

X

Нові інформаційні технології, які базуються на обробці та розпізнаванні сигналів і зображень

Advanced Information Technologies based on Signal/Image Processing and Pattern Recognition

HotImage - the Software Tool for Thermographic Images Processing

IHOR MANIUK, VIKTOR CHEKH

"Shtorm" Design Office

Ukraine, 252056 Kyiv
Politekhnichna Str.16

Phone:(044) 446-9263 Fax: (044) 274-1015

E-mail: chekh%storm.kiev.ua@ts.kiev.ua

Ihor Maniuk, Viktor Chekh. HotImage - the Software Tool for Thermographic Images Processing

The MS Windows program named HotImage for thermographic images processing has been developed by the authors. It has a number of built-in functions useful for processing of very noisy images including different types of filtering, displaying of isotherms, vectoring, more... Friendly and very handle user's interface of the program makes possible to use it by inexperienced users (medical men, etc.). The initial bitmap picture could be compressed more than thirty times the size. Potential users of the presented program could be the developers or users of thermographic equipment in medicine, military, space.

The problem of the thermographic images processing is currently actual for diagnostics in a wide range of applications. The physician can diagnose some diseases (arthritis, mastitis, etc.), the military man could determine the presence and the type of the flying object, one could determine the presence of fires in the forest by processing the thermograms from the satellites or airplanes and so forth.

The program named HotImage for thermographic images processing has been developed by the authors of this paper. It works with MS Windows 3.0 or 3.1 on correspondent PCs. It could include adapters of different types for

directly input of the thermographic images or operate with graphic files (BMP, PCX, etc.).

The HotImage is completed by the system part (multidocument interactive shell) and the library of applied algorithms of image processing.

The shell includes the library of image viewers and supports the following functions:

- I/O and processing of images of any size less than free disk space or RAM;
- choosing of the rectangle part of the processing image;
- scaling and scrolling.

One could operate with the program either with the mouse or with the keyboard. A number of the icon buttons for the quick operation has been realized. The palette of the colors and corresponding temperatures is present as well.

The library of applied algorithms of image processing includes the modules for the following:

- linear filtering (low-pass and low-cut) with different apertures;
- median filtering with the number of different apertures and built-in filter developer kit;
- flexible morphological filtering;
- isotherm maps drawing (double and single);
- segmentation, contouring, clustering;
- profiles of temperature in any section;
- vectoring and compression;
- pattern recognition - for particular applications.

The advantages of the flexible morphological filtering could be visually demonstrated especially with the multidocument interface of the program. This filter can filter out not only impulse or line noises but large distributed ones. It is very actual for such a noisy images as thermograms.

The processed image could be vectored for the compression of the file which is contained in. The size of the initial bitmap picture could be compressed more than thirty times.

Open structure of the program makes possible to apply additional libraries, use libraries of this program in another programs, directly operate with thermograph, camera and any other I/O peripherals. The program is possible to be localized onto any computer platform especially parallel ones.

Дослідження характеристик зображень щитовидної залози з метою діагностики її стану

МИХАЙЛО НОВОСЕЛЕЦЬ, СЕРГІЙ РАДЧЕНКО, ВІТАЛІЙ ЦУБІН

Університет ім. Тараса Шевченка

Україна, 252017 Київ,

вул. Володимирська, 64

Тел.: (044) 266-0573, 221-0395

Електронна пошта: cva@burka.carrier.kiev.ua

Михаил Новоселец, Сергей Радченко, Виталий Цубин. Исследование характеристик изображений щитовидной железы с целью диагностики ее состояния.

В работе рассмотрены методика получения и результаты исследования статистических характеристик ультразвуковых изображений щитовидной железы. Делается вывод о возможности диагностирования состояния железы путем анализа не менее двух показателей одновременно. Рассмотрены недостатки указанного метода, связанные с нелинейной зависимостью яркости ультразвукового изображения и плотности соответствующей области изучаемой живой ткани.

Передумови постановки задачі. Відомо, що після аварії на ЧАЕС до природного середовища потрапило близько $6.7 \cdot 10^{17}$ Вк ^{131}J , що призвело до радіоактивного забруднення великої території і попадання значної частини цього ізотопу йоду в щитовидну залозу людей. Це призвело до значного підвищення рівня патологій тиреоїдної системи (щитовидної залози), що потребує розвитку методів масового обстеження і ранньої діагностики патологій. Одним з найпоширеніших методів діагностики таких захворювань є ультразвукова ехографія. Наші дослідження були спрямовані на автоматизацію діагностики та усунення суб'єктивного фактору при ультразвуковому дослідженні.

Як відомо [2], основною структурною одиницею щитовидної залози є фаллікул. Більшість патологій тиреоїдної системи дуже сильно пов'язані з розміром фалікулів і їхньою густиною [2]. Характерний розмір фалікула близько 30-300 мкм і співрозмірний з довжиною ультразвукових хвиль з частотою 7-10 МГц (приблизно 0.2 мм). Тому нами було висунуте припущення про можливість однозначної діагностики стану тиреоїдної системи шляхом дослідження статистичних характеристик ультразвукових зображень щитовидної залози [3].

Методика одержання зображень. В роботі використовувався ультразвуковий апарат "АЛОКА ЕЧО КАМЕРА SSD-630" у поєднанні з комп'ютером типу IBM PC. Ультразвуковий апарат укомплектований секторним датчиком ASU-32WL-7.5 з робочою частотою 7.5 МГц. Схема приладів для одержання, запису та обробки медичних ультразвукових інтроскопічних зображень щитовидної залози зображено на рис.1. Через вихідний порт ультразвуковий сканер 1 з'єднано з комп'ютером 5. Зображення щитовидної залози людини 11 у вигляді телевізійного сигналу надходить на плату захоплення телевізійного кадра (frame grabber) 4, яка з відповідними програмами забезпечує "оцифровку" аналогового сигналу, перекодування повного кадра в один із форматів графічної інформації та записує утворений файл на жорсткий диск 8 комп'ютера. Зображення разом з додатковою інформацією про діагноз пацієнта, яку отримують з інших клінічних досліджень, зберігається в базі даних. Для візуалізації зображень використовується палітра із 64 градацій сірого. Програми обробки побудовані з застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування Borland C++ 3.1. Працюють програми під

керуванням DOS, для своєї роботи вимагають VGA адаптер. Збережене таким чином зображення щитовидної залози можна використати при подальшій роботі для дослідження динаміки патології в часі.

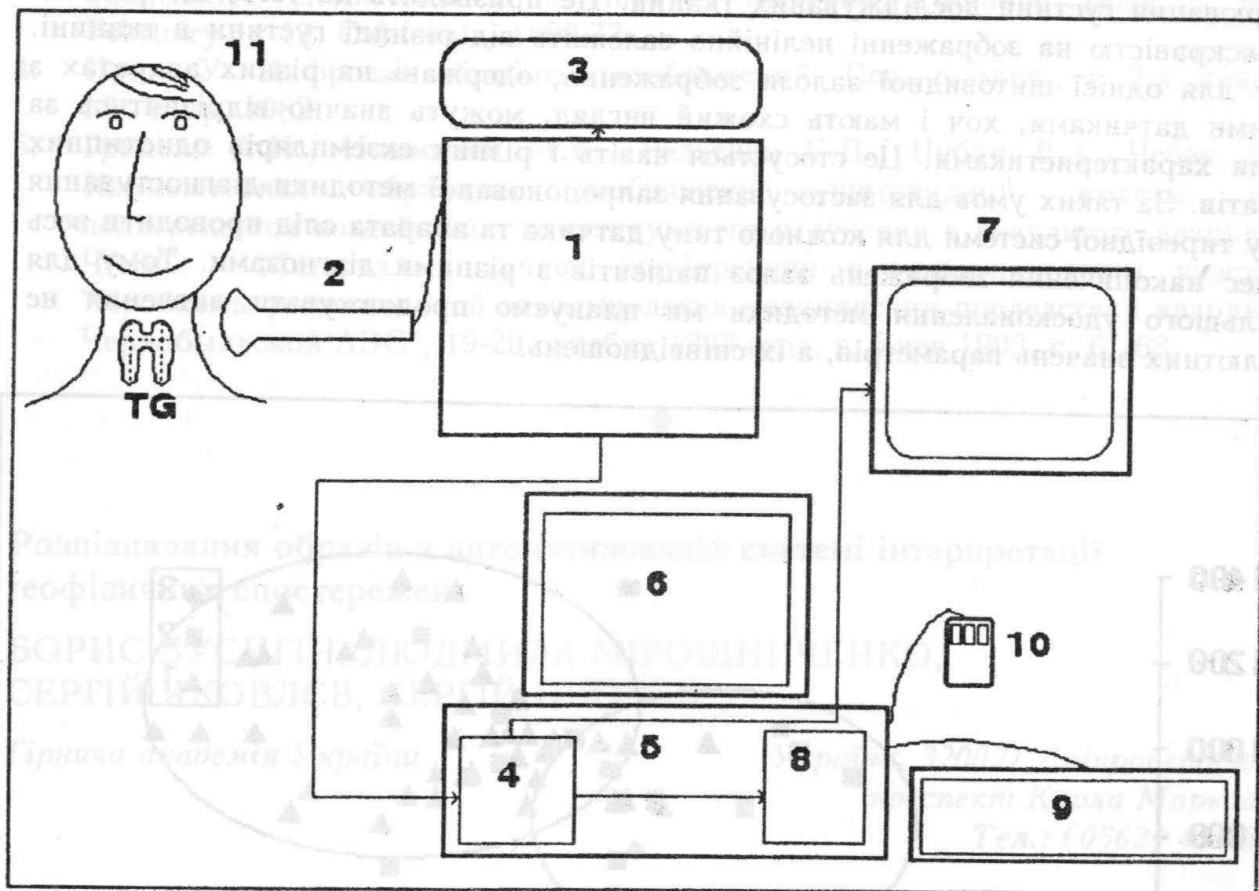


Рис. 1. Схема приладів для одержання, запису та обробки медичних ультразвукових інтроскопічних зображень щитовидної залози (1 - ультразвуковий апарат, 2 - секторний датчик, 3 - відеомагнітофон, 4 - плата вводу, 5 - комп'ютер, 6 - дисплей, 7 - відеомонітор, 8 - жорсткий диск, 9 - принтер, 10 - маніпулятор "мишка", 11 - щитовидна залоза).

Як відомо, щитовидна залоза складається з двох схожих на еліпсоїд долей, що зв'язані невеликою перемичкою. Медики запропонували для аналізу використовувати чотири проекції щитовидної залози. Для їх отримання кожна доля сканується в двох проекціях: вертикальній і горизонтальній. Потім лікар за допомогою миші обводить контур щитовидної залози і для нього проводяться усі наступні розрахунки.

Отримані результати. Для всіх зображень були прораховані широко відомі гістограмні характеристики [4, т1, с. 493-495]. Однак провести класифікацію, користуючись тільки одним з них не вдалося. Якщо до класифікації залучити два параметри, то вже можна спостерігати [3,5] появу кластерів, в яких концентруються дані, що відповідають за один діагноз. Найбільш інформативними виявилися енергія, ентропія, коваріація, автокореляція та зворотна різниця. За допомогою такого підходу вже було опрацьовано декілька результатів щодо незалежності структури ультразвукового зображення нормальної щитовидної

залози від дози зовнішнього радіаційного опромінення. На рис. 2 представлений один з характерних результатів.

Однак більшість апаратів ультразвукової діагностики не калібруються для вимірювання густини досліджуваних тканин. Це призводить до того, що різниця між яскравістю на зображенні нелінійно залежить від різниці густини в тканині. Тому для однієї щитовидної залози зображення, одержані на різних апаратах з різними датчиками, хоч і мають схожий вигляд, можуть значно відрізнитись за своїми характеристиками. Це стосується навіть і різних екземплярів однотипних апаратів. За таких умов для застосування запропонованої методики діагностування стану тиреоїдної системи для кожного типу датчика та апарата слід проводити весь процес накопичення зображень залоз пацієнтів з різними діагнозами. Тому для подальшого удосконалення методики ми плануємо продовжувати вивчення не абсолютних значень параметрів, а їх співвідношень.

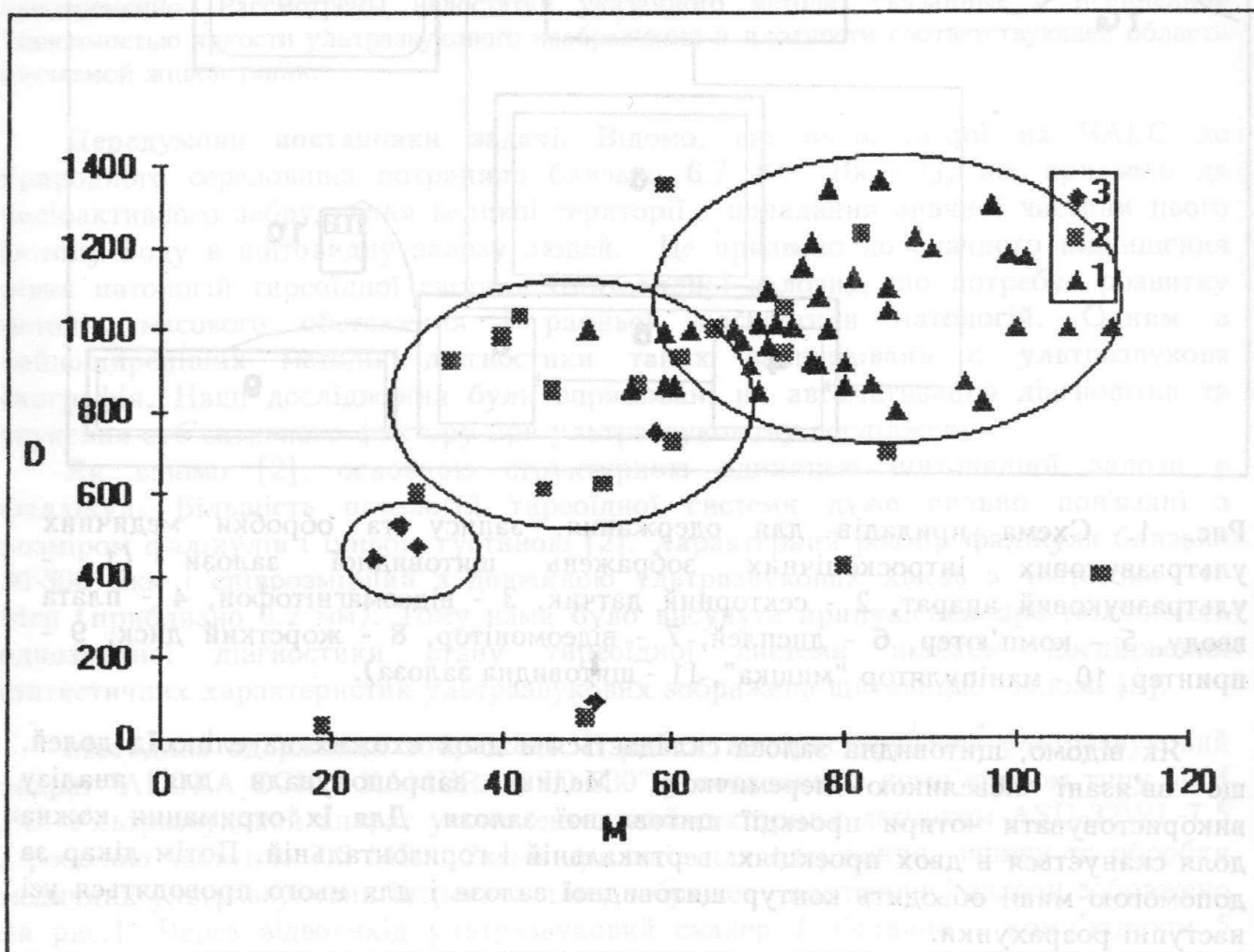


Рис. 2. Залежність дисперсії від середнього значення яскравості в умовних одиницях (1 - норма, 2 - тиреоїдит, 3 - тиреотоксикоз)

Література

1. Герасимов Г.А. // Пробл. ендокринології. - 1991.- № 4.- С. 64 - 67.

2. Ефимов А.С., Бондар П.Н., Зелинский Б.А. Эндокринология - К.: Вища школа, 1983, 327 с.
3. Novoselets M.K., Sarkisov S.S., Tcheban A.U. Ultrasound introsopic image-quantitative characteristics for medical diagnosis//Medical Imaging 1993, February 14-19, California, 1898-72.
4. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ., в 2-х книгах, М.: Мир, 1982.
5. Гридько А.Н., Новоселец М.К., Радченко С.П., Цубин В.А. Чебан А.К. Компьютерная обработка изображений щитовидной железы лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения в результате аварии на ЧАЭС. - Материалы научной конференции с международным участием "Проблемы радиационной эпидемиологии медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС", 19-20 октября 1993 года, г. Киев 1993, с. 61-68.



Розпізнавання образів в автоматизованій системі інтерпретації геофізичних спостережень

БОРИС БУСИГІН, ЛЮДМИЛА МІРОШНИЧЕНКО,
СЕРГІЙ ЯКОВЛЄВ, СЕРГІЙ НІКУЛІН

Гірнична академія України

*Україна, 320027 Дніпропетровськ
проспект Карла Маркса 19
Тел.: (0562) 45-99-56*

Borys Busyhin, Liudmyla Miroshnychenko, Serhij Iakovlev, Serhij Nikulin. Pattern Recognition in Automatization System of Interpretation of Geophysical Observation.

RAPID (Recognition, Automatic Prediction, and Interpretation of Data) is an interactive software system for solving a wide range of problems concerning processing, analysis and complex interpretation of geophysical data in evaluation and prediction for mineral resources. The system is based upon the pattern recognition methods, image processing, data analysis and mathematical statistics. The tasks solved by RAPID system are: objects ranging, recognition and clustering; spatial structure analysis of the geophysical fields; determination of the most informative features combinations; evaluation of the prediction solution reliability; statistical and regression analysis of the data; data visualization.

Нехай нам дані результати геофізичних спостережень - виміри потенціальних фізичних полів, отримані по рівномірній мережі замірів:

$$\{ F_{nm} \}_k, n=1,2,\dots,N, m=1,2,\dots,M, k=1,2,\dots,K,$$

де N - число профілів (рядків), M - число пікетів (стовпчиків), K - кількість полів. Вузлам мережі відповідають елементарні ділянки поверхні Землі, які є об'єктами порівняння і розпізнавання.

Формування ознак. Для опису структури геофізичних полів формується простір ознак: кожній точці (n,m) мережі спостережень ставиться у відповідність вектор ознак:

$$(n,m) \text{ -----} \rightarrow X_{P(n,m)},$$

який обчислюється за системою вкладених околів з центром в точці (n,m) . Розмірність p вектора $X_{P(n,m)}$ залежить від кількості полів, числа околів по кожному полю і від алгоритму конструювання ознак.

В межах підходу, який базується на представленні геофізичного поля поліномом k -го ($k=1,2,3$) степеня обчислюються морфологічні, диференційні ознаки, ознаки типу особливості, ознаки місцеположення. Морфологічні ознаки формалізують поняття морфометрії: плато, схил, горб, западина, рів, вал, яр, відріг. На квадратному околі послідовно простежуються чотири напрями, що проходять через центральну точку. Для кожного напрямку будуються поліноми середньо-квадратичного наближення функції першого та другого степеня, аналізуються їхні коефіцієнти і кожному напрямку ставиться у відповідність означений код. Сукупність чотиризначних кодів представляє вектор ознак.

Диференціальні ознаки (середня інтенсивність поля на околі, модуль горизонтального градієнту, дивергенція градієнту, змішана похідна, середнє суми квадратів відхилень поля від апроксимуючої поверхні, напрям горизонтального градієнту, різниця середніх по околам) є аналогами трансформацій геофізичних полів. Вони враховують інтенсивність і морфологічні особливості полів.

Ознаки типу особливості складаються з помилок наближення вихідного поля на околі поліномами, які відповідають особливостям виду: максимум, мінімум, сідло, мавп'яче сідло, жолоб, схрещені жолоби.

Ознаки місцеположення характеризують положення центру околу відносно критичних точок апроксимаційного поліному в одновимірному і двовимірному випадках.

В межах геометричного підходу обчислюються інтегральні ознаки, які базуються на побудові інтегральних сум за кінцевим числом значень геофізичного поля на околі:

$$X(C, r_0) = \sum_{r_{ij} \in C} G(F_{ij}, F_0) |r_{ij} - r_0|^{2m} / \sum_{r_i \in C} |r_i - r_0|^{2m},$$

$$X(D, r_0) = \sum_{r_{ij} \in D} \sum_{r_{kn} \in D} G(F_{ij}, F_{kn}) |r_{i,j} - r_{k,n}|^{2m} / \sum_{r_{ij} \in D} \sum_{r_{kn} \in D} |r_{i,j} - r_{k,n}|^{2m},$$

де F_{ij} - значення поля в точці $r_{ij} = (i,j)$; F_0 - значення поля в точці $r_0 = (0,0)$; D - окіл з центром в точці r_0 ; C - контур околу D ; $G(F_{ij}, F_0)$ - скалярна функція двох аргументів; $G(x,y) = G(y,x)$; $G(F_{ij}, F_0) = (F_{ij} + F_0)/2$ або $G(F_{ij}, F_0) = |F_{ij} - F_0|$; m - показник степеня квадрата модуля $|r_{ij} - r_0|^2$.

Прийняття рішень. Після формування простору ознак постає задача прийняття рішень, тобто задача виділення (А), ранжирування (Б), розпізнавання (В) або кластеризації (Г).

А. При відсутності навчальної вибірки доцільно провести попереднє розбиванн вихідної множини $X = \{X_1, X_2, \dots, X_L\}$ на два класи - фонових (π_ϕ) і аномальних (π_a) об'єктів. Припускається, що кількість шуканих об'єктів класу (π_a) значно менша, ніж кількість неперспективних об'єктів, які складають клас (π_ϕ) і підпорядковані p -вимірному нормальному розподілу $f(X/\pi_\phi) = N(\mu, \Sigma)$.

Для q відібраних (з L вихідних) випадковим чином об'єктів $\{X_1, X_2, \dots, X_q\}$ обчислюються величини

$$\delta(i) = \exp \{-1/2(X_i - \mu)^T \Sigma^{-1} (X_i - \mu)\}, \quad i=1,2, \dots, q,$$

та їх екстремальні значення

$$\delta_{\min} = \min_{1 \leq i \leq q} \delta(i), \quad \delta_{\max} = \max_{1 \leq i \leq q} \delta(i).$$

Множина X розбивається на два класи за правилом:

$$\delta(i) < (1-t)\delta_{\min} + t\delta_{\max} \Rightarrow X_i \in \pi_a,$$

$$\delta(i) > (1-t)\delta_{\min} + t\delta_{\max} \Rightarrow X_i \in \pi_\phi, \quad i = 1, 2, \dots, L,$$

де t - критичний рівень ($0 < t < 1$).

Б. При наявності навчальної вибірки обчислюються функції, що визначаються геометричною структурою класу еталонів і дозволяють ранжувати об'єкти за ступенем схожості відносно даних еталонних класів. Ці функції основані на мірах схожості $d(X, \pi_i)$ між об'єктом X і класом π_i :

$$d_{\text{ФМБ}}(X, \pi_i) = \left[\prod_{X_j \in \pi_i} d_E(X, X_j) \right]^{1/n_i} \text{ або } d_{\text{ФМБ}}(X, \pi_i) = n_i^{-1} \sum_{X_j \in \pi_i} \ln d_E(X, X_j),$$

$$d_{\Pi}(X, \pi_i) = n_i^{-1} \sum_{X_j \in \pi_i} \left[1 + \alpha d_E^2(X, X_j) \right]^{1/n_i}, \quad \alpha > 0,$$

$$d_{\text{PSI}}(X, \pi_i) = \left[\prod_{X_j \in \pi_i} \sin(X, X_j) \right],$$

де $d_E(X, X_j) = \left[\sum_{l=1}^p (x_{il} - x_{jl})^2 \right]^{1/2}$ - евклідова відстань між об'єк-

тами X і X_j ; p - число еталонних об'єктів класу π_i .

В. Для розпізнавання об'єктів поряд з класичними алгоритмами (дискримінантного аналізу, найближчого сусіда та іншими) використовуються евристичні алгоритми, які основані на мірах схожості $d_{\text{ФМБ}}$, d_{PSI} , d_{Π} та деяких інших [1]. Вирішувальне правило:

$$d_k(X, \pi_i) < \max_{j \neq i} d_k(X, \pi_j) \Rightarrow X \in \pi_i, \quad k = (\text{ФМБ}), (\text{PSI}),$$

$$d_{\Pi}(X, \pi_i) > \max_{j \neq i} d_{\Pi}(X, \pi_j) \Rightarrow X \in \pi_i.$$

Г. Кластеризація об'єктів здійснюється модифікованим алгоритмом ISODATA [1], який оснований на мінімізації середньої відстані від об'єкта до центру найближчого кластеру. Оптимальна для розпізнавання множина ознак розшукується за допомогою алгоритмів послідовного приєднання, випадкового пошуку з адаптацією. Для оцінки помилки класифікації заданого вирішального правила проводиться ковзний екзамен або схема з розбиттям еталонної вибірки на навчальну і контрольну підвибірки [2].

Комп'ютерна система РАПД (Розпізнавання, Автоматизоване Прогнозування, Інтерпретація Даних). Наведені алгоритми працюють в автоматизованій діалоговій системі, яка призначена для розв'язування задач обробки, аналізу і

комплексної інтерпретації геофізичних спостережень (а також будь-яких цифрових полів).

Література

1. Бусыгин Б.С., Мирошніченко Л.В. Распознавание образов при геолого-геофизическом прогнозировании. - Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1991. - 168 с.
2. Мирошніченко Л.В., Сарычев А.П. Схема скользящего экзамена для поиска оптимального множества признаков в задаче дискриминантного анализа // Автоматика. - 1992. - № 1. - С. 35-44.



Моделювання процесів реєстрації та обробки ультразвукових сигналів, розсіяних на рухомому біологічному середовищі

КОСТЯНТИН ВОЛИК, ОЛЕКСАНДР КОЧУБЕЙ

Дніпропетровський держуніверситет

*Україна, 320625 Дніпропетровськ
проспект Гагаріна, 72
Тел.: (0562) 765-845*

Електронна пошта: ps.p0.f19.n464.z2@fidonet.org

Kostiantyn Volyk, Oleksandr Kochubej. The Modeling of the Processes of Registration and Processing of Ultrasound Signals Scattered by Moving Biological Substance.

The modeling system consists of three parts: the model of moving biological tissue - blood (the modified model of random discrete scatterers), the model of pulsed ultrasonic device and the model of a scheme of numerical processing of Doppler echo-signals. Firstly, the verification of model adequacy is performed. The resultant Doppler power spectrum of plug flow closely matches the experimental one obtained for a fine jet of microspheres moving at nearly the same velocity. Secondly, two instances of the interaction of ultrasound with blood and surrounding tissues are simulated. The first case is attenuation of ultrasound on a propagation path. The second one is the entrance of stationary structures into a sample volume. Finally, possible improvements and applications of the system are discussed.

В роботі подана система моделювання, що дозволяє розглядати розсіювання ультразвуку на рухомому біологічному середовищі - крові, одержувати і обробляти доплерівські луна-сигнали, проводити дослідження впливу різних параметрів середовища розповсюдження ультразвуку на спектр доплерівських сигналів. Система складається з трьох частин: моделі рухомого середовища, моделі імпульсного ультразвукового пристрою і моделі тракту цифрової обробки доплерівських сигналів.

Теоретичні положення. Модифікована модель дискретних розсіювачів, що реалізована в роботі, ґрунтується на положенні про те, що кров може розглядатися як переважно двофазне середовище [1]. Кров являє собою суміш різних частинок в оточуючій рідині - плазмі. Розсіювання ультразвуку відбувається, головним чином, на червоних кров'яних тільцях (еритроцитах), які переважають - як в кількісному, так і в об'ємному співвідношенні - над іншими складовими елементами. Тому можна вважати, що розсіювання ультразвуку відбувається на флуктуаціях густини і стисливості еритроцитів, які, в свою чергу,

зв'язані з флуктуаціями концентрації еритроцитів в просторі і часі відносно середніх значень.

Оскільки густина і стисливість еритроцитів лише незначно відрізняються від відповідних параметрів плазми, то розсіювання на флуктуаціях буде слабким, тобто справедливим є Борнівське наближення: хвилі, розсіяні двічі і більше, не враховуються. Хай

$$n^*(r, t) = n_0(r, t) + n(r, t), \quad (1)$$

де $n^*(r, t)$ - концентрація еритроцитів у даний момент часу у даній точці, $n_0(r, t) = \langle n^*(r, t) \rangle$, дужки означають усереднення за ансамблем.

Розглянемо елемент крові у вигляді куба з довжиною сторони $\lambda/10$. З одного боку, розмір елемента багато менший за довжину хвилі ультразвуку. З іншого боку, взаємодія між еритроцитами мала на відстанях, більших за декілька діаметрів еритроцитів. Таким чином, для моделювання розсіювання ультразвуку кров'ю може бути використане наближення випадково розташованих невзаємодіючих розсіювачів.

В моделі, що реалізована на IBM-сумісному комп'ютері з процесором INTEL-386, розсіювачі розташовуються у вузлах сітки, а випадковість розташування забезпечується генерацією для кожної частинки псевдовипадкового фазового зсуву з інтервалу $[-\pi, \pi]$. Для одержання спектрального складу різницевого доплерівського сигналу необхідно посилати декілька зондуючих імпульсів, накопичуючи їх у спеціальному пристрої вибирання та зберігання. Імпульсний прилад реєструє сигнали, розсіяні на області, що називається вимірювальним об'ємом (ВО).

За час між посланнями послідовних імпульсів ВО зсувається у напрямі кровотечії на відстань, що визначається швидкістю кровотечії. В роботі враховується зміна як x -, так і z -координат розсіювачів. Частинки, що вийшли з ВО, проте не замінюються на нові. Це призводить до деякого звуження спектра доплерівського сигналу, оскільки в реальних умовах погіршується кореляція між послідовними луна-імпульсами за рахунок входження в ВО нових частинок.

У випадку плоских профілів швидкостей, які ми надалі будемо розглядати, перерозподіл еритроцитів між елементами крові не відбувається, як не відбувається і зміна форми елементів крові з часом. На практиці таке наближення має місце у випадку дослідження судин великого діаметру чи малої довжини вимірювального об'єму.

Моделювання імпульсного пристрою. В роботі використана модель імпульсного ультразвукового пристрою з датчиком у вигляді решітки перетворювачів [2]. Вона ґрунтується на розрахунку діаграм направленості на випромінювання і приймання (з урахуванням динамічного фокусування, динамічної апертури і поглинання ультразвуку в середовищі розповсюдження) для моделі дискретних розсіювачів в параксимальному наближенні.

В процесі моделювання такі параметри були незмінними (рис.1):

- апертура акустичного перетворювача 20 мм, робоча апертура 10 мм;
- фокусна відстань 100 мм;
- спектр випромінюваного сигналу має гаусову форму з частотою носія 3 МГц, шириною смуги за рівнем e^{-1} - 1 МГц;
- відношення амплітуди акустичного тиску на осі пучка до амплітуди на межі ВО складає 15 дБ, довжина вимірювального об'єму - 3 мм.
- швидкість розповсюдження ультразвуку 1540 м/с;

- діаметр судини 15 мм, кут $\theta = 51^\circ$.

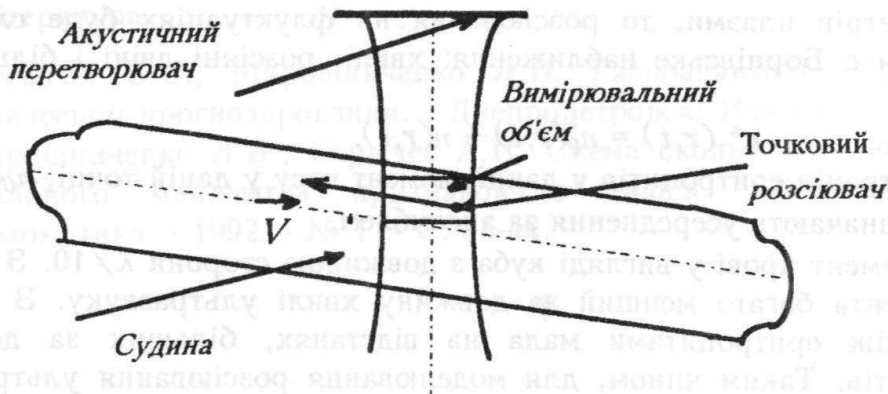


Рис. 1. Геометрія задачі

Моделювання тракту цифрової обробки. Для виділення різницевого доплерівського сигналу з відбитого імпульсу розроблена двоканальна схема тракту цифрової обробки, реалізована на командній мові діалогового середовища SIPROC (рис. 2).

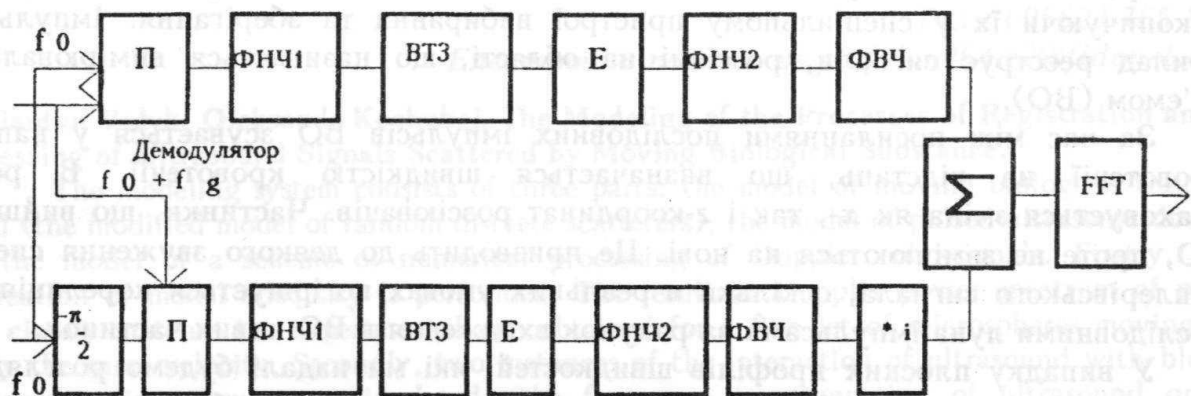


Рис. 2. Схема тракту цифрової обробки

До складу каналів входять:

- когерентний демодулятор. Служить для виділення доплерівської складової з прийнятого сигналу. Фільтр низьких частот, ФНЧ1, призначений для відсікання сигналів подвоєної несучої частоти, що утворюються після перемножувача;
- пристрій вибирання та зберігання (ВТЗ). Сигнал на виході пристрою пропорційний різниці фаз між опорним і різницеvim сигналами. Рівень сигналу запам'ятовується для кожного прийнятого луна-імпульсу. Масив таких дискретних відліків являє собою доплерівський сигнал (далі - сигнал);
- екстраполятор (Е). Збільшує в 4 рази частоту дискретизації сигналу;
- фільтр низьких частот (ФНЧ2). Використовується для обмеження смуги частот сигналу для запобігання явища маскування частот;
- фільтр високих частот (ФВЧ). Служить для пригнічування сигналів від нерухомих чи повільно рухомих структур;
- суматор (Σ). На виході суматора маємо такий сигнал:

$$S(t) = B_f(t) \exp(i\omega_f t) + B_r(t) \exp(-i\omega_r t), \quad (2)$$

де нижній індекс f позначає сигнал від прямої кровотечії, а індекс r - від оберненої.

Результати моделювання. Результати моделювання приведені на рис. 3-5. На поданих рисунках відліки з $N/2+1$ по N , де N - загальна кількість відліків, відповідають від'ємним частотам, причому N -й відлік відповідає мінімальній за модулем частоті. Розрізнення за частотою складає 123 Гц (відповідна швидкість 5 см/с).

1. **Перевірка адекватності моделі.** На рис. 3 поданий модельний спектр сигналу від плоского профілю $V = 30$ см/с. Модельний спектр добре узгоджується з експериментальними даними, отриманими для мікрочастинок у воді, що рухаються майже з однаковою швидкістю [3].

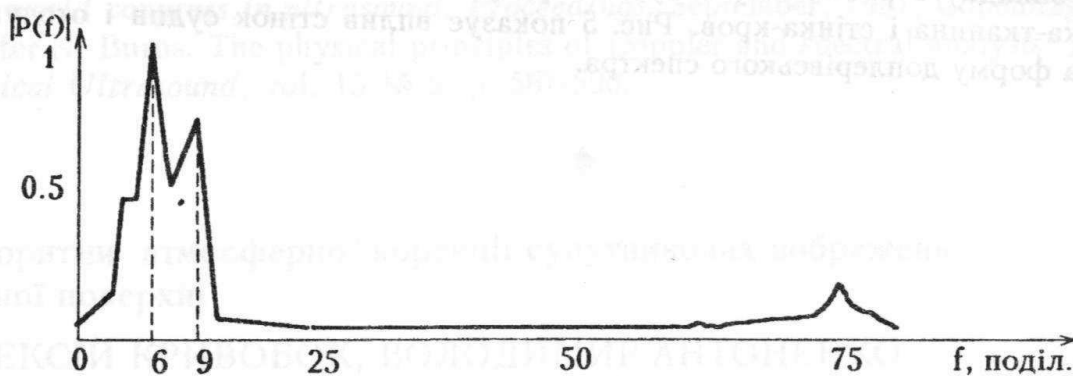


Рис.3 Перевірка адекватності моделі

2. **Вплив поглинання ультразвуку.** Значний вклад у зміну форми спектра зонduючого сигналу при ультразвукових вимірюваннях вносить поглинання ультразвуку на шляху розповсюдження.

Хай $P(f)$ - спектральна щільність випромінюваного сигналу, z - відстань до ВО. Амплітуда тиску у ВО визначиться функцією $P(f)$ і поглинанням:

$$B(f) = |P(f)| \cdot 10^{-\gamma z/20}, \quad (3)$$

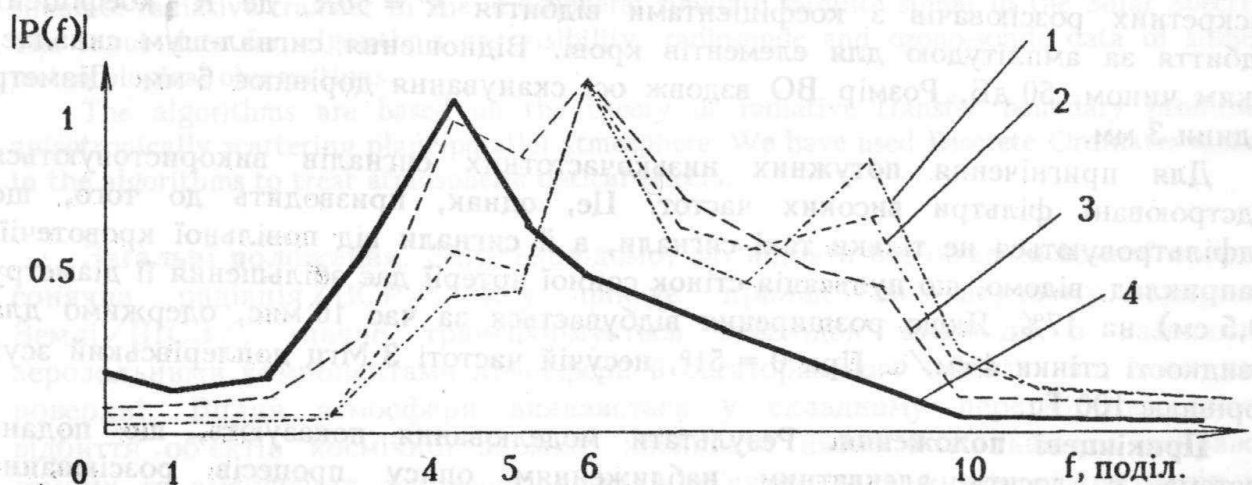


Рис. 4. Вплив поглинання ультразвуку

де $\gamma = \gamma_0 \cdot f$. В реальних середовищах коефіцієнт поглинання при $f = 1$ МГц дорівнює від $\gamma_0 = 0.001$ дБ/см/МГц в воді до 10 - 15 дБ/см/МГц в сухожиллях, кістках черепа і легенях. Він входить у формули розповсюдження у вигляді показника степеневі функції, тому високі частоти затухають непропорційно сильніше, ніж низькі. Наслідком цього є не тільки зсув спектра в бік низьких частот, але й його розширення (рис. 4). Графік 1, отриманий при відсутності поглинання, для графіка 2 $\gamma_0 = 0.5$ дБ/см/МГц, для графіка 3 $\gamma_0 = 1$ дБ/см/МГц, для графіка 4 $\gamma_0 = 2$ дБ/см/МГц.

3. *Нерухомі структури у вимірювальному об'ємі.* При вимірюваннях об'ємної витрати крові через переріз судини необхідно, щоб ВО містив у собі цей переріз. У цьому випадку в розсіяному імпульсі присутні і сигнали від стінок судин, від меж стінка-тканина і стінка-кров. Рис. 5 показує вплив стінок судин і оточуючих тканин на форму доплерівського спектра.

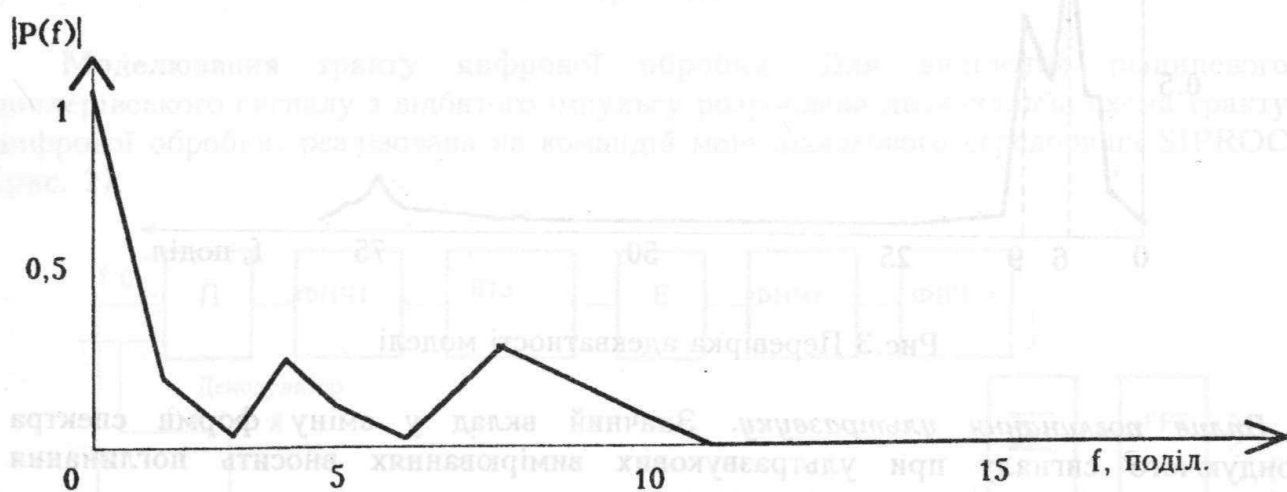


Рис. 5 Нерухомі структури у вимірювальному об'ємі

Нерухомі структури задаються, як і кров, у вигляді випадково розташованих дискретних розсіювачів з коефіцієнтами відбиття $R' = 50R$, де R - коефіцієнт відбиття за амплітудою для елементів крові. Відношення сигнал-шум складає, таким чином, 50 дБ. Розмір ВО вздовж осі сканування дорівнює 6 мм. Діаметр судини 3 мм.

Для пригнічення потужних низькочастотних сигналів використовуються підстроювані фільтри високих частот. Це, однак, призводить до того, що відфільтровуються не тільки такі сигнали, а й сигнали від повільної кровотечії. Наприклад, відомо, що пульсація стінок сонної артерії дає збільшення її діаметру (0,5 см) на 17%. Якщо розширення відбувається за час 10 мкс, одержимо для швидкості стінки 4 см/с. При $\theta = 51^\circ$, несучій частоті 3 МГц доплерівський зсув дорівнює 100 Гц.

Прикінцеві положення. Результати моделювання показують, що подана система є досить адекватним наближенням опису процесів розсіювання доплерівських сигналів на рухомому біологічному середовищі. Необхідне удосконалення моделі полягатиме у введенні заміщувальних частинок замість вибухів з ВО за час затримки. Це дасть можливість врахувати декореляцію між послідовними луна-імпульсами.

Реалізована система може бути використана при оцінюванні впливу на спектр доплерівських сигналів явищ, що часто зустрічаються в клінічній практиці, таких як маскування частот, попадання нерухомих структур у ВО, часпростітне розширення, системний шум. Крім цього, система буде корисною для дослідження і оптимізації різних трактів цифрової обробки доплерівських сигналів.

Література

1. B.A.J. Angelsen. A theoretical study of the scattering of ultrasound from blood. *IEEE Trans. on Biomed. Eng.* 1980, vol. 27: p. 61-67.
2. V.N. Adrov, V.V. Chernomordik. Mathematical simulation of two-dimensional acoustical imaging of biological tissues in the presence of wave front distortions. *6-th world congress in ultrasound, Proceedings*, September, 1991, Copenhagen.
3. Peter N. Burns. The physical principles of Doppler and spectral analysis. *Journal of Clinical Ultrasound*, vol. 15 № 9, p. 567-590.



Алгоритми атмосферної корекції супутникових зображень земної поверхні

ОЛЕКСІЙ КРИВОБОК, ВОЛОДИМИР АНТОНЕНКО

Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут

Україна, 252028 Київ,
проспект Науки 37

Тел.: (044) 265-8664 Факс: (044) 265-5363

Oleksij Kryvobok, Volodymyr Antonenko. The Algorithms of Atmospheric Correction of Satellite Images of Land Surface.

We have developed the algorithms of atmospheric correction of satellite images {LANDSAT (TM, MSS), NOAA (AVHRR), SPOT (HRV), RESURS (MSU-E, MSU-SK) in brackets the type of radiometer}.

The above-mentioned algorithms allow to: simulate optical properties of the atmosphere; simulate radiative transfer in the atmosphere; simulate satellite signal in the Solar Spectrum. The input data for algorithms are visibility, radiosonde and ozono-sonde data of standard meteorological observations.

The algorithms are based on the theory of radiative transfer boundary problem in anisotropically scattering plane-parallel atmosphere. We have used Discrete Ordinates methods in the algorithms to treat atmospheric optical effects.

Загальні положення. Загальновідомо, що відбита від об'єктів земної поверхні сонячна радіація/ВСР/, яку фіксує прилад на штучному супутнику Землі/ШСЗ/, значно трансформується внаслідок взаємодії з газовими і аерозольними компонентами атмосфери й багаторазового відбиття від підстильної поверхні. Вплив атмосфери виявляється у складному перетворенні спектру відбиття об'єктів космічної зйомки; наслідком цього є збільшення яскравості темних та зменшення яскравості світлих об'єктів, згладжування контрастів між ними, що може привести до неоднозначного визначення просторових або кількісних характеристик об'єктів за космічними знімками. Без врахування впливу атмосфери ймовірність вірного розпізнавання спектральних образів

багатьох природних утворень за їх зображеннями на космічних знімках уявляється достатньо низькою.

Актуальність врахування впливу атмосфери особливо зростає в зв'язку з тим, що аналіз космічної інформації необхідно здійснювати за допомогою систем автоматизованої обробки багатозональної космічної інформації, яка потребує високої точності корекції супутникових зображень. Отже, оцінка впливу реальної атмосфери на перенос ВСР в системі "підстилаюча поверхня - атмосфера" складає необхідний етап в дослідженні природних ресурсів Землі аерокосмічними засобами.

Методичні аспекти атмосферної корекції супутникових зображень. Вимірюваний приладом на супутнику сигнал являє собою трансформований атмосферою Землі сигнал від об'єкта земної поверхні $I_{a,f}$, який у першому наближенні можна представити як корисний сигнал від об'єкта $I_{s,f}$ та накладений на нього "шум" - додатковий власний сигнал підсупутникового шару атмосфери:

$$I_{a,f} = I_{s,f} + D I_{a,f}. \quad (1)$$

Таким чином, для того щоб отримати істинне значення корисного сигналу, необхідно провести атмосферну корекцію вимірюваного з супутника сигналу /зображення/, тобто скоригувати вимірюваний сигнал на величину власного сигналу шару атмосфери. Отримання фактичного значення власного сигналу підсупутникового шару атмосфери $D I_{a,f}$ засобами вимірювань у теперішній час не уявляється можливим, тому для вирішення цього питання використовується метод математичного моделювання процесу переносу сонячної радіації в атмосфері. За результатами моделювання можна визначити вимірюваний з супутника сигнал для умов реальної атмосфери $I_{a,m}$, значення якого максимально наближене до фактичного вимірюваного сигналу

$$I_{a,m} - I_{a,f} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Здійснення цієї умови дозволяє вважати, що модель достатньо адекватно описує реальний процес трансформації корисного сигналу в атмосфері, а значення функції для реальних параметрів атмосфери відповідає дійсному значенню власного сигналу підсупутникового шару атмосфери $D I_{a,m} \approx D I_{a,f}$. Корисний сигнал від підстильної поверхні Землі з урахуванням атмосферного впливу $I_{s,m}$ визначають за результатом математичного моделювання (методом підбору $I_{s,m}$ у діапазоні можливих значень ВСР).

Теоретичні основи моделювання процесу переносу ВСР. Побудова фізико-математичної моделі проходження сонячного випромінювання в атмосфері здійснюється за такими спрощеннями: розглядається плоско-паралельна модель атмосфери; атмосфера у межах поля (кута) зору оптичного прилада супутника є однорідною; підстильна поверхня (об'єкти супутникової зйомки) характеризується ізотропним характером відбиття сонячної радіації.

Для цих припущень процес переносу короткохвильової радіації в атмосфері може бути описаний за допомогою рівняння (1):

$$m \frac{dI(m,t)}{dt} + I = \sum_{k=1}^K F_k(m,t,f), \quad (3)$$

де $m = \cos q$ (q - азимутальний кут спостережень) з областю значень $M = \{ 0 < m \leq 1 \}$; t, f - оптичні параметри атмосфери; $I(m,t)$ - інтенсивність випромінювання; $F_k(m,t,f)$ - функція, що описує структуру та інтенсивність k -го джерела випромінювання.

Розв'язування рівняння здійснюється методом дискретних ординат [2], який дозвол є провести відбудову поля ВСР з достатньою для практики точністю за умовою мінімальних витрат на обчислювальні операції. В першому наближенні оптичними параметрами атмосфери можуть бути інтегральна оптична товщина (t) та інтегральна індикатриса розсіювання (f), які непрямым методом характеризують вертикальні профілі концентрацій оптично активних у видимій та ближній до інфрачервоної областях спектру газових і аерозольних компонентів атмосфери, а також якісний склад (комплексний показник заломлення) та мікроструктуру аерозолю. В зв'язку з тим, що у цих діапазонах спектру найбільш значний вплив на перенесення ВСР в атмосфері виявляють водяний пар, озон, аерозоль та молекули повітря, інтегральну оптичну товщину атмосфери t_{at} можна розглядати як суму умовних оптичних товщин водяного пару, озону t_{oz} , аерозолю t_{as} та молекул повітря, на яких відбувається релєївське випромінювання t_r :

$$t_{at} = t_{wv} + t_{oz} + t_{as} + t_r; \quad (4)$$

інтегральну індикатрису розсіювання f_{at} , в першому наближенні, можна розглядати як суму релєївської та аерозольної індикатрис:

$$f_{at} = t_r / (t_{as} + t_r) * f_r + t_{as} / (t_{as} + t_r) * f_{as}. \quad (5)$$

Практична реалізація алгоритмів атмосферної корекції. Широкий спектр застосування методики атмосферної корекції супутникових зображень Земної поверхні досягається тим, що оптичні параметри атмосфери обчислюються з урахуванням нормованих спектральних характеристик радіометрів, що встановлюються на основних метеорологічних та природоресурсних діючих супутниках: LANDSAT, SPOT, NOAA, ПЕСУРС. Для розрахунків оптичних параметрів атмосфери використовуються оперативні дані спостережень найближчих до об'єкта зйомки метеорологічних, радіолокаційних та озонметричних станцій.

Література

1. Chandrasekhar, S, 1950: Radiative Transfer. Dover.
2. K-N Liou, 1973. J. Atm. Sci. 30, 1303-1326.

The Classification of the Gastroenterology Diseases through the Photoelectrical Spectroscopy Data in the Sign Space of the Linear Prediction

OLEKSANDR AKHMETSHYN, IRYNA MALEVYCH,
HENADIJ ANTONOV

State University

Ukraine, 320625 Dnipropetrovsk,
Naukova str, 13

Tel.: (0562) 769-092

E-mail: Alexandr.Akhmetshin.p0.f19.n464.Z2@fidonet.org

Александр Ахметшин, Ирина Малевич, Геннадий Антонов. Классификация гастроэнтерологических заболеваний по данным фотоэлектрической спектроскопии в пространстве признаков линейного предсказания.

Рассмотрен новый метод выделения информативных признаков в фотоэлектрических спектрограммах кишечно-желудочного тракта. Метод основан на выделении стохастической компоненты, кодирующей информацию о геометрических параметрах слизистой оболочки желудка. Использование оценок резонансных пиков стохастической компоненты в частотной и временной областях соответственно позволяет облегчить и повысить достоверность процедур автоматизированной классификации спектрограмм от 50 до 90 %.

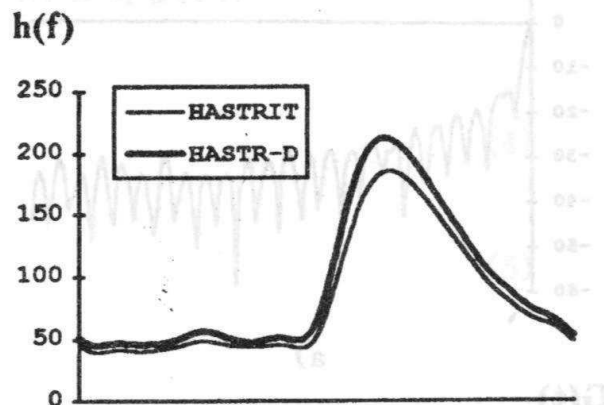
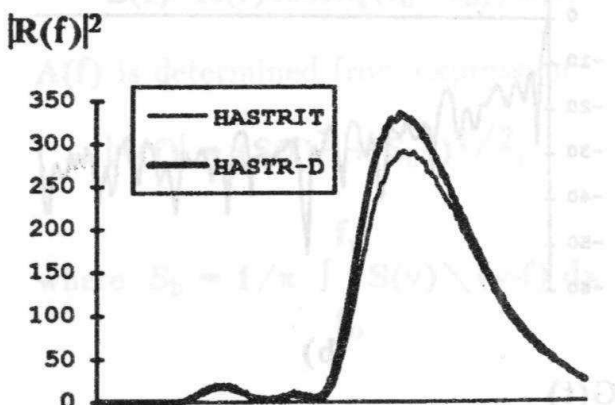
One of the directions in medical introscopy which allows essentially to ease and simplify the making the diagnosis procedure in gastrological diseases is connected with the usage of the Method of Photoelectrical Spectroscopy (MPS) of the Alimentary Canal (A.C.). The MPS's technical realization is based upon the optical reflectometer scheme with wide-band incoherent radiation brought into A.C. through the fiber-optical system. As an informative characteristic the energetical spectral dependence of the A.C. reflectability $|R(f)|^2$, $f \in DF$ ($DF = f_u - f_b$ - the width of the optical radiation source spectrum) was considered.

The traditional approach to choosing of the informative signs in MPS when making a diagnosis is based upon analysis of position and value of the absorption peaks of hemoglobin and oksihemoglobin, i.e. only biochemical parameters (fig. 1a). However, judging by the experience, these signs can vary very slightly at different disease types, that represent the main shortcoming of the existing systems of the automatical classification.

The diagnostics reliability increase requires the usage of the additional informative signs, describing the state (geometry) of the A.C. mucous membrane. Hereat the question arises - which information about A.C. physical parameters one can extract from the $|R(f)|^2$ dependence in conditions of phase uncertainty ?

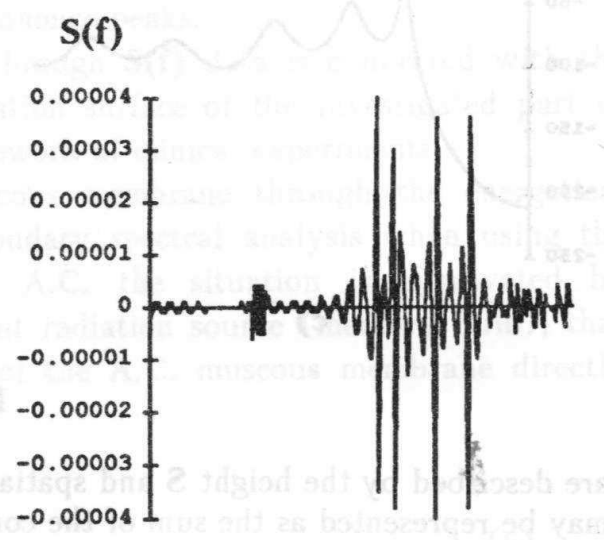
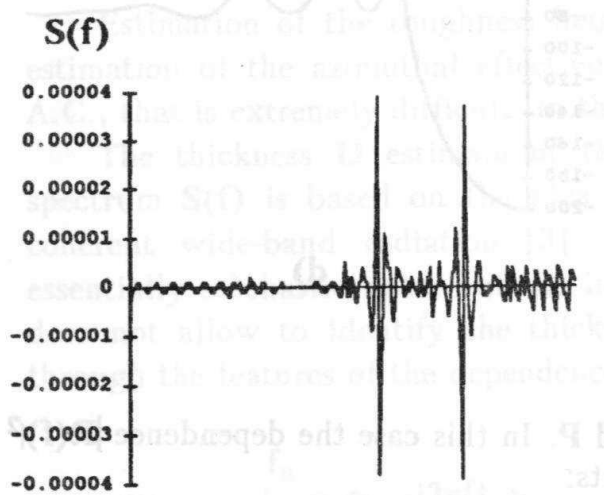
Basing on the data on interaction of the optical radiation with biological tissues [1], the physical model of the A.C. mucous membrane may be represented in the

form of rough thin layer of middle thickness D , lying on the semispace (the primary tissue), absorbing the optical radiation. The mucous membrane roughness parameters



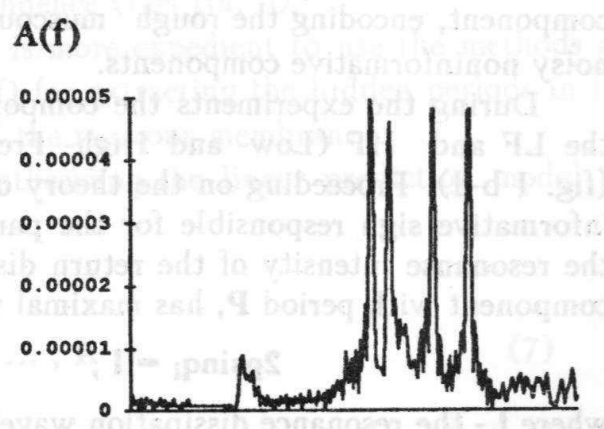
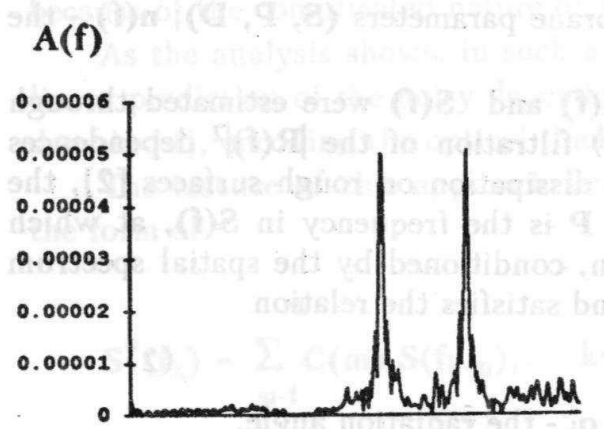
a)

b)



c)

d)



f)

g)

Fig. 1

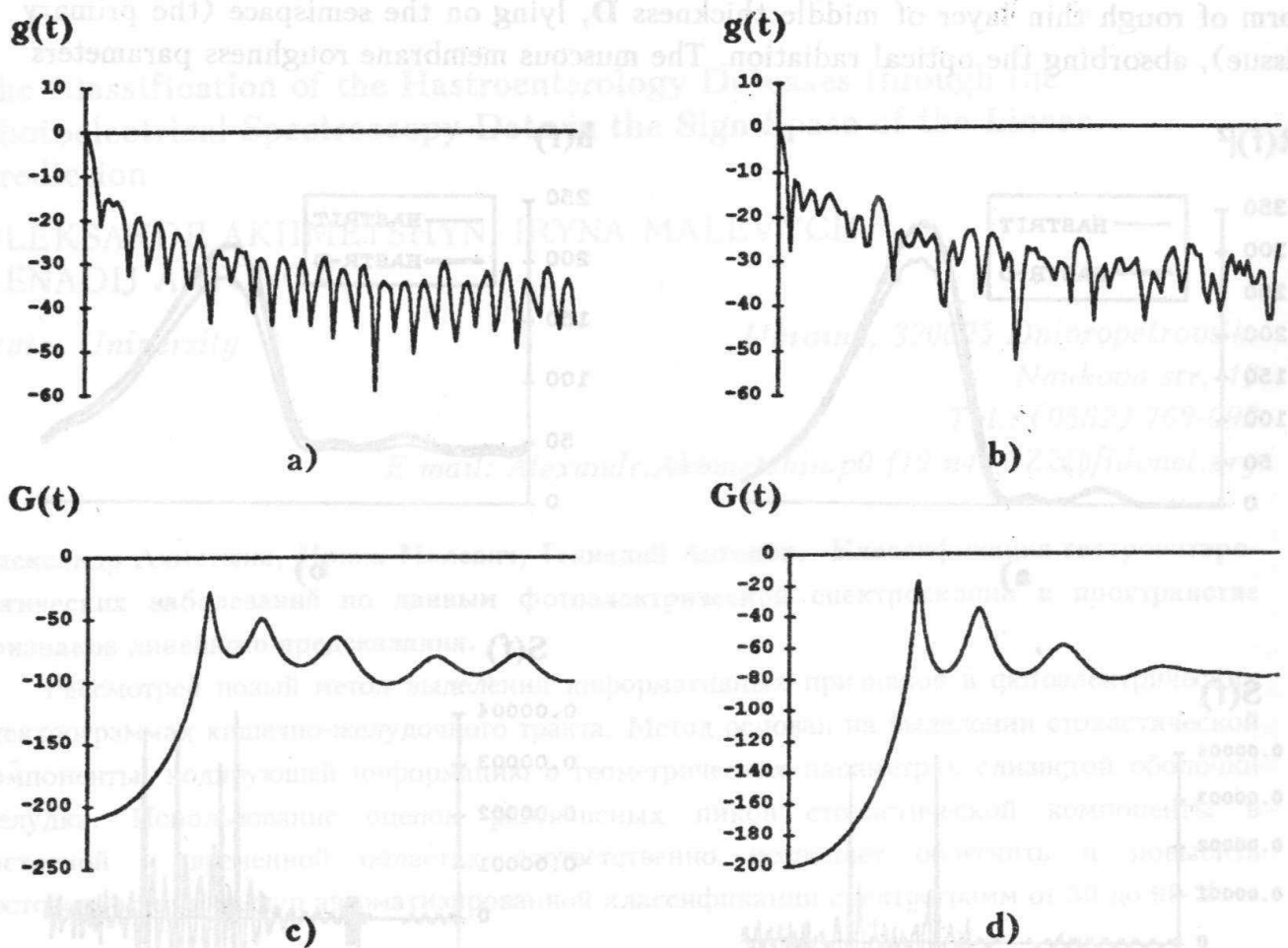


Fig. II

are described by the height S and spatial period P . In this case the dependence $|R(f)|^2$ may be represented as the sum of the components:

$$|R(f)|^2 = h(f) + S(f) + n(f), \quad (1)$$

where the component $h(f)$ is responsible for biochemical parameters; $S(f)$ - the component, encoding the rough muscous membrane parameters (S, P, D); $n(f)$ - the noisy noninformative components.

During the experiments the components $h(f)$ and $S(f)$ were estimated through the LF and HF (Low- and High- Frequency) filtration of the $|R(f)|^2$ dependences (fig. I b-d). Proceeding on the theory of wave dissipation on rough surfaces [2], the informative sign responsible for the parameter P is the frequency in $S(f)$, at which the resonance intensity of the return dissipation, conditioned by the spatial spectrum component with period P , has maximal value and satisfies the relation

$$2psinq_i = l, \quad (2)$$

where l - the resonance dissipation wavelength; q_i - the radiation angle.

As follows from the data in figs. I b, c, the resonance spectral peaks are really observed in the $S(f)$ dependence, but, however, the oscillating nature of the $S(f)$ dependence makes it difficult to unambiguously interpret them in automatical data

processing. In view of this circumstance the analysis of the complex envelope modulus $|A(f)|$ of the $S(f)$ dependence is more expedient, where

$$S(f) = A(f) \cos 2\pi[(f_u - f_b)/2]t; \quad A(f) = |a(f)| \exp(j\varphi(f)). \quad (3)$$

$A(f)$ is determined from expression

$$|A(f)| = (S(f)^2 + S_b^2)^{1/2}, \quad (4)$$

$$\text{where } S_b = 1/\pi \int_{f_b}^{f_u} S(v) \setminus (v-f) dx \quad (5)$$

represent the Hilbert transform of the dependence $S(f)$.

As it is seen from fig. 1d, e the analysis of the dependence $|A(f)|$ easily allows to determine the number and position of the resonance peaks.

Estimation of the roughness height P through $S(f)$ data is connected with the estimation of the azimuthal effective dissipation surface of the investigated part of A.C., that is extremely difficult in the framework of clinical experiments.

The thickness D estimate of the muscous membrane through the energetical spectrum $S(f)$ is based on the idea of secondary spectral analysis when using the coherent wide-band radiation [3], but in A.C. the situation is aggravated by essentially stochastic nature of the incoherent radiation source (mercury bulb), that does not allow to identify the thicknesses of the A.C. muscous membrane directly through the features of the dependence $g(t)$:

$$g(t) = \int_{f_b}^{f_u} S(f) e^{-j2\pi ft} df \quad (6)$$

because of the complicated nature of its dependence (figs IIa, b).

As the analysis shows, in such a case it is more expedient to use the methods of linear prediction of the noisy dependence $S(f)$ for extracting the hidden periods in f -domain [4], encoding the optical thickness of the muscous membrane.

The essence of this approach lies in synthesizing the linear prediction model in the form of

$$S^*(f_k) = \sum_{m=1}^M C(m) S(f_{k-m}), \quad k=1, 2, \dots, K, \quad (7)$$

where $C(m)$ and M are the coefficients and the order, respectively, of the linear prediction model; K is the number of samples in the spectral dependence $S(f)$.

The coefficients $C(m)$ are computed from the condition of minimization of the prediction error, being considered as the noise $n(f)$ in the model (1) provided that

$$M\{n(f)\} > 0 ; \quad M\{n(f_i)n(f_j)\} = s_0^2 \delta(i-j). \quad (8)$$

The dependence $S(f)$ spectrogram (the secondary spectrum) is described by the expression

$$G(t) = s_0^2 / [1 - \sum_{m=1}^M C(m) \exp(-j2\pi m D f t)]^2, \quad (9)$$

where $Df = f_k - f_{k-1}$. The values of t , at which $G(t)$ reaches maximum are chosen as the informative sign.

The data comparison is figs IIc, d with those in figs IIa, b graphically show the advantage of the linear prediction method for extracting the resonance details in the stochastic component of the dependence $|R(f)|^2$.

During the experiments 32 spectrograms: 16 with gastritis diagnosis and 16 with gastroduodenitis diagnosis were treated. In the framework of the known methods, when using either algorithm of identification, the probability of the true classification is not larger than 50%. Widening of the range of the state choice at the cost of the new signs, describing (in our opinion) the A.C. mucous membrane geometry, allowed to increase the objectivity of the MPS, conditioned by the informative signs extracting procedure itself, based upon the analysis of the extremal points of the synthesised integral characteristics, and reliability of the disease type classification up to 90% on the basis of the MGRA algorithm.

The considered approach to extracting the geometrical parameters of the A.C. allowed to make demands to the technical realization of the MPS, which can serve as a basis for further increase of the classification reliability.

References

1. Березовский В.А., Колотилов Н.Н. Биофизические характеристики тканей человека - Киев: Наукова Думка, 1990.
2. Исмару А. Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах. - М.: Мир, т. 2, 1981.
3. Ахметшин А.М. Оценивание параметров слоистых диэлектрических материалов в широкополосной интроскопии методом вторичного спектрального анализа. - Дефектоскопия, 1984, № 2, с. 19 - 25.
4. Ахметшин А.М., Курин А.Ю. Спектроскопия слоистых диэлектрических структур методом линейного предсказания. - Дефектоскопия, 1985, № 9, с. 62-71.



Особливості комп'ютерної реалізації способів розпізнавання контурів зображень стосовно до ехограм медичної ультразвукової діагностики

ЛЕОНІД БІЛОЗЕРСЬКИЙ, КОСТЯНТИН НЮНЬКІН

Інститут проблем штучного інтелекту

Україна, 340048 Донецьк

вул. Артема 118-6

Тел.: (0622) 926-082 Факс: (0622) 926-082

E-mail: nor@ipii.donetsk.ua

Леонид Белозерский, Константин Нюнькин. Особенности компьютерной реализации способов распознавания контуров изображений касательно эхограмм медицинской ультразвуковой диагностики.

В общей проблеме распознавания классов заболеваний по эхограммам медицинской ультразвуковой диагностики (ЭГ УЗД) выделяется начальная задача распознавания контуров. Рассматриваемая задача в ее компьютерной интерпретации включает ряд последовательных этапов, которые не удается выполнить традиционными способами. Анализ недостатков последних в сочетании с учетом особенностей семантики ЭГ УЗД, а также проведение некоторых аналогий позволяет предложить последовательность операций предварительного улучшения этого вида изображений, приемлемые операторы градиентной формализации и частично адаптирующейся (к характеристикам реальных контуров) бинаризации, а также алгоритм распознавания фрагментов и их связей.

Якщо в процесі розпізнавання класів захворювань за ехограмами медичної ультразвукової діагностики людина (лікар-діагност) оперує ними як цілісними образами або системами таких образів, то автоматизація розв'язання цієї задачі потребує ефективної формалізації ехограм УЗД, що відбиває семантику такого виду зображень [1].

Формалізація ЕГ УЗД у свою чергу являє собою багаторівневий процес. Його початок, що має смислове значення для проблеми в цілому, - розпізнавання контурів, які обмежують у полі ехограми орган, що обстежується, функціональні елементи у його межах, а також можливі сторонні утворення, що відповідають окремим видам захворювань. В реальних ЕГ УЗД кількість таких контурів може досягати десятків або сотен залежно від рівня деталізації.

Розпізнавання контурів з позицій типових задач обробки зображень [2] уявляється завершальним етапом застосування лінійних або нелінійних методів фільтрації з метою корекції зображень, засобів виділення перепадів яскравості, сегментації, проріджування тощо, які мають забезпечити наступне простежування контурів.

Спроби прямого застосування цих відомих методів [2] щодо ЕГ УЗД не дають бажаних результатів через низку особливостей такого роду зображень. До них відносяться:

1. Велика кількість фальшивих фрагментів, що не мають нічого спільного з контурами, причинами виникнення котрих є:

- завади каналів формування, перетворення і передачі зображення (у даному випадку ЕГ УЗД);

- спекл-структура, що з'являється внаслідок інтерференції когерентного ультразвукового випромінювання у середовищі обстежуваного органа;

- артефакти.

2. Випадкова залежність довжини фрагментів контурів і модуляцій яскравостей їх складових елементів (пікселів) від:

- положення джерела ультразвуку і його приймача відносно органа, що обстежується;
- стану органа, що діагностується;
- спільного впливу апаратних шумів УЗД, каналів перетворення, передачі інформації і неоптимальності алгоритмів обробки, які застосовуються для покращення зображень.

Перелічені особливості визначають необхідність пошуку практично прийнятних методів, що враховують розглядану специфіку. Отже, внаслідок цього, починати обробку ЕГ УЗД необхідно зі згладжування. Як наслідок, відпадає доцільність використання для підкреслення меж традиційних операторів градієнтної обробки зображень, а замість цього може бути запропонований досить простий оператор:

$$G(x, y) = 0,5 \sqrt{[Q(x+1, y) - Q(x-1, y)]^2 + [Q(x, y+1) - Q(x, y-1)]^2}, \quad (1)$$

де $x = [2, N-1]$; $y = [2, M-1]$; N - число пікселів у рядку ЕГ УЗД; M - число пікселів у стовпчику ЕГ УЗД.

У доповіді показано, що сам процес розпізнавання контурів на ЕГ УЗД після згладжування і фільтрації градієнтів розпадається на ряд послідовних етапів, для яких, на жаль, не існує бездоганних практично застосовних методів розв'язання відповідних задач. На основі проведених аналогій виробляються підходи і пропонуються експериментально перевірені алгоритми.

Так, на першому етапі розв'язується задача розпізнавання приналежності позначок ЕГ УЗД (формалізованої за допомогою градієнтної обробки) до груп позначок контурів з визначенням координат кожної з них. Показана низька ефективність застосування для цього прямої порогової обробки (пропуски позначок і альтернативне стовщення меж). Врахування відповідних причин дозволяє знайти вирішення (модифікований "розщеплений" строб), яке забезпечує певну адаптацію до характеру змін відбивних властивостей реальних контурів. Одержаний розв'язок є водночас вдалим для етапів бінаризації і проріджування позначок (стоншення меж). При обробці по рядках приходимо до такого виду зображення:

$$P_x(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{при } S_x(x+1, y) > 0 \vee S_x(x-1, y) \leq 0 \vee \frac{dS}{dx} \quad | \quad 1 \geq hv; \\ 0 & \text{у протилежному випадку;} \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{де } S_x(x, y) = \sum_{i=1}^l [G(x-i, y) - G(x+i, y)] \quad ;$$

l - прийнята роздільна здатність; hv - поріг контролю зміни контрасту контуру.

Враховуючи аналогічну обробку по стовпцях, результат формалізації в цілому подається як диз'юнкція двох зображень:

$$P(x, y) = P_x(x, y) \vee P_y(x, y).$$

Однак до завершальних етапів, на яких розв'язується задача розпізнавання зв'язних фрагментів контурів та їх сполучень, не вдається повністю усунути початкову невизначеність, викликану розглянутими особливостями ЕГ УЗД і застосованих методів формалізації. У підсумку прості способи відновлення К-маршруту [2] тут виявляються неприйнятними через пропуски позначок у вхідних даних. Для виходу з утвореного становища пропонується використання аналогії, на основі якої може бути запропонований алгоритм ідентифікації позначок у вигляді кінцевого автомата 1-го роду [3] з чотирма внутрішніми станами (А):

$$M = \{ P, S, A, a_0, П, \Phi \} .$$

Алгоритм у такому вигляді забезпечує достатню простоту подання характеру обробки і її реалізації. Алфавіт вхідних сигналів автомата (P) - бінарні позначки формалізованої ехограми. S - алфавіт вихідних сигналів ідентифікації. Визначаючи зміст станів цього автомата (a_0, \dots, a_4) як аналіз наявності позначок контуру у рядку (стовпці) і пролонгацію умов виявлення зв'язних позначок у чергові рядки (стовпці), що аналізуються, легко виявити суть функцій переходів (П) і виходів (Φ) з урахуванням згаданих пропусків.

Особливість реалізації розглянутого автомата - необхідність роздільної ортогональної (за напрямками) обробки ехограми - зумовлює простоту кодування координат позначок у складі фрагмента контуру.

Наведене представлення алгоритму забезпечує будь-яке бажане ускладнення його для усунення більш тривалих розривів фрагментів, ніж в один піксел. При цьому також досягається виконання кінцевого етапу розпізнавання контурів. На жаль, незнання або ігнорування кореляційних властивостей флюктуацій яскравості реальних контурів може привести до встановлення фальшивих зв'язків фрагментів. Розпізнавання цих ситуацій виявляється можливим (після побудови згаданих зв'язків) на основі аналізу такої ознаки, як зміна знаку різниці яскравостей "колотекстури" фрагмента.

Література

1. Распознавание. Классификация. Прогноз. Математические методы и их применение. - М., Наука, 1989.
2. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений. Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986.
3. Гилл А. Введение в теорию конечных автоматов. Пер. с англ. - М.: Наука, 1966.

Застосування методів теорії розпізнавання образів для розв'язання геолого-технологічних завдань при керуванні розробкою нафтогазових родовищ

**ВОЛОДИМИР ДУБРОВСЬКИЙ, ІГОР ШВАЧЕНКО,
В'ЯЧЕСЛАВ ПАВЛЕНКО**

НДПКІ АСУ Трансгаз

*Україна, 310126 Харків
вул. Маршала Конєва 16*

Тел.: (0572) 205-724 Факс: (0572)224-010

Владимир Дубровский, Игорь Шваченко, Вячеслав Павленко. Применение методов теории распознавания образов для решения геолого-технологических задач при управлении разработкой нефтегазовых месторождений.

Рассматривается решение ряда геолого-технологических задач методами теории распознавания образов на основе данных геофизических, геологических и других результатов исследований нефтегазовых скважин с целью управления технологическими процессами разработки залежей.

Розглядається розв'язання геолого-технологічних завдань методами теорії розпізнавання образів на базі даних геофізичних, геологічних та інших результатів досліджень нафтогазових свердловин та з використанням даних промислової геофізики з метою керування технологічними процесами розробки покладу.

Нафтогазове родовище має особливості: нафтогазовий пласт експлуатується у недовгий період часу і має змінний видобуток; в процесі експлуатації об'єкт видобутку газу постійно міняє свій стан; технологічні режими для визначення добувних можливостей об'єкта видобутку газу є функціями часу; розробка та аналіз об'єкта видобутку газу залежить від початкової і поточної геоінформації і технологічних даних; функціонування технологічних об'єктів видобутку газу залежить від режимів технологічних процесів підготовки газу і роботи газоносного пласта; розробка родовища - неперервний процес, а керування виконується фахівцями через дискретні проміжки часу; часовий цикл керування розробкою родовища (контроль та аналіз) регламентовано правилами і дорівнює одному року [1].

Газове родовище (об'єкт керування) має такі властивості: розташування керованого об'єкту на великій глибині; складну геологічну будову і великі геометричні розміри; колекторські і фізико-хімічні властивості порід, що складають об'єкт, визначаються непрямым шляхом; об'єкт є замкнутим резервуаром, запаси газу в якому у процесі розробки вичерпуються; початкові величини параметрів пласта з часом змінюються внаслідок зміни внутрішнього середовища; граничні умови газоносного пласта (початковий тиск, газоводяний контакт, газонасичення та інше) змінюються в процесі експлуатації, що приводить до зміни гідродинамічної рівноваги покладу [2].

Це дозволяє класифікувати газове родовище як складну штучну стохастичну систему. Опис як її функціонування в цілому, так і ряду підсистем в зв'язку з чисельними невизначеностями не можуть бути повними, тобто не можна отримати прогнозний стан процесу на необхідний момент часу в майбутньому з похибкою, допустимою для практичної мети проектування і керування.

Похибка визначення основних геологопромислових і технологічних параметрів (площа нафтогазоносності, ефективна товща і запаси нафти і газу) нафтогазового родовища може досягати біля 20%. Тому для зменшення невизначеності доводиться використовувати з метою керування додаткову інформацію: середні значення параметрів у моделях об'єкта і процесу; різні види інтерполяції; застосування математичного апарату, що використовує випадкові величини [4].

Для керування об'єктом, яким є газовий поклад, необхідно, щоб газопромислове підприємство мало необхідну інформацію по початковому і поточному станах об'єкта керування; мало чітку кінцеву мету керування, що в даному випадку означає забезпечення планового видобутку газу при мінімальній витраті пластової енергії на основі кількісних значень параметрів, що характеризують стан покладу; володіло набором різних прогностичних варіантів розробки покладу, щоб мати можливість вибору оптимального варіанту для досягнення кінцевої мети.

Такий підхід є упорядкованим способом оцінки потоків інформації від окремих видів досліджень з метою отримання об'єктивного рішення для впливу на газовий пласт, що забезпечує оптимальну розробку газового родовища, для чого необхідно забезпечити моделювання пласта. Параметри геоінформації про об'єкти добування газу є основним елементом при розробці моделі газозносного пласта.

Для керування розробкою великих газових родовищ необхідно створити їх імітаційні моделі і банк геологопромислових даних. Банк даних постійно поповнюється новими даними про об'єкти і процес розробки, що значно розширює можливості керування і при кожному новому циклі прийняття рішень керування стає більш обґрунтованим і результативним.

З цією метою доцільно використовувати методи ідентифікації геоінформації, отриманої від діючого об'єкта добування газу у процесі його розробки, а також на базі досвіду експлуатації подібних систем. Перевагою методу ідентифікації є також те, що він дозволяє уточнювати у функції часу параметри математичної моделі об'єкта, тобто цей метод дозволяє будувати адаптивні моделі експлуатації об'єктів. Ідентифікація газового пласта має свої особливості, тому що в процесі збору даних виникає значна невизначеність, що є результатом обмеженості точок збору інформації про колекторські властивості і параметри розробки, які неодноріні за площею та розрізом пласта.

Запропонований авторами системний підхід до організації та збору на газопромислі неперервної інформації з наступною її обробкою і інтерпретацією з застосуванням ПЕОМ і математичних методів розпізнавання образів сприяє усуненню вказаних недоліків.

Вихідна інформація є масивом даних по кожній свердловині родовища і складається з відміток глибини залягання пластів, які розділяють окремі різновиди порід (за літологічними, петрографічними, гідрогеологічними ознаками), ділянок поглинання (підвищеного проникання), кавернозності та інших фізичних та хімічних ознак і властивостей.

Окремим масивом є інформація, що характеризує властивості та параметри газу і пласта (колектора), що його утримує (пористість, проникність, газонасиченість, тиск початковий та з врахуванням зміни у процесі розробки, склад тощо).

Задачі, що розв'язуються: прогнозування процесу фільтрації газу і пластової води; уточнення параметрів пласта за результатами розробки родовища; вивчення

в часі падіння пластового тиску і проникнення пластової води у продуктивний пласт в залежності від відбору газу по свердловинах; перерозподіл відборів газу по зонах родовища і окремим свердловинам для усунення можливості нерівномірного проникнення пластової води; встановлення можливості і доцільності здійснення керування пластом, що змінює його будову; проектування і вибір місць розташування ще не пробурених добувних свердловин і установок для підготовки газу з врахуванням додаткової інформації, отриманої на попередніх етапах розбурювання і розробки родовища тощо [3].

Розв'язання названих задач дозволяє: уточнити початкові запаси вуглеводної сировини та коректувати їх з часом по родовищу; встановлювати причини обводнення покладу; провести дорозвідку родовищ газу; здійснити керування технологічними режимами розробки родовищ газу; регулювати вибір газу по свердловинах; виділити свердловини для проведення інтенсифікації видобудку газу; здійснити оптимальний вибір газу з родовищ та ПСГ.

Література

1. Борисовець І.І., Токой І.Н., Пономарьов Ю.В., Шваченко І.І., Павленко В.В., Новикова Н.Л. Інтелектуальне робоче місце геолога для розв'язання завдань при розробці нафтогазових родовищ. - Тези допов. наук.-практ. конф. "НАФТА І ГАЗ УКРАЇНИ", Київ, 1994.
2. Гришин Ф.А. Промышленная оценка месторождений нефти и газа. - М.: Недра, 1985. - 277 с.
3. Быков Р.Е., Гуревич С.Б. Анализ и обработка цветных и объемных изображений. - М.: Радио и связь, 1984, 248 с.
4. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н.Борисов, А.В.Алексеев, Г.В.Меркурьева и др. - М.: Радио и связь, 1989, 304 с.

Нова інформаційна технологія автоматизованого проектування, яка базується на обробці та розпізнаванні графічної інформації

МИХАЙЛО ГИНЗБУРГ

НДПКІ АСУ Трансгаз

Україна, 310125 Харків

вул. Маршала Конєва, 16

Тел.: (0572) 205-734 Факс (0572) 224-010

Mykhajlo Ginsburg. New Information CAD Technology based on Processing and Recognizing of the Graphical Information.

The basic idea of the proposed technology is the iterative synthesis of a information consistent complete set of schemes and text documents. The integrated model which describes this set is created and updated according the results of the dialogue forming of separate schemes within the set, on the basis of their recognition and the extraction of semantic information from them. The technology is described as a system of transforms.

Головною метою функціонування інтегрованої САПР, що реалізує наскрізну технологію проектування, є створення інформаційно-погодженого комплексу проектних документів (графічних та текстових):

$$D = \{d^j_i\} \quad (i=1 \div i_{max}, j=1 \div j^{(i)}_{max}), \quad (1)$$

де i - тип документа, j - порядковий номер документа даного типу.

В міру того, як збільшується ступінь інтеграції системи (кількість задач, що вирішуються, та документів i_{max} , що випускаються), усе більшу роль починають відігравати методологічні питання створення структурно-технологічного базису, тобто розробки технології автоматизованого проектування, моделей об'єкта проектування, окремих типів схем і текстових документів та систем перетворень різних моделей.

В доповіді викладені результати розробки структурно-технологічного базису для інтегрованої міжгалузевої САПР комплексу технічних засобів (КТЗ) АСУТП "Сапфір-П", яка базується на обробці та розпізнаванні графічної інформації.

Моделі, що використовуються в САПР "Сапфір-П". Система "Сапфір-П" синтезує опис КТЗ АСУТП у вигляді комплексу документів (1). Кожний документ являє собою сукупність графічних примітивів (схеми) або алфавітно-цифрових символів (текстових документів), склад і розміщення яких описує визначений аспект та (або) деяку частину технологічного об'єкта управління (ТОУ) і КТЗ АСУТП з урахуванням правил та обмежень, що регламентуються стандартами.

Таким чином, для кожного документа $d_i^j \in D$ необхідно розробити дві моделі: семантичну M_{ij}^c , яка описує зміст документа, і текстово-графічну M_{ij}^{mg} , що відображає документ як сукупність символів або графічних примітивів.

Для забезпечення інформаційної погодженості окремих документів $d_i^j \in D$, необхідна інтегрована модель M^u , що описує ТОУ, КТЗ АСУТП та зв'язки між ними. Отже, задача синтезу інформаційно-погодженого комплексу технічної документації (1) зводиться до побудови інтегрованої моделі M^u , сукупності семантичних $\{M_{ij}^c\}$ та текстово-графічних $\{M_{ij}^{mg}\}$ моделей окремих документів і перетворень, що їх пов'язують.

Ітераційна технологія синтезу. Можливі різні підходи до побудови технології. В системах "Сапфір-ЄС" на ЄС ЕОМ був використаний такий підхід: користувач формував і вводив в ЕОМ описи ТОУ та КТЗ АСУТП, на основі яких синтезувалась модель M^u , а потім за допомогою перетворень декомпозиції P_{ij}^d та синтезу P_{ij}^c створювались відповідно семантичні та текстово-графічні моделі окремих документів. При цьому не було потреби в перетвореннях аналізу P_{ij}^a , які були б засновані на розпізнаванні графічної інформації. Але така технологія автоматичного синтезу вилучає користувача із процесу синтезу, не дає йому змогу вносити неформалізовані рішення і тому виявилась малоефективною.

В системі "Сапфір-П" на ПЕОМ було реалізовано інший підхід, який був орієнтований на розробку АРМ проектувальника і базується на функціональних можливостях ПЕОМ по веденню графічного та символного діалогу. Він полягає у ітераційному синтезі комплексу документів (1), у рамках якого сама інтегрована модель формується, доповнюється та уточнюється в процесі діалогового синтезу окремих документів, таким чином, для $(i \in [1, \dots, i_{max}], (j \in [1, \dots, j_{max}^{(i)}]))$ здійснюється система перетворень

$$P_{ij}^d: M^{u(s)} \rightarrow M_{ij}^{c(n)} \quad (2)$$

$$P_{ij}^c: M_{ij}^{c(n)} \rightarrow M_{ij}^{mg(n)} \quad (3)$$

$$P_{ij}^a: M_{ij}^{mg(n)} \rightarrow M_{ij}^{mg} \quad (4)$$

$$P_{ij}^a: M_{ij}^{mg} \rightarrow M_{ij}^c, \quad (5)$$

$$P_{ij}^u: M_{ij}^c \rightarrow M_{ij}^u, \quad (6)$$

$$M^{u(k+1)} = M^{u(s)} \cup M_{ij}^u, \quad (7)$$

де введені такі перетворення: P_{ij}^ϕ - діалогового формування, P_{ij}^a - аналізу, P_{ij}^u - інтеграції семантичних моделей документів; H - індекс початкового стану моделі, S - крок ітерації (при $i=j=1, s=0$, а $M^{u(0)} = \emptyset$, \emptyset - пуста множина).

Найбільш складною частиною системи перетворень (2) - (7) є перетворення аналізу (5), яке базується на розпізнаванні графічної інформації та добуванні з неї семантичної. Важливою особливістю цього перетворення є те, що воно повинно виконуватись автоматично з урахуванням жорстких часових обмежень, пов'язаних з діалоговим режимом, у якому здійснюється робота користувача. Детальніше методи добування семантичної інформації зі схем викладені в доповіді [4].

Прикінцеві положення. В системі "Сапфір-П" запропонована нова інформаційна технологія автоматизованого проектування, яка базується на обробці та розпізнаванні графічної інформації. Розроблені такі засоби інтерактивного формування схем, які, з одного боку, використовують звичну для проектувальника мову графічних образів, а з іншого боку, синтезують багатoshарове складноструктуроване зображення, в якому кожне семантичне поняття відображено певним набором геометричних понять (шар, блок, атрибут, колір, примітив), що в свою чергу максимально спрощує розпізнавання схем і добування семантичної інформації. Ця технологія може використовуватись при створенні різних інтегрованих САПР з наскрізними інформаційними технологіями, а специфіка конкретної предметної ділянки виявляється лише на стані розробки моделей окремих схем.

Література

1. Гінзбург М.Д. Розробка методів синтезу комплексу технічних засобів систем автоматизації неперервних технологічних процесів (на прикладі магістрального транспорту газу): Автореф. дис. д-ра техн. наук. - Харків, 1994. - 39 с.
2. Гінзбург М.Д. Обробка та розпізнавання графічної інформації у інтегрованій системі автоматизованого проектування "Сапфір-91" // Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів. Праці. Перша Всеукр. конф. - Київ, 1992. - С. 146-148.
3. Гінзбург М.Д. Використання ПЕОМ для проектування систем автоматизації та телемеханізації об'єктів транспорту газу // Нафтова і газова промисловість, 1993. - № 1. - С. 48-52.
4. Гінзбург М.Д., Требульова І.А. Обробка та розпізнавання креслень у наскрізній технології автоматизованого проектування // Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів. Праці. Всеукр. міжн. конф. "Укробраз-94" - Київ, 1994. - С. 158-160.



Інтегрована база даних та фактографічних знань для синтезу схем та текстової проектної документації

МИХАЙЛО ГІНЗБУРГ, ІННА СЛОБОДИНА,

ВОЛОДИМИР НАСИРОВ, ЄВГЕНІЯ АВРУЩЕНКО

НДПКІ АСУ Трансгаз

Україна, 310125 Харків

вул. Маршала Конєва, 16

Тел.: (0572) 205-734 Факс (0572) 224-010

Mykhajlo Ginsburg, Inna Slobodyna, Volodymyr Nasyrov, Ievhenia Avrushchenko.
Integrated Base of Data and Factographic Knowledge for the Synthesis of Schemes and Textual Project Documentation.

A new concept is proposed for creating and using in a CAD the integrated base of graphical and textual data. It is based on the combination of the graphical environment of the AutoCAD 10 system with the textual environment of the Clipper system. Methods are described which are used for integrating various software according to their functions. These methods provide the joining of: the textual search functions with the possibilities of visualizing the graphical information; the functions of creating and editing graphical information with the search in related database.

Ефективна обробка складної графічної інформації в САПР неможлива без розробки інтегрованої бази даних (ІБД), у якій повинна зберігатися вся інформація, необхідна проектувальнику. В [1,2] викладена загальна концепція побудови такої бази, використовуючи інструментальне середовище, створене інтеграцією графічного середовища системи АвтоКАД 10 та текстового середовища системи Clipper.

Інтегрована база даних АРМ проектувальника "Сапфір-П" складається з сукупності файлів типу dwg (які є відображенням базових елементів, фрагментів схем, схем типових модулів та готових креслень), бібліотек слайдів, файлів реляційних баз даних типу dbf та текстових файлів, включаючи складноструктурований файл, що містить фактографічні знання з технічних характеристик приладів та засобів автоматизації [3].

В даній доповіді, яка є подальшим розвитком [1,2], розглянуті питання сумісного створення та використання при автоматизованому проектуванні графічної та текстової інформації.

Сумісне створення текстових описів елементів та їх зображень. Як відзначалося у [1,2], зображення базових елементів являють собою багатопланове складноструктуроване зображення. Тому до складу САПР включені підсистеми, призначені для створення базових елементів кожного типу. Після створення зображення базового елемента, з графічного середовища системи АвтоКАД автоматично викликається зовнішня процедура, яка написана на мові Clipper і за результатами аналізу файлів реляційних баз даних синтезує номер базового елемента. У виведену екранну форму користувач вводить текстовий опис базового елемента. Після цього зображення базового елемента записується до бази графічних даних, а його слайд - до бібліотеки слайдів.

Аналогічний алгоритм (за винятком формування слайдів) реалізовано при створенні і запису в ІБД фрагментів різних схем.

Для найбільш складних багатоаспектних елементів - типових модулів (ТМ) - розроблена "конвейерна" технологія їх створення, яка детально описана в [4] і забезпечує погоджене формування текстового опису функціональних, принципових та монтажних схем ТМ.

Таким чином, в АРМ "Сапфір-П" реалізована така технологія формування базових елементів, фрагментів схем і ТМ, яка забезпечує сумісне створення їх зображення і текстового опису.

Використання базових елементів, фрагментів та типових модулів при автоматизованому проектуванні схем. Інтерактивні процедури формування схем, що реалізовані в АРМ "Сапфір-П", містять два способи пошуку необхідних елементів (фрагментів, модулів).

Перший спосіб суто графічний. Вибір базового елемента здійснюється шляхом перегляду піктографічного меню, яке містить їх слайди. Вибір фрагментів схем виконується за допомогою утиліти АвтоМенеджер, котра дозволяє користувачеві переглянути накопичені зображення фрагментів схем даного типу і вибрати потрібний. При цьому вибране зображення автоматично вставляється у схему, що формується.

Другий спосіб заснований на використанні довідково-пошукової системи АРМ "Сапфір-П". При створенні або редагуванні схем в середовищі системи АвтоКАД користувач, вибравши відповідний пункт меню, запускає зовнішню процедуру, яка написана на мові Clipper і виконує пошук необхідного елемента за семантичними ознаками. При цьому допускаються досить складні форми пошукових запитів. Після того, як необхідний елемент знайдено, користувач може, не виходячи з текстового середовища Clipper, переглянути його зображення і переконатися у правильності вибору (для цього на мові Clipper розроблена процедура візуалізації слайдів з бібліотеки слайдів). Остаточний вибір з виходом фіксується спеціальним пунктом меню, при указанні якого автоматично формується txt-файл, що містить ім'я dwg-файла з зображенням вибраного елемента, і відбувається повернення у графічне середовище, де цей згенерований txt-файл обробляється ЛІСП-процедурою і здійснюється вставка в схему необхідного зовнішнього блока.

Таким чином, забезпечено поєднання функцій створення і редагування графічної інформації з виконанням пошуку в реляційних базах даних.

Прикінцеві положення. Викладена концепція сумісного створення та використання графічних та текстових даних показала свою ефективність при розробці та експлуатації АРМ "Сапфір-П". Одержані результати в значній мірі універсальні, і тому є підстави вважати, що вони можуть бути використані при розробці інтегрованих баз графічних та текстових даних для АРМів проектувальників різного функціонального призначення.

Література

1. Дубровський В.В., Гінзбург М.Д. Інтегрована база графічної та текстової інформації для задач САПР // Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів. Праці. Перша Всеукр. конф. - Київ, 1992. - С. 150-151.

2. Гинзбург М.Д. Интегрированное АРМ "Сапфир-91" для сквозного интерактивного проектирования систем автоматизации технологических процессов // УСиМ, 1993. - № 2. - С. 79-86.
3. Дубровский В.В., Гинзбург М.Д., Слободина И.К. Построение и использование базы фактографических знаний для выбора приборов и средств автоматизации // Приборы и средства автоматизации, 1994. - № 6. - С. 18-20.
4. Дубровский В.В., Гинзбург М.Д. Автоматизация проектирования систем измерения, контроля технологических параметров и управления технологическими процессами // Приборы и системы управления, 1993. - № 1. - С. 68-71.



Логіко-функціональні моделі в системах оцінки режимів функціонування технологічних об'єктів керування в нафтогазовій галузі

ЮРІЙ ПОНОМАРЬОВ, ВОЛОДИМИР ДИСКАНТ,
БОРИС ІЛЬЧЕНКО, ВОЛОДИМИР ДУБРОВСЬКИЙ

НДПІ АСУ Трансгаз,
Авіаційний інститут

Україна, 310126 Харків
вул. Маршала Конєва, 16

Тел.: (0572) 205-724 Факс: (0572) 22-40-10

Юрий Пономарев, Владимир Дискант, Борис Ильченко, Владимир Дубровский. Логико-функциональные модели в системах оценки режимов функционирования технологических объектов управления в нефтегазовой отрасли.

Рассматриваются задачи оценки режимов функционирования объектов в составе автоматизированных систем управления технологическими установками нефтегазовой отрасли. Предложены методы решения этих задач на основе логико-функциональных моделей распознавания и принятия решений. Обсуждаются особенности реализации системы оценки режимов в АСУТП на базе ПТК "Униконт".

Методологічні передумови. Технологічні процеси нафтогазової галузі України реалізуються складними розподіленими динамічними об'єктами. Керування такими об'єктами неможливе без участі програмно-технічних комплексів (ПТК), що виконують функції автоматизованих систем керування технологічними процесами.

При виникненні конфліктних ситуацій (передаварійних та аварійних) перед оператором-технологом виникають задачі діагнозу, прогнозу розвитку передаварійної ситуації та власне прийняття рішень, тобто вироблювання плану видачі керувальних дій з метою компенсації несприятливого розвитку процесу та його повернення у деякий кращий у даній конкретній ситуації. В аварійній ситуації психологічні навантаження на оператора настільки великі, що він не в стані забезпечити оптимальні у вартісному сенсі рішення та намагається забезпечити вихід з кризової ситуації будь-яким допустимим способом.

Реалізація оперативного керування технологічними процесами ставить проблему розробки систем керування різних ступенів автоматизації, від систем "радник оператора" до повністю автоматичних систем.

Сучасні дослідження [1] вирішують цю проблему за допомогою традиційних експертних систем (ЕС), які ґрунтуються на правилах. Всі зусилля зводяться до удосконалення "статичних" ЕС таким чином, щоб вони могли бути корисними для керування у масштабі реального часу. Експертні системи реального часу повинні:

- мати можливість міркувати про час, враховувати часову послідовність виникнення подій;
- допускати обробку асинхронних подій, які обробляються у відповідності із заданим пріоритетом;
- забезпечувати гарантований час відповіді;
- забезпечувати залежність міркувань від часу.

Постановка задачі. Вирішення вказаних проблем пов'язане з розумінням процесу керування як необхідності реагувати на виникнення конфліктних ситуацій. Керування не зводиться до обробки аварійних режимів, а розглядається як безперервний процес оцінки, діагнозу, прогнозу та прийняття рішень у реальному часі у складі АСУТП. Керування має квазібезперервний характер, тобто вказівки видаються через квант часу, розмір якого обумовлений потребами даного технологічного об'єкта (ТО). Ці вказівки сприймаються як команди для виконання в автоматичному режимі або рекомендації оператору.

Формально постановка задачі має такий вигляд. Модель об'єкта контролю можна представити як кортеж:

$$M = \langle T, X, Y, Z, F, L \rangle, \quad (1)$$

де T - множина моментів часу; X, Y - множини вхідних та вихідних сигналів; Z - множина допустимих станів об'єкта; $F: T \times X \times Z \times Y \rightarrow Z$ - оператор переходів, що реалізує механізм зміни стану об'єкта; $L: T \times X \times Z \rightarrow Y$ - оператор виходів, що реалізує механізм формування вихідних сигналів.

Поведінка об'єкта у просторі Z задається функціональною схемою $O = \langle T, H \rangle$, де кожна компонента $T \rightarrow D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$ та $H = \langle H_1, H_2, \dots, H_n \rangle$ є виміряна властивість об'єкта O . Елементи D_i задають множини значень функції $H_i \in H$ для змінної стану $Z_i \in Z$ та зв'язані з фіксованою шкалою виміру.

За навчальною вибіркою для заданої множини штатних та конфліктних ситуацій будується вирішувальне правило на основі логіко-функціональних моделей (ЛФМ) [2], яке має вигляд:

$$\Omega = \langle X, S, P, B \rangle, \quad (2)$$

де X - множина ознак оцінки станів ТО; S - множина штатних конфліктних ситуацій; P - множина локальних моделей ЛФМ та продукційних правил; B - база технологічних знань.

Основна процедура розв'язку задачі.

1. Основний набір штатних та конфліктних ситуацій є результатом імітаційного моделювання ТО відповідно з формалізмом (1).

2. Іншим джерелом інформації про множину ситуацій ТО є досвід експертів-операторів, що дозволяє скласти на його основі додатковий набір ознак оцінки. Досвід експерта-оператора міститься у двох формах: узагальнений досвід у формі "якщо - то"; зразок дій оператора на конкретний випадок.

3. По кожному класу ситуацій формуються зразки оцінки, продукційних правил та конкретних зразків дій. На їх базі синтезується вирішувальне правило оцінки у відповідності з формалізмом (2).

4. В заданий квант часу процедура оцінки за моделлю виділяє клас поточної ситуації.

5. Попередньо формується база технологічних знань (БТЗ) за оцінкою стану функціонування ТО. З цією метою формулюються причинно-наслідкові ланцюжки подій у вигляді протоколу реалізації технологічного процесу, виконані під керівництвом досвідченого оператора, та графи розвитку конфліктних ситуацій. Всі причинно-наслідкові ланцюжки подій та графи розвитку конфліктних ситуацій в БТЗ об'єднуються у семантичну мережу із розв'язуванням усіх питань протиріччя, міри повноти знань про штатні та конфліктні ситуації, в яких може опинитися функціонуючий ТО.

6. На основі БТЗ і за виділеним класом поточної ситуації на кроці 4 визначається належність її до класу конфліктних ситуацій. Ця інформація є результатом задачі оцінки і використовується як вхідна для системи підтримки прийняття рішень оператора в АСУТП.

Висновки.

1. Розглянута загальна схема оцінки стану функціонування технологічного обладнання у реальному часі засобами теорії розпізнавання образів.

2. Запропонована нова схема оцінки стану технологічного обладнання як безперервного процесу на основі наслідування за зразками. Для оцінки використовуються в одному контексті формалізовані знання, продукційні правила та евристичні висловлювання експерта.

3. Розроблено та апробовано на реальній АСУТП на базі ПТК "Уніконт" запропонований механізм оцінки стану у реальному часі у доповненні до системи централізованого контролю та управління технологічними установками Пролетарського підземного сховища газу в Україні.

Література

1. Lanber R.I., Artificial Intelligence Techniques in Real-Time Control Systems. 12h World Congress International Federation of Automatic Control, Sydney, Australia, 18-23 July 1993, Preprints of papers, Vol. 1, pp. 109-112.

2. Дискант В.А. Методы разработки знаниеориентированных систем распознавания и принятия решений на основе логико-функциональных моделей. II Тез. докл. IV Всесоюзн. конф. "Математические методы распознавания образов", 4.6., секция 4. Рига, 24-26 окт. 1989. Рига, 1989. - С. 97-99.

Використання базових інтонаційних моделей у навчальних комп'ютерних системах

**ТАМАРА БРОВЧЕНКО, ВОЛОДИМИР ВОЛОШИН,
ЕММА НУШИКЯН, ОЛЕГ ПИЛИПЕНКО**

Університет

*Україна, 270000 Одеса
вул. Петра Великого, 2*

Електронна пошта: oleg@phil.odessa.ua

Tamara Brovchenko, Volodymyr Voloshyn, Emma Nushikian, Oleh Pylypenko. Usage of the Basic Intonation Models in the Computer-Aided Instruction Courses.

Proposed manuscript describes research which was hold on the Chair of the Experimental Phonetics of the Odessa State University. This work was undertaken to provide computer-based tools for studying of the intonational patterns of a foreign language. Experimental system provides facilities to acquisit, digitise and analyse voice signal, to visualise results of the analysis and to replay digitised phrase. Usage of the computer helps to evaluate performance of students and provides effective visual loopback during training. Some perspective researches and fields of application are outlined in the proposed manuscript.

Метою роботи є розробка комплексу технічних та програмних засобів для забезпечення вивчення інтонаційної організації текстів, які мають різне звучання. Матеріалом дослідження були експресивні тексти, начитані французькою, англійською, німецькою, українською та російською мовами. В роботі були використані як інформаційні тексти (опис, оповідальні тексти та тексти роздумів), так і апелятивні тексти, які висловлюють наказ, прохання, переконання. Всі тексти були прочитані носіями відповідних мов двічі: експресивно та нейтрально.

Всі начитані тексти були піддані аудиторському та електронно-акустичному аналізу. Результати цих аналізів стали основою для формування інтонаційних портретів різних типів експресивних текстів (логічна та емоційна експресія). Ці емоційні портрети були використані в системі навчання за допомогою комп'ютера як еталонні зразки інтонації для конкретних типів тексту.

Вивчення інтонації іноземної мови пов'язане з цілим рядом труднощів, головна з яких - просодична інтерференція, що пояснюється впливом інтонаційної системи рідної мови. Тому дослідження просодичної інтерференції базувалось на результатах порівняльного аналізу інтонацій іноземної та рідної мов.

Ефективність вивчення інтонації в значній мірі визначається вибором навчального матеріалу, а також аналізом помилок учнів та труднощів, що пов'язані з відпрацюванням правильної вимови.

В основі успішного застосування комп'ютерних засобів для вивчення інтонаційної системи іноземної мови стоять такі загальнометодичні принципи як системність, комунікативність та наочність. Окрім різноманітних видів наочності комп'ютерна техніка дозволяє здійснити візуалізацію інтонації тексту та здійснити ефективний контроль за відпрацюванням базових інтонаційних моделей мови, яка вивчається. Для забезпечення гарантованого повного засвоєння інтонаційних навичок, які формуються, необхідне достатнє повторення матеріалу та зворотній зв'язок. Тренування із зворотнім зв'язком сприяє становленню слухового образу, який грає подвійну роль: роль еталону та артикулярної програми.

Розроблений автоматизований курс для освоєння інтонаційної моделі іноземної мови за допомогою комп'ютера передбачає наявність периферійних пристроїв, які можуть взяти на себе функції введення та виведення мовного сигналу. В зв'язку з цим здається доцільним доручити комп'ютеру виконувати функції аналізу еталонного та реалізованого відрізків тексту з подальшим зображенням їх інтонограм на екрані дисплею. Використання комп'ютера спрощує підсумковий контроль та оцінку реалізації, багаторазові повторення, які зводять кількість помилок до мінімуму. Для реалізації наведеної вище задачі було розроблено плату введення-виведення мовних відрізків та програмні засоби для їх обробки та візуалізації.

Розроблена програма дозволяє візуалізувати основні характеристики звукового сигналу. В цьому дослідженні особлива увага надавалась інтенсивності та спектральному складу мовного сигналу. Названа вище система дозволяє візуалізувати обидві вказані характеристики для одного фрагмента тексту або одну й ту ж саму характеристику для двох фрагментів тексту. Останній спосіб використання системи надає змогу порівнювати еталонний та реалізований фрагменти тексту, або еталони, що відповідають однаковим фрагментам тексту, які прочитано експресивно та нейтрально. Можливе незалежне масштабування графіків характеристик звукового сигналу у вікнах. Це дозволяє у значній мірі абстрагуватись від таких особистих характеристик диктора, як висота голосу та темп мовлення.

За результатами проведеної роботи можна накреслити цілий ряд перспективних досліджень. З математичної точки зору є перспективним перехід від застосування для виділення головного тону мовного сигналу традиційного методу швидкого перетворення Фур'є до застосування цілочисленого перетворення Фур'є. Цілочислене перетворення Фур'є з використанням 16-бітових цілих чисел не забезпечує необхідної точності, а використання 32-бітових цілих чисел на 16-розрядних комп'ютерах не дає істотної переваги у швидкості роботи в порівнянні з традиційним методом. У той же час, застосування сучасних 32-розрядних комп'ютерів може значно прискорити процес обробки мовного сигналу за допомогою цілочисленого перетворення Фур'є, що підвищить комфортність користувача.

Незадовільною є така характеристика системи, як максимальна тривалість сигналу, що записується. Розв'язати цю проблему можна, наприклад, за допомогою пристрою введення звукової інформації з додатковим буфером оперативної пам'яті. Розмір буферу повинен бути достатнім для того, щоб час його заповнення перевищував сумарний час передачі інформації з буферу до оперативної пам'яті комп'ютера та з оперативної пам'яті на дисковий пристрій. Також є цікавою можливість побудови алгоритмів компресії звукової інформації „на лінії“, тобто між пристроєм введення інформації та оперативною пам'яттю комп'ютера. Суттєвий інтерес становить і розробка спеціалізованих алгоритмів компресії, які орієнтовано на компресію саме мовного сигналу.

Окрім застосування при вивченні іноземних мов, видається перспективною і така галузь використання розробленої системи, як навчання розмовній мові людей, які є глухими від народження. У такій ситуації ефективному навчанню заважає відсутність зворотнього зв'язку: той, хто розмовляє, не чує ні свого голосу, ні голосу викладача та не може порівняти їх. Завдяки використанню розробленої системи учень буде мати зоровий канал зворотнього зв'язку.

Knowledge-Oriented Models and Algorithms for Manufacturing Decision Making Using Method of Multilevel Algorithmical Knowledge Quanta

HENADIJ PRUDNIKOV

Aviation Institute

Ukraine, 310070 Kharkiv

Chkalova Str.17

Tel.: (0572) 442-734

Геннадий Прудников. Знание-ориентированные модели и алгоритмы для принятия производственных решений методом многоуровневых алгоритмических квантов знаний.

Ставится задача разработки знание-ориентированных моделей и алгоритмов для принятия производственных решений и на их основе создания знание-ориентированной системы принятия решений (ЗОСПР). Для реализации поставленной задачи предложен метод многоуровневых алгоритмических квантов знаний (МАКЗ-метод) и изложена его сущность. Описана структура ЗОСПР "Интеллект".

For the human being the decision making process in the different areas of his activity as in living, in manufacturing, in science, in art is natural. For this purpose he always has to use knowledge in the particular subject area.

The same function can be done by a computer, but for this knowledge should be represented in a determined way and some programming system which could operate with this knowledge should be developed.

These intellectual programming systems which are able to make conclusion drawings and to make decisions based upon knowledge about particular subject area in absence of specialists are called knowledge-oriented decision making systems (KODMS).

Analysing history of KODMS, starting since 70s, was determined, that automatization of decision making process by means of knowledge engineering and artificial intelligence never lost its actuality and that this actuality rises with the passing of time.

Existing KODMS made in our country and abroad, are too expensive, cumbersome and not efficient in conditions of economics and manufacturing collapse in Ukraine. In addition to this we are in lack of modern computer techniques and KODMS which were made in our country and could not be used in manufacturing.

The whole situation is also affected by the lack of experienced knowledge engineers and instrumental, allowing to make some systems in the short time. This unavoidably makes design of systems based on usage of foreign technologies and computers more expensive.

From the theoretical point of view the actuality of problems of data representation, extraction and knowledge manipulating not decreasing but increasing immensely.

Also it increases the actuality of the problem of teaching systems, increasing the level of their artificial competence, problems of making the design time shorter and design cheaper.

Taking in the consideration the abovementioned, we have the necessity of making the KODMS which could meet the requirements of the Ukrainian manufacturing and could have the price which is equal to low exploitation expenses and easy copying.

For this it is necessary to design knowledge-oriented models and algorithms of decision making. These algorithms and models should work in modern manufacturing conditions, should have acceptable cost, should be made on local outworked computers and have high level of artificial knowledge manipulate with it.

For the realization of these purposes MAKQ-method is being proposed - the method of models and systems building for the automatization of manufacturing decision making based upon formal data representation as multilevel knowledge about subject area, induction and traduction conclusion drawing of empirical and deduction decision making [1].

MAKQ-method is based on formal data representation as multilevel knowledge about subject area, deduction and traduction conclusion drawing for knowledgebase building and deduction making .

The idea of MAKQ - method is as follows [2]. Initial data about DMO is taken from experts and measuring equipment, formalised as system of quanta of k-knowledge of the lowest levels.

Using the induction conclusion drawing from this quanta system makes quantum of k-knowledge of the higher level, which describes KB as system of stable characteristics of DMO, that identified, as found conformity to natural law. In space of models this conformity to natural law correspond "prohibition" intervals (prohibition areas). These intervals are characteristics set of space elements which are in implicative relations with the DMO, combinations of which are prohibited (not allowed).

Computer representation of multylevel quanta of k-knowledge is realised with the usage of sectioned vector-matrix structures, described in finite predicates logics. KB that was found, should be optimized (redused) by means of conclusion drawing procedures.

Solving rule SR, we search for, is determined as a quantum of new knowledge by means of deduction conclusion drawing from KB considering the info about current features of DMO. The quality of SR is characterised by criteria value, which takes info consideration liability of initial knowledge and hypotesa about existance of natural conformities of natural laws, identified by DMO.

MAKQ-method solves three main tasks: knowledge formalization (task A), discerning (task B), prognosis (task C). In task A the term knowledge is algorithmically determined as united representation of different data about subject area and discerning object classes as multilevel knowledge.

In task B we build algorithms for determination with determined liability, the aim sign basing upon the knowledgebase (KB), built before.

In task C algorithms of prosnosis (calculation) of values of unmeasured object signs with determined liability on measured signs with the usage of KB are built.

These tasks are solved in knowledge-oriented manufacturing decision making system called "Intellect". KODMS "Intellect" consists of the following units [3]:

1. Expert's unit (input-output and characteristics editor, statement editor, knowledge editor, sectioned knowledgebase).
2. User's unit (hypotesa base, base of facts, database, decision making and explanation procedures).
3. Scheduler.
4. Conclusion driving system.

Interaction of knowledge and decision making process scheduler is done and follows: decision making (diagnostics and discerning) may be done after expert knowledge input and input of meta-knowledge about decision taking object (DTO) and teaching of system. Decision making process starts after object type definition and definition of all known facts and hypotesa which are fixed in facts-base and hypotesa base.

Basing on this knowledge scheduler makes knowledge quanta sub-set from sectioned knowledgebase (SKB) which describe this type of object and chooses one of the parts of SKB.

Knowledge which is in this part of SKB is to be transferres to the conclusion drawing system, which infers new facts and hypotesa of the lowest levels.

Considering this scheduler makes step-by-step taking into concidiration parts of SKB. This process is finished after hypotesa confirmation or denial. As a decision taking result representation KODMS allows user to follow the hypotesa making chain with the note about confirmation of denial of hypotesis and to see and edit physical structure of DMO.

Having stored a big amount of data system is able to infer new conformities to natural laws and put them into the SKB.

Nowadays the KODMS "Intellect" is made as a research prototype and with its usage were calculated some tasks from the different subject areas. For instanse, problem of diagnostics of quality of the grade students of higher education institutions. Experemnts, showed the liability and efficiency of "Intellect" system. It was made on computers like IBM PC.

References

1. И.Б.Сироджа. Знаниеориентированный метод распознавания образов и принятия решений. // Знаниеориентированные системы поддержки принятия решений. Харьков, 1991, с. 3-27.
2. И.Б.Сироджа. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных компьютерных систем. Часть 1. Харьков, ХАИ, 1992.
3. И.Б.Сироджа, Г.В.Прудников и др. Компьютерная система для автоматизации знаниеориентированного принятия решений // Міжнародна науково-практична конференція "Інформатизація в умовах переходу до ринку", Київ, 1992, с. 193-195.



Нечіткі моделі маніпулювання знаннями та їх використання для автоматичного прийняття рішень в умовах неповної інформації

ОЛЕГ РЕЗНИЧЕНКО

Авіаційний інститут

Україна, 310070 Харків

вул. Чкалова 17

Тел.: (0572) 442-314

Oleh Reznichenko. Fuzzy Knowledge Manipulation Models and Their Usage for Automatic Solution in Particular Information Circumstances.

A new model of fuzzy knowledge representation is proposed. The main idea is the strong formalization of the all possible operations on the base of the Fuzzy Matrix Quantum (FMQ) definition as a special kind of data structure. Quality characteristics allows to create the knowledges with desired features. Knowledge manipulation algorithms designed on the base of FMQ-model performs the new knowledge building from the empiric date and solution of recognition tasks by forward and backward inference chains.

Проблема подання знань в ЕОМ і автоматизації процесу розпізнавання образів та прийняття рішень вимагає нових інформаційних технологій для створення відповідних комп'ютерних систем.

В процесі розробки системи прийняття рішень створені принципово нові моделі подання знань як нечітких (багатоальтернативних) образів у просторі різнотипових ознак. Вони базуються на визначенні *матричних нечітких квантів знань* (МНК-знань).

Метою дослідження і алгоритмізації МНК-знань є створення знання-орієнтованих моделей, алгоритмів і програм прийняття рішень, що відрізняються допустимою вартістю і мають високий рівень штучної компетенції завдяки можливості здобувати нові знання через аналіз емпіричної інформації.

МНК-знання визначені як клас структур даних спеціального вигляду - так званих *СЕ-матриць*, - які синтезуються за допомогою алгоритмічних операторів *конкатенації*, що поєднує вимірені значення для окремих характеристик об'єкта прийняття рішень у кортеж та *породження*, що перетворює цей кортеж у МНК-знання.

Розроблені елементарні операції в класі МНК-знань - додавання, множення на скаляр, слідування та редукції, - що дозволяють ефективно формалізувати маніпулюванн знаннями.

Власне МНК-модель подання знань визначається як трійка :

$$M = \langle Q, O, D \rangle,$$

де Q - МНК-знання у формі СЕ-матриці; O - множина операцій в класі МНК-знань; D - опис об'єктів прийняття рішень.

Грунтуючись на елементарних операціях, розроблені і досліджені головні алгоритмічні оператори індуктивного (*IND*) та дедуктивного (*DED*) виводу знань, що реалізують, відповідно, побудову узагальнених образів знань на основі множини окремих фактів та вивід приватних закономірностей, виходячи із загальних.

Для визначення якісних показників МНК-знань, що синтезуються, створені критерії якості, які характеризують репрезентативність, тобто обсяг накопичених знань та стабільність або надійність. Використання згаданих критеріїв дозволяє синтезувати образи знань, що мають попередньо задані властивості.

На основі МНК-моделі подання знань розроблені алгоритми індуктивного синтезу знань з обмеженим та необмеженим здобуттям знань (на базі **IND** - оператора), корекції Баз Знань експертом, подання її у вигляді продукційних правил та прийняття рішень (на базі **DED** - оператора), що реалізує прямий та зворотній напрямки виводу.

Створений діючий дослідницький прототип системи автоматичного прийняття рішень (ДП СПР), який працює на ПЕОМ типу IBM/PC в операційному середовищі MS Windows 3.1 і дозволяє розв'язувати дослідницькі (гіпотетичні) та практичні задачі, що потребують використання обчислювальної техніки для розпізнавання і класифікації.

Проведено статистичне моделювання з метою дослідження зв'язку між обсягом навчальної вибірки та якістю МНК-знань, що утворюються. Одержані емпіричні залежності дозволяють стверджувати, що за певних умов можливо значно скоротити терміни автоматичної побудови знань та прийняття рішень за рахунок відмови від аналізу повного обсягу навчальної інформації при належності визначеної "поведінки" Баз Знань у процесі навчання, тобто при спеціальному характері зміни її якісних показників під час синтезу знань за допомогою індуктивних алгоритмів.

Розроблений ДП СПР впроваджений на кафедрі кардіології Харківського інституту вдосконалення лікарів, де використовується при дослідженні зв'язку між біохімічними параметрами крові пацієнта та його захворюванням і в дослідницькій лабораторії імпульсної обробки металів Харківського авіаційного інституту для проектування технологічних елементів штамповки вибухом.

Література

1. И.Б.Сироджа. Математическое и программное обеспечение интеллектуальных компьютерных систем. Учебное пособие, ч. I. Харьков, ХАИ, 1992.
2. О.В.Резниченко. Построение минимизированной базы нечетких знаний и ее использование в самообучающейся системе принятия решений. Proceedings Second International Conference "New Leading-Edge Technologies in Machine Building", Rybachie, Ukraine, September 1993, Kharkov-Rybachie, 1993, стр. 222-224.



The ELTEC Image Processing And Graphics VME-Bus Based Product Line

JOACHIM NAKAT, GERD SCHMALFELD, ANDREY STRIGIN

ELTEC Elektronik GmbH

Russian Federation, 103055 Moscow

Novoslobodskaja, 58-302

Tel./Fax: (095) 978-3718

Йоахим Накат, Герд Шмальфельд, Андрей Стригин. Аппаратура и системы в стандарте VME для ввода, обработки и синтеза изображений фирмы ELTEC.

ELTEC - ведущая фирма на рынке модульных систем ввода, обработки и синтеза изображений в реальном времени для исследовательских и промышленных приложений. Обладая более чем десятилетним опытом работы в этой области, фирма поддерживает своими продуктами полный цикл работы с изображениями - начиная от ввода с камеры, через обработку и автоматизированное принятие решений, до представления на дисплеях сверхвысокого разрешения. Модульная аппаратура, включая специализированные компьютеры обработки изображений, выпускается в стандарте VME-bus. Поддерживаются стандарты VIBus и VDL на видеошины реального времени. Фирмой поддерживаются оба подхода реализации процедурной модели обработки изображения, как предусматривающего использование универсальных плат для ввода и обработки изображений (Software Approach), так и узкоспециализированных плат, процессоров и компьютеров обработки изображений (Hardware Approach). Исчерпывающая поддержка аппаратуры библиотеками исходных текстов на 'C', интерфейсами X-Windows, пакетами и драйверами OS-9 и других операционных систем реального времени. Основная доля промышленных приложений приходится на системы контроля технологических процессов и систем контроля качества продукции.

ELTEC's product line has been based on the VMEbus standard since its introduction in 1981. The VMEbus has today gained worldwide acceptance as the standard bus architecture for industrial high performance computer systems. VME is used in applications which range from low cost, front end, automation and control systems, through communications and avionics to high end, multiprocessor systems for real-time simulation, artificial intelligence and vision systems. Even for image processing VME is the most suitable standard due to its high bandwidth and wide addressing range.

A major part of the ELTEC's product line is the image processing and graphics product range. ELTEC offers a comprehensive range of hard- and software products to support industrial and research applications in this field. If the camera, as the front end of an image processing system 'sees' iconic pictures built of pixels, so ELTEC's image processing products are the link between the 'eye' and the 'brain' - a processor within the VMEbus system.

ELTEC's image processing and graphics products range from simple frame grabbers and graphics displays, through intelligent image processing subsystems to Video Interface Bus (VIBus) based systems.

Starting with the ELTEC IPP (Image Processing Port) frame-grabber, we have a board which allows the VMEbus system to view real world images. This hardware controls the acquisition and monitoring of images from standard TV raster-scan format cameras in video real time. Up to 512 different images can be set in a way that results in a square pixel (14.3 MHz with CCIR) thus avoiding the need to scale

geometric results. Many applications can be solved with a minimal system consisting of the IPP board and a VMEbus processor.

The CFG (Colour Frame Grabber) is a sophisticated colour image processing board for a wide range of realtime and true-colour data acquisition and display applications. It is designed to digitize video signals from standard colour video cameras, to convert between colour representations and to display images on colour monitors.

The MCI (Multipurpose Camera Interface) acquires video data from a camera into the VIBus pipeline (IC40, SL30, ODG, RCO etc.) Data rates of up to 16 megasamples/sec are possible. Depending on the application and the camera used, single lines with up to 16 k elements and/or entire frames with up to 64 k lines can be acquired. The camera interface consists of a base board and an a piggy back board called CAMA for different types of cameras. If needed, it is possible to develop CAMAs for any type of camera.

The base of ELTEC's real-time video subsystems is VIBus - Video real-time transfer of Iconic images. The Video Interface Bus (VIBus) standard is intended to be the simple interface definition between several modules within an image processing subsystem, dedicated to real-time transfer of iconic images. It is not the next generation general-purpose bus. In contrast, the VME- and/or VSB-bus is needed to control the several VIBus-modules.

VIBus is an in-house design for a real time video bus, developed because there was no standard for a video bus when ELTEC entered the market 10 years ago. The main purpose of the VIBus is to achieve fast synchronous video data transfer.

Depending on the position in the conceptual image processing pipeline three classes of VIBus modules exist.

Front ends are usually interfaces to the special camera used in the application. They are VIBus masters and have only one VIBus-Out connector. Normally only one front end exists within one pipeline configuration.

Preprocessors are true pipeline modules. They are equipped with both VIBus In (slave) and Out (master). Several preprocessors can be used within one pipeline configuration. Their processing facilities must be seen on the signal level and related to context and structure of pixels within images.

Back-ends usually are general-purpose processors with flexible programming facilities to do the 'rest', to work on the output of the last preprocessor, interpret the extracted features and so on. They represent the interface between the iconic and the symbolic image processing stage. Just as front ends they are normally equipped with only one VIBus port, but their ports are slave types.

The standard VIBus applications are in the field of iconic image processing. A typical pipeline for example consists of:

- IPP-board digitizes the video data and controls foreground image memory. The MCI-product line interfaces non TV-standard cameras, like line scanners;
- One or more hardware processors to 'filter' and/or 'average' the incoming image;
- The SL-30 and IC40 boards for high-level image processing tasks.

In 1992 a new standart - the Digital Video Link (DVL) has been proposed by the German Vision Club to be used as a versatile and easy to implement high-speed video data transfer bus beneath standard buses. The basic idea of DVL is using one high-speed serial link to transfer data (e.g. images) and commands (e.g.

synchronization signals). **ELTEC** has already introduced its first DVL product, the VDC. The Video Data Converter includes a complete DVL and VIBus interface to realize a connection between the existing **ELTEC** image processing components and components of other suppliers with DVLIinterface. This 8-bit wide video port (VIB), allows the IPP board to build a very high performance image processing pipeline. This VIB pipeline physically ends at the VIB port of the **ELTEC** SL-30 or IC40. The slave board comprises of a local processor with an optional floating point coprocessor. Dual port video RAM is the on-board 'background' memory, where the video data flow ends. At the same time the original image (with or without graphical overlay) is stored at the 'foreground' memory and can be looked at via the monitor interface of the IPP-board. Because of its versatile and powerful processor, the SL-30 or IC40 board is suitable for all 'high level' image processing tasks. Other operations are also performed quickly due to the fact that the image is accessible on board, directly and randomly.

IPC (Image Processing Computer) and IC40 (Imaging Computer) - the unique image processing single boarder idea: All you need on only one board. The **ELTEC** IPC, IC40 and SL30 (Slave CPU) boards acquire images of standard TV compatible cameras, show the result on a monitor in real-time and process them locally. Like with the SL-30, the IPC and IC40 hardware is completely transparent. The local bus is dualported to support versatile coupling between the host and the image processing task. As a result, image processing is offloaded from the VMEbus which is then left free for process control or other tasks.

The special **ELTEC**'s hardware solution tries to provide very high computational power and specialized performance to the user.

Thinedge (Thinedge Processor) - VECTEX boardset part 1, extracts contours from grey-level images in real-time by computing gradient magnitude with orientation, then creating 1 pixel wide contours with orientation information by a hardwired contour follower. The resulting image is passed to the VIBus video port for further manipulation.

VECTOR (Vector Processor) - VECTEX boardset part2, converts the output of THINEDGE using a rule-based finite state machine to approximate the contours by straight lines. the vectorized contours are transmitted in a CAD-like data format to the host CPU via the VMEbus or VSB interface for further symbolic processing steps.

RCO-200 (Realtime Convolver Unit) - supports convolutions, correlations, median filtering, pattern matching, edge detection, etc. in real time. On-board convolver rank value filter and template matcher to perform adaptive filtering and correlation on 1D or 2D images.

ODG-200 (One-Dimensional gradient Processor) - performs image convolution with large kernels and long lines, texture analysis, runlength encoding with microblob suppression etc, in a VIBbus pipeline up to 16 MHz. The convolution unit consists of 4 convolvers cascaded or operate in parallel with their outputs connected to a LUT.

IRP (Image Resampling Processor) - designed for real time geometrical transformations like rotation, zooming, scaling, panning or warping. FIR filter up to 16 x 16 kernels by look-up-table and multiplier-accumulator. Two image swing buffers of 1 MB each for images up to 1024 x 1024 pixels. Two VIBus ports for pipeline configurations.

Several types of software support for image processing are provided. This support starts at the hardware dependent level. On this level the functionality of the different hardware configurations is available to the 'C' programmer in a suitable way. Most of these packages are available in 'C' source code. This support continues with a complete OS9 environment for IPC, IC40 and SL-30 boards which supports application programming and target systems with a maximum of transparency. The MGR package runs on the IC40 and provides a powerful and versatile graphical user interface. For the IC40, IPP board and the IPC computer the TopPic package is available. This software system allows complete target programming, developing of image processing algorithms and interactive image processing in research and technical applications. With over 800 available modules TopPic is one of the most complete packages for general image processing purposes on the high end microprocessor market.

ELTEC has introduced a couple of graphics interfaces. They all differ concerning performance, resolution, software support and technology providing a wide range for nearly every type of application - from lowcost VME graphics modules (MIG-1), lowcost graphics add-on submodules for **ELTEC** CPU's (Graphics IPIN) and CPU with on-board graphics (EUROCOM-16) to high resolution display supported AC40 and very high resolution display supported - VME modules (OPAC-200) and Workstation IPIN submodules.

ELTEC also provides a full range of accessories such as monitors and cameras which can be supplied separately, or integrated into complete image processing workstations by **ELTEC**'s integration department.

Among the image processing based best **ELTEC**'s applications are the realized projects in the field of:

- Character/Barcode Identification (CD identification systems, VIBAR barcode reading system, VICODE-recognition of characters and other codes);
- Colour Analysis (fundamental examinations for analysis of colours);
- Detection of Traffic Lanes (detection of traffic lanes and curves for electronic copilots);
- Quality Control/Band Material (automatic surface inspection of non-ferrous band material);
- Quality Control/Circuit Board (automatic soldered connection inspection system, component inspection of conventionally fitted circuit boards, soldered connection checking of circuit boards with mixed components);
- Quality Control/General (Configurable image processing system for universal use; TopPic - a program package for image analysis; VIKON - measurement of workpieces, inspection of surfaces and components; VITPICT universal image processing development system);
- Quality Control/High Gloss Tubes (Fully-automatic inspection of high-gloss drawn aluminium tubes);
- Quality Control/In-line Measurement (In-line measurement of the dimensions of continuous materials);
- Quality Control/Security (Finger print recognition in security applications);
- Quality Control/Wood Surface (Automatic inspection of wood surface);

- Robot Vision (VIRO - workpiece identification with detection of position and rotation).

In addition ELTEC works closely together with a number of integrators providing complete image processing solutions. Through this a link is established between the customer, with a specific requirement and us, the supplier, with our incomparably wide product range and with more than ten years experience in graphics and image processing.