznawania i terapii chłoniaków nieziarniczych (non-Hodgkin lymphoma). Schemat decyzyjny zadania przedstawiono na rys. 1, na którym Ψ_{1-5} oraz i_{1-5} oznaczają odpowiednio algorytmy i wyniki kolejnych zadań decyzyjnych o następującym sensie i znaczeniu. W pierwszym zadaniu należy określić typ chłoniaka (np. immunoblastyczny, limfoblastyczny, Burkitta), w drugim jego stadium, w trzecim postać nowotworu, w czwartym z kolei należy wyznaczyć terapię w postaci konkretnego schematu leczenia, w piątym wreszcie – określić ewentualną modyfikację przyjętego schematu. W każdym z zadań decyzję podejmuje się na podstawie określonych cech klinicznych (x_{1-5}). Przykładowo, x_1 oznaczają wyniki badań cytologicznych oraz badań struktury tkanki nowotworowej.

Rozpoznawanie dwupoziomowe

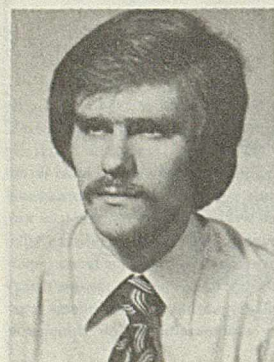
W wielu praktycznych zadaniach rozpoznawania zdarza się, że cechy obiektu nie mogą być mierzone wprost, lecz są wynikiem przetwarzania innych danych pomiarowych. Prowadzi to do struktury klasyfikatora przedstawionej na rys. 2. Przetwarzanie na dolnym poziomie może mieć rozmaity charakter. Może to być wstępna obróbka danych (np. filtracja), może ono oznaczać pomocnicze, lokalne rozpoznawanie, może także stanowić identyfikację, tj. eksperymentalne wyznaczenie modelu (opisu) matematycznego obiektu. W tym ostatnim przypadku istotne jest poznanie zjawisk i mechanizmów zachodzących w diagnozowanym obiekcie, gdyż model badanego obiektu (organu, układu, procesu) jest dalej wykorzystywany do rozpoznawania jego stanów.



Rys. 2. Dwupoziomowy system rozpoznawania

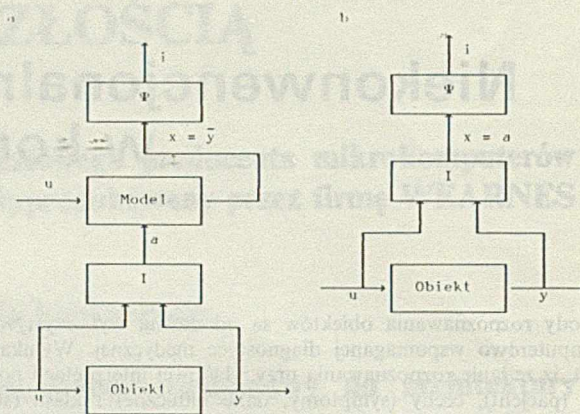
Analiza różnych praktycznych sytuacji doprowadziła do wyodrębnienia następujących przypadków uzasadniających celowość lub konieczność zastosowania modelowania i identyfikacji, a tym samym do sprecyzowania bardziej szczegółowej koncepcji rozpoznawania przez identyfikację [1]:

1. Cechy do rozpoznawania mogą być wyliczone z modelu obiektu na podstawie wyników pomiarów jego wielkości wejściowych i wyjściowych. Jeśli dane pomiarowe pochodzą z badań obejmujących dużą grupę pacjentów, to otrzymamy model uniwersalny, opisujący określony proces lub zjawisko nie związane z konkretnym organizmem, ale charakterystyczne dla całej grupy pacjentów. Gdy z kolei identyfikacja



Mgr inż. Edward PUCHAŁA ukończył w 1978 r. studia o specjalności automatyka na Wydziale Elektrycznym Politechniki Wrocławskiej. W latach 1978–1982 pracował w Instytucie Cybernetyki Technicznej, a od 1982 roku jest pracownikiem Instytutu Sterowania i Techniki Systemów Politechniki Wrocławskiej. Zajmuje się problemami rozpoznawania obrazów i identyfikacji, szczególnie ich zastosowaniami w diagnostyce medycznej. W zakresie tym jest autorem i współautorem opracowań i publikacji prezentowanych m.in. na krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych.

dotyczy konkretnego osobnika, to otrzymamy model indywidualny opisujący jedynie określone zjawisko zachodzące w tym konkretnym organizmie i na ogół nieprawdziwy dla innych pacjentów. Rozpatrywany przypadek (dla obu sytuacji zbierania danych) zilustrowano na rys. 3a.



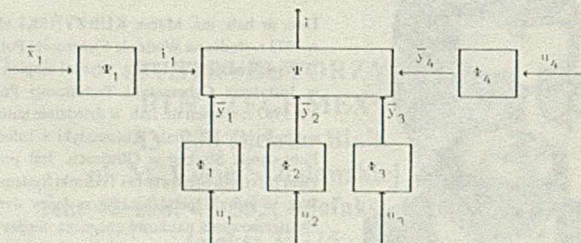
Rys. 3. Dwupoziomowy system rozpoznawania: a) przez modelowanie, b) przez identyfikację;

Ψ – algorytm rozpoznawania, I – algorytm identyfikacji, i – wynik rozpoznawania, x – cechy, a – parametry modelu, u – wejście obiektu, y – wyjście obiektu, \tilde{y} – wyjście modelu

2. Cechami do rozpoznawania są wartości parametrów modelu wyznaczone w wyniku identyfikacji. Przypadek ten zilustrowano na rys. 3b. Gdy jest znana postać modelu podającego związek między wejściem a wyjściem obiektu, to układ identyfikacji pełni tu funkcję systemu pomiarowego cech, których bezpośrednio zmierzyć nie można.

Przedstawioną ideę rozpoznawania dwupoziomowego można prosto rozwinąć i rozpatrywać złożony system diagnostyczny z wieloma lokalnymi identyfikatorami, jak również klasyfikatorami na dolnym poziomie. Praktycznym przykładem ilustrującym właśnie taką ogólną koncepcję rozpoznawania dwupoziomowego niech będzie zadanie sterowania procesem dializy otrzewnej (PDO).

Komputerowo wspomaganie prowadzenie PDO umożliwiła zindywidualizowane dobieranie jej parametrów dla każdego przypadku, w zależności od charakteru i dynamiki zmian stężeń toksyn mocznicowych, bilansu wodno-elektrolitowych i kwasowo-zasadowych, a więc tych procesów, które zostały upośledzone w wyniku niewydolności nerek. Spostrzeżenie to prowadzi w sposób naturalny do dwupoziomowego systemu rozpoznawania, przedstawionego schematycznie na rys. 4. Wynikiem klasyfikacji na górnym poziomie jest numer odpowiedniego schematu prowadzenia dializy, ujmującego określone zależności czasowe, stężenia dodatków oraz osmolarność dializatu w kolejnych cyklach dializy. Podstawą działania algorytmu decyzyjnego Ψ na górnym poziomie – oprócz wyniku rozpoznawania przyczyny niewydolności nerek i_1 , dokonanej w lokalnym klasyfikatorze Ψ_1 na podstawie określonych cech klinicznych \tilde{x}_1 [4] – są wyznaczone z modeli matematycznych procesów dystrybucji mocznika (Φ_1) i kreatyniny (Φ_2), bilansu wodno-elektrolitowego (Φ_3) i bilansu kwasowo-zasadowego (Φ_4), odpowiednio stężenie w osoczu mocznika (\tilde{y}_1) i kreatyniny (\tilde{y}_2), liczba jonów sodu (\tilde{y}_3) oraz niedobór zasad (\tilde{y}_4). Analiza charakteru i mechanizmów rozważanych procesów umożliwia określenie postaci ich modeli oraz koncepcji identyfikacji, a w szczególności sposobu zbierania informacji o tych procesach w celu wyznaczenia odpowiednich parametrów w ich matematycznym opisie [3].



Rys. 4. Dwupoziomowy system sterowania procesem dializy otrzewnej

Rozpoznawanie z materiałem doświadczalnym i reprezentacją wiedzy

Zastosowanie w praktyce klinicznej konwencjonalnych metod rozpoznawania napotyka zwykle trudności spowodowane skąpością dostępnego materiału doświadczalnego. W złożonych problemach diagnostycznych, wymagających rozpatrzenia wielu cech diagnozowanego przypadku, do uzyskania zadowalającej trafności decyzji diagnostycznych materiał w postaci historii chorób musi być bardzo liczny. Istnieje zatem potrzeba wykorzystania innego niż materiał doświadczalny źródła informacji o zależnościach między obserwowanymi symptomami a schorzeniami. Takim źródłem informacji jest wiedza pozyskana od lekarzy-ekspertów w danej dziedzinie. Informacja ta przekształcona do odpowiedniej reprezentacji i zgromadzona w bazie wiedzy stanowi podstawę działania diagnostycznego systemu doradczego.

Istnieje wiele systemów doradczych ogólnego zastosowania pozwalających definiować użytkownikowi problemową bazę wiedzy. Specyficzną cechą medycznych problemów diagnostycznych jest występowanie istotnych charakterystyk niepewności podawanych informacji, które muszą być wyrażone i przetwarzane w odpowiednim komputerowym systemie diagnostycznym. Zwykle jednak lekarz-ekspert nie potrafi dokładnie ocenić stopnia niepewności podawanych przez siebie faktów. Nie można więc bezpośrednio zastosować systemów doradczych wymagających jawnego podania współczynników pewności dla faktów i reguł w bazie wiedzy.

Wspomniane problemy doprowadziły do opracowania podejścia, w którym równocześnie wykorzystuje się wiedzę specjalisty i materiał doświadczalny. Materiał ten służy do wyznaczenia współczynników pewności faktów i reguł uzyskanych od specjalisty. Współczynniki pewności są wyznaczane tak, aby zapewnić zminimalizowanie liczby błędnych decyzji dla przyjętego algorytmu rozpoznawania na podstawie reprezentacji wiedzy. Odpowiednie procedury optymalizacji oparte na metodach programowania liniowego całkowitoliczbowego podano w [5].

Zależności między obserwowanymi symptomami (cechami opisującymi rozpoznawane przypadki) a rozpoznaniem (klasami, do których te przypadki należą) są określone za pomocą reprezentacji wiedzy stanowiącej zbiór reguł rozpoznawania o postaci:

JEŚLI $w_k(x)$ to j_k Z PEWNOŚCIĄ c_k

gdzie: k – indeks reguły,
 x – wektor wartości obserwowanych cech,
 $w_k(x)$ – predykat logiczny o wartości logicznej zależnej od zaobserwowanych wartości cech x ,
 j_k – symbol klasy rozpoznawanej przez k -tą regułę,
 c_k – współczynnik pewności k -tej reguły.

Współczynniki pewności c_k nie są dane bezpośrednio przez specjalistę, lecz wyznaczane automatycznie przez system na podstawie ciągu uczącego. Jeśli dla zaobserwowanego wektora wartości cech x predykat logiczny jest spełniony, to klasa j_k może wystąpić z pewnością c_k . Powiemy wówczas, że reguła jest spełniona.

Dla takiej reprezentacji wiedzy można zaproponować wiele heurystycznych algorytmów poszukiwania decyzji diagnostycznej. W prezentowanym podejściu zastosowano metodę opartą na założeniu, że wystąpienie danej klasy jest tym pewniejsze, im więcej spełnionych w danym przypadku reguł rozpoznawania na nią wskazuje i im większy jest stopień pewności tych reguł. Prowadzi to do następującego algorytmu decyzyjnego:

- dla wszystkich klas j_k wyznacz zbiory reguł o spełnionych predykatach i rozpoznających tę samą klasę,
- w poszczególnych zbiorach reguł wyznacz sumy współczynników pewności c_k ,
- rozpoznawana jest ta klasa, dla której wyznaczona suma jest maksymalna.

Realizacja przedstawionej metody rozpoznawania wymaga określenia języka opisu zadania rozpoznawania, w którym użytkownik będzie mógł w prosty sposób wprowadzić swoje reguły rozpoznawania lub zmodyfikować istniejącą bazę wiedzy. W zrealizowanym systemie komputerowym działającym na podstawie przedstawionej metody

zastosowano prosty język umożliwiający wyrażenie reguł rozpoznawania. Składnia języka w notacji BNF jest następująca (półgrubym drukiem zaznaczono słowa kluczowe):

```

<opis_zadania> ::= [<deklaracja typów>] <deklaracja cech>
                                     <deklaracja klas> <reguły end>
<deklaracja typów> ::= types <lista typów>
<lista typów> ::= <typ> | <typ> <lista typów>
<typ> ::= <identyfikator> = (<lista identyfikatorów>);
<lista identyfikatorów> ::= <identyfikator> |
                                     <identyfikator>, <lista identyfikatorów>
<deklaracja cech> ::= features <lista deklaracji>
<lista deklaracji> ::= <deklaracja> |
                                     <deklaracja> <lista deklaracji>
<deklaracja> ::= <identyfikator cechy> : <identyfikator typu>;
<identyfikator cechy> ::= <identyfikator>
<identyfikator typu> ::= <identyfikator>
<deklaracja klas> ::= classes <lista identyfikatorów>
<reguły> ::= rules <lista reguł>
<lista reguł> ::= <reguła> | <reguła> <lista reguł>
<reguła> ::= <formuła> then <identyfikator klasy>
                                     [certainty <liczba>];
<formuła> ::= <formuła prosta> |
                                     <formuła prosta> ⇒ <formuła prosta>
<formuła prosta> ::= <składnik> |
                                     <składnik> or <formuła prosta>
<składnik> ::= <czynnik> |
                                     <czynnik> and <składnik>
<czynnik> ::= <czynnik prosty> | not <czynnik prosty>
<czynnik prosty> ::= <formuła elementarna> | (<formuła>)
<formuła elementarna> ::= {<wyrażenia> <r_operator> <wyrażenie>}
<wyrażenia> ::= <a_skladnik> |
                                     <a_skladnik> <a_operator> <wyrażenie>
<a_skladnik> ::= <a_czynnik> |
                                     <a_czynnik> <m_operator> <a_skladnik>
<a_czynnik> ::= <identyfikator cechy> | <identyfikator wartości> |
                                     <identyfikator funkcji> (<wyrażenie>)
                                     <liczba>
<r_operator> ::= <|> | <|> = | <=> | =
<a_operator> ::= = | + | -
<m_operator> ::= * | /
<identyfikator funkcji> ::= sin | cos | arctan | ln | exp | abs

```

Opis zadania rozpoznawania w zastosowanym języku składa się z dwóch części:

- części deklaracyjnej, zawierającej deklarację typów cech (numeryczne lub symboliczne) i deklarację symboli klas,
- ciągu reguł rozpoznawania.

W języku jest możliwe jawne określenie współczynników pewności wybranych reguł. Nie są one modyfikowane w procesie automatycznego wyznaczania współczynników na podstawie materiału doświadczalnego.

Przykładowy opis zadania rozpoznawania w tym języku wygląda następująco:

```

types /* definicja typów cech */
poziom_cisnienia = (niskie, normalne, wysokie);
wystapienie_objawu = (wystepuje, nie_wystepuje);
postep = (nie_ma, wolny, szybki);
features /* deklaracja cech */
cisnienie : poziom_cisnienia;
postep_niewydolności : postep;
zaburzenia_swiadomości : wystapienie;
wiek : numeric;
classes /* deklaracja symboli klas */
nadciśnienie_pierwotne, nadciśnienie_złośliwe;
rules /* zbiór reguł rozpoznawania */
(ciśnienie > duże) or (postep_niewydolności = szybki) and
(zaburzenia_swiadomości = występują)
then nadciśnienie_złośliwe;
(wiek > 30 and (wiek < 50) and (ciśnienie = duże)
then nadciśnienie_pierwotne certainty 0,7;
end

```

dokończenie na s. 25

MEDCOM

CHCESZ ZABEZPIECZYĆ BAZY DANYCH PRZED UTRATĄ INFORMACJI?

CHCESZ ZAPEWNIĆ PRAWIDŁOWĄ PRACĘ

KOMPUTERA * CENTRALI TELEFONICZNEJ * TELEFAKSÓW

W WARUNKACH ZANIKU NAPIĘCIA ZASILAJĄCEGO

kup ZASILACZE BEZPRZERWOWE

naszej produkcji

UPS – 120 (abonenckie centrale
telefoniczne i telefaksy)

UPS – 450

UPS – 850

UPS – 1450

produkcji

AMERICAN POWER CONVERSION:

UPS – 110

UPS – 310

UPS – 400

UPS – 600

UPS – 800

UPS – 1200

produkcji BEST POWER TECHNOLOGY ON – LINE:

500 VA – 18 kVA

Sprzedajemy również

- * AKUMULATORY BEZOBSŁUGOWE, HERMETYCZNE FIRMY PANASONIC do zasilania urządzeń alarmowych, jedyne dopuszczone do używania w pomieszczeniach zamkniętych,
- * GENERATORY PRĄDOTWÓRCZE FIRMY ENDRESS O MOCY OD 1 kVA DO 350 kVA

Twoje problemy w dziedzinie zasilania awaryjnego rozwiążą specjaliści z firmy MEDCOM.

BIURO

Al. Ujazdowskie 26/39

00-478 Warszawa

tel. 628-93-57, teleks 817060

ZAKŁAD PRODUKCYJNO-USŁUGOWY

ul. Bokserska 53

02-690 Warszawa

0/20/90

Informatyka w klinice: standard dokumentacyjny i specjalistyczne zastosowania

Wolumen danych o pacjencie nie zmieniał się od około 200 lat przed naszą erą do końca XVI wieku naszej ery [2]. Na początku XVII wieku dostrzeżono znaczenie dokładnego dokumentowania tak zwanej naturalnej historii choroby. Wiek XIX przyniósł pierwsze próby klasyfikowania schorzeń oraz stosowania statystyki. W pierwszej połowie wieku XX podejmowano dość liczne prace dotyczące numerycznej i statystycznej obróbki danych klinicznych, także z wykorzystaniem ówczesnej technologii, tj. maszyn analitycznych skonstruowanych przez Holleritha [12]. Tak więc narastające potrzeby dokumentowania, gromadzenia i przetwarzania danych o pacjentach są procesem trwającym już od kilkuset lat. Nowoczesne środki techniczne i narzędzia programowe informatyki umożliwiają wykonywanie zadań, które jeszcze kilka lat temu stanowiłyby rodzaj „science fiction”. Pamiętając o historii i potrzebie widzenia perspektywicznego, przedstawiamy własne podejście do zagadnień gromadzenia i przetwarzania danych klinicznych o pacjentach.

W Instytucie Kardiologii Akademii Medycznej w Poznaniu pierwsze próby zastosowania nowoczesnych technologii informatycznych do gromadzenia i przetwarzania danych o pacjentach podjęto w roku 1972. Chodziło wówczas o rejestrowanie w ciągu roku w skali całego miasta wszystkich przypadków świeżego zawału serca.

W roku 1978 wdrożono system KARDIOKOD (od KARDIOlogiczna DOokumentacja Komputerowa), oprogramowany w językach Cobol i Fortran dla komputera Odra 1300 i rutynowo eksploatowany do 1984 roku [7, 8]. W latach 1984–1988 korzystano z komputerów MERA 60 oraz MERA 680, dla których opracowano oryginalne oprogramowanie tworzenia, utrzymywania i użytkowania relacyjnych baz danych ReDs (ang. *Relational Data System*) [9, 10].

Minimum danych medycznych

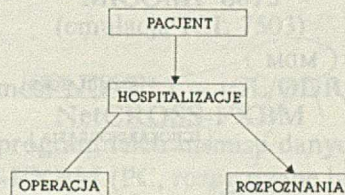
Na początku lat osiemdziesiątych w kilku krajach Europy Zachodniej rozpowszechniła się idea MBDS (ang. *Minimum Base Data Set*), czyli minimalnego zestawu danych medycznych dokumentującego kontakt pacjenta z placówką ochrony (służby) zdrowia [13]. Nasz zespół opracował polską, ukierunkowaną kardiologicznie wersję MBDS [11].



Dr inż. Piotr J. JASIŃSKI, absolwent Politechniki Poznańskiej, jest jej pracownikiem od roku 1973 (obecnie w Instytucie Informatyki PP). Współpracuje z Instytutem Kardiologii w Poznaniu w dziedzinie medycznych systemów informacyjnych. W roku 1979 obronił pracę doktorską, a w roku 1990 opublikował rozprawę habilitacyjną. Od roku 1976 współpracuje z Instytutem Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Jest członkiem Rady Redakcyjnej kwartalnika *Medical Informatics*. Autor ponad 40 publikacji z dziedziny baz danych i wiedzy oraz zastosowań medycznych.

Odpowiednie pliki danych początkowo były utrzymywane oprogramowaniem ReDS na komputerze MERA 680. Po dwóch latach, tj. w roku 1988, zgromadzone dane przeniesiono na mikrokomputery klasy IBM PC i poddano strukturalnym przekształceniom, wynikającym ze zgromadzonych doświadczeń. Obecna (i jak się wydaje na dłuższy okres trwała) struktura logiczna bazy danych MDM (Minimum Danych Medycznych) jest zdefiniowana następująco:

PACJENT (pid, nazwisko, imię, d_urodzenia, płeć, kod_pocztowy, telefon, stan_cywilny, zawód)
HOSPITALIZACJA (pid, hid, d_przyjęcia, stan, d_wypisu, wypis, lekarz)
ROZPOZNANIA (pid, hid, rid, d_rozpoznania, kod_icd, dokładność)
OPERACJA (pid, hid, d_operacji, id_rozpoznania, kod_zabiegu_1, kod_zabiegu_2, opis_protezy, d_reoperacji, powód)



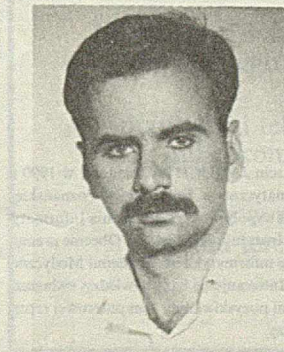
Rys. 1. Struktura bazy danych MDM

Z rysunku tego wynika hierarchiczna natura przedstawianej struktury, uwzględniająca możliwość powiązania desygnacyjnego między opisem rozpoznania a opisem zabiegu operacyjnego, który z powodu tego właśnie rozpoznania został wykonany.

Wiązanie zapisów

Występujący w przedstawionej definicji bazy danych MDM atrybut „pid” jest własnym rozwiązaniem problemu identyfikowania pacjentów. Wartość tego atrybutu, przy pierwszym kontakcie z danym pacjentem, jest konstruowana w następujący sposób:

- cyfra pierwsza i druga – rok urodzenia,
- cyfra trzecia i czwarta – miesiąc urodzenia,
- cyfra piąta i szósta – dzień urodzenia,
- cyfra siódma – kod płci (0 – kobiety, 1 – mężczyźni),



Mgr inż. Wojciech FICNER ukończył w 1989 r. informatykę w Politechnice Poznańskiej. Po studiach podjął pracę w Pracowni Informatyki Klinicznej Instytutu Kardiologii w Poznaniu. Zajmuje się problematyką projektowania i implementacji relacyjnych oraz post-relacyjnych baz danych ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki zastosowań medycznych.

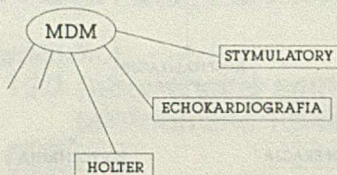
- trzy cyfry kolejne – arbitralnie nadawane wartości od 001 do 999, służące do rozróżniania pacjentów o tej samej dacie urodzenia i płci,
- cyfra jedenasta – obliczana cyfra kontrolna, całkowicie chroniąca przed błędami przestawień cyfr poprzedzających.

Zastosowany sposób identyfikowania pacjentów jest bezpieczny i pewny, gdyż ma pojemność około 64 milionów wartości. Przyjęto zasadę, że wszystkie dokumenty danego pacjenta są opatrzone tym samym identyfikatorem. W ten sposób jest możliwe proste wiązanie danych o wskazanym pacjencie w ramach bazy danych MDM oraz otaczających zastosowań specjalistycznych.

Zastosowania specjalistyczne

Baza danych MDM stanowi specyficzne jądro. Wykorzystując opisaną technikę wiązania danych o pacjencie, można otoczyć tak rozumiane jądro specjalistycznymi zastosowaniami. W Instytucie Kardiologii opracowano zastosowania służące do gromadzenia i przetwarzania danych z wybranych badań diagnostycznych (echokardiografia, 24-godzinny zapis EKG tzw. metodą Holtera), oraz nader ważnej procedury terapeutycznej, jaką jest wszczepienie stymulatora serca. To ostatnie jest zgodne ze standardem dokumentacyjnym Europejskiej Karty Rejestracyjnej Stymulatora (ang. *European Pacemaker Registration Card*) i obejmuje kodowanie etiologii schorzenia, symptomów oraz obrazu elektrokardiograficznego, dokładną charakterystykę techniczną zastosowanej stymulacji stałej oraz tzw. *follow-up*, to znaczy dokumentowanie stanu pacjenta przy wylaniu zużytego stymulatora lub na przykład wymianie uszkodzonej elektrody.

Przedstawione podejście charakteryzuje znaczny stopień elastyczności w dalszej rozbudowie. Prowadzone są prace nad dalszymi zastosowaniami, w pierwszej kolejności do gromadzenia danych z badania wysiłkowego EKG oraz badania koronarograficznego¹⁾.



Rys. 2. Specjalistyczne otoczenie bazy danych MDM

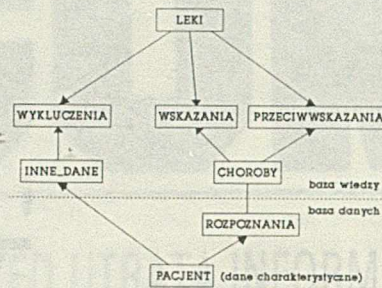
Baza danych MDM wraz z otaczającymi ją zastosowaniami specjalistycznymi służy do celów dokumentacyjnych, statystycznych, a w dalszej kolejności do naukowego wyznaczania czułości stosowanych metod diagnostycznych. Medycyna kliniczna to jednak nie tylko rozpoznawanie (diagnostyka), lecz docelowo podejmowanie prób naprawy stanu stwierdzonego (terapia). Tego rodzaju potrzeby wymagają zastosowania metod i technologii tak zwanych baz wiedzy. W naszym podejściu bazy wiedzy klinicznej są traktowane jako instrument dydaktyki i treningu młodych lekarzy, choć w przyszłości nie wyklucza się praktycznego zastosowania ich przy łóżku pacjenta. Na prototyp użytkowy wybrano farmakologiczne leczenie pierwotnego nadciśnienia tętniczego krwi. Wybór nie był przypadkowy, pod uwagę brano bowiem

¹⁾ Koronarografia – arteriografia tętnic wieńcowych polegająca na wstrzyknięciu przez cewnik naczyniowy środka cieniującego wybiórczo do każdej z tętnic lub w okolicę ich odejścia oraz wykonaniu serii zdjęć za pomocą kamery filmowej (przyp. red.).



Mgr inż. Marcin JANUCHTA ukończył w 1990 r. studia informatyczne w Politechnice Poznańskiej. Od roku 1988 współpracuje z Pracownią Informatyki Klinicznej Instytutu Kardiologii. Obecnie pracuje w charakterze informatyka na Akademii Medycznej w Poznaniu. Interesuje się bazami wiedzy, zwłaszcza zagadnieniami pozyskiwania i komputerowej reprezentacji wiedzy.

wielką skalę społeczną tego schorzenia oraz bardzo obszerną dokumentację badań klinicznych leków stosowanych w leczeniu nadciśnienia. W roku 1990 powstał prototyp systemu FANT (FARmakoterapia Nadciśnienia Tętniczego), którego ramę logiczną przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Rama logiczna prototypowej bazy wiedzy FANT

Oprogramowanie FANT można wykorzystywać w dwóch trybach:

- **tryb symulacyjny:** użytkownik „wymyśla” pacjenta (płeć, wiek, wyniki badań, schorzenia współistniejące itd.), a oprogramowanie przedstawia plan proponowanej terapii,
- **tryb rzeczywisty:** oprogramowanie pobiera z bazy danych MDM elementarne informacje o wskazanym pacjencie i przedstawia plan proponowanej terapii.

W oprogramowaniu FANT uwzględniono zagadnienia kumulacji efektów ubocznych oraz interakcji leków, przy użyciu modeli prawdopodobieństwa warunkowego wg Bayesa. Reprezentacja wiedzy wywodzi się z metod regulowych. Doświadczeni klinicyści mają do dyspozycji prosty edytor reguł, umożliwiając łatwe i bezpieczne korygowanie bądź rozbudowę bazy wiedzy.

Klasyfikacja i terminologia

Od wielu lat można obserwować rodzaj rywalizacji między dwoma systemami, których celem jest standaryzacja dokumentacji klinicznej. Z jednej strony jest to bardziej lokalizacyjno-opisowy system SNO-MED, a z drugiej strony bardziej klasyfikacyjny system ICD (stałe unowocześniany i aktualizowany pod nadzorem Światowej Służby Zdrowia; opublikowano już jego wersję dziesiątą). Z pracy [6] wynika, że zdecydowana większość szpitali zachodnioeuropejskich używa systemu ICD i ten właśnie system kodowania przyjęto jako podstawę bazy MDM.

Drugim bardzo istotnym problemem jest terminologia, którą zwłaszcza w języku polskim cechuje narastająca rozwlekłość. Konieczne jest zatem opracowanie powszechnie akceptowanego systemu mnemotechnicznych skrótów, które powinny być zgodne ze skrótami lub terminologią stosowaną w języku angielskim. W Instytucie Kardiologii opracowano tego rodzaju „słownik”, który może stanowić punkt wyjścia do stworzenia medycznego standardu nazewnictwa, ukierunkowanego komputerowo.

Technologia informatyczna

Począwszy od systemu KARDIOKOD [7, 8] we wszystkich pracach projektowych, programistycznych i implementacyjnych wykorzystywano podstawy relacyjnego modelu baz danych [1]. Oprogramowanie systemu KARDIOKOD miało charakter unikatowego zastosowania. Zaimplementowane na komputerach rodziny MERA 680 własne oprogramowanie ReDS cechuje uniwersalizm zastosowań, wykraczający poza problematykę gromadzenia i przetwarzania danych medycznych [4]. Zastosowania na mikrokomputerach klasy IBM PC mają struktury fizyczne plików zgodne ze standardem dBase III+. Przetwarzanie (wyszukiwanie danych o pacjencie, zapytania gromadzące dane o pacjentach charakteryzujących się podobnymi rozpoznaniem, tzw. DRG's) odbywa się przy użyciu oprogramowania własnego, w którym zastosowano algorytmy optymalizacji planów wykonywania operacji, użyte zaś środki programowe pozwoliły na skrócenie czasu realizacji zadań o co najmniej rząd wielkości w porównaniu do kompilowanych programów dBase III+.

Opracowany został standard logicznej struktury obiektów w medycznej bazie danych o cechach relacyjnych [12] podobny do podejścia przedstawionego w pracy de Champeaux i innych [3].

Eksperymenty z bazami wiedzy o strukturach relacyjnych (oprogramowanie FANT) uświadomiły wagę problemu długich sekwencji kosztowych algebraicznych operacji połączenia naturalnego (ang. *massive joins*). Dlatego obecne prace są skoncentrowane na doskonaleniu sprawności wykonywania zadań kierowanych do systemów; w szczególności bada się postrelacyjny model NF2. Model ten jest niewątpliwie przydatny do tworzenia baz wiedzy, a nasze badania dotyczą wydajnych implementacji.

★ ★ ★

Medycyna kliniczna – z punktu widzenia technologii informatycznych – jest dziedziną jednocześnie inspirującą i wymagającą. Zastosowania polegające na dość prostym przetwarzaniu danych oraz zastosowania spełniające bardziej wyrafinowane potrzeby informowania osiągnęły poziom dojrzałości i nie należy oczekiwać radykalnego postępu. Nowym obszarem są zagadnienia pozyskiwania, reprezentacji i przetwarzania wiedzy, rozumiane także jako tak zwane systemy eksperckie [5]. Warto na koniec podkreślić, że to właśnie medycyna stanowiła inspirację do budowy pionierskich systemów eksperckich [14]. Przyszła praktyczna przydatność systemów-baz wiedzy klinicznej (dydaktyka, bezpośrednia opieka nad pacjentem) jest oczywista, lecz konieczne są dalsze badania o charakterze formalnym oraz dobrze zaplanowane i wnikliwie oceniane eksperymenty realizacyjne.

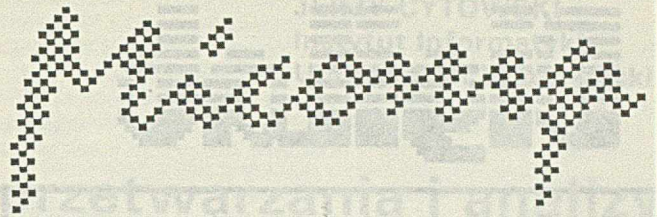
Uzyskanie opisanych w niniejszej pracy wyników było możliwe dzięki trwającemu nieprzerwanie od roku 1976 naukowemu i finansowemu mecenatowi Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN²⁾. W różnych okresach w pracach uczestniczyło wielu lekarzy i informatyków: dr med. J. Bornałowski, mgr inż. B. Butlewski, dr med. T. Cieślicka, dr hab. med. S. Grajek, mgr inż. I. Pacer, mgr S. Paradowski, mgr inż. R. Sosnowski, inż. J. Szulczyński, mgr inż. M. Szymańska, mgr inż. B. Talkowska, lek. med. H. Wnuk, dr med. F. Zerbe.

²⁾ Omawiane tu prace były finansowane ze środków CPBR 11.9 w ramach celu pn. „Metody i programy komputerowej analizy, gromadzenia i zobrazowania danych dla potrzeb kardiologii”.

LITERATURA

- [1] Alagüć S.: Relational Database Technology. Springer-Verlag, Berlin 1986.
- [2] Anderson J., Forsythe J.M. (Eds.): Information Processing of Medical Records. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, London, 1970
- [3] de Champeaux D., Davidson J., Roberts R.: Medical Databases. Meth. Inform. Med., No. 26, pp. 69–77, 1987
- [4] Fuglewicz P., Korniak T.: Oprogramowanie baz danych dla systemów mikrokomputerowych rodziny MERA 600. Informatyka, nr 5, s. 15–18, 1989
- [5] Giuse D.A., Giuse N.B., Miller R.A.: Towards computer-assisted maintenance of medical knowledge bases. Artificial Intelligence in Medicine, No. 2, pp. 21–33, 1990
- [6] Hoffmann W.D., Raufmann W., Reichertz P.L.: Investigations concerning the use of diagnose coding system in large hospitals on FRG. Medical Informatics Europe 85, LN in Medical Informatics, 25 (Springer-Verlag, Berlin), pp. 220–224, 1985
- [7] Jasiński P.J., Krug H., Zerbe F., Kierzkowski Z., Jasiński K.: Kardiologiczna Dokumentacja Komputerowa (KARDIOKOD). Kardiologia Polska, nr 22, s. 695–704, 1979
- [8] Jasiński P.J., Krug H., Paradowski S., Zerbe F., Talkowska B.: CARDIOCOD: a query database for clinical cardiology. Med. Inform., Vol. 6, No. 4, pp. 239–249, 1981
- [9] Jasiński P.J.: Project of self contained relational database software: design and clinical applications outline. Medical Informatics Europe 84, LN in Medical Informatics, 25 (Springer-Verlag, Berlin) pp. 194–199, 1984
- [10] Jasiński P.J., Szymańska M., Paradowski S., Cieślicka T., Szulczyński J., Butlewski B.: Databases and Knowledge Bases for Clinical Cardiology. Computers in Cardiology, (IEEE Computer Society, Silver Springs, MA), pp. 611–614, 1987
- [11] Jasiński P.J., Szymańska M., Cieślicka T.: Microcomputer relational database package for basic, standardized information about cardiovascular patients. WG Computers in Cardiology, Abstracts Book, p. 5, Vienna 1988
- [12] Jasiński P.J.: Relacyjne systemy informacyjne, próba ujęcia globalnego. Rozprawy Politechniki Poznańskiej, nr 238, Poznań 1990
- [13] Roger F.M.: Medical Record Summaries: Past, Present and Future in European Hospitals. Meth. Inform. Med., No. 24, pp. 117–119, 1985
- [14] Schwartz W.B., Patil R.S., Szolovits P.: Artificial Intelligence in Medicine: Where Do We Stand? The New England Journal of Medicine, 316, 11, pp. 685–688, 1987.

**Do końca sierpnia przyjmujemy
prenumeratę INFORMATYKI
na czwarty kwartał br.
Zaległe egzemplarze wysyłamy pocztą.**



ZAKŁAD SYSTEMÓW MIKROKOMPUTEROWYCH MiCOMP

40-045 Katowice, ul. Astrów 7
telefon 513-086, telefaks 518-628,
teleks 315687

Systemy teletransmisji danych
ICL/ODRA

Integracja systemów ICL i ODRA
z mikrokomputerami standardu PC
i systemami NOVELL, UNIX SCO

procesor sieci rozległej WAN
MiCOMP 8075
(emulacja ICL 7503)

most NOVELL – ICL/ODRA
NetCROSS-FXBM
program teletransmisji danych
MiCROS-FXBM (PC, rozproszone bazy danych,
wersja sieciowa – NOVELL),

skaner MPXSCAN-8007,

adaptery, modemy, testery,
emulatory terminali

karty BSC do połączeń komputerów:
PC/XT/AT z PC/XT/AT
PC/XT/AT z IBM/370, R32, R34
z emulatorami IBM 3270/3780
PC/XT/AT z ICL

karty kompatybilne z IRMA do połączeń
PC/XT/AT z IBM 370
lokalnie przez IBM 3274

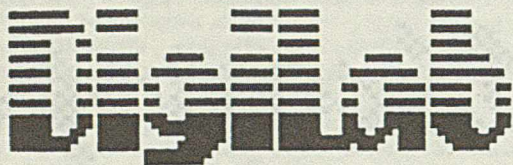
karty SNA/SDLC

konwertery o szybkościach do 19200 bps
do zdalnego przyłączania terminali

przystawki teleksowe współpracujące
z mikrokomputerami PC/XT/AT

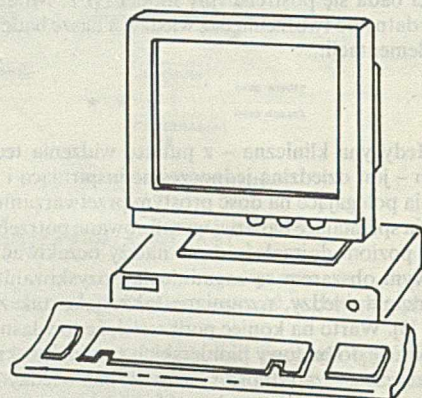
Instalacje w największych systemach
na terenie całego kraju!

0/23/90



POLSKA SPÓŁKA INŻYNIERSKA
Sp. z o.o.

TERMINAL AVT 180-PC



Szybki terminal znakowy AVT 180-PC przeznaczony jest do pracy w systemach wielostanowiskowych opartych na mikrokomputerach klasy IBM PC XT/AT/386, MICROVAX, PDP-11 i innych. Spotykane na rynku polskim konstrukcje zachodnie przewyższa następującymi parametrami:

- Realizuje specjalne protokoły dla systemów QNX, PC-MOS, MULTI-LINK. Dzięki temu praca na terminalu nie różni się od pracy na konsoli głównej.
- Parametry obrazu są identyczne jak w IBM PC z kartą Hercules.
- Terminal jest wyposażony w 18 generatorów znaków (9 polskich, Hercules, 2 ANSI, 5 rosyjskich i czeski). Na ekranie można jednocześnie wyświetlać wszystkie znaki z różnych generatorów co – na przykład – pozwala na napisanie części tekstu po rosyjsku, a reszty po polsku.
- Terminal pozwala na szeroki wybór układu znaków narodowych na klawiaturze. Dostępnych jest 10 układów polskich, 6 rosyjskich, amerykański, angielski, francuski, niemiecki i hiszpański.

Terminal może pracować w następujących protokołach:

PCSHADOW – pod kontrolą systemu **MULTILINK**.

PCTERM – pod kontrolą systemu **PC-MOS**.

QNXS – pod kontrolą systemu **QNX**.

VT52+ – pod kontrolą systemu **XENIX/UNIX** i innych. Protokół rozwinięty o atrybuty znaku i sekwencje klawiatury.

ANSI 3.64 – pod kontrolą systemu **XENIX/UNIX** i innych. Protokół zgodny z normą ANSI 3,64 i ISO 6429.

VT 100 – pod kontrolą systemu **RSX 11** i innych. Protokół ograniczony do 80 znaków w linii.

VT 220 – zaimplementowany jest podzbiór protokołu VT 220.

Adres: 02-567 Warszawa, ul. Sandomierska 13
Telefon: 49-56-74, 48-97-73, Teleks: 817795 dglb pl

System przetwarzania i analizy sygnałów EKG o dużym wzmacnieniu

Zespół pracowników Instytutu Informatyki Uniwersytetu Warszawskiego współpracując z Pracownią Elektrofizjologii Instytutu Kardiologii w Aninie opracował komputerowy system rejestracji i analizy sygnału EKG o dużym wzmacnieniu. Prace nad tym systemem były w znacznej części finansowane z funduszy Centralnego Programu Badawczo-Rozwojowego 11.9.

Proponowany system jako całość – a więc od medycznych urządzeń pomiarowych do oprogramowania komputerowego – zawiera m.in.:

- zbiór elektrod, które mogą być montowane w konfiguracji Franka lub w układzie piramidy;
- wzmacniacz biologiczny o wzmacnieniu 100 000 razy w zakresie częstotliwości 20–400 Hz, poziom szumów 6 μ V, sygnał wyjściowy w zakresie -5 V \div 5 V;
- sterownik wielokanałowego przetwornika a/c LC-011 z 12-bitowym przetwornikiem a/c 24 s, częstotliwość próbkowania na jednym kanale max 40 kHz, wzmacniacz Sample & Hold; 8-wejściowy multiplexer analogowy, 8 wejść i 8 wyjść dwustanowych TTL, 2 wejścia impulsowo-czasowe, programowanie liczby kanałów i częstości pomiarów;
- komputer klasy IBM PC/AT z kartą graficzną VGA, drukarka i myszą;
- oprogramowanie systemu rejestracji i przetwarzania EKG o dużym wzmacnieniu, zawierające skrócony wywiad medyczny, rejestrację sygnałów EKG oraz EKG o dużym wzmacnieniu, wizualizację sygnału podczas rejestracji, segmentację, wizualizację segmentów, filtrację i uśrednianie, tworzenie sygnału wypadkowego, wyznaczanie standardowych parametrów, weryfikację kryterium występowania późnych potencjałów, wyznaczanie widma dowolnych fragmentów sygnału wypadkowego, archiwowanie danych.

System z taką konfiguracją sprzętową wdrożono w Instytucie Kardiologii w Aninie, jednak w zależności od potrzeb i wyposażenia ośrodka medycznego konfiguracja ta może być modyfikowana. Wymaga to oczywiście zmiany oprogramowania transmisji danych, lecz bez zmiany struktury systemu.

Na naszym rynku istnieje już kilka systemów przetwarzania sygnałów EKG o dużym wzmacnieniu (opracowania krajowe i zagraniczne), jednak omawiany system może być wykorzystany do rutynowego rejestrowania i badań prowadzonych w codziennej praktyce klinicznej, a także do prac analityczno-badawczych mających na celu weryfikację nowych metod pomiarowych i diagnostycznych. Jest również możliwe dołączenie do systemu nowych modułów niestandardowej filtracji (również adaptacyjnej) oraz modułów analizy widmowej i statystycznej.



Dr Jerzy CYTOWSKI w 1977 r. ukończył studia matematyczne (metody numeryczne) na Uniwersytecie Warszawskim. Od 1977 roku pracuje w Instytucie Informatyki UW. Opublikował wiele prac dotyczących cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz metod sztucznej inteligencji. W 1986 obronił pracę doktorską (wykorzystanie heurystycznych algorytmów przeszukiwania w kodowaniu sygnałów) w Instytucie Podstaw Informatyki PAN i od tego roku jest adiunktem w Instytucie Informatyki UW.

W standardowej wersji systemu zastosowano dwie nowatorskie metody: metodę pomiarową (układ piramidy) oraz metodę porównywania zespołu QRS z zespołem wzorcowym (algorytm dopasowania oparty na teorii zbiorów rozmytych).

Metoda pomiaru

Powszechnie stosowanymi układami elektrod są: odprowadzenia ortogonalne Franka oraz układy bipolarne. Przyjęty w systemie układ pomiarowy wybrano w celu:

- uzyskania kierunku pomiarowego jak najbardziej zgodnego z kierunkiem wektora pola elektrycznego sygnału,
- uzyskania efektu uśredniania analogowego z zachowaniem rozsądnej, z punktu widzenia praktyki pomiarowej, liczby elektrod bez konieczności stosowania elektrod o małej powierzchni, które wprowadzają dużą oporność elektroda-skóra,
- uniknięcia nadmiernego wpływu indywidualnych cech autonomicznych pacjenta na wielkość sygnału, np. wpływu kierunku ułożenia serca na sygnał z układu przewodzącego bodźce,
- zastosowania jednolitego układu elektrod do pomiaru różnych mikropotencjałów serca, w tym późnych potencjałów i sygnału z pęczka Hisa.

Warunki te najlepiej spełnia zaproponowany przez naukowców z Pracowni Elektrofizjologii Instytutu Kardiologii w Aninie układ elektrod w kształcie czworoscianu, nazwany piramidą [2]. Układ ten przyjęto jako alternatywny do ortogonalnego układu Franka, który jest również (opcjonalnie) stosowany w systemie. Rozwiązanie takie po pierwsze pozwala zweryfikować oferowany system w stosunku do istniejących lub powstających systemów pomiarowych opartych na układzie Franka, a po drugie, umożliwia rzetelne przetestowanie nowej metody na dużym materiale klinicznym.

Odprowadzenia ortogonalne Franka umożliwiają pomiar składowych wektora aktywizacji elektrycznej, rzutowanych na trzy osie przestrzenne X , Y , Z , które są używane przede wszystkim do detekcji późnych potencjałów.

Układ bipolarny zwykły lub multi-bipolarny jest używany głównie do detekcji aktywizacji elektrycznej pęczka Hisa. Składają się one z wielu par elektrod usytuowanych wzdłuż wybranego kierunku pomiarowego w celu uzyskania efektu uśredniania analogowego w pojedynczej ewolucji serca.

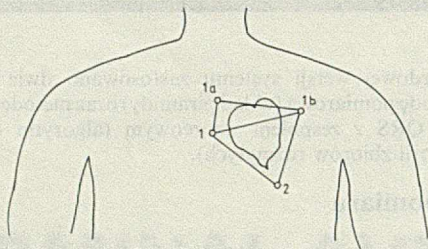
Oba układy mają swoje wady i zalety. Do zalet odprowadzeń ortogonalnych należy możliwość detekcji sygnału względem trzech prostopadłych do siebie kierunków pomiarowych, co praktycznie wyklucza możliwość przeoczenia sygnału, którego wektor byłby skierowany np. prostopadle do założonego kierunku pomiarowego. Ponadto układ odprowadzeń Franka znany z klasycznej elektrokardiografii ma wszelkie szanse być uważany za typowy i zunifikowany system elektrod do pomiaru mikropotencjałów komorowych.

Z kolei bipolarny układ elektrod używany do detekcji sygnału pęczka Hisa¹⁾, a zwłaszcza jego odmiana multi-bipolarna, jest prostym i skutecznym układem pomiarowym, lecz pod warunkiem, że linia układu elektrod bipolarnych nie będzie wiele odbiegała od kierunku wektora sygnału.

¹⁾ Zespół komórek tworzących połączenie między mięśniami przedsionków i komór serca, przewodzących pobudzenia elektryczne.

Oba te układy mają kilka wspólnych wad, do których należą: znaczne oddalenie elektrod od źródła sygnału (zwłaszcza w osi X i Y odprowadzeń niekorygowanych typu Frank), sztuczne osłabienie niektórych składowych sygnału w sieci oporowej (w przypadku odprowadzeń korygowanych typu Frank) oraz w przypadku pomiaru pęczka Hisa – możliwość niewykrycia sygnału, gdy wektor jego pola elektrycznego będzie tworzył zbyt duży kąt z założonym kierunkiem pomiarowym, wyznaczonym przez parę lub pary elektrod pomiarowych.

Powyższych wad nie ma układ o kształcie czworoscianu lub piramidy z wierzchołkiem poniżej punktu ampex i z podstawą na poziomie drugiego międzyżebra.



Rys. 1. Schematyczne rozmieszczenie elektrod w układzie piramidy

Schemat rozmieszczenia elektrod w tym układzie pokazano na rys. 1. Poszczególne elektrody są rozmieszczone w następujących miejscach:

- elektroda dolna (2) – poniżej punktu ampex,
- elektroda przednia górna prawa (1) – na środkowej linii obojczykowej, po prawej stronie na poziomie drugiego międzyżebra,
- elektroda przednia górna lewa (1b) – po lewej stronie symetrycznie do elektrody przedniej górnej prawej,
- elektroda tylna górna (1a) – między kręgosłupem a łopatką, na poziomie elektrody 1,
- elektroda odniesienia (masa) na pozycji VGR.

Układ wzmacniający składa się z trzech niskoszumowych wzmacniaczy symetrycznych oraz z sumatora sygnału. W podstawowej konfiguracji pomiarowej elektroda dolna (2) jest elektrodą wspólną dla wszystkich wejść dodatnich wymienionych wzmacniaczy, wejścia ujemne tych wzmacniaczy są połączone kolejno z elektrodami 1, 1a, 1b. Przy takim układzie połączeń najwięcej szans na wykrycie będzie miał sygnał, którego wektor pola elektrycznego jest ułożony w przybliżeniu wzdłuż osi podłużnej serca, gdyż rzuty tego wektora na kierunki pomiarowe wytyczone parami elektrod 2-1, 2-1a, 2-1b będą dość duże. Jak wykazały badania, konfiguracja taka jest u większości pacjentów najlepsza do pomiaru sygnału z układu bodźcoprzewodzącego, którego ogólne ułożenie przestrzenne mniej więcej pokrywa się z osią podłużną serca.

Późne potencjały mogą pochodzić od wektorów pola elektrycznego o różnych orientacjach przestrzennych, a więc konfiguracja opisana powyżej, preferująca kierunek osi podłużnej serca, nie musi być korzystna dla tego rodzaju pomiaru. Dlatego też, nie zmieniając położenia elektrod, dokonuje się równocześnie trzech pomiarów, w których elektrody 1a, 1 i 1b są wierzchołkami piramidy, czyli elektrodami dla kierunków pomiarowych przechodzących przez punkty 1a, 1 i 1b. W wyniku takich zabiegów uzyskuje się 4 przebiegi reprezentujące detekcję mikropotencjałów wzdłuż czterech uprzywilejowanych kierunków pomiarowych, umożliwiając wykrycie sygnałów o nieznanym kierunku przestrzennej orientacji wektora pola.

Należy zauważyć, że przynajmniej jeden z tych przebiegów będzie reprezentował sygnał pochodzący od wektora pola korzystnie rzutowanego na trzy aktualne kierunki pomiarowe. Kierunki te są nachylone względem siebie pod kątem około 60° , a nie 90° , jak w odprowadzeniach ortogonalnych. Zatem rzuty mierzonego wektora na zawężone trzy osie rzutowania będą miały wartości większe niż w układzie Franka. Ponadto sumowanie analogowe trzech składowych wektorów w każdej ewolucji serca poprawia wstępnie stosunek sygnału do szumu, zgodnie ze znaną teorią współbieżnego uśredniania sygnału.

W opisywanym układzie elektrody pomiarowe znajdują się blisko mięśnia sercowego (serce w środku piramidy), a niewielka liczba

elektrod pozwala zastosować elektrody o dość dużej średnicy, mające małą impedancję styku elektroda-skóra. Wreszcie, wykonując zestaw czterech pomiarów z jednoczesną zmianą elektrody będącej wierzchołkiem piramidy, można dokonywać pomiarów zarówno późnych potencjałów, jak i sygnału pęczka Hisa.

Porównanie zespołu QRS z zespołem wzorcowym

Jednym z etapów przetwarzania sygnału EKG o dużym wzmacnieniu jest jego podział na segmenty pseudookresowe, odpowiadające kolejnym zespołom QRS²⁾. Segmenty te są następnie uśrednione i tworzą wynikowy segment wypadkowy. W celu zobiektywizowania oceny przyjmowanych do uśredniania zespołów QRS, posłużono się algorytmem do pasowania wydzielonych zespołów QRS do wybranego wzorcowego zespołu QRS. Do określenia miary podobieństwa zespołów badanego i wzorcowego posłużono się algorytmem opartym na teorii zbiorów rozmytych [1].

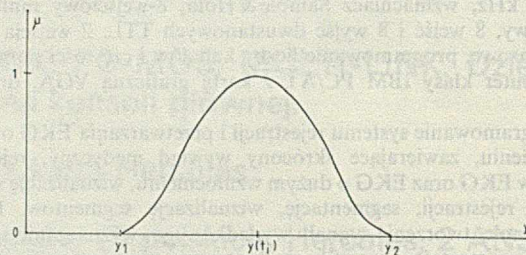
Każdy z zespołów QRS jest reprezentowany jako relacja rozmyta R .

$$R = \int_{(t_i, y) \in Z} (t_i, y) / \mu(t_i, y)$$

przy czym Z jest podzbiorem iloczynu kartezjańskiego

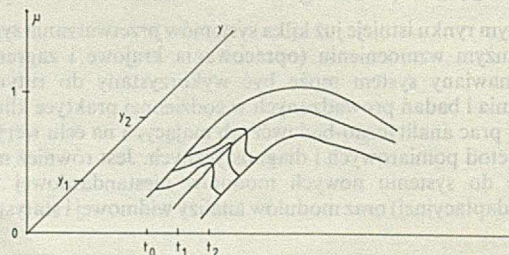
$$Z \subseteq \{t_0, t_1, \dots, t_n\} \times \langle y_1, y_2 \rangle$$

z funkcji przynależności $\mu(t_i, y)$. Wartości $t_i \in \{t_0, t_1, \dots, t_n\}$, reprezentują chwile czasowe pomiaru wartości zespołu QRS. Wartość y należy do przedziału $\langle y_1, y_2 \rangle$, przy czym y_1 i y_2 są odpowiednio górnym i dolnym zakresem wartości sygnału.



Rys. 2. Kształt funkcji przynależności dla relacji rozmytej QRS

Funkcja przynależności $\mu(t_i, y)$ reprezentuje niepewność związaną z pomiarem zespołu QRS. Kształt funkcji $\mu(t_i, y)$, przyjęty w naszej metodzie, przedstawiono na rys. 2, na którym $y(t_i)$ jest zmierzoną wartością amplitudy QRS.



Rys. 3. Reprezentacja zespołów QRS jako relacji rozmytych

Na rysunku 3 przedstawiono reprezentację sygnału w układzie współrzędnych $TY\mu$, gdzie zespół QRS jest traktowany jako relacja rozmyta.

Algorytm weryfikacji kolejnych zespołów QRS z zespołem wzorcowym jest następujący.

- Ze wszystkich realizacji QRS reprezentowanych jako relacje rozmyte jest wybierana realizacja wzorcowa R_w , o funkcji przynależności μ_w .

²⁾ Odcinek elektrokardiogramu odpowiadający okresowi rozchodzenia się depolaryzacji w mięśniu komórek serca.

● Relacja wzorcowa jest porównywana ze wszystkimi pozostałymi relacjami R_j , $j = 0, 1, 2, \dots, k$.

● Dla wszystkich $j = 0, 1, 2, \dots, k$ są wyznaczane wartości liczbowe D_j , wskazujące na dopasowanie realizacji R_j do wzorca R_w , według następującego wzoru:

$$D_j = \sum_{i=0}^n \int_{y_1}^{y_2} \min [\mu_w(t_i, y), \mu_j(t_i, y)] dy$$

gdzie μ_w, μ_j są funkcjami przynależności odpowiednio dla relacji R_w, R_j .

Realizacje QRS, dla których wartości dopasowania D_j spełniają warunek:

$$D_j \in \langle \alpha D_w, D_w \rangle$$

zostają uznane za zgodne z realizacją wzorcową, przy czym

$$D_w = \sum_{i=0}^n \int_{y_1}^{y_2} \max [\mu_j(t_i, y)] dy, \alpha \in (0, 1)$$

Po przetestowaniu powyższego algorytmu przyjęto, że wszystkie funkcje $\mu(t_i, y)$ dla $t_i \in \{t_0, t_1, \dots, t_n\}$ mają jednakowy kształt trójkąta równoramiennego z wierzchołkiem odpowiadającym wartości $y(t_i)$. W tym wyborze kierowaliśmy się głównie możliwością określenia tych funkcji za pomocą niewielkiej liczby parametrów (kształt trójkąta można modelować za pomocą kursorów lub ruchów myszy). Kształt funkcji przynależności można wybrać na ekranie, przesuując wierzchołki za pomocą kursorów. Standardowo przyjęto funkcję przynależności w kształcie trójkąta o wierzchołkach:

$$\begin{aligned} & (y(t_i), 1); \\ & (y(t_i) - \alpha(y_2 - y_1) / 100, 0); \\ & (y(t_i) + \alpha(y_2 - y_1) / 100, 0); \end{aligned}$$

■ Za pomocą systemu przetwarzania i analizy sygnałów EKG o dużym wzmocnieniu wykonano już badania kilkuset pacjentów w Klinice Wad Serca Instytutu Kardiologii w Aninie. Dokonywane modyfikacje służą automatyzacji czynności pomiarowych i uproszczeniu obsługi oprogramowania, wzbogacając też system o nowe moduły cyfrowego przetwarzania sygnałów.

LITERATURA

- [1] Borodziejewicz W., Cytowski J., Jaszczak K.: Przetwarzanie sygnałów. Metody komputerowe, technologia zastosowania. Wydawnictwa UW, Warszawa 1989
 [2] Kępski R., Walczak F.: Pyramid electrode location in a cardiac micropotential study. PACE, June 1989.

Wskazówki dla Autorów

Nadsyłane artykuły nie mogą być publikowane lub przeznaczone do opublikowania w innych czasopismach.

Materiał oprócz tekstu zasadniczego powinien zawierać:

- * krótki życiorys zawodowy Autora i jego zdjęcie,
- * wykaz literatury,
- * tabele,
- * materiał ilustracyjny (rysunki, zdjęcia czarno-białe, wydruki) dołączony do artykułu (nie wklejać materiału w tekst),
- * podpisy pod ilustracje.

Na osobnej stronie prosimy podać tytuł naukowy, imię i nazwisko, nazwę zakładu pracy, adres domowy (koniecznie!), numer telefonu oraz informację, jaką drogą przekazać honorarium – kasa Wydawnictwa, poczta, bank.

Tekst artykułu prosimy dostarczyć w formie maszynopisu lub wydruku komputerowego, pisany jednostronnie, z podwójnym odstępem (30 wierszy na stronie i 60 znaków w wierszu).

Rysunki winny być czytelne i mogą być wykonane ołówkiem.

Autor opublikowanego w INFORMATYCE artykułu otrzymuje honorarium i bezpłatny egzemplarz okazowy.

Materiałów nie zamówionych redakcja nie zwraca.



SIMPLE[®]
Sp. z o.o.

to organizacja + informatyka
to największy w Polsce
Software House

Oferujemy wszystkie dostępne na rynkach zachodnich pakiety oprogramowania licencjonowanego po bardzo niskich cenach. I tak np.:

Microsoft

- Quick C wersja 2.0 – 1,5 mln zł
- Windows wersja 3.0 – 2,5 mln zł

Borland International

- Turbo PASCAL wersja 6.0 Professional – 3,9 mln zł
- Turbo C wersja 3.0 Professional – 3,9 mln zł

Peter Norton Computing

- Norton Commander wersja 3.0 – 2,1 mln zł
- Norton Utilities wersja 5.0 – 2,5 mln zł

Nantucket

- Clipper wersja 5.0 – 7,5 mln zł

Pełny katalog oprogramowania (aktualizowany co miesiąc) oferujemy w cenie 50 tys. zł lub udostępniamy w siedzibie firmy. Realizujemy każde zamówienie w terminie do trzech tygodni.

Oferujemy poza tym własne oprogramowanie użytkowe przedsiębiorstw, przeznaczone do pracy w sieci firmy Novell, opracowane na podstawie oryginalnej bazy danych SBase, nowoczesne narzędzia – język C, pakiet dialogu Vermont Views. Zapewniamy szkolenie i wersje źródłowe oprogramowania.

Pamiętaj: Simple to dobry business!

SIMPLE

Sp. z o.o.

04-541 Warszawa

ul. Karpacka 14 c

Zakład Informatyki

ul. Karpacka 12

tel.: 15-49-83

faks: 635-91-66

SO/84/91



Spółka z O. O.

Przedsiębiorstwo Popierania Postępu TERA Spółka z o.o. uprzejmie informuje, że posiadając kilkuletnie doświadczenie w instalacji systemów wspomagających zarządzanie

o f e r u j e :

- opracowanie projektów systemów,
- optymalny kosztowo i rozwojowo dobór sprzętu i oprogramowania,
- instalację systemu u klienta,
- bezpłatnie przez rok konserwację oprogramowania oraz serwis sprzętu wraz z doradztwem techniczno-eksploatacyjnym,
- szybką dostawę uzupełnień konfiguracji lub sprzętu mikrokomputerowego niezależnego od systemu, w tym mikrokomputerów ALR firmy Warnes Technology.

Wszelkie dodatkowe informacje uzyskają Państwo

codziennie oprócz niedziel w Biurze Handlowym

40-025 Katowice, ul. 27 Stycznia 31/17

tel. (faks): 51-61-65, teleks: 315448 tera pl

PAMIĘTAJ! Instalacje XENIX/NOVELL/PC MOS 386 oraz serwis to nasza specjalność – ZAPRASZAMY, ponieważ czterech lat doświadczeń nigdzie nie kupisz.

0/19/90

Systemy eksperckie sztucznej wentylacji płuc

W ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania systemami eksperckimi, nazywanymi także systemami z bazą wiedzy. Systemy te rozwinęły się w dziedzinie badań, zwanej sztuczną inteligencją (ang. *artificial intelligence* – AI), zajmującej się wykorzystaniem maszyn do studiów nad percepcją, językiem, rozwiązywaniem problemów, uczeniem się i podejmowaniem decyzji [4]. Systemy eksperckie, mimo dużego zainteresowania i wielu instalacji doświadczalnych, nie znalazły jak dotychczas powszechnego zastosowania w medycynie. Jako przyczynę wymienia się fakt, że są one częścią rozwijającej się technologii i trzeba pokonać wiele problemów, zanim ich stosowanie stanie się powszechne.

Systemem eksperckim nazywa się program komputerowy, który działa jako konsultant osoby rozwiązującej problem. Wymienia się następujące cechy charakteryzujące taki system:

- objęcie pewnego zasobu wiedzy charakterystycznej dla danej dziedziny;
- oddzielenie wiedzy (bazy wiedzy) od mechanizmu wnioskowania, zwanego interpretatorem lub maszyną wnioskującą;
- zdolność wyjaśniania udzielanych rad.

System doradczy składa się z trzech elementów:

- interfejsu użytkownika,
- bazy wiedzy,
- interpretatora.

Interfejs użytkownika stanowi ważny element systemu eksperckiego. Jest to część oprogramowania umożliwiająca dialog z systemem. Drugim elementem systemu eksperckiego jest baza wiedzy, zawierająca wiedzę potrzebną do rozwiązywania problemów w danej dziedzinie. Problem reprezentowania wiedzy zajmuje istotne miejsce w badaniach sztucznej inteligencji. Wiele sposobów reprezentowania wiedzy znalazło zastosowanie w systemach eksperckich. Do najczęściej stosowanych należą reguły produkcyjne i ramy (ang. *frames*).

Również modele matematyczne stanowią formę reprezentacji wiedzy. Program systemu eksperckiego może odwoływać się do modelu z poziomu reguł produkcyjnych.

Trzecim elementem systemu eksperckiego jest interpretator lub maszyna wnioskująca. Program ten wykonuje proces wnioskowania. Interpretator musi postępować według pewnej strategii, aby dojść do właściwych wniosków. Od tej strategii w dużej mierze zależy efektywność systemu eksperckiego.

Istnieją dwa podstawowe sposoby, według których interpretator może postępować [5]: wnioskowanie naprzód (ang. *forward chaining*) i wnioskowanie wstecz (ang. *backward chaining*). W pierwszym przypadku mówi się o wnioskowaniu sterowanym danymi (ang. *data-driven*) lub o wnioskowaniu od przesłanek do wniosku. Drugim sposobem jest wnioskowanie wstecz – od wniosku do przesłanek (ang. *goal-driven*).

Należy również wspomnieć o pewnej klasie systemów zwanych systemami eksperckimi czasu rzeczywistego (ang. *real-time expert systems*). Systemy takie muszą generować rady w ograniczonym czasie i są pobudzane sygnałami zewnętrznymi. Wymagania stawiane takim systemom według [6] są następujące:

- sprzężenie z urządzeniami zewnętrznymi (np. z czujnikami pomiarowymi),
- praca ciągła, nawet przy błędnych danych pomiarowych lub błędach obsługi,
- ograniczone czasy reakcji,
- integracja operacji na danych numerycznych i symbolicznych,
- zdolność do zmiany ośrodka zainteresowania,
- reprezentacja zależności czasowych.

Większość systemów eksperckich sztucznej wentylacji płuc stanowią właśnie systemy czasu rzeczywistego.

Przegląd opracowań

Istota sztucznej wentylacji płuc polega na wywołaniu ruchu powietrza do płuc przez wytworzenie nadciśnienia na poziomie jamy ustnej w stosunku do ciśnienia panującego w pęcherzykach płucnych. Zasadniczym celem sztucznej wentylacji płuc jest utrzymanie ciśnień parcyjnych gazów oddechowych we krwi tętniczej, a więc tlenu i dwutlenku węgla na poziomie fizjologicznym, czego organizm pacjenta, znajdującego się w krytycznym stanie, nie może osiągnąć. Do prowadzenia sztucznej wentylacji służą respiratory [7]. Szerokie możliwości leczenia za pomocą nowoczesnych respiratorów, przy coraz większej liczbie mierzonych i monitorowanych zmiennych pacjenta, spowodowały skomplikowanie



Dr hab. inż. Robert RUDOWSKI ukończył w 1968 r. studia na Wydziale Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Warszawskiej. Od 1978 roku pracuje w Zakładzie Bioprzepływów Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, specjalizując się w zagadnieniach modelowania układu oddechowego, optymalizacji sztucznej wentylacji płuc i zastosowań systemów w medycynie.



Mgr Maciej GUĆ ukończył w 1990 r. studia o specjalności fizyka medyczna na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Od 1987 r. współpracuje z Zakładem Anestezjologii i Intensywnej Terapii Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego. Od 1990 r. pracuje w Zakładzie Bioprzepływów Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Specjalizuje się w komputerowym zbieraniu i analizie sygnałów biologicznych.

procesu terapii. Stało się to punktem wyjścia do tworzenia programów komputerowych wspomagających decyzje terapeutyczne.

Zbiór programów do wspomagania sztucznej wentylacji płuc (w tym systemów eksperckich) przedstawiono w tabeli. Sztuczna wentylacja płuc jest stosowana w przypadku zespołu niewydolności oddechowej u dorosłych (ARDS) i u noworodków (IRDS). Mechanizm choroby jest w obu przypadkach inny. Zespół ARDS cechuje zwiększona przepuszczalność kapilar płucnych prowadząca do gromadzenia się płynu w miąższu płucnym i obrzęku płuc. Zespół IRDS natomiast polega na braku lub upośledzeniu mechanizmu wydzielania czynnika powierzchniowego (surfaktantu). Jest to substancja zwilżająca pęcherzyki płucne, która zmniejsza siły napięcia powierzchniowego. Jej brak powoduje znaczne zwiększenie sztywności płuc i sił związanych z oddychaniem.

W tabeli na wyróżnienie zasługuje program VM [3] napisany przez Fagana w 1980 r. Program jest pierwszą realizacją systemu eksperckiego w dziedzinie sztucznej wentylacji płuc. Zaprojektowano go jako nadbudowę istniejącego systemu monitorującego w oddziale intensywnej terapii. Jego główne zadania to: prezentacja wyników pomiarów w zwizyły sposób, ich interpretacja i udzielanie wskazówek terapeutycznych. Program VM jest sterowany danymi (ang. *data-driven*) i wymaga jedynie ograniczonej interwencji ze strony użytkownika. Zakres działania obejmuje pacjentów po operacjach chirurgicznych serca. Interpretator VM jest oparty na interpretatorze MYCIN, z tą różnicą, że wykorzystano wnioskowanie naprzód zamiast wnioskowania wstecz.

Inny zasługujący na uwagę program to CORE i jego późniejsza wersja COMPAS, napisana przez Sittiga [10], do wspomagania terapii pacjentów z zespołem ostrej niewydolności oddechowej u dorosłych (ARDS), leczonych przy użyciu respiratora. Ten sterowany danymi program działa w ramach szpitalnego systemu informacyjnego HELP. Program CORE różni się istotnie od omówionych dotychczas programów tym, że jest obecnie stosowany w klinice do leczenia i oceny leczenia wielu pacjentów cierpiących na ostrą niewydolność oddechową.

Jako korzyści stosowania programu CORE i jego późniejszej wersji COMPAS Sittig podaje znaczne skrócenie czasu podawania pacjentowi mieszaniny o podwyższonym stężeniu tlenu. Tlen w dużych stężeniach ma właściwości toksyczne.

W dziedzinie sztucznej wentylacji płuc dzieci na czoło wybija się program opisany przez Carlo [2]. Program ten udziela wskazówek terapeutycznych w przypadku noworodków z zespołem IRDS.

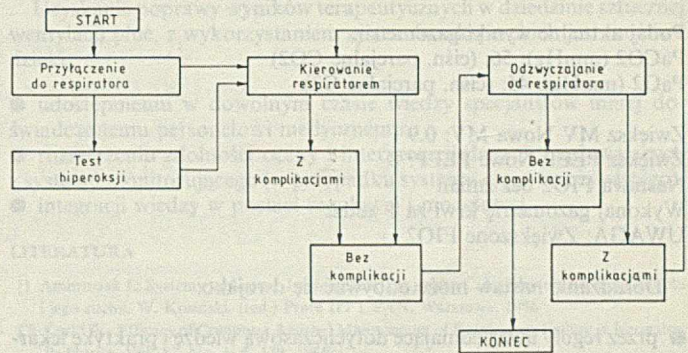
Opracowania własne lub współautorskie

W 1988 roku rozpoczęto prace nad systemem eksperckim sztucznej wentylacji płuc noworodków z zespołem niewydolności oddechowej SESWP [8], w mieszanym zespole Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, Zakładu Anestezjologii Instytutu Matki i Dziecka w Warszawie oraz Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN. System obejmuje różne typy niewydolności oddechowej, w tym IRDS.

Porównanie programów do wspomagania sztucznej wentylacji płuc

Program	RCP	VM	VQ Attending	CORE COMPAS	Carlo	AIRS
Rok opracowania	1973	1980	1985	1987	1986	1987
Autor	S. Menn	L. Fagan	P. Miller	D. Sittig	W. Carlo	Summers
Zastosowanie D – dorośli N – noworodki	D	D	D	D	N	?
Patologie	ARDS	Po operacjach serca	?	ARDS	IRDS	?
Technika programowania	Algorytm	AI	AI	AI	Algorytm	AI
Język programowania	MUMPS	MYCIN interpretator	LISP	HELP system PAL, PTXT	BASIC	?
Praca w czasie rzeczywistym	Nie	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak
Uwzględnienie modeli matematycznych równań fizyki i fizjologii	Tak	Nie	Tak	Nie	Tak	?
Uwzględnione aspekty patofizjologii	Wymiana gazu, równowaga kwasowo-zasadowa	Wymiana gazu	Wymiana gazu	Wymiana gazu, uszkodzenia płuc	Wymiana gazu, uszkodzenia płuc	?
Stadium	Doświadczalne	Doświadczalne	Doświadczalne	Kliniczne	Doświadczalne	W fazie budowy

Leczenie zespołu IRDS polega najczęściej na zastosowaniu sztucznej wentylacji przez okres kilkudziesięciu godzin. W tym czasie zwykle wykształca się mechanizm wydzielania czynnika powierzchniowego.



Rys. 1. Baza wiedzy systemu eksperckiego sztucznej wentylacji płuc

Baza wiedzy systemu eksperckiego sztucznej wentylacji płuc (SESWP) – rys. 1, wspomaga trzy rodzaje decyzji dotyczących:

- przyłączenia pacjenta do respiratora,
- kierowania respiratorem,
- odzwyżniania pacjenta od stosowania respiratora.

Możliwy jest dwojaki sposób decyzji przyłączenia pacjenta do respiratora:

- decyzja bezpośrednia, w przypadku bezdechu lub oddechu łapiącego,
- decyzja pośrednia, poprzedzona testem hiperoksji.

Test hiperoksji polega na pomiarze ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi tętniczej po podaniu zwiększonego stężenia tlenu w mieszaninie oddechowej. Od wyniku pomiaru zależy decyzja o przyłączeniu pacjenta do respiratora.

W chwili przyłączenia system przechodzi do zasadniczej fazy pracy związanej z kierowaniem respiratorem. System w tej fazie spełnia następujące funkcje:

- doradza nastawy respiratora w zależności od stopnia odchylenia od normy ciśnień parcjalnych O_2 i CO_2 we krwi tętniczej,
- alarmuje w razie przekroczenia bezpiecznych wartości nastaw,
- określa termin wykonania następnego badania gazometrycznego krwi.

Przykład dialogu z systemem w fazie kierowania respiratorem przedstawiono poniżej:

Podaj aktualne nastawy respiratora:
f (l/min): 44; (częstotliwość oddechu)

MV (l/min): 0.8; (wentylacja minutowa)
 FIO₂: 0.5; (stężenie O₂ w gazie wdychanym)
 PEEP: (cmH₂O): 6; (dodatnie ciśn. końc. wydechu)

Podaj aktualne wyniki gazometrii:
 PaCO₂ (mmHg): 56; (ciśn. parcjalne CO₂)
 PaO₂ (mmHg): 45; (ciśn. parcjalne O₂)

Zwiększ MV Nowa MV: 0.9
 Zwiększ PEEP Nowe PEEP: 8
 Nastawa FIO₂ bez zmian
 Wykonaj gazometrię krwi za 1 godz.
 UWAGA: Zwiększone FIO₂

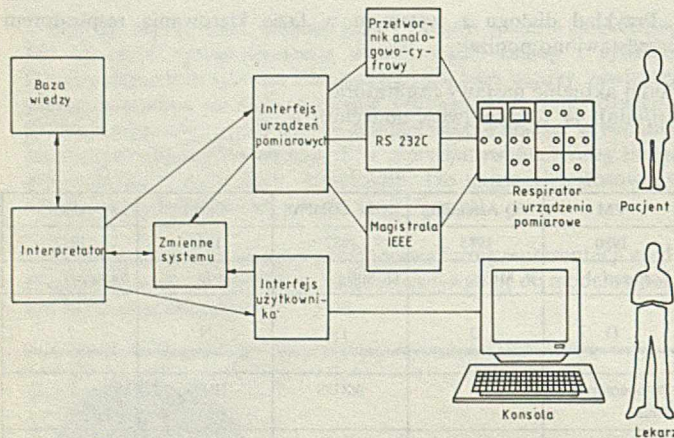
Doradzanie nastaw może odbywać się dwojako:

- przez reguły uwzględniające dotychczasową wiedzę i praktykę lekarską,
- przez model matematyczny (tętniczego ciśnienia parcjalnego CO₂).

W chwili ustępowania zespołu IRDS, zwykle nie wcześniej niż po 72 godzinach, system przechodzi do wspomaganie decyzji o odwyuczaniu pacjenta od respiratora. Cechą charakterystyczną w przypadku odwyuczania w procesie leczenia bez komplikacji są trzy stopnie terapii o coraz mniejszym stopniu agresywności, tj.: przerywana wentylacja obowiązkowa (IMV), ciągle dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych (CPAP) oraz natlenianie bierne. Niepowikłany przebieg doprowadza do zakończenia terapii. Przebieg z komplikacjami w fazie odwyuczania może doprowadzić do powrotu do drugiej fazy leczenia. Komplikacje mogą wystąpić ze strony układu oddechowego, układu krążenia i ośrodkowego układu nerwowego (OUN).

Oprogramowanie narzędziowe do budowy systemu eksperckiego nazywamy powłoką (ang. *expert system shell*). Jako powłokę SESWP przyjęto system tablicowy (ang. *blackboard*) [1], zrealizowany na komputerze IBM PC/XT. System tablicowy wykorzystuje globalnie dostępną strukturę danych (tablicę) i niezależne moduły wiedzy (ang. *knowledge sources*), które współpracują w tworzeniu na niej hipotez. Każdy moduł wiedzy ma dostęp do całej tablicy, choć w praktyce interesuje go tylko niewielki jej fragment. Moduły wiedzy są wyspecjalizowane w określonych poddziedzinach rozwiązywanego zagadnienia, reagują na zmiany w tablicy, dotyczące tych poddziedzin i dokonują własnych zapisów, przyczyniając się do postępu w rozwiązywaniu postawionego przed systemem zagadnienia.

SESWP wspomaga leczenie przy użyciu respiratorów S 900 B, C (Siemens-Elema).



Rys. 2. Schemat systemu eksperckiego czasu rzeczywistego sztucznej wentylacji płuc

Rozpoczęte niedawno badania kliniczne systemu wykazały, że praca w trybie pośrednim (ang. *off-line*), z czasochłonnym wprowadzaniem danych z klawiatury, znacznie zmniejsza szanse akceptacji systemu przez personel medyczny. Dlatego podjęto prace polegające na przekształceniu systemu w system czasu rzeczywistego (rys. 2).

W tym celu jest tworzona nowa powłoka systemu. Ma ona początkowo działać w trybie *off-line*, a później będzie rozszerzona o zbieranie danych z urządzeń zewnętrznych. Pobieranie danych przez interfejs

urządzeń pomiarowych będzie wymuszane przerwaniem zegarowym. W sytuacjach alarmowych interpretator będzie mógł zainicjować dodatkowe pobranie danych.

Równolegle będzie rozbudowywana baza wiedzy. Zostaną wprowadzone alarmy proste, sygnalizujące przekroczenie dopuszczalnych granic pewnych mierzonych parametrów, oraz alarmy inteligentne, wykrywające sytuację niebezpieczną na podstawie oceny kilku wielkości.

Interfejs użytkownika zostanie przebudowany tak, aby oczekiwanie na odpowiedź operatora nie blokowało zbierania danych i działania alarmów. Przewiduje się wariantowe rozwiązania procedur akwizycji danych ze względu na dużą różnorodność stosowanych urządzeń pomiarowych. Będzie też możliwy, podczas konfigurowania systemu, podział na dane zbierane bezpośrednio z urządzeń i wprowadzane z klawiatury. W wersji demonstracyjnej system będzie mógł działać bez żadnej dodatkowej aparatury, co pozwoli symulować ciekawe przypadki w celach dydaktycznych i testowych. Natomiast w dobrze wyposażonym Oddziale Intensywnej Terapii większość danych będzie pochodziła z aparatury kontrolno-pomiarowej, co zminimalizuje obciążenie personelu i stawiane mu wymagania.

Przewiduje się mechanizmy zmniejszania wiarygodności danych po pewnym czasie od ich uzyskania z rozróżnieniem, w jakim tempie może się ona zmieniać. Będą także wykrywane jawnie błędne dane (zmiana rzędu wielkości, wskazywanie wartości nieosiągalnej fizjologicznie).

System czasu rzeczywistego jest pisany w języku Turbo Pascal. Do obsługi przetworników analogowo-cyfrowych przewiduje się wstawki w języku maszynowym. Rozważa się też późniejsze przekodowanie działającego systemu na język C++. Obecnie zrealizowano już pierwszy etap pracy w postaci analizatora syntaktycznego języka zapisu bazy wiedzy.

Oddział Medycznej Intensywnej Terapii Szpitala Południowego w Sztokholmie oraz Wydział Informatyki Medycznej Uniwersytetu w Linköping opracowały system ekspercki sztucznej wentylacji płuc pacjentów dorosłych [10] (ang. *Knowledge-Based User Support in Volume controlled Artificial Respiration - KUSIVAR*). W tworzeniu tego systemu brał udział Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Prace nad systemem rozpoczęły się w 1985 r. Ma on być stosowany u pacjentów dorosłych i obejmuje osiem rodzajów patologii. Sposób prezentacji rad i danych w systemie KUSIVAR pokazano na rys. 3.

Zawót serca, obrzęk płuc			
Nastawy respiratora			
Bieżące		Proponowane	
MV	9.0	l/min	10.8
f	15	min ⁻¹	18
TV	0.6	l	
TI/T	30	%	
TP/T	10	%	
PEEP	0.0	kPa	
FIO ₂	0.4		
Dodatkowe informacje			
<input type="checkbox"/> Układ krążenia			
<input type="checkbox"/> Mechanika płuc			
<input type="checkbox"/> Wymiana gazowa			

Rys. 3. Sposób prezentacji rad i danych w systemie KUSIVAR

Wersję prototypową zrealizowano z użyciem oprogramowania Knowledge Engineering Environment (KEE) na komputerze Sperry Explorer. Wersję roboczą rozwija się na podstawie powłoki Nexpert-Object (Neuron-Data) na IBM PC/386.

Interesującą cechą systemu KUSIVAR jest wykorzystanie modelu matematycznego i procedury optymalizacyjnej. Ich oprogramowanie będzie dołączone do oprogramowania systemu eksperckiego przez interfejs procedur zewnętrznych dostępny w Nexpert-Object. Model matematyczny ma postać zależności ciśnień parcjalnych tlenu i dwutlenku węgla od wielkości nastawianych w respiratorze. Towarzyszy im

zależność maksymalnej mocy oddechowej (maksymalna wartość iloczynu ciśnienia i przepływu podczas wdechu) od tych wielkości. Maksymalna moc oddechowa jest przyjętym kryterium optymalizacji, odzwierciedlającym ryzyko uszkodzenia płuc podczas sztucznej wentylacji. Dąży się do zminimalizowania mocy oddechowej przy utrzymaniu ciśnień parcjalnych tlenu i dwutlenku węgla w zadanych przedziałach. Takie sformułowanie problemu optymalizacji stanowi syntezę dwu najistotniejszych aspektów patofizjologii układu oddechowego: wymiany gazowej i ryzyka uszkodzeń płuc. We wstępnej serii badań na pięciu pacjentach przy użyciu procedury optymalizacyjnej uzyskano zmniejszenie maksymalnej mocy oddechowej średnio o 20% i podwyższenie ciśnienia parcjalego tlenu we krwi tętniczej średnio o 4,7%.

* * *

Przedstawiony przegląd systemów nasuwa liczne wnioski. O powodzeniu stosowania programu może zadecydować integracja w ramach szpitalnego systemu informatycznego. Jedynym programem stosowanym w praktyce klinicznej jest CORE (COMPAS), zintegrowany z systemem szpitalnym HELP. Większość programów dotyczy pacjentów dorosłych z patologią ARDS. Mniej więcej połowa tych programów działa w czasie rzeczywistym. Tam, gdzie system nie działa w czasie rzeczywistym, są wyłączone istotne funkcje alarmowe, jak np. diagnoza komplikacji u pacjenta oraz zaburzeń w działaniu respiratora. Większość uwzględnia aspekt wymiany gazowej, tzn. powiązania nastaw respiratora z wartościami ciśnień parcjaleń gazów we krwi tętniczej. Aspekt uszkodzeń mechanicznych jest uwzględniony głównie w programie Carlo (reguły postępowania), co jest rzeczą zrozumiałą, gdyż u noworodków uszkodzenia płuc stanowią poważny procent powikłań. W innych programach aspekt uszkodzeń odgrywa mniejszą rolę. Stosowanie modeli matematycznych wymiany gazowej w postaci ogólnie przyjętych równań fizyki i fizjologii jest widoczne w niektórych programach, jednak wiedza regułowa jest częścią przeważającą.

Systemy KUSIVAR i SESWP różnią się od innych właśnie rozbudowaniem wiedzy modelowej.

Uzyskanie poprawy wyników terapeutycznych w dziedzinie sztucznej wentylacji płuc, z wykorzystaniem systemów eksperckich jest możliwe dzięki:

- udostępnieniu w dowolnym czasie wiedzy specjalistów mniej doświadczonemu personelowi medycznemu,
- rozszerzeniu zdolności oceny i interpretacji danych napływających z systemu monitorującego (w przypadku systemu czasu rzeczywistego),
- integracji wiedzy w postaci regułowej i modelowej.

LITERATURA

- [1] Ambroziak J.: Systemy tablicowe. Implementacja w języku C. In: Moduły percepcji robota i jego ruchu. W. Kosiński. (red.) Prace IPPT PAN, Warszawa, 1986
- [2] Carlo W.: Efficacy of Computer Assisted Management of Respiratory Failure in Neonates. Pediatrics. Vol. 17, No. 1, p. 139, 1986
- [3] Fagan L. M. et al.: Computer-Based Medical Decision Making: From MYCIN to VM. In: W.J. Clancey, E.H. Shortliffe (Eds.): Readings in Medical Artificial Intelligence. Addison-Wesley, Reading (MA), p. 241, 1984
- [4] Holman J.G., Cookson M.J.: Expert Systems for Medical Applications. Journ. of Med. Eng. and Techn., Vol. 11, No. 4, p. 151, 1987
- [5] Keller R.: Expert system technology. Development and application. Prentice Hall, Englewood Cliffs (NJ), 1987
- [6] Laffey T.J. et al.: Real-Time Knowledge-Based Systems. AI Magazine 27, Spring 1988
- [7] Rondio Z.: Respiratory. In: T. Szreter, B. Kamiński (red.). PZWL, Warszawa, 1975
- [8] Rudowski R. i inni: System ekspertowy do sztucznej wentylacji płuc dzieci z idiopatycznym zespołem zaburzeń oddychania (IRDS). Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej t. 6. Informatyka Medyczna. W: M. Nałęcz, E. Waniewski, J. Doroszewski (red.) WKiŁ, Warszawa, s. 378, 1990
- [9] Rudowski R., Frostell C., Gill H.: A knowledge based support system for mechanical ventilation of the lungs. The KUSIVAR concept and prototype. Comp. Meth. and Progr. in Biomed. Vol. 30, p. 59, 1989
- [10] Sittig D.F.: Computerized management of patient care in a complex clinical trial in the intensive care unit. Proc. of 11th SCAMC, p. 225, 1987.

Seminarium INFOSEM-91

Ponadto Jury postanowiło wyróżnić:

- **Michała Kalańskiego** z AE Katowice za walory użytkowe rozwiązania przedstawionego w referacie „Zintegrowany system języka C”
- **Marcina Sadleja i Michała Pakiera** z UW za umiejętność szybkiego i trafnego nawiązania do referatu konkurentki w referacie „Możliwości MS Windows i ToolBook”.

W dniach od 25 do 28 kwietnia 1991 r. odbyła się na terenie Wojskowego Domu Wypoczynkowego w Ryni kolejne seminarium Studenckich Kół Naukowych Informatyki (SKNI) INFOSEM-91. Organizatorem tegorocznego Infosemo było Koło Zainteresowań Cybernetyki przy Wydziale Cybernetyki Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie.

W seminarium wzięli udział przedstawiciele kół naukowych z Akademii Ekonomicznych w Katowicach, Krakowie, Poznaniu i Wrocławiu; Uniwersytetów: Szczecińskiego i Warszawskiego; Politechniki Śląskiej z Gliwic; Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie oraz Wojskowej Akademii Technicznej. Ogółem zjechało do Ryni prawie 60 osób.

Seminarium otworzył w dniu 26 kwietnia Zastępca Komendanta ds. naukowych WAT, płk prof. dr inż. Jan Stasiński. W sesji plenarnej odbywającej się przed południem w dniach 26 i 27 kwietnia, wygłoszono łącznie 15 referatów. Referaty te były oceniane przez jury w składzie: dr inż. Zbigniew Zieliński – WAT (przewodniczący jury), dr Wojciech Flinger – AE Poznań oraz mgr inż. Janusz Czerniawski – AE Wrocław. Spośród wygłoszonych referatów jury wyłoniło najlepsze z naukowego punktu widzenia opracowania i postanowiło przyznać za nie następujące nagrody:

I nagroda:

Adam Darda i Roman Simiński z Politechniki Śląskiej za referat „Program narzędziowy HelpMaker oraz moduły biblioteczne. HLP jako formy rozszerzenia możliwości tworzenia nowoczesnego oprogramowania”.

II nagroda:

Dariusz Bonceler, Radosław Meryk i Roman Rekowski z WAT za referat „Koncepcja systemu ekspertowego dla potrzeb diagnostyki usterek komputera klasy IBM PC”.

III nagroda:

Tomasz Bluszcz, Piotr Gajewski i Arkadiusz Manikowski z WAT za referat „Ocena wyników testowania modułu”.

W pierwszym dniu seminarium, w godzinach popołudniowych, zaproszony przez organizatorów dr inż. S. Dobaj z firmy AWAT podzielił się z uczestnikami imprezy własnymi doświadczeniami z użytkowania systemu UNIX. Wystąpienie to wzbudziło wśród słuchaczy bardzo duże zainteresowanie ze względu na wysoki poziom merytoryczny oraz wyjątkowo interesującą formę przekazu.

W drugim dniu seminarium, po zakończeniu sesji plenarnej, odbyły się obrady Rady Koordynacyjnej SKNI. Ustalono, że kolejnym organizatorem INFOSEMU w roku 1992 będzie Koło z Uniwersytetu Warszawskiego, a także wybrano najlepsze Koło roku akademickiego. Zostało nim Koło z AE z Krakowa, które zgodnie z regulaminem konkursu otrzymało nagrodę przechodnią „Złoty Chip” przekazaną przez ubiegłorocznego zwycięzcę – Koło z Uniwersytetu Szczecińskiego.

Przed spotkaniem Rady Koordynacyjnej zgodnie z programem imprezy miał się odbyć pokaz produktów firmy „APPLE” powiązany z referatem „Dlaczego MacIntosh?”. Prezentacje te mieli przeprowadzić przedstawiciele firmy „Jabłko”. Niestety, z przyczyn organizatorom nieznanych, nie pojawili się oni na INFOSEMIE.

Nagrody i wyróżnienia INFOSEMU wręczył laureatom Komendant Wydziału Cybernetyki WAT, płk doc. dr hab. inż. Andrzej Chojnacki, natomiast przekazania nagrody dla najlepszego Koła roku dokonał Prezes Rady Koordynacyjnej SKNI, dr Piotr Chrzastowski z Uniwersytetu Warszawskiego. Imprezę zakończył tradycyjny „Bal Informatyka”, który od strony organizacyjnej został doskonale przygotowany przez personel Domu Wypoczynkowego.

Opiekun Koła Zainteresowań Cybernetycznych przy Wydziale Cybernetyki WAT
dr inż. KRZYSZTOF LIDERMAN

POZNAJ SIŁĘ NASZYCH SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH!

JUNISOFTEx Sp. z o.o.

44-100 Gliwice ul. Konstytucji 11

Tel. 31-75-10, 31-90-81 do 88 wewn. 250, 272, telefaks: 31-75-10, teleks 036233

Już od 3 lat oferuje kompleksową komputeryzację przedsiębiorstw, a zwłaszcza:

- profesjonalne nowoczesne systemy informatyczne oparte na kompilatorze języka Turbo Pascal 5.5 firmy BORLAND (typu multiusers), pracujące w sieciach NOVELL 2.15 i 3.1 i wykorzystujące interfejs BTRIEVE amerykańskiej firmy SoftCraft – najefektywniejszy i najszybszy system obsługi dużych i bardzo dużych baz danych (do 4 miliardów rekordów w pojedynczej bazie danych).

AUTORYZOWANY RESELLER FIRMY NOVELL!

Polecamy szczególnie systemy zintegrowane

- wielodostępny system finansowo-księgowy wg trójstopniowej analityki w podstawowym układzie: xxx-xxxx-xxxx-xxxxxx z możliwością graficznej prezentacji wyników,
- wielodostępny system gospodarki materiałowej wykorzystujący w strukturze indeksowej SWW i KTM z automatycznym wyliczaniem cyfry kontrolnej (długość indeksu materiałowego 13 + 3 cyfry),
- wielodostępny system gospodarki wyrobami gotowymi wykorzystujący w strukturze indeksowej SWW i KTM,
- wielodostępny system gospodarki przedmiotami nietrwałymi wykorzystujący w strukturze indeksowej SWW i KTM,
- wielodostępny system środków trwałych wykorzystujący klasyfikację środków trwałych GUS,
- wielodostępny system fakturowania sprzedaży,
- wielodostępny system kadrowo-płacowy.

Wszystkie oferowane systemy są zintegrowane ze sobą zgodnie z zasadami rachunkowości księgowej przedstawionymi w miesięczniku RACHUNKOWOŚĆ nr 9, 1990.

Oferujemy również:

- sprzęt komputerowy (sprawdzony w eksploatacji) firm:
 - ALR (Advanced Logic Research) i Storage Dimensions z USA,
 - WEARNES TECHNOLOGY, i inne z Singapuru,

- dostawę i instalację licencjonowanej sieci Novell 2.2 i 3.11,
- usługi w zakresie opracowywania zakładowych indeksów materiałowych wg klasyfikacji GUS (SWW i KTM).

Dysponujemy:

- Szkołę Informatyczną w ramach której organizujemy kursy doszkalające dla kadry kierowniczej przedsiębiorstw, szkolenia w zakresie obsługi naszych systemów aplikacyjnych,
- laboratorium systemu sieciowego NOVELL.

Organizujemy:

- przy współpracy ze Szkołą Komputerową „IMPULS” kursy: DOS, Word Perfect, Pascal, Podstawy obsługi systemu operacyjnego NetWare firmy NOVELL; szkolenia prowadzone są przez doświadczonych wykładowców Politechniki Śląskiej Wydziału Informatyki i Automatyki;
- prezentację naszych systemów w ww. szkołach a także u naszych kontrahentów.

Gwarantujemy:

- najwyższą jakość naszych systemów i usług,
- najszybsze w Polsce wdrożenia systemów (od 1 do 3 miesięcy). W przypadku niedotrzymania przez nas terminów zwracamy 25% poniesionych nakładów za każdy miesiąc zwłoki. Dla klientów zamawiających kompleksowe usługi – znaczne niższe ceny.

Poszukujemy niezawodnych

- pośredników i dealerów naszych systemów informatycznych.

Z siły naszych systemów skorzystały dotąd następujące firmy:

Huta ŁAZISKA w Łaziskach Górnych	tel. 24-14-06
Walcownie Metali w Czechowicach-Dziedzicach	tel. 52-35-1
Centrala Zaopatrzenia Górnictwa w Bytomiu	tel. 81-92-91
Mikołowska Fabryka Transformatorów w Mikołowie	tel. 26-25-41
BPiKD PREFAMET-ZREMB w Gliwicach	tel. 38-20-51
BPiKD METALCHEM w Gliwicach	tel. 31-56-33
Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej PAN w Gliwicach	tel. 31-71-50
Instytut Spawalnictwa w Gliwicach	tel. 31-00-11
PP ENERGOROZRUCH w Gliwicach	tel. 37-66-25
Fabryka Palenisk Mechanicznych w Mikołowie	tel. 26-20-02
Zakłady Mechaniczne Górnictwa i Energetyki WIROMET w Mikołowie	tel. 26-23-46
Przędzalnia Bawełny PRZYJAŻŃ w Zawierciu	tel. 22-39
PRT TERMOIZOLACJA w Zabrze	tel. 71-40-21
Zakład Informatyki i Techniki Komputerowej MEGA w Gliwicach	tel. 31-52-42
Mikołowska Fabryka Maszyn Górniczych MIFAMA w Mikołowie	tel. 26-22-66
Zakłady Produkcji Urządzeń Mechanicznych ELWO w Pszczynie	tel. 30-61
Zakłady Sprzętu Sieciowego i Elektroinstalacyjnego POLAM w Katowicach	tel. 52-80-31
Zakłady Elektromaszynowe CELMA w Cieszynie	tel. 21-58-1
PSS SPOŁEM w Zawierciu	tel. 21-46-17

Chcesz mieć pełną gwarancję i niezawodne efekty komputeryzacji swojego przedsiębiorstwa – współpracuj z firmą JUNISOFTEx!

Synteza mowy w rehabilitacji inwalidów narządu mowy, słuchu lub wzroku

Mowa jest naturalnym i podstawowym sposobem komunikacji międzyludzkiej. Do grupy osób pozbawionych tej możliwości zaliczamy osoby z upośledzeniem narządu mowy lub słuchu. W obu tych przypadkach jedną z metod rehabilitacji jest wyposażenie osób niepełnosprawnych w protezy narządu mowy. Najpełniejszą protezę stanowi syntezator mowy o nieograniczonym słownictwie. Urządzenie to umożliwia komunikację z otoczeniem osobom niemym, a także głuchym, których upośledzenie wpływa w dużym stopniu na zrozumiałość ich wypowiedzi słownych. Osobną grupę, dla której syntezator mowy jest istotnym urządzeniem rehabilitacyjnym, stanowią osoby z upośledzeniem narządu wzroku. W tym przypadku jest on dodatkowym kanałem informacyjnym, wykorzystywanym przy współpracy z innymi urządzeniami technicznymi, gdzie informacja wizualna jest zamieniana na informację akustyczną. Istnieje wiele różnorodnych zastosowań tego rodzaju: od mówiącego zegarka, przez mówiącą maszynę do pisania lub mówiącą przystawkę komputerową, aż do automatycznego czytelnika tekstów. W wielu przypadkach syntezator mowy umożliwia wykonywanie zawodu osobie niepełnosprawnej, czyniąc z niej pełnowartościowego i samodzielnego pracownika.

Od dawna usiłowano zbudować maszynę, która potrafiłaby porozumieć się z człowiekiem za pomocą sygnału mowy. Początkowo nie brano pod uwagę rehabilitacji osób niepełnosprawnych, a twórcy byli inspirowani zbudowaniem sztucznej istoty rozumnej. Pierwsze udokumentowane prace nad generowaniem sygnału mowy prowadzono już w roku 1779. Wtedy to, w odpowiedzi na konkurs ogłoszony przez Akademię Nauk Imperium Rosyjskiego w Petersburgu, Christian Gottlieb Kratzenstein opracował urządzenie zdolne do wytwarzania dźwięków zbliżonych w swym brzmieniu do samogłosek. W tym samym czasie w Wiedniu analogiczne urządzenie zbudował Wolfgang von Kempelen, który kilka lat później (w 1791 r.) skonstruował znacznie bardziej dopracowane urządzenie umożliwiające generowanie prostych wypowiedzi [5]. Również słynny Alexander Graham Bell (późniejszy wynalazca telefonu) w drugiej połowie dziewiętnastego wieku zbudował własny model zdolny do wytwarzania mowopodobnych dźwięków. Urządzenia te składające się z piszczałek i mechanicznych rezonatorów były sterowane ludzkimi dłońmi. Znaczny postęp w dziedzinie generowania

sztucznej mowy przyniósł wiek dwudziesty. Już w 1939 r. w Nowym Jorku zaprezentowano urządzenie elektryczne zdolne do wytwarzania zrozumiałej mowy syntetycznej. Urządzenie to (*Voder*) składało się z połączonych równolegle filtrów, przełączanych źródeł sygnału wejściowego, układów regulacji amplitudy oraz z klawiatury sterującej. Wymagało jednak wprawnego operatora, który „grając” jak na pianinie sterował pracą obwodów. Ale dopiero zastosowanie komputerów doprowadziło do zbudowania pierwszych w pełni samodzielnych konstrukcji, które bez udziału człowieka mogły przekazywać informacje za pomocą głosu syntetycznego.

Na początku lat sześćdziesiątych prowadzono wiele prac nad syntezą mowy. W tym czasie rozpoczęto też prace nad najslawniejszym chyba systemem *MITalk* w Massachusetts Institute of Technology w USA [1]. Także i w Polsce zaczęły powstawać pierwsze elektroniczne systemy syntezatorów mowy. Prace te były prowadzone przez prof. J. Kacprowskiego oraz mgr. W. Mikiela w IPPT PAN, a ich pierwszy syntezator został nazwany *SYNFOR I* [8].

Większość prac prowadzono w celu utworzenia akustycznego modelu traktu głosowego człowieka; model ten był następnie realizowany przez odpowiednie układy elektroniczne. Jednak pierwszym praktycznie wykorzystanym syntezatorem mowy był *Automatyczny Wielokanalowy Syntezator Mowy*, który odtwarzał falę dźwiękową na podstawie zapamiętanego zestawu słów. Syntezator ten znalazł praktyczne zastosowanie już w 1971 roku w Sapporo na centralnej stacji metra [2]. Prace nad syntezatorami mowy trwały nadal, ale powstające konstrukcje ze względu na nieodpowiedni udział komputera były bardzo kosztowne. W końcu lat siedemdziesiątych zainteresowanie syntezą mowy znacznie osłabło. Zakończono prace nad systemem *MITalk*, a uzyskana jakoś była tak dobra, że uznano ten problem za rozwiązany i główna uwaga naukowców została skierowana na rozpoznawanie mowy. Syntezatory pozostały jednak urządzeniami bardzo kosztownymi, co praktycznie eliminowało możliwość ich zastosowania w życiu codziennym osób niepełnosprawnych.

Dopiero powstanie mikroprocesora spowodowało tak znaczne zmniejszenie ceny elektronicznych układów sterujących, że na początku lat osiemdziesiątych syntezą mowy zainteresowali się inżynierowie i technolodzy. Otworzyły się nowe możliwości zastosowań syntezy mowy w różnych dziedzinach życia, poczynając od urządzeń wojskowych, a na rehabilitacji niewidomych kończąc. Niska cena systemów mikroprocesorowych, jak również małe wymiary i mały pobór mowy umożliwiły ich zastosowanie w życiu codziennym w sprzęcie powszech-



Mgr inż. Konrad ŁUKASZEWICZ w 1980 r. ukończył studia na Wydziale Elektroniki Politechniki Warszawskiej i uzyskał tytuł magistra telekomunikacji. Od roku 1980 do chwili obecnej pracuje w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Prace jego związane są z budową mikroprocesorowych syntezatorów mowy oraz ich zastosowaniami dla osób niepełnosprawnych.



Mgr Zbigniew MEJRAN w 1976 r. ukończył Wydział Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego. Od 1976 do 1983 roku był pracownikiem naukowym w Instytucie Informatyki UW w Zakładzie Analizy Numerycznej. Od 1989 roku jest zatrudniony w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, prowadzi badania z dziedziny syntezy mowy.

nego użytku. Obecnie cena najprostszych syntezytorów mowy waha się w granicach kilkudziesięciu dolarów. Syntezytory są montowane w zabawkach dziecięcych, w samochodach lub zegarkach.

Istniejące obecnie syntezytory mowy są często układami o ograniczonym słownictwie, stosowanymi tam, gdzie jest przekazywana ograniczona i określona wcześniej informacja. Takie syntezytory mowy są montowane np. w kalkulatorach i mówiących urządzeniach pomiarowych. Uzyskiwana jakoś mowy syntetycznej jest bardzo dobra, a stosowane układy mogą „zapamiętać” do kilkunastu minut wypowiedzi. O wiele trudniejsze zadanie stoi przed układami, które dokonują syntezy dowolnej wypowiedzi. Synteza taka musi odbywać się według reguł, a informacją wejściową dla takiego syntezytora jest najczęściej tekst ortograficzny. W tym przypadku proces syntezy przebiega trzyetapowo. Najpierw następuje zamiana zapisu ortograficznego na zapis fonetyczny, przy czym poszczególne litery lub ich grupy są zastępowane kodami fonemów danego języka. Kolejny etap to określenie akcentu, rytmu i intonacji. Wytwarzanie sygnału mowy jest dopiero trzecim etapem procesu syntezy. Rodzaj syntezytora mowy w grupie syntezytorów o nieograniczonym słownictwie określa etap ostatni.

Syntezytory można podzielić na dwie grupy:

- wytwarzające sygnał mowy przez modelowanie toru głosowego człowieka,
- wytwarzające sygnał mowy przez modelowanie samej fali głosowej.

Do pierwszej grupy zalicza się syntezytory formantowe i syntezytory parametryczne LPC, a do drugiej syntezytory kompilacyjne.

Do drugiej z wymienionych grup należą także syntezytory mikrofonemiczne. Jakość uzyskiwanej mowy jest w tym rozwiązaniu bardzo dobra. Metoda znalazła praktyczne zastosowanie w syntezytorach mowy dla języka polskiego, wykorzystywanych przez osoby niepełnosprawne.

Syntezytory działają na zasadzie zapamiętania fragmentów fali głosowej w pamięci komputera. Elementy te odtwarzane jeden za drugim przy zachowaniu określonych reguł ich łączenia tworzą mowę ciągłą. Syntezytory tej grupy nie były popularne ze względu na bardzo dużą szybkość transmisji danych z układu sterującego do przetwornika c/a oraz ze względu na dużą pojemność pamięci potrzebnej do zapamiętania elementów mowy. Rozwój systemów mikroprocesorowych, a zwłaszcza drastyczny spadek cen pamięci, spowodował ponowne zainteresowanie się tymi metodami, których zaletą jest możliwość generowania mowy o bardzo dużej rozpoznawalności i naturalności.

W zależności od kierunku zastosowań opracowywane konstrukcje syntezytorów można podzielić na dwie grupy:

- Układy samodzielne zawierające procesor, sterowane np. przez kanał transmisji szeregowej typu RS232 lub bezpośrednio z klawiatury. Typowym przykładem mogą być przenośne syntezytory dla osób z uszkodzeniem narządu mowy.
- Układy wykorzystujące zewnętrzny procesor. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem tego rodzaju jest sterownik do IBM PC wykorzystujący procesor oraz pamięć mikrokomputera.

Pierwsza z wymienionych grup charakteryzuje się dużą samodzielnością urządzenia. Synteza mowy nie obciąża procesora głównego systemu, a syntezytor jest widziany jako urządzenie zewnętrzne. Druga grupa to urządzenia mniej niezależne. Są one znacznie tańsze, ale w praktyce efektywne ich wykorzystanie znacznie ogranicza moc obliczeniową komputera i jest zalecane do stosowania tam, gdzie dysponujemy dużą mocą obliczeniową.

Pierwszy polski system głoskowej syntezy mowy zaproponował w 1973 r. dr Ryszard Patryn z Instytutu Maszyn Matematycznych z Warszawy, który opatentował swoją metodę [16] w 1976 r. Podzielił on występujące głoski na trzy grupy: pierwsza to głoski krótkie, druga to głoski długie, a trzecia to głoski periodyczne. Następnie elektryczne przebiegi odpowiadające tym głoskom zostały zapisane w pamięci stałej w postaci cyfrowej. Głoski krótkie i długie zapisano w całości, a głoski okresowe były reprezentowane przez sygnał o długości jednego okresu podstawowego, przy czym dla takich głosek zapamiętywano również liczbę powtórzeń. Proces syntezy polegał na odtwarzaniu głosek w określonej kolejności, a głoski periodyczne były powtarzane zadaną liczbą razy. Oczywiście przy takiej metodzie syntezy nie można uzyskać bardzo dobrej jakości sygnału mowy. Czas trwania poszczególnych głosek, ich

amplituda i długość okresu podstawowego zostały ściśle określone, co uniemożliwiło zmianę rytmu, akcentu i intonacji wypowiedzi. Poza tym nie zaproponowano żadnej metody łączenia głosek, co powodowało, że przejścia od jednego do drugiego sygnału następowały bez żadnej fazy przejściowej. W późniejszej swej pracy [17] autor podał, że jest możliwe pominięcie transjentów¹⁾ między głoskami przy zachowaniu dobrej zrozumiałości mowy, jednak taki proces musi się odbić ujemnie na jakości generowanego sygnału.

Dalsze prace nad metodą syntezy, w której do celu odtworzenia fonemu wykorzystuje się tylko jego część (mikrofonem), prowadził w Polsce dr Grzegorz Kielczewski z Uniwersytetu Warszawskiego [3]. Przedstawiona przez niego metoda uzupełniała metodę wcześniejszą o elementy łagodnego łączenia głosek przy użyciu liniowej superpozycji. Głoski jak gdyby przenikały się tak, że amplituda jednej malała, gdy w kolejnych okresach tonu kraniowego amplituda następnej rosła. Superpozycja ta trwała od 5 do 10 okresów. Wprowadzono również elementy umożliwiające kształtowanie akcentu i intonacji. Intonacja miała być zmieniana przez zmianę częstotliwości próbkowania, a akcent uzyskiwano przez zmianę wzmocnienia wzmacniacza końcowego. Niestety, zmienianie częstotliwości próbkowania powoduje zmianę widma generowanych głosek, zmusiło to więc autora do zmodyfikowania zaproponowanej koncepcji [10]. Nowa metoda zmiany częstotliwości podstawowej polegała na dodawaniu krótkich przerw między kolejnymi odtworzeniami zapamiętanego fragmentu głoski. Kontrolowanie długości tych przerw powodowało różne obniżanie tonu podstawowego. Na podstawie bardzo podobnej metody zbudowano francuski mikroprocesorowy syntezytor *Synthe* [14]. Zastosowanie tylko pojedynczych okresów w celu reprezentowania głosek powodowało dużą oszczędność pamięci – tak zbudowane syntezytory wymagały tylko 6 KB pamięci stałej.

Kolejną próbą rozwiązania problemów modelowania transjentów oraz zmiany częstotliwości podstawowej była propozycja E. Groshmana i E. Endersa [6]. Zaproponowany przez nich system polegał na zapisywaniu w pamięci nie tylko fragmentów reprezentujących poszczególne fonemy, ale również takich, które były połączeniami między nimi. Metoda ta charakteryzowała się tym, że:

- w procesie tworzenia bazy danych wykorzystano pary fonemów, które mogły być wymieniane między sobą,
- zapamiętano w pamięci tylko stany przejściowe tych par fonemów,
- zapamiętano tylko jeden okres częstotliwości podstawowej głosek dźwięcznych,
- wykorzystano elementy niektórych spółgłosek do modelowania innych,
- wykorzystano metody analizy predykcyjnej w celu zmian częstotliwości podstawowej.

Przy tak określonych zasadach pełny syntezytor wymagał zastosowania tylko 64 KB pamięci, podczas gdy aby zapamiętać całe pary fonemów dla języka niemieckiego, potrzeba było aż 2 MB pamięci. Oryginalną metodą oszczędzania pamięci było zapamiętanie tylko połowy połączeń, np. z par połączeń *la* i *al* zapamiętano tylko połączenie *la*, a drugie uzyskano przez odwrócenie w dziedzinie czasu połączenia pierwszego. Na uwagę zasługuje również metoda zmiany częstotliwości podstawowej polegająca na tym, że otrzymany sygnał mowy poddawano analizie predykcyjnej, dzięki której uzyskiwano sygnał pobudzenia. Sygnał ten modyfikowano przez dodawanie lub usuwanie próbek między kolejnymi pobudzeniami. Tak zmodyfikowany sygnał wykorzystywano do utworzenia na powrót dźwięku syntetycznego.

W 1982 r. w IBIB PAN w Warszawie powstał pierwszy mikroprocesorowy mikrofonemiczny syntezytor mowy polskiej MIFO [13]. Został zbudowany z użyciem metody przedstawionej przez dr. G. Kielczewskiego, ale wykorzystano w nim również niektóre elementy zaproponowane przez R. Patryna oraz E. Groshmana. Syntezytor ten w celu maksymalnego uproszczenia działania zbudowano wybierając najmniej skomplikowane rozwiązania. I tak zastosowano ograniczony zbiór głosek. Zapamiętano głoski nieokresowe w całości. Wprowadzono krótkie przerwy w celu zmiany częstotliwości podstawowej. Zapisano w pamięci tylko najistotniejsze transjenty. Zbudowany syntezytor mowy był wyposażony w 20 KB pamięci EPROM oraz 4 KB pamięci RAM, a proces syntezy był realizowany przez 8-bitowy procesor Z80. Jakość generowanej mowy nie była zbyt dobra, lecz mimo to znalazł on

¹⁾ Transjenty – przebiegi rozpoczynające lub kończące drgania akustyczne; mają wpływ na barwę dźwięku.

praktyczne zastosowanie jako *mówiąca końcówka komputerowa, mówiący monitor maszyny do pisania oraz mówiący kalkulator*. Urządzenia te zbudowano z przeznaczeniem dla ludzi niewidomych.

Dalsze prace nad synteźnikami mikrofonicznymi prowadzono w celu poprawienia jakości mowy. Opracowano nową metodę modelowania transjentów [12], której oryginalność polegała na specjalnym doborze mikrofonemów zapamiętywanych w bazie danych. Wzorce te były pobierane na podstawie widma słuchowego przebiegu wzorcowego, a interpolacyjny sposób ich łączenia zapewniał dobre modelowanie stanów przejściowych poszczególnych połączeń. Zmiana częstotliwości podstawowej następowała przez zastosowanie trapezowego okna pokrywającego. Zmiana czasu trwania tego okna umożliwiała zmianę częstotliwości podstawowej. Zbudowany synteźnik generuje mowę bardzo dobrej jakości. Taka konstrukcja wymaga zastosowania znacznie większej pamięci, ok. 0,5 MB, oraz procesora o większej mocy obliczeniowej.

Dalszy rozwój metody mikrofonicznej to prace prowadzone w kraju, w IBIB PAN w ramach programu CPBR 11.09, oraz za granicą, m.in. we Francji i w Finlandii. Budowane systemy dysponują pamięcią rzędu kilku megabajtów. Na przykład, ostatnio zbudowany we Francji system obejmuje 1200 par fonemów, a same dane zajmują 5 MB pamięci [7]. Prace badawcze dotyczą nowych metod zmiany intonacji oraz sposobów tworzenia baz danych. Konstruktorzy postawili sobie zadanie uzyskania mowy syntetycznej o jakości dorównującej mowie naturalnej. Próby wykonane we Francji dowodzą, że zastosowanie metody mikrofonicznej daje znaczne poprawienie naturalności i jakości sygnału w stosunku do metody liniowej predykcji.

Opracowanie w IBIB synteźnika mowy bardzo dobrej jakości dla języka polskiego umożliwiło rozszerzenie praktycznych zastosowań syntezy mowy. Należy podkreślić związek między jakością syntezy a obszarem zastosowań. Poszczególne synteźniki (jak również metody syntezy) można porównywać ze względu na wiele cech zarówno mierzalnych (obiektywnych), jak i niemierzalnych (subiektywnych). Jednym z istotnych dla użytkownika parametrów mierzalnych może być np. koszt synteźnika i jego wielkość. Oczywiście te cechy zależą nie tylko od sposobu syntezy, ale i od bieżących możliwości technologicznych. Do ważnych cech należy zrozumiałość mowy syntetycznej. Tylko synteźniki charakteryzujące się pełną zrozumiałością dla nieprzeszkolonego użytkownika mają szansę na większe rozpowszechnienie. Dłuższe słuchanie mowy syntetycznej, aczkolwiek w pełni zrozumiałej, może być męczące. Jest to ważna subiektywna ocena, chociaż z naszych doświadczeń wynika, że jest ona związana z kręgiem odbiorców.

W chwili obecnej można zauważyć znaczny rozwój wszelkich elektronicznych urządzeń rehabilitacyjnych. Zwłaszcza proste systemy mikroprocesorowe ułatwiają życie oraz pracę osobom niepełnosprawnym. Synteźniki mowy są powszechnie w tych urządzeniach stosowane. Również i w Polsce występuje zapotrzebowanie na te urządzenia.

LITERATURA

- [1] Allen J., Hunnicutt M.S., Klatt D.: From text to speech. The MITalk system. Cambridge University Press, 1987
- [2] Arai Y., Katakura Y., Mafune Y.: Automatic Multichannel Speech Synthesizer. Proc. of the 7th ICA, Budapeszt 1971
- [3] Bole L., Kielczewski G.: Cyfrowa synteza sygnałów dźwiękowych mowy – Zastosowanie maszyn matematycznych do badań nad językiem naturalnym. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1976
- [4] Costello J.B., Mozer F.S.: Time-Domain Synthesis Gives Good-Quality Speech at Very Low Data Rates. Speech Technology, September–October 1982
- [5] Flanagan J.L.: Voices of Men and Machines. Journal of Acoustical Society of America, May 1972
- [6] Groshmann E., Endres W.: Speech Synthesis From Sound Elements Performed in Time Domain. Proc. of the 9th ICA, Madryt 1977
- [7] Hamon C., Moulines E., Charpentier F.: A Diphone Synthesis System Based on Time-Domain Prosodic Modification of Speech. Proc. of ICASSP, 1989
- [8] Kacprowski J., Mikiel W.: The Terminal-Analog Speech Synthesizer as Acoustic Output of a Computer. Proc. of the 7th ICA, Budapeszt 1971
- [9] Karjalainen M.A., Laine U.K., Toivonen R.O.: Aids for the Handicapped Based on SYNTHE 2 Speech Synthesizer. Proc. of ICASSP, 1980
- [10] Kielczewski G.: Metoda cyfrowej syntezy mowy w zastosowaniu do systemów liczących. Praca doktorska. Instytut Informatyki UW, Warszawa 1979
- [11] Lundman M.: Speech Technology for People with Speech-, Language-, and Communication Problems. Speech Technology, 1984
- [12] Łukaszewicz K., Karjalainen M.: Microphonemics – High Quality Speech Synthesis by Waveform Concatenation. Proc. of the 11th ICPhS, Tallin 1987

- [13] Łukaszewicz K., Regowski A.: Reguły syntezy wzorców fonemów i transkrypcja fonetyczna tekstu polskiego w mikrofonicznym synteźniku mowy. Prace IBIB PAN, zeszyt 26, Warszawa 1988
- [14] Morel M.: Synthé votre premiere machine parlante. Micro-Systems, No. 16, Mars/Avril 1981
- [15] Nelson P., Dooley T.: The Tim Dooley System – A Portable Voice Output Communication Aid: Speech Technology 1984
- [16] Patryn R.: Opis Patentowy nr 81269
- [17] Patryn R.: Transitionless Synthesis of Speech. Acoustica, Vol. 48, No. 4, 1981.

Niekonwencjonalne metody rozpoznawania w diagnostyce medycznej

dokończenie ze s. 9

Język opisu zadania rozpoznawania zastosowano w uniwersalnym komputerowym systemie rozpoznawania DIAGSYS. Podstawowe funkcje systemu są następujące:

- przygotowanie opisu zadania rozpoznawania,
- kompilacja opisu zadania rozpoznawania i tworzenie wewnętrznej reprezentacji wiedzy wykorzystywanej później przez algorytm decyzyjny,
- wprowadzanie i redagowanie cech rozpoznawanego przypadku,
- wyznaczanie diagnozy na podstawie wprowadzonych wartości cech i skompiłowanego opisu zadania rozpoznawania,
- gromadzenie opisów rozpoznanych przypadków w bazie danych,
- okresowe modyfikowanie współczynników pewności na podstawie materiału doświadczalnego zgromadzonego w bazie danych.

Na podstawie systemu DIAGSYS opracowano dwie problemowe bazy wiedzy: do rozpoznawania przyczyn ostrej niewydolności nerek u dzieci oraz do diagnozowania nadciśnienia tętniczego. W bazie wiedzy do diagnozowania ostrej niewydolności nerek zgromadzono około 60 reguł, w których występuje około 50 cech. Liczba klas jest równa 9. Baza wiedzy do diagnozowania nadciśnienia tętniczego liczy około 400 reguł z 200 cechami i 30 klasami.

Wszystkie przedstawione w pracy systemy komputerowo wspomaganej diagnostyki medycznej z wykorzystaniem niekonwencjonalnych metod rozpoznawania zaimplementowano na mikrokomputerach IBM PC w języku Pascal; przechodzą one obecnie okres testowania w warunkach pracy klinicznej.

LITERATURA

- [1] Bubnicki Z. i inni: Algorytmy i programy komputerowo wspomaganej diagnostyki medycznej z zastosowaniem metod modelowania i identyfikacji. Raport nr 4/I-17/87 (część I), 13/I-17/87 (część II). Politechnika Wroclawska, 1987
- [2] Kurzyński M.: Złożone metody rozpoznawania. [w:] M. Nałęcz (red.): Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej. WNT, Warszawa, 1990
- [3] Kurzyński M., Puchala E.: Computer-aided control of the peritoneal dialysis process. Proc. of 11th IFAC World Congress, Vol. 4, Tallinn, 1990
- [4] Kurzyński M., Sas J., Wikiera I.: Diagnosis of acute renal failure using two-stage classifier. Biocybernetics and Biomedical Engineering, Vol. 8, No. 1, 1988
- [5] Sas J.: Probabilistic approach to pattern recognition in expert systems. Proc. of 7th Int. Conf. on Systems Engineering, Las Vegas, 1990.

SPROSTOWANIE

Przepraszamy Polskie Towarzystwo Informatyczne za to, że w majowym numerze INFORMATYKI z bieżącego roku na stronie 22 przedrukowaliśmy z Biuletynu Polskiego Towarzystwa Informatycznego materiały dotyczące wyników konkursu prac magistrów i Czwartej Szkoły Wiosennej PTI – bez podania źródła.

Redakcja

Automatyczne czytanie pisma

Automatyczne czytanie pisma (ang. *optical character recognition* – OCK) jest dziedziną interesującą coraz więcej firm produkujących oprogramowanie użytkowe. Zdolność wprowadzenia do komputera danych i tekstów z szybkością strony formatu A4 w ciągu 2–3 min zbliża możliwości najlepszych programów OCR do wydajności maszynistki, nawet po doliczeniu czasu na poprawę błędów i przekłamań. Aktualizowanie baz danych, zbieranie pomiarów statystycznych, wprowadzanie tekstów do zastosowań poligraficznych oraz inne czynności mogą być przyspieszone i zautomatyzowane (a więc tańsze) dzięki programom OCR. Dodatkowo (lub raczej pierwotnie, gdyż jest to jedno z pierwszych zastosowań) czytnik tekstów w połączeniu z syntezatorem mowy może być cenną pomocą w pracy i życiu codziennym na przykład dla osób niewidomych. Automatyczne czytanie pisma jest od lat tematem realizowanym w jednej z pracowni Zakładu V Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN (obecnie Pracownia Mikroprocesorowych Układów Protetycznych).

Lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte obfitują w prace teoretyczne z dziedziny rozpoznawania pisma, podejmowane w uniwersytetach i ośrodkach badawczych firm. Od połowy lat osiemdziesiątych algorytmy rozpoznające stają się tajemnicą firm pracujących intensywnie nad przygotowaniem do produkcji urządzeń i programów komercyjnych, przeznaczonych do pracy z coraz powszechniejszymi komputerami osobistymi. Początkowo są to programy wymagające silnego wspomaganie sprzętowego w postaci specjalizowanych sterowników z dodatkowymi procesami. W dobie rozpowszechnienia się mikrokomputerów typu PC/386 jest już możliwa czysto programowa realizacja zadań OCR. Wśród publikacji teoretycznych ostatnich lat przodują Japończycy – ich osiągnięcia są ciekawe, choć mniej przydatne przy rozpoznawaniu pisma łacińskiego.

Dokonania zespołu z IBiB są znamienne dla okresu, w którym prowadzono prace. W roku 1978 zbudowano w rekordowym tempie czytnik CTMO3 – urządzenie rozpoznające sprzętowo ustalony krój pisma (pismo OCRB2), zainstalowane w Domu Słowa Polskiego i pracujące do pożaru w 1984 r. Równoległe powstał programowy czytnik tekstów PCT3 (rozpoznawanie ustalonego kroju maszynowego z możliwością przeprogramowania). Był on w fazie modelu konstrukcją niewielką (rozmiarów małego biurka), szybką (80–160 znaków na sekundę), z rewelacyjnie niską stopą błędów (poniżej 1 na 100 000 znaków przekłamanych i 1 na 7600 znaków nierozpoznanych). Doprowadzenie do wyprodukowania „serii” dwóch sztuk trwało 10 lat i wiązało się z koniecznością zastosowania typowych elementów jednolitego systemu komputerów RWPG – przez co czytnik zwiększył rozmiary pięciokrotnie! Czytniki PCT3, przeznaczone do automatycznego wprowadzania tekstów w systemie fotokładu, pracowały w Prasowych Zakładach Wkłędodrukowych i Prasowych Zakładach Graficz-

nych. W ten sposób „wdrożono do produkcji” i „wszechstronnie wykorzystano” bardzo nowoczesne w chwili powstania urządzenie. Następnym tematem był wielokrojowy czytnik tekstów dla niewidomych, projektowany początkowo jako samodzielne urządzenie wieloprocessorowe, zrealizowany jako program dla komputera IBM PC/XT lub AT z dołączonym syntezatorem mowy. Czytnik miał rozpoznawać osiem najpopularniejszych krojów pisma drukowanego (proporcjonalnego), w wielkości od 8 do 24 punktów drukarskich, algorytmem mającym zdolność „uczenia się”. Dopuszczono gorsze parametry rozpoznawania (95% rozpoznań bezbłędnych, 10 znaków na sekundę), które ma zrekompensować domyślność słuchacza. Model wykonano w 1990 roku.

Co można czytać automatycznie?

Do automatycznego rozpoznawania najlepiej nadają się wszelkie jednolite teksty drukowane lub wykonane na maszynie do pisania; jeden krój na całej stronie, równomierne rozłożenie tekstu w jednej kolumnie oraz stały odstęp międzyliterowy (ang. *monospaced printing*), pozwalający dokładnie określić położenie litery, ułatwiają pracę programowi OCR. Znacznie trudniejsze jest prawidłowe rozpoznanie pisma o zmiennej szerokości liter (ang. *proportional printing*), z uwagi na często występujące zlania sąsiednich liter. Kolejne komplikacje wprowadza układ wielokolumnowy (chyba że są to formularze, z których pobiera się dane ze ściśle określonych miejsc) i przemieszanie tekstu z grafiką, którą trzeba wydzielić i pominąć lub zapamiętać. Różne wielkości liter, różne kroje i ich odmiany – pogrubione, podkreślone i kursywa – to kolejne przeszkody w prawidłowym rozpoznaniu tekstu. Jeszcze inne problemy stwarza wydruk z drukarki igłowej: litery są złożone z oddzielnych plamek – należy rozstrzygnąć, które z nich połączyć w jeden znak.

Mimo całej swej złożoności problem zrozumienia druku został już, lepiej czy gorzej, rozwiązany w licznych konkurujących ze sobą programach komercyjnych. Naturalne pytanie brzmi – co z pismem ręcznym? Rozpoznawanie pisma ręcznego na dużą skalę to jeszcze sprawa przyszłości. Powodem jest ogromna różnorodność charakteru pisma. Ta sama litera pisana przez różnych ludzi, a nawet przez tę samą osobę w różnych warunkach może być całkiem inna; nie zachowuje nawet podstawowych cech, jak: linie proste, łuki, zamknięte pętle znaku. Jest raz cieńsza, innym razem grubsza, nachylona, „wyskakująca” z szeregu liter sąsiednich. Litery tworzące słowo łączą się często w jedną, nieprzerwaną i trudną do podzielenia linię. W praktyce, aby pismo ręczne mogło być prawidłowo rozpoznane, musi podlegać ściśle określonym zasadom prowadzenia linii. Zbiór znaków bywa najczęściej ograniczany, np.: cyfry, rozłączne litery drukowane, pisane w oddzielnych kratkach formularza, krzyżyki wybierające pozycje na standardowym dokumencie itp. Nieliczne spotykane na rynku urządzenia próbują rozpoznać pismo ręczne na podstawie znajomości kolejności stawiania kreski (przykładowo, użytkownik urządzenia GRiDPad firmy GRiD Systems Corp. prowadzi specjalne pióro po ciekłokrystalicznym ekranie [1]). Ogólnie jednak pismo ręczne może być dziś wykorzystane tylko w systemach obsługujących konkretne zastosowania.

Urządzenia wprowadzające obraz

Do wprowadzania obrazu strony przeznaczonej do rozpoznawania służą skanery ręczne i całostronicowe [6, 7]. Skaner ręczny (ang. *hand scanner*) przypomina myszę, która za pomocą linijki światłoczułych elementów „widzi” pasek o szerokości 6–8 cali, często ma regulowaną rozdzielczość w granicach 200–400 dpi (ang. *dots per inch* – punktów na cal), co odpowiada 8–16 punktom na milimetr. Skaner całostronicowy (ang. *flatbed scanner*) powinien obejmować stronę formatu A4 i, do



Mgr Anna ZAWADA w 1978 r. ukończyła Wydział Matematyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego. W końcu tego roku podjęła pracę w Instytucie Biocybernetyki. Początkowo asystowała przy pracach związanych z czytnikiem PCT3, pisząc pomocnicze programy edycji rozpoznanego tekstu. Od 1986 roku uczestniczy w oprogramowywaniu mikrokomputerowego czytnika tekstów dla niewidomych, zajmując się głównie problemem segmentacji liter. Jest współautorką obecnej wersji programu rozpoznającego, zastosowanego w czytniku dla niewidomych, napisanego w języku C i assemblerze.

celów OCR, mieć rozdzielczość 300 dpi (jest to standard dla programów rozpoznających). Większość skanerów ma przełączaną liczbę stopni szarości (16 lub 256), regulowany kontrast i natężenie oświetlenia. Wszystkie urządzenia mają dołączony program obsługi pozwalający zapamiętać wprowadzony obraz w postaci standardowo spakowanego pliku o rozszerzeniu pcx lub tif. Programy rozpoznające przyjmują tekst podany nie bezpośrednio ze skanera, lecz właśnie z takiego pliku.

Do celów OCR poleca się używanie skanera całostronicowego. Autorzy opracowania [4] po zbadaniu możliwości różnych skanerów wytypowali jako najlepsze: Chinon DS-3000 Hewlett-Packard ScanJet-Plus i Kurtzweil K-5100 Intelligent Scanning System (opisane dodatkowo w [5]). Mając do dyspozycji całą stronę można wykryć kolumny, grafikę, ewentualne poziome lub odwrócone położenie strony, skorygować przekosy wierszy (tzn. sytuację, gdy wiersze tekstu nie układają się idealnie poziomo w polu widzenia skanera). Co prawda, niektóre skanery ręczne pozwalają wyczytać w częściach i „złożyć” całą stronę, jest to jednak zawsze obarczone pewnym błędem na styku poszczególnych kawałków. Już samo prowadzenie skanera ręcznego tak, by wiersze tekstu nie falowały, a litery nie były zniekształcane przez zmienną szybkość wprowadzania, nie zawsze jest osiągalne i wymaga treningu. W tych warunkach nie sposób uniknąć dużej liczby błędów, których poprawianie może zająć więcej czasu niż przepisanie tekstu przez maszynistkę.

Główne problemy automatycznego rozpoznawania tekstów

Pierwszym zadaniem jest określenie ogólnego wyglądu strony, ustalenie, czy zawiera ona wyłącznie tekst, gdzie są obszary do rozpoznania i w jakiej kolejności należy je przetwarzać. Jeśli tekst jest podzielony na szpalty lub ujęty w tabelę, to należy dokładnie wyznaczyć położenie kolumn. W tym celu bada się równomierność zaczerpnienia obrazu w poszczególnych jego fragmentach. Trudności w określaniu położenia wierszy mogą powstać w wyniku lekkiego obrócenia strony, powodującego ukośny przebieg wierszy. Pozostały w ten sposób przekos należy mieć na względzie również w trakcie pobierania kolejnych liter do rozpoznania, gdyż ich położenie będzie się zmieniać w miarę posuwania się wzdłuż wiersza – jest to proces śledzenia linii bazowej. Wyznaczenie dolnej i górnej granicy liter w danym wierszu ogranicza obszar poszukiwania następnego znaku.

Kolejnym krokiem jest segmentacja, czyli wydzielenie plamy tworzącej jedną literę. Odbywa się ona w sposób oczywisty wówczas, gdy istnieje biała kolumna oddzielająca znaki, lub w przypadku kroju o stałym odstępnie międzyliterowym (wtedy po prostu nie się tekst na kawałki jednakowej długości). Nawet jeśli znaki zachodzą pod lub na siebie nie łącząc się, to oddzielenie ich od siebie jest wykonalne, choć czasochłonne. Co jednak począć, gdy kilka liter zleje się w jedną plamę, co występuje często w proporcjonalnym piśmie szeryfowym? Co, gdy z powodu złej jakości tekstu lub niedostatecznego oświetlenia litera jest przerywana na kawałki? Gdy jest to do przewidzenia, jak w wydruku z drukarki igłowej, można przeprowadzić dodatkowy, czasochłonny proces zespalania obrazów znaków. W przypadku połączenia kilku liter może powstać zlepek wyraźnie dłuższy od przeciętnej litery i wtedy podejmuje się próby rozcięcia. Gdy jednak połączy się r z n , to wynik może bardziej przypominać m niż którąś z liter wyjściowych – nie sposób bezkontekstowo wybrać prawidłowe rozwiązanie.

Po prawidłowym wydzieleniu litery, ewentualnie łącznie z umieszczonym nad nią akcentem, ale bez zanieczyszczających plamek, które też mogą wystąpić w obrazie, następuje właściwy etap rozpoznawania. Należy zbadać ogólne cechy litery, ewentualnie porównać ją z macierzami wzorcowymi, w szczególnych przypadkach liter podobnych – przeprowadzić dodatkowe badanie fragmentów. Na podstawie dołączonych baz, pamiętających cechy poszczególnych liter, można z większą lub mniejszą dokładnością określić tożsamość napotkanego znaku. Często jednak nie da się go rozpoznać jednoznacznie. W tym przypadku, a także wtedy, kiedy badana plama nie daje się dopasować do żadnej znanej litery, jedynym ratunkiem jest dobry słownik proponujący najbardziej prawdopodobne rozwiązanie. W kontekstowe sprawdzanie poprawności rozpoznania powinien być wyposażony każdy rzetelny program OCR.

Charakterystyka algorytmów rozpoznających

Istnieje wiele metod gromadzenia i wykorzystania cech, pozwalających określić tożsamość badanych znaków. Najbardziej naturalne wydaje się zapamiętanie punktowego, uśrednionego wzorca dla każdej litery. Po wczytaniu tak samo skwantowanego obrazu znaku badamy, do którego wzorca najlepiej pasuje on w sensie wybranej miary odległości (ang. *pattern-matching recognition*). Taka metoda jest dobra jednak przy szczególnych zastosowaniach, w których występuje niewielki zbiór liter. W czytniku wielokrójowym nawet różne wielkości tego samego kroju wymagałyby zapamiętania oddzielnych wzorców. Poza tym metoda jest bardzo czasochłonna i czuła na systematyczne zniekształcenia znaków, jak np. pochylenie (zwłaszcza zniekształcenia wprowadzane przy czytaniu skanerem ręcznym). Dlatego współczesne algorytmy rozpoznające są oparte na określaniu i porównywaniu cech topologicznych, które pozostają niezmiennie przy przekształceniach litery (ang. *omnifont recognition*). A oto kilka przykładów cech. Znak może być rzutowany, w całości lub fragmentach, na osie równoległe do jego boków. Badanie wartości maksymalnych i minimalnych takich rzutów określa proporcje zaczerpnienia poszczególnych liter. Można badać zewnętrzny lub wewnętrzny kontur znaku, wydzielając w nim określone cechy, np. linie proste, łuki, zamknięte pętle, skrzyżowania linii i pamiętając ich liczbę, długość i kierunek. Można „szatkować” znak w kierunku poziomym lub pionowym pamiętając liczbę przecięć z konturem. Obiecujące początkowo pomysły znalezienia tzw. szkieletu litery i badania go zamiast całego znaku okazały się mało przydatne z powodu niedoskonałości i czasochłonności algorytmów pocieniania [3]. Cechą wpływającą na szczególną atrakcyjność niektórych algorytmów rozpoznających jest ich zdolność adaptacji do czytania nowych znaków.

Przegląd dostępnych programów OCR

Na rysunku znajduje się wiele OCR o różnym stopniu zaawansowania. Proste programy rozpoznające są standardowo dołączane do skanerów (np. do Hewlett-Packard ScanJet). Ceny programów oscylują w granicach 250–1000 \$. Jak łatwo się domyśleć, tańsze programy mają skromniejsze możliwości przetwarzania złożonych publikacji, nie radzą sobie z kolumnami, grafiką, wymyślnymi krojami (w tym półgrubymi) i kursywą. Są wyćwiczone w rozpoznawaniu mniejszej liczby popularnych krojów. Ulotki reklamowe obiecują, że niedomagania te są kompensowane możliwością uczenia się – program półautomatycznie uczy się rozpoznawać nowe kroje. Jednak korzyść praktyczna wynikająca z tego faktu bywa zwykle niewielka: wytrenowanie programu w rozpoznawaniu nowego kroju jest pracochłonne (oczywiście trzeba oddzielnie uczyć czytania – na przykład – Timesa 10-punktowego i Timesa 12-punktowego, jakby to były istotnie różne rodzaje pisma!), a efekty mierne. Prostsze programy, rozpoznające znaki przez porównanie wzorców (ang. *pattern matching*), z reguły kiepsko radzą sobie z czytaniem druku proporcjonalnego. Droższe programy, z dołączonymi bogatymi bazami cech liter różnych krojów, osiągają większy procent niezawodności rozpoznawania. Jednak i one dają różne wyniki na różnego rodzaju próbkach. Mimo iż standardowa rozdzielczość 300 dpi wystarcza do rozpoznawania druku począwszy od 8 punktów, praktycznie najmniejsze litery są rozpoznawane z dużym błędem. Nadal słabo jest rozwiązany problem właściwego podziału liter zlepionych. Najlepsze programy OCR mają też perfekcyjne słowniki weryfikujące, ale często za dodatkową opłatą (jak program Omnipage). Możliwość czytania wydruków igłowych i faksowych jest też zapewniona dzięki oddzielnej przystawce do programu Omnipage. Niektóre z programów wymagają wstępnego określenia rodzaju spodziewanego kroju. Wśród praktycznych zalet najlepszych programów OCR należy wymienić możliwość wyprowadzania wyników rozpoznawania w postaci plików akceptowanych przez popularne edytory tekstów i programy obsługi baz danych. W drobiazgowym przeglądzie jakości 10. programów OCR w [1] za najlepsze uznano programy OmniPage/386 firmy Caere Corp. i WordScan Plus firmy Calera Recognition Systems.

Jak na powyższym tle przedstawiają się prace zespołu z IBiB PAN? Nasz czytnik miał służyć gronu użytkowników o szczególnych wymaganiach: niewidomym.

dokończenie na s. 31

Schematy funkcjonowania systemu diagnostycznego „Hepar”

W Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, we współpracy z lekarzami z Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie¹⁾ zbudowano komputerowy system wspomaganie diagnostyki oraz analizy danych „Hepar”. System ten jest połączony obecnie z hepatologiczną bazą danych i jest już używany w Wojewódzkim Szpitalu Zespolonym w Warszawie, a przewiduje się wprowadzenie go do praktyki klinicznej także w innych ośrodkach. Planuje się także zbudowanie następnych wersji systemu ukierunkowanych na inne działy medycyny.

Wspomaganie diagnostyki odbywa się w tym systemie przez porównanie za pomocą różnych technik obliczeniowych opisu pacjenta diagnozowanego z opisami innych pacjentów, zawartymi w bazie danych systemu. Opisy pacjentów w bazie danych pogrupowano w pewne klasy odpowiadające poszczególnym jednostkom chorobowym C_k . Techniki obliczeniowe w systemie są oparte na metodach statystycznego rozpoznawania obrazów [3, 4], a w tym głównie na tzw. dyskryminacji symetrycznej [1, 2].

System „Hepar” jest połączony z hepatologiczną bazą danych zawierającą opisy kilkuset pacjentów z różnymi schorzeniami wątroby, głównie typu przewlekłego. Baza ta została założona na podstawie historii chorób pacjentów leczonych w Klinice Gastroenterologii Instytutu Żywności i Żywności [5].

W systemie „Hepar” wydzielono sześć głównych modułów:

- 1) wprowadzanie danych pacjenta,
- 2) wyświetlanie danych o wybranym pacjencie,
- 3) wspomaganie diagnostyki,
- 4) dydaktyka,
- 5) analizy statystyczne,
- 6) przeglądanie bazy – spis pobytów pacjentów.

System napisano w języku Turbo Pascal; jest przeznaczony do użytkowania na mikrokomputerze typu IBM PC/AT z dyskiem stałym, kartą EGA i monitorem kolorowym. Programy wraz z bazą danych zajmują około 4 MB pamięci na dysku.

¹⁾ System „Hepar” zaprojektowano i zbudowano w ramach CPBR 11.9 przez zespół w składzie: doc. dr hab. Leon Bobrowski, dr n. med. Hanna Wasylukowa, mgr inż. Bogumił Dmowski, mgr Katarzyna Kempista.



Doc. dr hab. Leon BOBROWSKI ukończył w 1970 roku studia na Wydziale Fizyki UW oraz w 1975 studia doktoranckie w Instytucie Organizacji i Kierowania PAN. Obecnie jest docentem w Zakładzie Bioniki Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN w Warszawie. Zainteresowania naukowe skupiają się wokół trzech kierunków: metod statystycznego rozpoznawania obrazów i analizy danych, informatyki medycznej oraz sieci neuronalnych.

Obsługa bazy danych

Trzy spośród sześciu modułów systemu (1, 2 i 6) są bezpośrednio ukierunkowane na obsługę bazy danych. Pierwszy z nich umożliwia wprowadzanie do bazy wyników badania nowego pacjenta. Wyniki są wprowadzane z klawiatury komputera i umieszczane w sposób zorganizowany w bazie danych pod nadzorem programu wejściowego. Program ten pozwala między innymi uwzględniać zmienność zakresów normy w badaniach laboratoryjnych oraz wprowadzać wyniki badań wielokrotnych.

Rekord hepatologicznej bazy danych odpowiadający jednemu pacjentowi zawiera około 1000 pól (6025 KB). Opis każdego pacjenta w bazie zawiera dane ogólne – identyfikacyjne, wyniki badania przedmiotowego, dane laboratoryjne oraz zweryfikowane rozpoznanie hepatologiczne. Rozpoznanie to jest podstawą grupowania pacjentów w zbiory C_k związane z poszczególnymi jednostkami chorobowymi C_k .

Moduł 2 systemu umożliwia przeglądanie części lub wszystkich danych wybranego pacjenta. Pacjenta wybiera się podając jego kliniczny numer identyfikacyjny lub nazwisko, imię oraz datę urodzenia. Jedną z opcji modułu 2 umożliwia wyświetlenie wykresów wyników wybranych badań laboratoryjnych pacjenta. Można przy tym obrazować zarówno badania wielokrotne, wykonywane w różnych terminach podczas jednego pobytu pacjenta w szpitalu, jak i wyniki z pięciu ostatnich pobytów w klinice.

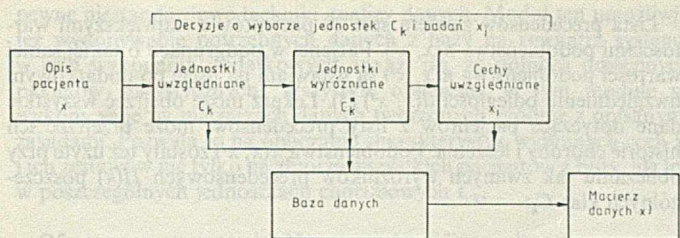
Moduł 6 systemu pozwala szybko przeglądać bazę danych. Jest tu podawana informacja, jacy pacjenci są umieszczeni w kolejnych rekordach bazy, oraz listy pacjentów uporządkowane alfabetycznie lub według klinicznych numerów ewidencyjnych. Jedną z opcji pozwala uzyskać alfabetyczny spis pacjentów związanych z zadeklarowaną przez użytkownika jednostką chorobową. W module tym przewidziano możliwość wbudowania procedur wyszukiwania w bazie danych pacjentów o zadanych przez lekarzy cechach. Moduł 6 umożliwia też upoważnionym użytkownikom usuwanie opisów wybranych pacjentów z bazy.

Tworzenie macierzy danych

Działania w ramach pozostałych trzech modułów systemu opierają się na przetwarzaniu zbiorów liczbowych tworzonych z bazy danych. Tworzenie tych zbiorów odbywa się na podstawie deklarowanych przez użytkownika zestawów jednostek chorobowych oraz cech – poszczególnych badań diagnostycznych (rys. 1).

Lekarz wybiera jednostki oraz cechy na podstawie udostępnionego mu opisu pacjenta x . Opis x jest podawany w postaci liczbowych wyników x_i poszczególnych badań. Zestaw jednostek uwzględniających C_k powstaje po wykluczeniu przez lekarza pewnych hipotez diagnostycznych jako nie przystających do wyników x_i zaobserwowanych u danego pacjenta. W następnym kroku lekarz wyróżnia jedną lub kilka jednostek C_k^* wśród zbioru jednostek uwzględnianych C_k . Zaleca się wyróżnianie takich hipotez diagnostycznych, które, zdaniem lekarza, mogą tłumaczyć zaobserwowany zestaw wyników.

W kolejnym kroku deklaruje się zestaw tych cech x_i , które będą wykorzystywane w obliczeniach. Ze względu na ograniczenie pamięci i czasu obliczeń wprowadzono zasadę, że jednocześnie nie można wykorzystywać więcej niż 50 cech.



Rys. 1. Niestandardowy tryb wyboru jednostek i cech w modułach „diagnostyka” i „dydaktyka”

Po dokonaniu powyższych deklaracji system tworzy, na podstawie zawartości bazy, macierz danych, której liczba kolumn N jest równa liczbie uwzględnionych cech x_i , a liczba wierszy M jest równa liczbie pacjentów x^j we wszystkich jednostkach uwzględnionych C_k . N -wymiarowe wektory x^j związane z tą samą jednostką chorobową są w macierzy danych pogrupowane w bloki

$$C_k = \{x^j\}_{j=1}^{M_k}$$

przy czym pierwsze wiersze macierzy odpowiadają pacjentom z jednostek wyróżnionych C_k^* .

Wyniki wywiadu i badania przedmiotowego są umieszczane w macierzy danych w postaci zakodowanej: $\tilde{x}_i = 0$ – brak badania, $\tilde{x}_i = 1$ – objaw nie występuje, $\tilde{x}_i = 2$ – objaw występuje w umiarkowanym nasileniu, $\tilde{x}_i = 3$ – objaw nasilony.

Wynik x_i i -tego testu laboratoryjnego mieści się w normie, jeżeli:

$$nmin_i \leq x_i \leq nmax_i \quad (1)$$

przy czym $nmin_i$ i $nmax_i$ są odpowiednio dolnym i górnym zakresem normy. Elementy macierzy danych odpowiadające testom laboratoryjnym zawierają wyniki \tilde{x}_i wyrażone następującą zależnością względem normy:

$$\tilde{x}_i = \text{Int}((x_i \cdot k) / nmax_i) \quad (2)$$

gdzie k jest parametrem skalującym (np. $k = 10$ lub $k = 100$). Kodowanie wyników w postaci liczb całkowitych (2) wprowadzono głównie ze względu na ograniczenia związane z magazynowaniem dużych macierzy w pamięci komputera.

Powyższy opis sposobu tworzenia macierzy danych dotyczy tak zwanego niestandardowego trybu wybierania jednostek C_k i cech x_i w modułach wspomaganie diagnostyki i dydaktyki. W modułach tych jest też możliwa praca w trybie standardowym. Korzysta się wówczas ze standardowych zestawów jednostek i uwzględnianych cech, ustalanych przez program zewnętrznej obsługi systemu. Podczas pracy w trybie standardowym użytkownik może wyróżnić tylko jedną z klas C_k . Tryb ten wprowadzono w celu skrócenia czasu oczekiwania w procesie wspomaganie diagnostyki, co zostało osiągnięte w wyniku wcześniejszego wykonania czasochłonnych obliczeń i przechowywania ich wyników w pamięci komputera.

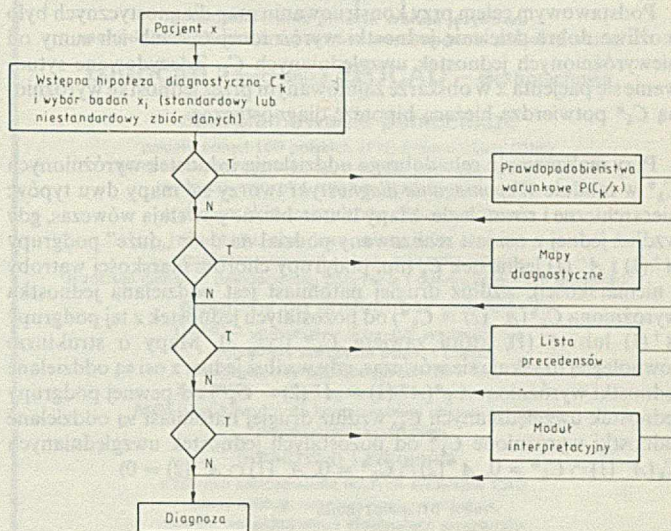
Obliczenia w module „Analizy statystyczne” są rozpoczynane deklaracjami cech x_i oraz uwzględnianych i wyróżnianych jednostek chorobowych C_k , które również prowadzą do utworzenia odpowiedniej macierzy danych.

Wspomaganie diagnostyki

Wspomaganie procesu diagnozowania nowego pacjenta odbywa się na podstawie wyników x jego badań, przez ich porównanie z zawartymi w bazie danych opisami x^j pacjentów z poszczególnych jednostek chorobowych C_k . Dane x nie zawierają rozpoznania hepatologicznego. Rozpoznanie hepatologiczne powstaje w wyniku biopsji wątroby – rozstrzygającego badania w tym problemie diagnostycznym. Biopsja wątroby jest badaniem inwazyjnym. System „Hepar” umożliwia zwiększenie poprawności diagnoz na podstawie danych x bez wykonywania badania biopsyjnego.

Proces wspierania diagnostyki jest podzielony na kilka etapów (rys. 2). W pierwszym etapie lekarz wybiera zestawy uwzględnianych

i wyróżnianych jednostek chorobowych C_k oraz zestaw uwzględnianych cech x_i , zgodnie z zasadami opisanymi poprzednio. Etap ten można uważać za wybór roboczej hipotezy diagnostycznej oraz wybór badań x_i służących do jej rozstrzygnięcia. Decyzje te powinny być podejmowane na podstawie udostępnianego przez system opisu pacjenta x .



Rys. 2. Schemat wspomaganie diagnostyki w systemie Hepar

W kolejnych etapach można wykorzystać następujące narzędzia wspomaganie decyzji: prawdopodobieństwa warunkowe $P(C_k/x)$, mapy diagnostyczne oraz listę precedensów.

W końcowym etapie można wykorzystać moduł interpretacyjny, w którym są zestawione hipotezy diagnostyczne C_k najsilniej potwierdzone przez wyniki przeprowadzonych obliczeń.

Techniki obliczeniowe we wspomaganie diagnostyki

Prawdopodobieństwa warunkowe $P(C_k/x)$ wystąpienia jednostki chorobowej C_k po zaobserwowaniu u pacjenta wyników x są szacowane w systemie na podstawie zawartości macierzy danych, za pomocą techniki minimalnoodległościowej K-NN [4]. Wyszukuje się K najbliższych sąsiadów pacjenta x , czyli takich K pacjentów x^j , dla których odległość:

$$d(x, x^j) = \left(\sum_{i=1}^N (x_i - x_i^j)^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

ma najmniejszą wartość (N – liczba uwzględnianych cech x_i). Prawdopodobieństwa $P(C_k/x)$ szacowane są zgodnie z następującą regułą:

$$\hat{P}(C_k/x) = (m_k(x) / M_k) / \left(\sum_{i=1}^L (m_i(x) / M_i) \right) \quad (4)$$

przy czym $m_i(x)$ jest liczbą pacjentów z klasy C_i wśród K najbliższych sąsiadów pacjenta x , M_i jest liczebnością i -tej klasy, a L – liczbą klas. Jako liczbę sąsiadów przyjęto $K = \sqrt{M}$, gdzie M jest liczbą pacjentów w uwzględnionych jednostkach C_k .

Mapy diagnostyczne powstają w wyniku odwzorowania wielowymiarowych zbiorów danych \hat{C}_i na płaszczyznę i ich wizualizacji. W obecnej wersji systemu w module *Wspomaganie diagnostyki* zastosowano wyłącznie liniowe odwzorowania wizualizacyjne (projekcje). Płaszczyzna projekcji jest wyznaczona przez dwa $(N + 1)$ -wymiarowe tzw. wektory ekstremalne $w^*(1)$ i $w^*(2)$. Współrzędne j -tego pacjenta na mapie $z^j = [z_1^j, z_2^j]$ są wyznaczone przez te wektory za pomocą równań:

$$z_1^j = \langle w^*(1), y^j \rangle \quad (5)$$

$$z_2^j = \langle w^*(2), y^j \rangle$$

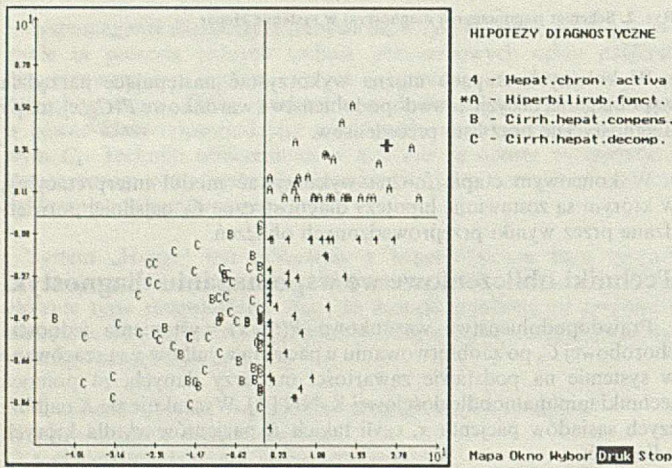
przy czym $y^j = [1, x^j]$ jest rozszerzonym wektorem cech j -tego pacjenta, a $\langle w, y \rangle = \sum_{i=1}^{N+1} w_i y_i$ – iloczynem skalarnym.

Każdy z wektorów $w^*(i)$ ($i = 1, 2$) jest znajdowany jako minimum perceptronowej funkcji kryterialnej, ukierunkowanej na różnicowanie zbiorów $A^+(i)$ i $A^-(i)$, będących sumą różnych jednostek uwzględnianych C_k [1]. Przy tym zbiory $A^+(i)$ i $A^-(i)$ mogą być deklarowane w różny sposób dla każdej z dwu osi współrzędnych mapy.

Podstawowym celem przy konstruowaniu map diagnostycznych było możliwe dobre dzielenie jednostki wyróżnionej C_k^* lub ich sumy od niewyróżnionych jednostek uwzględnianych C_k . Zdecydowane sytuowanie się pacjenta x w obszarze zajmowanym przez jednostkę wyróżnioną C_k^* potwierdza bieżącą hipotezę diagnostyczną.

Przy realizowaniu celu dobrego oddzielenia jednostek wyróżnionych C_k^* w module *Wspomaganie diagnostyki* tworzy się mapy dwu typów: hierarchiczne i równoległe. Mapy hierarchiczne powstają wówczas, gdy wzdłuż jednej z osi jest realizowany podział na dwie „duże” podgrupy $A^+(1)$ i $A^-(1)$ jednostek C_k (np. podgrupy chorób: marskości wątroby i niemarskości), wzdłuż drugiej natomiast jest oddzielana jednostka wyróżniona $C_k^*(A^+(2) = C_k^*)$ od pozostałych jednostek z tej podgrupy $A^+(1)$ lub $A^-(1)$, która zawiera C_k^* (rys. 3). Mapy o strukturze równoległej uzyskuje się wówczas, gdy wzdłuż jednej z osi są oddzielane jednostki wyróżnione $C_k^*(A^+(1) = A^+(2) = C_k^*)$ od pewnej podgrupy jednostek uwzględnianych C_k , wzdłuż drugiej natomiast są oddzielane jednostki wyróżnione C_k^* od pozostałych jednostek uwzględnianych $C_k(A^-(1) \cap C_k^* = 0, A^-(2) \cap C_k^* = 0, A^-(1) \cap A^-(2) = 0)$

MAPA DIAGNOSTYCZNA



Rys. 3. Przykład mapy o strukturze hierarchicznej

Trzecim narzędziem wspierania diagnostyki są listy precedensów. System tworzy i udostępnia listę takich pacjentów z bazy danych, których wyniki badań są najbardziej podobne do danych x diagnozowanego pacjenta. Lista ta jest tworzona na podstawie wyników uwzględnianych badań podmiotowych i przedmiotowych x_i oraz wyników testów laboratoryjnych, kodowanych zgodnie z podobną zasadą:

$\tilde{x}_i = 0$ - i -ty test nie został wykonany, $\tilde{x}_i = -3$ - wynik testu zdecydowanie poniżej wielkości $nmin_i(1)$, $\tilde{x}_i = -2$ - wynik trochę poniżej $nmin_i$, $\tilde{x}_i = 1$ - wynik w normie (1), $\tilde{x}_i = 2$ - wynik trochę powyżej $nmax_i$, $\tilde{x}_i = 3$ - wynik zdecydowanie powyżej $nmax_i$.

Użytkownik ustala tu nie tylko normy (1) związane z poszczególnymi testami laboratoryjnymi, ale również dolne i górne granice pozwalające rozstrzygnąć, kiedy następuje zdecydowane przekroczenie normy.

Na podstawie tak zakodowanych wyników oblicza się podobieństwo $\pi(x, x^j)$ między aktualnie diagnozowanym pacjentem x a j -tym pacjentem w bazie:

$$\pi(x, x^j) = \sum_{i=1}^N \delta(x_i^j, x_i) / N \quad (6)$$

$$\delta(x_i^j, x_i) = \begin{cases} 1,0 & \text{jeżeli } \tilde{x}_i = x_i^j, \\ 0,5 & \text{jeżeli } |\tilde{x}_i - x_i^j| = 1 \text{ oraz } \tilde{x}_i \neq 1 \text{ i } x_i^j \neq 1, \\ 0 & \text{w pozostałych przypadkach.} \end{cases} \quad (7)$$

Lista precedensów zawiera spis 30 pacjentów z największymi wartościami podobieństwa $\pi(x, x^j)$. Pacjenci w podgrupach o takiej samej wartości podobieństwa $\pi(x, x^j)$ są ustawiani na liście po dodatkowym uwzględnieniu odległości $d(x, x^j)$ (3). Lekarz może obejrzeć wszystkie dane dotyczące pacjentów z listy precedensów, może przejrzeć ich historie choroby i leczenia. Podobieństwa $\pi(x, x^j)$ zostały też użyte przy obliczaniu tak zwanych wyróżników precedensowych $\Pi(k)$ poszczególnych klas C_k :

$$\Pi(k) = \sum_{j \in J(k)} \pi(x, x^j) / 30 \quad (8)$$

gdzie $J(k)$ jest zbiorem indeksów takich pacjentów x^j z listy precedensów, którzy należą do k -tej jednostki chorobowej C_k .

Jeżeli wartość wyróżnika $\Pi(k)$ jest duża (bliska jedności) dla pewnego k , to fakt ten interpretuje się jako silne potwierdzenie hipotezy, że pacjent x należy do jednostki chorobowej C_k .

Dydaktyka

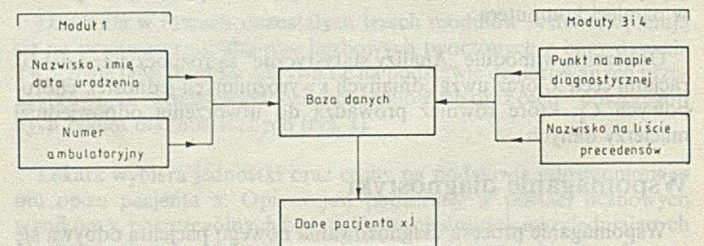
Moduł czwarty systemu jest ukierunkowany na zdobywanie biegłości w procesie diagnozowania oraz badanie struktury wielowymiarowych zbiorów danych, głównie przez tworzenie (na różnych zasadach) map i ich analizę przez użytkownika.

W module tym umieszczono „grę dydaktyczną”, umożliwiającą wielokrotne powtarzanie i ocenę opisanego wcześniej procesu wspomaganego diagnozy dla wybranych z bazy pacjentów x^j .

Zewnętrzny program pozwala wybrać losowo lub arbitralnie 20 pacjentów z bazy danych i utworzyć z nich zbiór testowy. W trakcie gry lekarz stawia diagnozę dla jednego z pacjentów x^j ze zbioru testowego nie znając wyników rozpoznania hepatologicznego. Lekarz może posługiwać się przy tym dowolną – spośród opisanych – techniką wspierania diagnostyki. Końcowa diagnoza lekarza jest konfrontowana przez system z prawdziwym rozpoznaniem diagnostycznym pacjenta x^j .

Jak wspomniano, moduł czwarty umożliwia badanie struktury wielowymiarowych zbiorów danych przez tworzenie różnych przekrojów tych danych i ich wizualizację na mapach. Tu mapy mogą być tworzone po pominięciu pewnych jednostek chorobowych C_k , wyróżnieniu kilku na raz jednostek oraz przy dowolnych zestawach cech x_i . Daje to możliwość poszukiwań w szerokim zakresie optymalnych wieloetapowych strategii diagnostycznych oraz pozwala badać wpływ poszczególnych badań na jakość map i poprawność diagnozy.

W module *Dydaktyka* można generować mapy innego rodzaju niż hierarchiczne lub równoległe. Po pierwsze, użytkownik może samodzielnie definiować podziały wzdłuż każdej z osi i generować mapy odpowiadające tym podziałom. Po drugie, można obliczać wektory różnicujące $w^*(i)$ (5) poza systemem, wykorzystując do tego celu np. kryterium Fishera, powszechnie używane w analizie dyskryminacyjnej [3] lub konstruować mapy oparte na transformacjach nieliniowych.



Rys. 4. Różne sposoby uzyskiwania danych pacjenta x^j

W celu zapewnienia możliwości szybkiego powiązania rozważań lekarskich z wybranymi pacjentami, w system wbudowano opcje umożliwiające dotarcie na różne sposoby do poszczególnych pacjentów x^j w bazie (rys. 4).

Analizy statystyczne

Moduł piąty systemu umożliwia szybkie wykonanie kilku podstawowych badań statystycznych danych zawartych w bazie oraz zawiera

pewne niestandardowe techniki analizy danych. Moduł ten umożliwia też wydobycie potrzebnych danych z bazy na zewnątrz systemu w celu wykonania dodatkowych analiz, np. za pomocą dostępnych pakietów statystycznych. Wszystkie obliczenia w tym module są wykonywane na macierzach danych tworzonych zgodnie z opisanymi zasadami. Pozwala to na obliczanie charakterystyk wybranych cech x_i i ich zestawów nie tylko na zbiorze wszystkich pacjentów z bazy, ale też w poszczególnych jednostkach chorobowych C_k .

Oferowane w systemie Hepar możliwości analiz statystycznych obejmują obliczenia:

- 1) charakterystyk pojedynczych testów,
- 2) korelacji między badaniami,
- 3) siły dyskryminacyjnej wybranych zestawów badań,
- 4) stopnia liniowej zależności między badaniami.

W ramach pierwszej opcji są udostępniane jednocześnie wyniki analizy trzech wybranych badań x_i , między innymi histogramy tych badań. Są tu też podawane wartości średnie μ_i i odchylenia standardowe σ_i obliczone globalnie oraz oddzielnie dla każdej uwzględnionej jednostki chorobowej C_k . Podobnie jest obliczana czułość, specyficzność i wartość diagnostyczna wybranych testów.

Po wybraniu opcji drugiej użytkownik otrzymuje wartości współczynników korelacji w parach testów z zadeklarowanego wcześniej zestawu, który może zawierać do 10 testów x_i .

Opcja trzecia umożliwia obliczenie siły dyskryminacyjnej wybranych zestawów testów x_i . Obliczane są współczynniki określające, jak dobrze można oddzielać jednostki wyróżnione C_i^* od pozostałych jednostek uwzględnianych C_k na podstawie wybranego zestawu testów x_i . Siła dyskryminacyjna może być obliczana na podstawie perceptronowej funkcji kryterialnej Ψ lub na podstawie miar używanych w wielowymiarowej analizie wariancji (A – Wilksa oraz statystyki F). Na podstawie tych współczynników można rozwiązywać problem selekcji cech, polegający na znalezieniu takiego zestawu pomiarów x_i o minimalnej liczności, który ma dostatecznie dużą siłę dyskryminacyjną.

Po wywołaniu opcji czwartej można oceniać stopień liniowej zależności Φ między wybranymi przez użytkownika zestawami testów [2]. Wartość statystyki Φ jest równa zero, jeżeli w wybranym zestawie znajdują się testy o liniowo powiązanych wartościach, oraz zbliża się do jedności, gdy w danych nie daje się wyróżnić struktury liniowej. Na podstawie miary Φ można sformułować i rozwiązywać problem znajdowania najmniejszych zestawów liniowo powiązanych testów x_i .

LITERATURA

- [1] Bobrowski L.: Dyskryminacja symetryczna w rozpoznawaniu obrazów – teoria, algorytmy, zastosowania w komputerowym wspomaganiu diagnostyki medycznej. Ossolineum, Wrocław 1987
- [2] Bobrowski L.: Analiza wielowymiarowych danych biomedycznych wywodząca się z dyskryminacji symetrycznej. In: M. Nałęcz (Ed.): Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej. Informatyka Biomedyczna. WKiŁ, Warszawa, 1990
- [3] Devijver P.A., Kittler J.: Pattern recognition: A Statistical Approach. Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, 1982
- [4] Duda R.O., Hart P.E.: Pattern Classification and Scene Analysis. J. Wiley, New York, 1973
- [5] Wasyluk H., Cianciara J.: Komputerowe bazy danych o pacjentach w hepatologii i ich praktyczne wykorzystanie. In: M. Nałęcz (Ed.): Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej. Informatyka Medyczna. WKiŁ, Warszawa, 1990.

Wszystkich zainteresowanych nabyciem INFORMATYKI prosimy o kontakt z redakcją (tel. 39-14-34) lub Działem Handlowym SIGMY (tel. 40-30-86) – możemy wysłać egzemplarze za zaliczeniem pocztowym. Czytelnicy z terenu Warszawy mogą kupić poszczególne numery w Klubie SIGMY przy ul. Mazowieckiej 12, w księgarni PP „Domu Książki” przy ul. Mokotowskiej 51/53 oraz w lokalu redakcji.

Jednocześnie przypominamy, że najpewniejszą formą otrzymywania INFORMATYKI jest prenumerata.



LOGOTEC® Engineering

Oferujemy

licencjonowane, polskie wersje językowe zachodnioniemieckich systemów wspomaganie projektowania

LOGOCAD – mechanika ELOCAD – elektrotechnika

oprogramowanie pomocnicze

pakiety ponad 100 polskich (PN) i niemieckich (DIN) norm mechanicznych (śruby, nakrętki, podkładki, pierścienie, zawleczki, sworznie, sprzężny, łożyska toczne itp.)

inżynierskie programy obliczeniowe:

(wały, belki, ramy, kraty, ruszty, płyty, powłoki, płaski stan naprężeń i płaski stan odkształceń, przekroje cienko- i pełnościenne, obliczenia i optymalizacja kół zębatych)

programy do obsługi baz danych

UNIP2 – uniwersalny generator wydawnictw i programów standardu dBase i Clipper nagrodzony MikroLaurem '88 i '90

ARCHIW – archiwum rysunków i projektów MOL (książkowy) – do kompleksowej obsługi biblioteki i wypożyczalni książkowej

doradztwo i szkolenia

z zakresu zastosowania naszych systemów CAD, kursy obsługi naszego oprogramowania, pomoc we wdrożeniu i eksploatacji programów

sprzęt

kompletne stanowiska dla naszych systemów, digitizery, monitory i karty graficzne dla różnych systemów CAD.

Jesteśmy do państwa dyspozycji

LOGOTEC ENGINEERING

Zakład Rozwoju Systemów CAD

Nasz nowy adres: 40-028 KATOWICE, ul. Francuska 70
tel.: 57-46-26, 57-23-76, 51-17-47, teleks 0312606

0/21/90

Automatyczne czytanie pisma

dokończenie ze s. 27

W planach tekst miał być wprowadzany głowicą własnej konstrukcji – szczególnego rodzaju skanerem ręcznym o kształcie umożliwiającym wyczytanie również tekstu położonego w pobliżu grzbietu książki. Rozdzielczość 500 dpi pozwala dokładnie rozpoznać nawet pismo 6-punktowe. Wykonana głowica daje wyraźny, dobrej jakości obraz. Jednak kształt w połączeniu z innymi cechami (ciężar!) spowodowały jej nieprzydatność dla niewidomych: nawet osobie widzącej trudno jest prowadzić ją równoległe do wiersza tekstu. Nasze doświadczenia potwierdziły konieczność użycia skanera całostronicowego.

Program rozpoznający nie dorównuje jeszcze jakością programom OmniPage i WordScan (pisał go zespół 2-4 osób w ciągu roku na podstawie algorytmu wstępnie przetestowanego w latach poprzednich). Realizuje podstawową część rozpoznawania, tzn. ogranicza się do jednokolumnowego tekstu bez liter pogrubionych i kursywy. Na zaprogramowanie tych dodatków potrzeba więcej czasu, choć nie wydają się one stanowić większego problemu. Będący rok zamierzamy poświęcić na zmniejszenie wskaźnika błędów i przekłamań, gdyż jest to podstawowa cecha, określająca przydatność programu OCR.

LITERATURA

- [1] Grunin L.: OCR Software Moves Into The Mainstream. PC Magazine. October 1990, pp. 299-356
- [2] Loeb L.H.: Bringing the outside World into a Macintosh. Byte, October 1988, pp. 194-199
- [3] Pavlidis T.: Grafika i przetwarzanie obrazów, algorytmy. WNT, Warszawa 1987
- [4] PC Magazine, March 1989, Vol. 8, No. 16, pp. 187-258
- [5] Scanners & Printers. PC Magazine, June 1990, pp. 245-249
- [6] Thompson T.: Full Spectrum Scanners. Byte, April 1989, pp. 189-194
- [7] Van Name M.L., Catchings B.: Handy Scanners. Byte, June 1989, pp. 187-191.

Rodzina UNIX-owych interpretatorów poleceń poszerzyła się o nowy produkt: shell Korna. Swoje uwagi spisuję pod wrażeniem pierwszych sesji z tym interpretatorem, nie będą więc na pewno ani pełne, ani wyważone, ale postaram się jeszcze wrócić do tego tematu.

Pierwszy z shelli UNIX-owych – shell Bourne'a – jest znakomicie zaprojektowanym produktem, mimo że z pewnością jego autor na początku nie wiedział, jaką ostatecznie postać przybierze ten program. Pewne niekonsekwencje składniowe i semantyczne wskazują wyraźnie na to, że shell Bourne'a był w znaczący sposób rozbudowywany już po wejściu do eksploatacji i upowszechnieniu się jakiejś pierwotnej wersji. Obok języka C shell Bourne'a stał się jednym z ważnych składników UNIX-a. Był jeszcze rozszerzany w ostatnich latach, m.in. o funkcje, i jest ciągle inspiracją do nowych produktów tej klasy zastosowań.

Następny interpretator – C-shell – zdobył sobie pewne grono sympatyków, ale nie zagroził istotnie pozycji shella Bourne'a. Nazwa sugerowałaby, że autor C-shell, Bill Joy, był inspirowany przede wszystkim chęcią dostarczenia narzędzia o składni zbliżonej do języka C, podstawowego UNIX-owego języka programowania, ale nie to decyduje o ewentualnych sympatiach do C-shell. Zresztą owo ukierunkowanie na składnię C i tak ginie wśród innych konstrukcji językowych, jakich wymaga interpretator poleceń. Istotną natomiast przewagą C-shell są: mechanizmy prowadzenia i dostępu do historii pracy użytkownika, mechanizmy aliasowania (ang. *aliasing*), mechanizmy sterowania pracami (ang. *jobs*), rozbudowane wyrażenia arytmetyczne. Mechanizmy historii, pozwalające korzystać z poleceń wcześniej wysłanych w danej sesji, zmniejszają wysiłek długich i czasem żmudnych konwersacji z systemem. Mechanizmy aliasowania skracają przydługie, stale powtarzane napisy. Sterowanie pracami pozwala efektywniej kontrolować procesy wykonywane w tle. C-shell musiał liczyć się z upowszechnieniem shella Bourne'a i chociaż sam nie rozumie jego instrukcji, to pozwala wykonywać jego skrypty.

Potem powstały jeszcze inne shelle: *vsh* (firmy Microsoft), *deskmate* i *tsh* (Tandy), *MultiView* (SCO), ale raczej nie zdobyły większej popularności.

Shell Korna jest jednym z najnowszych programów tej klasy. Został opracowany przez Davida Korna, w czasie gdy ten pracował w AT & T. Shell ten jest nadzbiorem shella Bourne'a, więc użytkownicy shella Bourne'a mogą „przejąć się” natychmiast na shell Korna, chociaż nie powinni zamykać się w swojej dotychczasowej wiedzy na ten temat. Wraz z shellem Bourne'a i C-shellem, shell Korna wszedł do normy systemu UNIX SVR4.

Shell Korna, podobnie jak C-shell, zawiera mechanizmy historii, aliasowania, wbudowanych wyrażeń, sterowania pracami, ale ma większe możliwości oraz prostszą składnię. W C-shellu np., aby redagować polecenia wzięte z historii, musimy poznać sporo nowych operacji, w gruncie rzeczy musimy nauczyć się specyficznego i dość skomplikowanego edytora tekstowego. I jest to edytor zdecydowanie wierszowy wraz ze wszystkimi wynikającymi z tego faktu ograniczeniami (choć to właśnie Bill Joy jest również autorem pełnoekranowego edytora *vi*, ale nie należy zapominać o różnych niedostatkach technicznych tych nie tak znów odległych czasów). Natomiast w shellu Korna możemy korzystać z takiego edytora UNIX-owego, do jakiego jesteśmy przyzwyczajeni: *ed* (domyślnie), *vi*, *emacs* lub *gmacs*.

Swoje ćwiczenia w shellu Korna przeprowadzałem z edytorem *vi* w systemie SCO UNIX System V/386. Wyszpecyfikowawszy ten edytor, wystarczy po pojawieniu się znaku zachęty nacisnąć *Esc*, aby znaleźć się w trybie *escape* edytora *vi* i już można poruszać się po całym pliku historii za pomocą znanych rozkazów *vi*. Pole edycyjne jest jednowierszowe, ale redagowany wiersz logiczny może przekraczać fizyczny rozmiar wiersza ekranu. Napisane wcześniej polecenie wielowierszowe

zobaczymy jako jeden wiersz logiczny, wewnątrz którego fizyczne przejścia do nowego wiersza widzimy jako *^J*. Z innymi edytorami jest zapewne podobnie.

Shell Korna akceptuje oczywiście polecenie *expr*, ale znacznie wygodniej jest posługiwać się wbudowanymi poleceniami wyliczania wyrażeń arytmetycznych. W wyrażeniach dostępna jest większość operatorów języka C. Nie ma problemów z rozdzielaniem argumentów spacjami czy kłopotliwym poprzedzaniem zmiennych znakiem dolara (\$), co tak często prowadzi do błędów w użyciu polecenia *expr*. Są nowe rodzaje zastąpień (ang. *substitutions*): np. napis \$ ((E1)) jest zastępowany wartością wyrażenia E1. Popatrzmy zresztą na przykład:

```
# Sześciany kolejnych liczb
```

```
let first = 0 last = 100
while (( (first = first + 1) <= last ))
do
    echo „CUBE [$(first)] = $(first * first * first)”
done
```

Można deklarować typy i formaty dla zmiennych i tworzyć zmienne tablicowe. Z deklaracjami pewnych typów wiążą się operacje napisowe. Można definiować funkcje, jak w shellu Bourne'a i co więcej – można je eksportować.

Nową strukturą sterującą jest polecenie *select*, wprowadzające pewien element sterowania za pomocą menu. Ma ono podobną postać jak polecenie *for*:

```
select I1 in W1, W2, ... Wn; do ... ; done
```

Wykonanie polecenia zaczyna się od pokazania listy słów: W1, W2, ... Wn. Kolejne cykle polecenia są wykonywane wyłącznie dla wskazywanych słów.

Są w shellu Korna mechanizmy sterowania pracami, podobnie jak w C-shellu. Prace można umieszczać w tle, kontrolować ich status i przenosić na pierwszy plan.

Porównanie shella Bourne'a, C-shell i shella Korna

Udogodnienie	sh	csH	ksh
Alias		XX	XX
Operatory bitowe		XX	
Wbudowana arytmetyka całkowita		XX	XX
Wbudowany generator liczb losowych			XX
Wbudowane operatory napisowe			XX
Sprawdzanie nowej poczty	XX	XX	XX
„Hashing” skorowidzów poleceń	XX	XX	
Powtórne wykonywanie poleceń		XX	XX
Stosy skorowidzów		XX	
Eksportowalne aliasy			XX
Formatowane zmienne			XX
Funkcje	XX		XX
Interakcyjna edycja wiersza polecenia			XX
Sterowanie pracami (ang. <i>job control</i>)		XX	XX
Plik rozkazowy zamknięcia sesji (ang. <i>logout</i>)		XX	XX
<i>noclobber</i> , <i>ignoreeof</i>		XX	XX
Ścieżka dla polecenia <i>cd</i>	XX	XX	XX
Modyfikatory nazw ścieżkowych		XX	
Polecenie <i>select</i>			XX
Modyfikatory specjalnych zachęt		XX	XX
Tablice/listy słów		XX	XX

Ray Swartz pisze w UNIX WORLD z sierpnia 1990, że spotkał już wielu użytkowników C-shell, którzy przeszli na shell Korna. A ponie-

waż użytkownicy shella Bourne'a nie będą raczej mieli wątpliwości, co wybrać, więc migrujących do shella Korn'a będzie coraz więcej, w miarę jak będzie stawał się dostępny. Shell Korn'a potrzebuje stosunkowo dużo miejsca: w instalacji, z której korzystałem, zajmuje na dysku ponad

140 KB. Dla porównania, wcześniejsze wersje shella Bourne'a zajmowały kilkanaście KB, ale przy obecnych rozwiązaniach sprzętowo-programistycznych nie stanowi to problemu.

JAN WALASEK

/etc

Od kilku miesięcy polscy użytkownicy UNIX-a mają wreszcie swoje stowarzyszenie – w kwietniu br. rozpoczęła oficjalną działalność **Polska Grupa Użytkowników Systemów UNIX**, w anglosaskim skrócie **PLUUG**. PLUUG jest stowarzyszeniem otwartym, zrzeszającym użytkowników UNIX-a bez względu na zawód, wykształcenie czy stosunek do innych systemów operacyjnych. Podstawowym celem działalności PLUUG jest konsolidacja polskiego środowiska UNIX-owego oraz nawiązanie kontaktów (i łączności) ze światem. Na pierwszym walnym zebraniu PLUUG wybrano zarząd – prezesem został Edward Pilipczuk z Warszawy (Polnet Technologies, tel. 28-62-79) – i komisję rewizyjną, ustalono wysokość miesięcznych składek (20 tys. członkowie zwyczajni, nie mniej niż 300 tys. członkowie wspierający) oraz dyskutowano nad programem działania w najbliższych miesiącach (stowarzyszenie z EurOpen, organizacja poczty elektronicznej

i węzła krajowego EuNet, poszukiwanie sponsorów).

Natomiast już od ponad roku działa w ramach Polskiego Towarzystwa Informatycznego **Sekcja UNIX-owa** – rodzaj klubu zrzeszającego informatyków profesjonalnie zainteresowanych problematyką systemów otwartych, a UNIX-em w szczególności. Jej organizatorem jest Jan Walasek z Warszawy (Comp Ltd., tel. 21-77-86), jeden z autorów niniejszej rubryki. Dotychczasowa działalność sekcji sprowadza się do dość nieregularnych spotkań seminaryjnych, w najbliższych planach jest organizacja pierwszej ogólnopolskiej konferencji UNIX-owej. Oczywiście między sekcją i PLUUG nie ma jakiegokolwiek konkurencji: sekcja jest małą grupą profesjonalistów, zaś PLUUG – otwartym stowarzyszeniem użytkowników (członkowie sekcji z reguły działają również w PLUUG).

(J.S.)

Ze świata

Skannery optyczne

Przy nasycającym się, zwłaszcza w USA, rynku komputerów osobistych, producenci sprzętu informatycznego podejmują inwestycje w tych, niekiedy niewielkich, dziedzinach, które wykazują znaczną dynamikę rozwoju. Jedną z takich dziedzin są skannery optyczne. Według danych dotyczących rynku informatycznego USA [2] ten dział urządzeń peryferyjnych osiągnął w 1989 r. wzrost o ponad 50%, a wzrost przewidywany na rok 1990 miał wynieść ponad 40%, osiągając wartość 214 mln dolarów (ok. 1,4% wartości wszystkich urządzeń peryferyjnych).

Szczególnie szybko rozwijają się skannery dużego formatu [3], wykorzystywane do odczytu rysunków architektonicznych i technicznych. Niektóre z nich sprzedawane są jako systemy niezależne, inne związane są z systemami przetwarzania obrazów i oprogramowaniem graficznym.

Firma Dataquest z San Jose podała, że w roku 1987 sprzedano 400 wielkoformatowych skanerów o średniej cenie 85 tys. dolarów. W tym czasie na rynku pojawiły się firmy japońskie: Fujitsu, Mitsubishi Electronics oraz Hitachi, powodując zwiększenie produkcji, a w konsekwencji spadek ceny. W 1989 r. sprzedano już 800 tych urządzeń, natomiast na rok 1992 przewiduje się sprzedaż 1300 egzemplarzy.

Jedną z przyczyn tak szybkiego rozwoju jest fakt istnienia wielu milionów rysunków, stosowanych przy montażu urządzeń mechanicznych. W większości nowych konstrukcji można wykorzystywać istniejące już rysunki, które jednak z upływem czasu ulegają zużyciu. Skannery mogą je „regenerować”, a także doprowadzać do formatu wymaganego przez projektowanie wspomagane komputerem (CAD). Czynnikiem hamującym jest wysoka cena skanerów (w 1989 r. kształtowała się ona w granicach 20–60 tysięcy dolarów), a przecież w systemach CAD oprócz skanera potrzebne są również pamięci o bardzo dużej pojemności (np. dyski optyczne) oraz specjalistyczne oprogramowanie.

W 1989 r. było ok. 30 producentów skanerów, z których około dziesięciu wytwarzało urządzenia wielkoformatowe. Liczby te mogą zmieniać się, ponieważ większe firmy zakupują często mniejsze przedsiębiorstwa. Przewiduje się, że w niedługim czasie na rynku pozostanie tylko około pięciu firm, a wśród nich Intergraph, Versatec i Optigraphics.

Skannery dużego formatu wykorzystywane są głównie do trzech zastosowań: automatyzacji dokumentacji technicznej, konwersji przy projektowaniu wspomaganych komputerem oraz przetwarzaniu map. Pierwsze zastosowanie wiąże się ze wspomnianymi rysunkami technicznymi, które zajmują dużo miejsca, niszczą się i są trudne do odnalezienia. Po przetworzeniu przy użyciu skanerów doku-

menty te łatwo odnajdywać, powielać i przechowywać na bardziej trwałych nośnikach, np. na dyskach optycznych. Jako przykład podaje się rafinerię w Płd. Kalifornii, której dokumentacja sięgała 1905 r., a którą w ciągu pięciu lat przetworzono za pomocą skanerów. Wśród pierwszych producentów skanerów były firmy Alpharel i Infodetics, a następnie wspomniana wyżej Optigraphics oraz GTX. Do skanerów dokumentów dołącza się często oprogramowanie zarządzające bazami danych, które zapewnia użytkownikowi szybkie odnajdywanie zarejestrowanych rysunków.

Konwersja przy projektowaniu wspomaganych komputerem (CAD) ogranicza się zwykle do kilkuset rysunków. Na wyjściu skanerów dużego formatu dane mają postać rastrową, którą następnie przetwarzają stacje robocze CAD, dokonując przeformatowania wymaganego przez oprogramowanie CAD. Konwersja jest dokonywana za pomocą specjalizowanego sprzętu, który może być wbudowany w skaner lub sprzedawany oddzielnie, zwykle w cenie ok. 25–30 tys. dolarów.

Istotną cechą konwersji CAD jest rozpoznawanie znaków. Czasem stosuje się tu systemy interakcyjne, pozwalające użytkownikowi oglądać fragmenty tekstu na monitorze i decydować, czy wymaga on poprawek. Przyspiesza to dwukrotnie pracę w porównaniu do automatycznego rozpoznawania. Na tej zasadzie działają systemy firm Optigraphics i GTX.

Do przetwarzania map firmy, takie jak Ana Tech, Scan Graphic oraz dominująca na tym rynku Intergraph, oferują skannery o bardzo dużej rozdzielczości (do 1000 elementów na

Ogłoszenia prosimy zgłaszać:

pisemnie

Red. INFORMATYKI
Pl. Inwalidów 10 p. 104
01-552 Warszawa

lub
Dział Reklamy i Marketingu
ul. Biała 4
00-950 Warszawa
skr. poczt. 1004

telefonicznie

nr 39-14-34
lub 20-31-16

telefaksem

nr 20-31-16

teleksem

814550 SIGMA PL
z zaznaczeniem
– Red. INFORMATYKI

cal). Wymaga to dużych pojemności pamięci oraz wydłuża czas przetwarzania.

We wszystkich wymienionych zastosowaniach wykorzystywane są trzy rozwiązania techniczne. Są to skanery bębnowe, laserowe i układy ze sprzężeniem ładunkowym – CCD (*Charged Coupled Device*). Pierwszy typ skanerów został opracowany przez firmę Tektronix. Stosowane są tu duże cylindry, na które nakłada się dokumenty, sekwencyjnie analizowane przez układy optyczne. Są to urządzenia działające stosunkowo wolno, ale o największej rozdzielczości (do 2000 elementów na cal). Wśród producentów urządzeń laserowych należy wyróżnić firmę Skantek. Wiązka z lasera małej mocy odbija się od powierzchni dokumentu lub rysunku, zamieniając jego fragmenty na ciąg danych dwójkowych. Osiąga się rozdzielczość do 1000 elementów na cal, ale na obrzeżach mogą wystąpić zniekształcenia.

Najpopularniejszą obecnie technologią są skanery CCD. Odbijają one świetlny obraz dokumentu na liniową matrycę fotoczułych komórek, która przekształca zogniskowany obraz na strumień bitów. Przy rozdzielczości od 200 do 1000 elementów na cal można odczytać dokument dużego formatu w jednym cyklu. Technika taką stosują m.in. firmy Vidar, Optigraphics, Scan Graphics i Contex. Ta ostatnia to firma europejska, oferująca dość wolne skanery bez oprogramowania.

Ze względu na sposób odczytu skanery CCD dzielą się na trzy rodzaje. Pierwszy z nich

to skanery płaskie, gdzie dokument znajduje się na stałym, płaskim podłożu, a matryca CCD przesuwa się wzdłuż, odczytując całą jego powierzchnię, podobnie jak przebiega to w kopiarkach biurowych. W skanerach drugiego rodzaju matryca CCD i źródło światła są zamocowane na stałe, a dokument przesuwany jest wzdłuż powierzchni odczytu. Trzeci rodzaj to skanery głowicowe, gdzie płaska powierzchnia skanująca z urządzeniem odczytu tworzy głowicę.

Technikę bębnową wykorzystuje się zwykle do map, ze względu na jej dużą rozdzielczość, z tym że rozmiary bębnow ograniczają wielkość przetwarzanych obrazów. W jeszcze większym stopniu dotyczy to skanerów CCD z przesuwaniami dokumentów, stosowanych w projektowaniu CAD konstrukcji mechanicznych, a także diagramach aktywności szybów naftowych, które są długimi, wąskimi wykresami (specjalizuje się tu firma Optigraphics).

Dziedziną gdzie skanery rozwijają się ostatnio najszybciej jest automatyzacja wydawnictw (DTP – *Desktop Publishing*). Chodzi tu o urządzenia mniejsze, które można postawić na biurku, umożliwiające wczytywanie wydrukowanych tekstów i ilustracji lub ich fragmentów [1].

Do niedawna były one jeszcze zbyt drogie, a jakość odtwarzania nie była zadowalająca. Postęp jaki osiągnięto ostatnio w tej dziedzinie

pozwolił zarówno obniżyć cenę tych urządzeń, jak i uzyskać lepszą jakość odtwarzania (np. rozpoznawanie 256 odcieni szarości). Również w dziedzinie rozdzielczości nastąpiła istotna poprawa. Pierwsze skanery tej klasy miały rozdzielczość rzędu 200 elementów na cal, obecnie 300 i więcej (np. 800 w skanerze firmy Agfa Compugraphic). Mechanizmy podawania są tu takie same jak w dużych skanerach: płaskie, z przesuwaniami strony oraz ręczne. Najtańsze skanery tego typu kosztują zaledwie 250–500 dolarów. Są one wytwarzane przeważnie przez producentów azjatyckich (np. Mitsumi), a sprzedawane również przez firmy amerykańskie. Skanery ręczne mają ograniczoną zdolność rozróżniania stopnia szarości (zależność od siły nacisku) i zwykle ograniczone rozmiary (zwłaszcza szerokość). Niektóre urządzenia mają specjalne mechanizmy wprowadzania, dostosowane np. do książek.

Jednym z czynników przyspieszających rozwój skanerów jest istnienie wielu pakietów programów przeznaczonych do obróbki odczytywanych obrazów. Programy takie, jak MacPaint i PC Paintbrush, umożliwiają łatwe przetwarzanie złożonych obrazów; nowsze opracowania dotyczą przetwarzania zdjęć fotograficznych. Istnieje możliwość otrzymywania negatywów, przenoszenia fragmentów ilustracji na inne obrazy itp. Inna grupa programów dotyczy wspomnianego już uprzednio rozpoznawania tekstów (OmniPage, TrueScan i Accutext), umożliwiających stosowanie różnych kombinacji grafiki i tekstu. Posługiwanie się tym oprogramowaniem wymaga zwykle większej pojemności pamięci.

Bardziej złożone systemy wydawnicze wykorzystują skanery kolorowe. Są one oczywiście znacznie droższe. Przykładowo, skaner firmy Barneyscan, wykorzystujący na wejściu film 35 mm i charakteryzujący się dużą wiernością odtwarzania, kosztuje prawie 10 tys. dolarów. Ręczny skaner kolorowy firmy Sharp typu JX-100 kosztuje poniżej tysiąca dolarów. Opracowano również oprogramowanie do skanerów kolorowych, na razie tylko dla komputerów Macintosh firmy Apple. Wiele znanych programów wydawniczych, jak Ventura Publisher i Page-Maker, ma wersje kolorowe.

Jednakże mimo tych opracowań odczytywanie barwnych obrazów jest jeszcze dalekie od doskonałości. Jedną z przyczyn jest fakt, że monitory kolorowe wykorzystują inny model tworzenia obrazu niż większość procesów wydruku. Do wyodrębnienia kolorów na zdjęciach fotograficznych trzeba stosować bardzo drogi sprzęt. Tabele 1 i 2 podają przykłady skanerów biurkowych (monochromatycznych i kolorowych).

Tabela 1. Skanery monochromatyczne

Producent	Model	Rozdzielczość (elementów/cal)	Liczba odcieni szarości	Oprogramowanie	Cena (\$)
Abaton	Scan 300/GS	300	256	PC Paintbrush	2190
Agfa	Focus S800GS	800	64	MacView	6090
Apple	Apple Scanner	300	16	AppleScan	2295
Canon	IX-12F	300	16		1495
Chinon	DeskScan 200	200		Scanner contr.	545
Complete PC	Hand Scanner	400		SmartScan	249
Hewlett-Packard	ScanJet Plus	300	256	DeskScan	2190
IBM	PageScanner	300	128	ImageEdit	2890
Logitech	ScanMan	200		WinScan, PaintShow	299
Microtek	MSF-300	300	64	EyeStar	1750
Mirror Technol.	VisionScan 200	200		VisionScan	597
Mitsubishi	MH 216	200		Scanner contr.	995
New Dest	PC Scan 1000	300	16	Publish Pac	1750
New Image Technol.	MacScan SF	300		MacScan	795
Panasonic	FX-RS505U	400		Scan-Do	1499
Pentax	SB-A4301	300	16	GEMScan	1595
Ricoh Corp	RS320	240		GEMScan, Scan	do 1499
Truvel	TZ-3	300	256	TruScan	7190
Xerox Corp	7650 Pro-Imager	400	256	Scan 7650	9695
Xerox Imag. Systems	Datacopy Jet-Reader	300	16		1300

Tabela 2. Skanery kolorowe

Producent	Model	Rozdzielczość (elementów/cal)	Oprogramowanie	Cena (\$)
Barneyscan	35 mm Slide Scanner	1000	BarneyScan XP	9495
Howtek	ScanMaster	300	Scan-it (IBM), MacScan	8195
Microtek	MSF-300Z	300	SuperPaint, Digital Dkrm	
Sharp	JX-450	300	PixelScan (Mac)	6995
	JX-300	300		4995
	JX-100	200		995
Truvel	TZ3 (z wkładką koloru)	300	TruScan	10690

LITERATURA

- [1] Cavuoto J.: Desktop Scanners, Computer Graphics World, No 9, 1990, s. 43
- [2] Curran L.: It's becoming a buyer's market, Electronics, No 1, 1990, s. 57
- [3] Lang L.: Large-Format Scanners, Computer Graphics World, No 5, 1989, s. 85.

JAN RYŻKO

WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE

Alex Regen: Leksykon języka C. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, nakład 10 000 egz., s. 160. ISBN 83-204-1223-4

Książka zawiera opis języka C w formie leksykonowej – jej główna część zawiera uporządkowany alfabetycznie zestaw pojęć i problemów związanych z samym językiem C, jego składnią i zasadami programowania. Ponadto w książce zamieszczono krótki samouczek języka C, który wraz z hasłami z części leksykonowej może stanowić podstawę do opracowania tego języka, zwłaszcza dla tych, którzy znają inne języki wysokiego poziomu. Cenną pomocą będą przy tym rozdziały poświęcone metodom uruchamiania programów i organizacji pracy w zespole programistycznym, a także przykłady programów napisanych zgodnie z zasadami dobrego programowania.

Książka jest przeznaczona dla wszystkich zainteresowanych programowaniem w C, zwłaszcza mających już pewne podstawy tego języka.

Jan Bielecki: Od C do C++ – programowanie obiektowe w języku C. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, s. 184. ISBN 83-204-1332-X

W książce przedstawiono zasady programowania obiektowego w języku C++. Dokonano wnikliwego przeglądu języka podstawowego oraz szczegółowo omówiono mechanizmy umożliwiające programowanie obiektowe. Zamieszczono wiele przykładów ilustrujących obiektowy styl programowania.

Książka jest przeznaczona dla użytkowników mikrokomputerów IBM PC zainteresowanych programowaniem w języku C i C++.

Eugeniusz Wróbel: Asembler 8086/88. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, nakład 8000 egz., s. 280. ISBN 83-204-1224-2

W książce przedstawiono opis poszczególnych elementów asemblera MASM firmy Microsoft (dyrektywy, wyróżnienia, operatory) oraz opis rozkazów procesorów 8086/8088 i 80186/80286. Opracowanie techniczne książki ułatwia wyszukiwanie zagadnień interesujących czytelnika i sprawia, że ma ona charakter podręcznika.

Książka jest przeznaczona dla studentów i inżynierów interesujących się zagadnieniami komputerowymi oraz dla użytkowników komputerów, a także projektantów systemów sterowania procesami przemysłowymi w czasie rzeczywistym.

Jan Bielecki: TopSpeed – rozszerzona Modula-2 dla IBM PC. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, nakład 10 000 egz., s. 696. ISBN 83-204-1241-2

Książka zawiera szczegółowy opis wiodącej implementacji języka Modula-2 dla mikrokomputera IBM PC. Przedstawiono w niej pełny opis języka rozszerzonego, zasady programowania modularnego i współbieżnego, liczne programy i przykłady konstrukcji programowych, szczegółowe opisy procedur bibliotecznych oraz za zgodą Firmy Jensen & Partners – twórcy implementacji – obszerne biblioteki źródłowe stanowiące ilustrację zasad programowania systemowego w języku TopSpeed Modula-2.

Książka jest przeznaczona zarówno dla Czytelników początkujących, jak i bardziej zaawansowanych, zainteresowanych systemowym programowaniem mikrokomputera IBM PC.

Jan Bielecki: Turbo Assembler i Turbo Debugger. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, nakład 5 100 egz., s. 270. ISBN 83-204-1278-1

W książce przedstawiono najnowsze wersje makroassemblera TASM, uruchamiaacza TD i organizatora MAKE firmy Borland International. Produkty te, wraz z opisanym w dodatku konsolidatorem TLINK, umożliwiają wygodne posługiwanie się językiem maszynowym mikrokomputera IBM PC.

Książka jest przeznaczona dla użytkowników mikrokomputerów IBM PC, zarówno tych, którzy zamierzają posługiwać się wyłącznie asemblerem, jak i tych, którzy do swoich programów napisanych w języku Turbo Pascal i Turbo C chcą dołączyć fragmenty asemblerowe.

Bogdan Frelek: COMMODORE 64. WNT, Warszawa 1991, wyd. 2, s. 208. ISBN 83-204-0990-X

W książce podano podstawowe informacje dotyczące mikrokomputera COMMODORE 64 (C 64). Omówiono jego budowę, wykorzystanie oraz współpracę z urządzeniami zewnętrznymi. Opisano jego programowanie w Basicu i asemblerze. Przedstawiono możliwości uzyskiwania efektów dźwiękowych i graficznych. Podano również wiadomości o mikrokomputerach pokrewnych, takich jak: VC 20, C 16, PLUS/4, C 128.

Książka jest przeznaczona dla szerokiego kręgu Czytelników interesujących się użytkowaniem i programowaniem popularnych mikrokomputerów osobistych.

Hanna Włodarska: ChiWriter 3.01. WNT, Warszawa 1991, wyd. 3, s. 88. ISBN 83-204-1388-5

Książka jest przeznaczona dla użytkowników mikrokomputerów klasy IBM PC, pragnących lub zmuszonych korzystać z edytora tekstów. Zawarto w niej krótki opis systemu ChiWriter 3.01 wraz ze wskazówkami ułatwiającymi pracę z edytorem.

Andrzej Nafalski, Mirosław Wójtowicz: Programowanie strukturalne w języku Turbo Basic. WNT, Warszawa 1990, wyd. 2, s. 151. ISBN 83-204-1262-5

Książka zawiera opis języka programowania Turbo Basic, łączącego prostotę popularnego Basicu z możliwościami programowania strukturalnego. Przykłady programów, zawarte w niniejszej publikacji, nie tylko ułatwiają zrozumienie Turbo Basicu, ale w wielu przypadkach nadają się do bezpośredniego wykorzystania w praktyce.

Książka jest przeznaczona dla Czytelnika posiadającego elementarną wiedzę o programowaniu.

Jerzy Tyszer: Symulacja cyfrowa. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, s. 254. ISBN 83-204-1159-9

Tematem książki są podstawowe zagadnienia projektowania i eksploatacji komputerowych modeli symulacyjnych systemów zdarzeń dyskretnych. Omówiono w niej zasady tworzenia opisów sieciowych modeli, wybrane elementy teorii procesów stochastycznych, problemy tworzenia oprogramowania symulacyjnego oraz zasady przygotowywania i oceny statystycznej eksperymentów symulacyjnych.

Książka jest przeznaczona dla programistów, projektantów systemów przetwarzania informacji, pracowników naukowych i studentów kierunków informatycznych.

Michał Jankowski: Elementy grafiki komputerowej. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, s. 241. ISBN 83-204-1326-5

Tematem książki są podstawowe zagadnienia grafiki komputerowej. Omówiono w niej najważniejsze rodzaje urządzeń graficznych, algorytmy rysowania na urządzeniach rastrowych, opis i właściwości przekształceń geometrycznych na płaszczyźnie i w przestrzeni oraz metody reprezentacji (opisu) obiektów graficznych.

Książka jest przeznaczona dla programistów, pracowników nauki zajmujących się informatyką oraz studentów kierunków informatycznych.

D.C. Tschritzis, L.H. Lochovsky: Modele danych. WNT, Warszawa 1990, wyd. 1, s. 291. ISBN 83-204-1199-8

Tematem książki są podstawowe zagadnienia projektowania baz danych. Omówiono w niej poszczególne modele danych, relacyjne, sieciowe, hierarchiczne oraz kilka mniej popularnych, ich właściwości i rolę w projektowaniu baz danych.

Książka jest przeznaczona dla programistów, projektantów systemów przetwarzania informacji, pracowników nauki zajmujących się informatyką oraz studentów kierunków informatycznych.

Ryszard Tadeusiewicz, Piotr Kakiet: ATARI LOGO – Komputerowe przygody. WNT, Warszawa 1991, wyd. 1, s. 287. ISBN 83-204-1177-7

Książka jest przeznaczona dla dzieci w wieku szkolnym. Bawiąc – uczą podstaw informatyki i oswoją z komputerem jako przyszłym narzędziem pracy. Autorzy książki zachęcają rodziców do wspólnej zabawy z dziećmi przy komputerze.

<p>Kulikowski J.L.: Komputerowa analiza obiektów i rekonstrukcja relacji INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 2 Charakterystyka efektywnych metod komputerowego rozpoznawania obiektów o złożonej budowie, występujących w biologii i medycynie, oraz praktycznego rozwiązywania tego rodzaju zadań.</p>	<p>Kulikowski J.L.: Computerized object analysis and reconstruction of relations INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 2 Characteristics of effective computer-aided methods for recognition of objects with complex structure, which occur in biology and medicine, as well as practical solutions of related problems.</p>	<p>Kulikowski J.L.: Computeranalyse von Objekten und Rekonstruierung von Relationen INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 2 Eine Charakteristik von effektiven Methoden der computerunterstützten Erkennung von Objekten mit zusammengesetzten Strukturen, die in Biologie und Medizin auftreten, und praktische Lösungen von den damit verbundenen Problemen.</p>
<p>Kurzyński M., Sas J., Puchala E.: Niekonwencjonalne metody rozpoznawania w komputerowo wspomaganą diagnostyce medycznej INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 7 Charakterystyka trzech niekonwencjonalnych metod rozpoznawania we wspomaganą komputerem diagnostyce medycznej, zrealizowanych na mikrokomputerach klasy IBM PC i wprowadzonych do praktyki klinicznej.</p>	<p>Kurzyński M., Sas J., Puchala E.: Unconventional recognition methods in computer-aided medical diagnostics INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 7 Characteristics of the three unconventional recognition methods in computer-aided medical diagnostics, which were realized on IBM PC microcomputers and implemented to clinical practice.</p>	<p>Kurzyński M., Sas J., Puchala E.: Unkonventionelle Erkennungsmethoden in computerunterstützter Medizindiagnostik INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 7 Eine Charakteristik von drei unkonventionellen Methoden der Erkennung in computerunterstützter Medizindiagnostik, die mit IBM PC-Mikrorechnern realisiert und zur Klinikpraxis eingeführt werden.</p>
<p>Jasiński P.J., Ficner W., Januchta M.: Informatyka w klinice – standard dokumentacyjny i specjalistyczne zastosowania INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 11 Przegląd rozwoju standardu dokumentacji medycznej dla systemów eksperckich oraz przykłady adaptacji tego standardu do wymagań różnych specjalizacji medycznych.</p>	<p>Jasiński P.J., Ficner W., Januchta M.: Informatics in the clinic – documentation standard and specialized applications INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 11 Survey of medical documentation standard development for expert systems needs and examples of the standard adaptation for different medical specializations.</p>	<p>Jasiński P.J., Ficner W., Januchta M.: Informatik in einer Klinik – Dokumentationsstandard und spezialisierte Anwendungen INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 11 Ein Übersicht von Entwicklung des Medizinaldokumentationsstandards für Expertensysteme und Beispiele von Anpassung dieses Standards für Bedürfnisse der verschiedenen medizinischen Spezialisierungen.</p>
<p>Cytowski J.: System przetwarzania i analizy sygnałów EKG o dużym wzmacnieniu INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 15 Charakterystyka nowego polskiego komputerowego systemu rejestracji i analizy sygnałów EKG z nowatorskimi rozwiązaniami metod pomiaru i porównania.</p>	<p>Cytowski J.: Processing and analysis system of ECG signals with high amplification INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 15 Characteristics of a new polish computerized system for ECG signals registration and analyse, which include innovatory solutions of measurement and comparison methods.</p>	<p>Cytowski J.: Verarbeitungs- und Analysesystem der EKG-Signale mit grosser Verstärkung INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 15 Eine Charakteristik von einem neuen polnischen System für Erfassung und Analyse der EKG-Signale mit neuartigen Lösungen der Mess- und Vergleichungsmethoden.</p>
<p>Rudowski R., Guć M.: Systemy eksperckie sztucznej wentylacji płuc INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 18 Przegląd rozwiązań systemów eksperckich w dziedzinie sztucznej wentylacji płuc.</p>	<p>Rudowski R., Guć M.: Expert systems for artificial ventilation of lungs INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 18 Survey of expert system solutions, applied for artificial ventilation of lungs.</p>	<p>Rudowski R., Guć M.: Expertensysteme der künstlichen Lungenventilation INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 18 Ein Übersicht von Expertensystemelösungen im Bereich der künstlichen Lungenventilation.</p>
<p>Łukaszewicz K., Mejran Z.: Syntezatory mowy w rehabilitacji inwalidów narządu mowy, słuchu lub wzroku INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 23 Historyczny przegląd rozwoju urządzeń do syntezy mowy oraz omówienie możliwości ich zastosowania w rehabilitacji inwalidów.</p>	<p>Łukaszewicz K., Mejran Z.: Speech synthesizers in rehabilitation of speech, hearing and sight disability INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 23 Historic review of speech syntheses devices and possibilities of their application for disabled persons rehabilitation.</p>	<p>Łukaszewicz K., Mejran Z.: Sprachsynthesizer in Rehabilitation von Sprache-, Gehör- und Sehorganinvaliden INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 23 Historischer Übersicht von Entwicklung der Einrichtungen zur Sprachsynthese und Besprechung von Möglichkeiten ihrer Anwendung zur Rehabilitation der Invaliden.</p>
<p>Zawada A.: Automatyczne czytanie pisma INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 26 Charakterystyka problemów związanych z automatycznym odczytywaniem pisma oraz przegląd rozwiązań zrealizowanych w Instytucie Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN w Warszawie, w tym również w zastosowaniu dla niewidomych.</p>	<p>Zawada A.: Automatized reading of writing INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 26 Characteristics of problems connected with automatized reading of written text and a survey of solutions, which were realized in the Institute for Biocybernetics and Biomedical Engineering of Polish Academy of Sciences in Warsaw, also in application for blinds.</p>	<p>Zawada A.: Automatisierte Ablesung der Schrift INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 26 Eine Charakteristik von Problemen, die mit automatisierter Ablesung der Schrift verbunden sind, sowie ein Übersicht der im Institut für Biocybernetik und Biomedisches Ingenieurwesen der Polnischen Akademie der Wissenschaften in Warschau realisierten Lösungen, darunter auch in Anwendung für Blinden.</p>
<p>Bobrowski L.: Schematy funkcjonowania systemu diagnostycznego „Hepar” INFORMATYKA 1991, nr 7, s. 28 Charakterystyka polskiego komputerowego systemu wspomaganą diagnostyki schorzeń wątroby.</p>	<p>Bobrowski L.: Operation schemata for the „Hepar” diagnostic system INFORMATYKA 1991, No. 7, p. 28 Characteristics of the polish computerized system for diagnostics support in the field of liver diseases.</p>	<p>Bobrowski L.: Funktionierensschemas des „Hepar”-Diagnosesystems INFORMATYKA 1991, Nr 7, S. 28 Eine Charakteristik des polnischen computerunterstützten Diagnosesystems im Bereich der Leberkrankheiten.</p>

IF ERROR GOTO Informatolog

Czy Polscy Informatycy muszą emigrować? – Komputeryzujemy się sami – artykuł Michała Ziębińskiego (Polityka nr 13 z 30.03.1991) zmusza do odpowiedzi, tym bardziej że jego autor powtarza z uporem swoje tezy w wielu miejscach. Co ciekawsze – podawana przez M. Ziębińskiego diagnoza stanu polskiej informatyki jest w zasadzie poprawna, czyli zgodna z powszechnym odczuciem środowiska informatycznego. Problem polega w zaordynowanym lekarstwie – w proponowanej strategii możliwości rozwoju informatyki w Polsce.

Artykuł jest napisany z nerwem, ale w argumentacji zestawia ze sobą fakty prawdziwe z nieprawdziwymi. Trudno jest tutaj przytoczyć całość artykułu. Zajmę się tylko kilkoma akapitami.

Artykuł zaczyna się od krytyki projektu systemu podatkowego. „Analiza kontraktu nasuwa szereg zasadniczych zastrzeżeń. Zakupywany sprzęt jest bardzo drogi. Wynika to po pierwsze z zamówienia minikomputerów, które są przeciętnie dwa lub trzy razy droższe niż mikrokomputery o tej samej mocy, po drugie – z wyboru dostawcy, który produkuje sprzęt bardzo drogi”. Już w tym punkcie autor ujawnia, że chce informatyko-woać najważniejsze dziedziny administracji publicznej za pomocą mikrokomputerów. Dalsze akapity potwierdzają to nastawienie, a mianowicie „...że nasza strategia powinna polegać na: – informatyzacji administracji państwowej oraz instytucji i przedsiębiorstw w oparciu o zastosowanie mikrokomputerów”.

I tu już nie można się zgodzić z taką opinią. Mikrokomputery, nawet wykorzystujące procesory 486 i 586, mają szerokie pole zastosowań, ale dla bardzo dużych baz danych, wymagających odpowiednich zabezpieczeń i dyspozycyjności, jeszcze się nie nadaje. Dowody – wystarczy przeanalizować zastosowania minikomputerów oraz dużych maszyn w Europie i USA. Oczywiście możemy spokojnie założyć, że tam bardzo dokładnie liczą koszty i zyski. Można oczywiście dalej się kłócić o jakość sprzętu i oprogramowania firmy Bull, można znaleźć kilkanaście izb skarbowych, gdzie na razie będzie wystarczać mikrokomputer, ale całego ogólnokrajowego systemu podatkowego i systemów jemu podobnych na PC-tach z pewnością nie da się zrealizować.

Z następnym akapitem trzeba się zgodzić. „Sytuacja, w której każdy minister będzie sobie zamawiał i kupował sprzęt oraz systemy informatyczne u innego kontrahenta i bez jakiegokolwiek koordynacji, narazi gospodarkę na ogromne straty, a jednocześnie zmarnuje kolejną szansę rozwoju naszej informatyki”. Problem tylko w tym, że nie jest on w całości prawdziwy. Niekoniecznie bowiem trzeba wszystko unifikować – wystarczy tylko przyjąć pewne standardy, na przykład: systemy otwarte, systemy klasy UNIX oraz bazy danych typu SQL. Takie ustalenia pozwalają dobrać dowolny sprzęt i oprogramowanie – wykorzystując istniejącą na rynku konkurencję do negocjowania korzystnych cen. Zadekretowanie jednego dostawcy (z jego zamkniętym lub nietrafionym czy nierozwojowym systemem) może przynieść straty znacznie większe. A tak na marginesie, teraz administracja państwowa znacznie lepiej już rozumie te problemy i wcale nie ma ochoty przepłacać czy marnować pieniędzy.

Z kolejnego akapitu powinniśmy się też cieszyć. „Mamy własny przemysł produkcji komputerów oraz wiele przedsiębiorstw państwowych i prywatnych zajmujących się oprogramowaniem. Mamy również kadre wykształconych elektroników komputerowych oraz projektantów i programistów. Możemy i powinniśmy takie systemy robić sami”. Problem jest tylko w tym, że nasi elektronicy znajdują się w zasadzie tylko na składaniu mikrokomputerów, a programiści na pisaniu w C, dBASE czy Cliperze – może niektórzy w Informixie. Chcę przy tym podkreślić, że osobiście jestem pełen uznania dla wysiłku wkładanego przez tych programistów w konstruowanie złożonych systemów w tak złych warunkach. W moim przekonaniu odpowiada to sytuacji, gdy FSM w Bielsku opracowała niezły model „Beskida”, ale produkować go nie może, gdyż nie ma odpowiedniej linii produkcyjnej. W informatyce nie mamy też linii produkcyjnych (narzędzi typu CASE) do projektowania i realizacji złożonych systemów informatycznych.

Oczywiście „...wszystkie systemy zarządzania dla administracji państwowej mogą być zrealizowane przez polskich projektantów i polskich programistów...”, ale niestety dalsze stwierdzenie „Ewentualne braki w doświadczeniu projektantów ... można łatwo uzupełnić przez wysłanie generalnych projektantów na krótkie tygodniowe staże do odpowiednich ośrodków w krajach rozwiniętych, które rzeczywiście chcą nam pomóc...” nie jest prawdą. Projektantów, o których nam chodzi, nie da się tak szybko dokształcić, gdyż jest to przyuczenie pilota samolotu sportowego do latania na Boeingach 747. A poza tym mamy coraz słabsze zasoby, gdyż sytuacja kadrowa naszych szkół wyższych grozi zaniechaniem (a przynajmniej znacznym spadkiem poziomu) kształcenia informatyków.

Dalsze elementy artykułu M. Ziębińskiego prowadzą Czytelnika do wniosku, że jedynym ratunkiem dla polskiej informatyki jest uruchomienie, na zamówienie rządowe, procesu składania dużej liczby mikrokomputerów, przy jednoczesnym zamknięciu dopływu innych maszyn i systemów. W propozycji natomiast nic nie wspomina się o oprogramowaniu narzędziowym, które też należy kupić, a które będzie kosztować (licencja na instalację) ogromne pieniądze. Zdaje się, że takie rozwiązanie już niedawno przerabialiśmy.

A jakie jest moje rozwiązanie, jeżeli krytykuję inne – o tym za miesiąc.

WACŁAW ISZKOWSKI

P.S. zBITki poglądów i spostrzeżeń nie są oficjalnym stanowiskiem Redakcji ani żadnej innej organizacji. Ich prezentacja ma służyć pobudzeniu dyskusji na dany temat, nawet przez wzburzenie moich ewentualnych adwersarzy.

PRZEDSIĘBIORSTWO ZASTOSOWAŃ INFORMATYKI **meditronik** oferuje

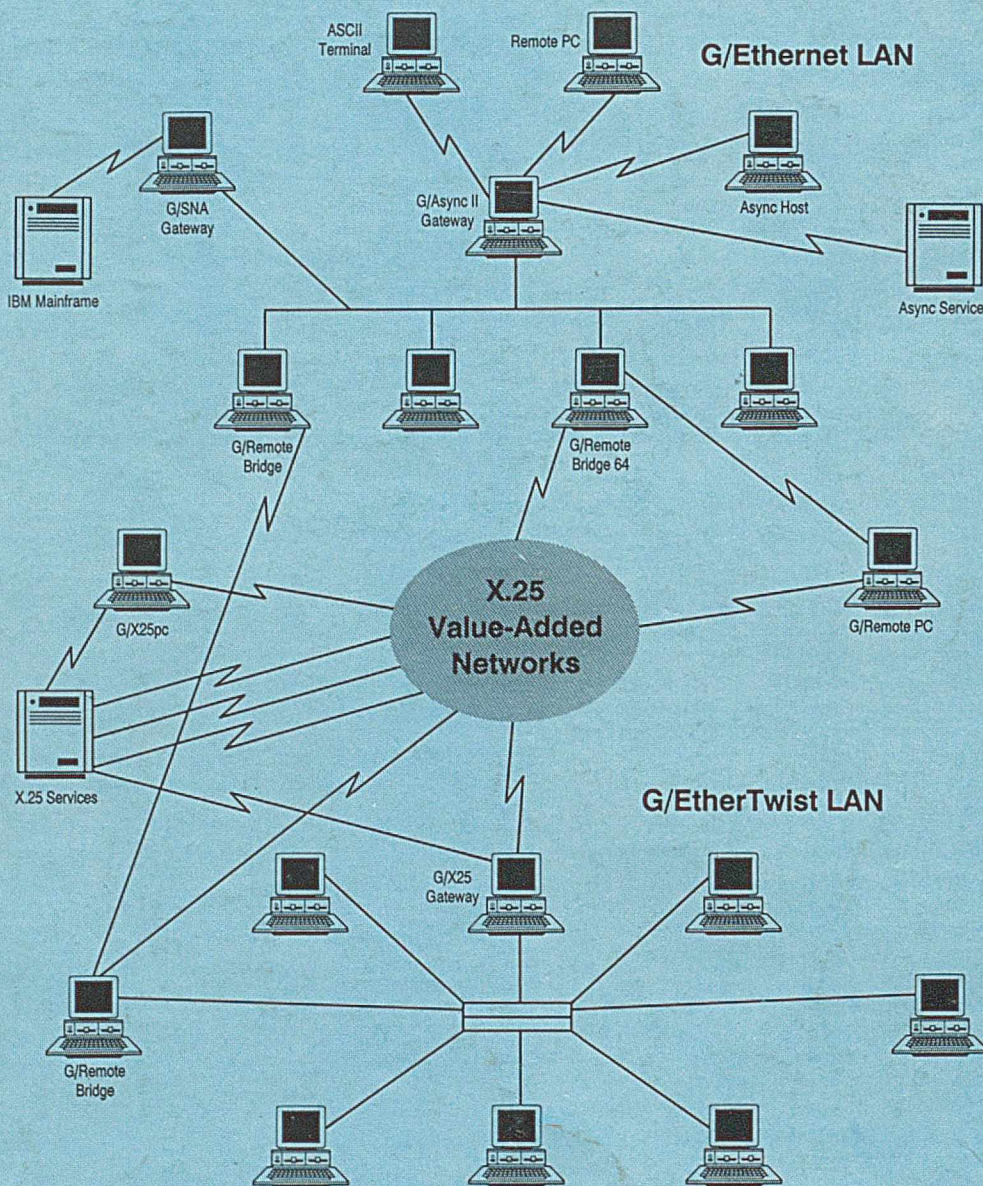
UM7106	18 000
UM3481,2,3,4,10,11	8200
UM66T	3600
UM82450	14 000
UM8250B	14 000
UM8253-5	16 500
UM8259A-2	27 300
UM82C11	13 000
UM82C55A	16 500
UM82C8167	19 500
UM6116U-35(ns)	25 500
UM6116-2L	11 500
UM6264-10	20 000
UM62256A-10L	52 000

Nasz adres:
PZI „MEDITRONIK”
00-194 Warszawa, ul. Dzika 4
telefon 635-22-63, 635-22-64
telefaks 635-21-95
teleks 816075 medi pl

0/24/90

Produkty sieciowe LAN i WAN

Gateway
communications, inc.



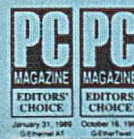
BEZKONKURENCYJNE PRODUKTY
SIECI KOMPUTEROWYCH NAGRAZANE PRZEZ:
PC MAGAZINE, LAN MAGAZINE, INFO WORLD
OFERUJE AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR:



MIKROB

P.W.P.T. MIKROB SP. Z O.O.

20-601 LUBLIN, UL. ZANA 38 BLOK C, VIII p.
TEL. (0-81) 55-90-19, FAX 55-91-69, TLX 643776 MIKRO PL



Na życzenie wysyłamy katalog produktów. Atrakcyjny program współpracy dla dealer'ów.