



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

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

Мікропроцесорний контролер електрокардіографа для ПЕОМ

Сергій Вагін, Сергій Попов,
Юрій Потапович, Дмитро Прянишников

Дніпропетровський університет

Україна, 320625, Дніпропетровськ
просп. Гагаріна, 72
Тел.: (056) 246-55-97

За останній час цифрові засоби обробки інформації набувають все ширшого використання у різноманітних галузях, зокрема у медицині. При цьому широкого поширення набуває застосування в медичному експерименті персональних ЕОМ *IBM PC XT, AT*. Серед їхніх переваг приваблюють малі енергоспоживання та вага, порівняно невелика ціна, що вигідно відрізняє ці ЕОМ від більш потужних, застосування яких в медичному експерименті часто не є виправданим. При обробці результатів медичних досліджень (наприклад, електрокардіограм) часто виникає проблема ефективного представлення отриманої інформації. Це спричинюється порівняно великою кількістю експериментальних даних. Так, електрокардіограма знімається приблизно 5 хвилин, при цьому дані надходять з інтенсивністю 250–500 байт/с по кожному із 12 каналів. Тобто, швидкість надходження даних сягає 6кБ за секунду, а загальна кількість інформації становить 1,8 МБ, що значно перевищує місткість оперативної пам'яті ПЕОМ. Якщо ж розраховувати на аналоги *IBM XT* вітчизняного виробництва, ресурси зовнішньої пам'яті котрих порівняно невеликі, стає зрозумілою необхідність передобробки даних. При застосовуванні ПЕОМ можливі два принципово різних підходи. Перший з них — покласти на контролер електрокардіографа лише комутацію вхідних даних та аналого-цифрове перетворення. Головний недолік цього підходу — великі накладні витрати на обмін даними між контролером та ПЕОМ, що значно знижує ефективність системи в цілому. Інший шлях — покласти на контролер також функції передобробки та стискання даних. Це дає можливість відносно рідко проводити обмін, зменшує обсяг файлів з даними. Цей шлях і використано в даному контролері.

Контролер складається з таких функціональних вузлів: аналогового комутатора, блоку аналого-цифрового перетворення, блоку мікропроцесорної передобробки та вузла сполучення з ПЕОМ. Вхідні дані можуть надходити 16-ма каналами (це 12 каналів, що входять до стандартної схеми досліджень, та додаткові 4 канали, які можуть використовуватися, скажімо, для паралельного запису даних кров'яного тиску або дихання), тому виникає проблема їх комутації. Послідовність, в якій дані будуть оброблятися, залежить від конкретної конфігурації експерименту, яку встановлює користувач. З виходу комутатора дані надходять до АЦП, де перетворюються в цифрову форму. Після цього мікропроцесор читає отриманий на виході АЦП код та розпочинає передобробку (скажімо, пакування за методом

Хафмана). Після того, як певна кількість інформації буде оброблена, мікропроцесор подає до ПЕОМ сигнал запиту на переривання. Центральний процесор ПЕОМ при цьому припиняє обробку основної програми та переходить до обслуговування контролера. Для скорочення часу цієї обробки використовується прямий доступ до пам'яті ПЕОМ (ПДП). При цьому процесор ПЕОМ повинен лише ініціювати процес ПДП, для чого необхідно переслати певні значення до регістрів КПДП ЕОМ, встановивши значення адреси буфера, кількості байт, а також режим обміну. Потім він може повернутися до виконання головної програми. Після закінчення ПДП залишається або переслати дані до файлу, або продовжити їх обробку.

Таким чином, основний обсяг роботи, пов'язаної з обробкою інформації, покладено на контролер, що дає можливість використовувати для автоматизації медичних досліджень порівняно дешеві вітчизняні аналоги *IBM XT*.



Про один підхід до побудови інтерактивних систем розпізнавання та аналізу відеоінформації

Юрій Гунько, Михайло Попов

Київський інститут військово-повітряних сил

Україна, 252186, Київ
Повітрофлотський проспект, 30
Тел.: (044) 276-23-08

Розглядається проблема аналізу ситуацій, представлених у формі іконічної інформації, у реальному або квазіреальному масштабі часу. Під ситуацією мається на увазі один з можливих станів деякої просторової структури, що кількісно складається з елементів априорі відомої ультратранжени:

$$S = \langle I, K, K_1, K_2, \dots, K_M, R \rangle, \quad (1)$$

де I — ім'я структури (складного об'єкта); K — загальна кількість елементів в структурі; $K = \sum_{i=1}^M \#(K(I_i), I)$; K_j — кількість елементів (простих об'єктів) з ім'ям I_j , $j = 1, 2, \dots, M$, у структурі $K_j = \#(K(I_j), I)$; R — матриця, що відображає топологічні властивості елементів структури та визначає множину можливих станів структури.

Тепер такий аналіз виконується, в основному, людиною-оператором [1]. Разом з тим, в умовах дефіциту часу, наявності складних динамічних ситуацій ефективність роботи оператора різко знижується внаслідок необхідності обліку та оперативного запам'ятовування багатьох оціночних параметрів, швидкої їх зміни, а також через втомлення оператора.

Одним з напрямків вирішення вказаної проблеми є використання інтерактивних систем розпізнавання та аналізу відеоінформації ІСРАВІ, які дозволяють використовувати одночасно для досягнення поставленої мети пам'ять та швидкодію ЕОМ, зоровий аналізатор та інтуїцію людини.

При створенні систем необхідно вирішити ряд задач, а саме:

- визначити на основі відомих принципів [2] розподіл функцій між оператором та інформаційно-обчислювальним комплексом (ІОК);
- сформулювати вимоги до інтерфейсу «оператор ІОК»;
- визначити алгоритми аналізу відеоінформації ІОК.

В доповіді на основі проведених досліджень робиться висновок про необхідність автоматизації процедури пошуку об'єктів структури шляхом скорочення простору

пошуку, а також процедури інтерпретації просторової структури, що розглядається, по результатах розпізнавання оператором об'єктів, з яких ця структура складається. Автоматизація останньої процедури особливо актуальна у випадку одночасного відображення на моніторі частини площі предметної області, що не перебільшує по величині половини нижньої границі множини значень площ, які зайняті класом інтерпретованих структур, бо це потребує від оператора постійного утримання частини інформації в оперативній пам'яті.

З метою уникнення протиріччя між природою зображення та аналізом, що ґрунтується на використанні формального апарату, в системі пропонується використовувати два способи представлення відеоінформації: растрове представлення та представлення сукупністю об'єктів (елементів структури). Тоді на вхід ІОК від оператора буде надходити інформація про результати розпізнавання ним кожного j -го простого об'єкту у вигляді його імені I_j . Нечіткий характер даної інформації враховується шляхом введення в розгляд лінгвістичної змінної, значення якої використовується в процедурі інтерпретації [3].

Кожна структура, яка знаходиться в одному із можливих станів, що визначаються значеннями матриці, у теорії комплектів [4] однозначно буде визначатися кортежем $\langle I, K_1, K_2, \dots, K_M \rangle$. Отже, в рамках цієї теорії можливий розв'язок задачі розпізнавання зображеної структури S із апріорно відомої множини $\{S_L\}$. В розглянутій задачі можливий варіант, коли структура S може входити до складу структури більш високого рівня, об'єднуючи обмежену ультрамножину однопорядкових з S структур. Таких рівнів може бути кілька.

Тоді вся множина структур $\{S_L\}$ може бути представлена у вигляді розфарбованої сітки Петрі [5], де множині позицій сітки ставиться у відповідність опорна множина елементів структур:

$$G = (P, T, F), \quad P \cap T = \emptyset, \quad (2)$$

де $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{M+L}\}$ — множина позицій, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_L\}$ — множина переходів, F — множина дуг з маркіровкою, визначеною функцією $\mu: P \rightarrow N$, де N — множина натуральних (з нулем) чисел.

З метою здійснення процедури інтерпретації деякої структури S з множини $\{S_L\}$ на визначеній вище сітці Петрі за обмежене число кроків доповнимо її формалізм спеціальним чином, визначивши тим самим новий вид сіток, які по аналогії з [6] назвемо ультрасітками і для яких одночасно з маркіровкою першого роду, що задається функцією μ , визначимо маркіровку другого роду з функцією $\nu: P^+ \rightarrow N$, $\nu \rightarrow \mu$, де $P^+ \subset P$ — активна множина позицій, що визначає пошукову стратегію.

Таким чином, в ультрасітці спочатку виділяється деяка її частина (підсітка), і тільки тоді в цій частині проходить функціонування по типу сітки Петрі, а в частині, що залишилася, функціонування заборонено. Тим самим забезпечується комплексування двох стратегій розпізнавання і аналізу відеоінформації: управління ціллю та управління множиною даних [1, 7].

При цьому результати машинного моделювання в залежності від складності ситуації виявили 35–65 % підвищення ймовірності її ідентифікації.

Література

1. Искусственный интеллект. В 3-х книгах. Книга 2. Модели и метод. — М. : Радио и связь. — 1990 — 464 с.
2. Нормативные и дескриптивные модели принятия решений. — М. : Наука. — 1981 — 35 с.
3. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Крумберг О.А. Модели принятия решения на основе лингвистической переменной. — Рига : Зинатне. — 1982. — 256 с.

4. Cerf V., Fernandez E., Gostelow K., Volansky S. Formal Control Flow Properties of a Model of Computation. — Report ENG-7178, Computer Science Department, University of Carolina, Los Angeles, December 1971. — P. 81.
5. Котов В.Е. Сети Петри. — М. : Наука. — 1984. — 158 с.
6. Чечкин А.В. Математическая информатика. — М. : Наука. — 1991. — 416 с.
7. Попов М.А. Об использовании логического вывода для повышения достоверности распознавания в системах дистанционного зондирования — Тез. I Всесоюзной конференции «Распознавание образов и анализ изображений» (РОАИ-91), Минск, 14–18 окт. 1991 г., ч. II. — С. 125–128.



Автоматична класифікація в АСУ ТП на прикладі системи керування конвертерною плавкою

Петро Коваль, Олексій Мискі-оглу

Інститут кібернетики АН України

Україна, 252207, Київ
просп. Академіка Глушкова, 40
Тел.: (044) 265-82-62

Математична модель об'єкта керування, побудована на основі детального аналізу фізико-хімічних процесів, виявляється здебільшого дуже складною і включає велику кількість параметрів, що не можуть бути ідентифікованими за даними, одержаними в режимі нормальної експлуатації. Тому для потреб оперативного керування широко використовуються лінійні регресійні моделі. Ці моделі лише наближено відображають хід фізико-хімічних процесів об'єкту керування і тому можуть бути названі імітаційними [1]. Задовільна для потреб практики точність таких моделей досягається лише в обмеженій області зміни вхідних та вихідних величин. Тому при користуванні лінійними моделями потрібно чітко визначити ці межі і слідкувати за їх можливим порушенням в процесі роботи. Для виділення областей, де можуть бути використаними лінійні моделі, нами запропоновано скористатись методами автоматичної класифікації (АК).

Як відомо [2], для одержання більш простих моделей у практиці оперативного керування ТП використовуються деякі методи АК з метою поділу областей зміни параметрів на менші за об'ємом області. Так, в АСУ ТП конвертерної плавки регресійну модель плавки будують окремо для різних груп марок сталі, для кожного технічного режиму виплавки сталі та окремо по кожному діючому конверторі для врахування стану його футеровки. В тих випадках, коли наявність таких областей не є очевидною, використовуються методи автоматичної класифікації (АК). За допомогою АК в усій області значень вхідних та вихідних змінних виділяються підобласті, в межах яких залежність вихідної величини від вхідних близька до лінійної.

Висока ступінь невизначеності задачі АК при невідомому числі класів не дозволяє в даному випадку одержати потрібні результати безпосередньо. Оскільки в основу АК покладений аналіз взаємних відстаней, тобто АК виділяє кластери, моделлю яких є центр розсіяння, то виділені кластери будуть відповідати областям підвищеної густини безвідносно до властивостей моделі. Тому нами була введена нова модель кластера як результат розсіяння точки відносно площини у багатовимірному просторі ознак. Ця модель є лінійним розширенням розглядуваної раніше моделі кластера як розсіяння точки [3], оскільки проекція точок на вектор нормалі до площини матиме вигляд центру розсіяння точки. Процес АК при цьому дещо ускладнюється, перетворюючись у ієрархічну процедуру. Спочатку слід провести АК у заданому просторі ознак і вибрати найбільший за об'ємом кластер. Для аналізу взаємного розміщення точок у ньому слід обчислити кореляційну матрицю та відшукати її власні числа і

власні вектори. Кластер може розглядатись як результат розсіяння точок довкола площини, якщо найменше власне число кореляційної матриці близьке до нуля. Власний вектор, що відповідає найменшому власному числу, буде вектором нормалі цієї площини. Склад кластеру може послідовно уточнюватись по проекції всіх точок на знайдений вектор нормалі до площини. Виділений кластер слід вилучити зі складу множини даних і продовжити процес АК.

Оскільки дані для проведення АК можуть бути одержані лише в умовах нормальної експлуатації, то їх безпосереднє використання створює ряд труднощів, і потрібна попередня обробка даних. Заповнення простору ознак для АК, що включає всі вхідні та вихідні змінні, дуже нерівномірне. Характер розподілу точок відбиває особливості технологічного процесу на попередній стадії і не пов'язаний з особливостями самого процесу плавки. Для АК з метою виділення областей лінійності потрібно формувати в просторі ознак опорну множину точок, яка більш-менш рівномірно заповнювала б цей простір. Цього можна досягти за допомогою такої ієрархічної процедури. Задавши об'єм множини, заповнюємо її спочатку довільними точками. За допомогою кореляційного критерію оцінюємо ступінь рівномірності, тобто коефіцієнт кореляції з ідеально рівномірною множиною. Нова точка може бути включеною до складу опорної множини, якщо вона збільшує коефіцієнт кореляції, при цьому з її складу виключається точка, яка цей коефіцієнт зменшує. Остаточний склад опорної множини формується після обробки всього масиву даних.

Оскільки робота автоматизованої системи керування з участю оператора спрямована на стабілізацію вихідних величин, то це не дозволяє при побудові математичної моделі визначити коефіцієнти передачі об'єкту. Для ідентифікації об'єкту потрібно розірвати коло зворотного зв'язку в системі керування. У випадку промислового об'єкту, яким є конвертерний цех, можливість проведення активного експерименту виключена, тому нами були використані дані, одержані на невдало проведених плавках, та плавках, проведених з відхиленням від технологічної інструкції.

В системі керування конвертерною плавкою при виплавці низьковуглецевої сталі основним завданням є одержання по закінченню плавки заданої температури металу. Прогноз температури проводять здебільшого по лінійній регресійній моделі, тому задовільна точність прогнозу досягається лише у випадку стандартного ходу плавки. В умовах виробництва точне дотримання технологічної інструкції є скоріш винятком, ніж правилом, тому була поставлена задача за допомогою АК визначити границі застосування лінійної регресії. При побудові математичної моделі залежності температури металу від керуючих діянь за допомогою АК, було виділено два кластери і побудовані дві регресійні моделі. Їх використання для прогнозу температури дозволило значно зменшити величину дисперсії прогнозу порівняно з прогнозом по одній моделі і зберегти задану точність прогнозу для плавок, проведених із значними відхиленнями від інструкції.

Література

1. Васильев В.И., Коваль П.Н., Коноваленко В.В., Лазаренко И.Ю. Принципы имитационного управления // Кибернетика и вычисл. техника. — 1982 — Вып. 57. — С. 41–54.
2. *Современные методы идентификации систем.* — Пер. с англ. / Под ред. П. Эйкхоффа. — М.: Мир, 1983. — 400 с.
3. Коваль П.Н. Использование автоматической классификации для выделения технологических ситуаций в системах принятия решений // Кибернетика и вычисл. техника. — 1991. — Вып. 92. — С. 86–89.

Магнітооптичні модулятори світла на основі ферит-гранатових магнітних плівок

Богдан Оленяк, Олександр Скринський, Андрій Шаблатович

Київський політехнічний інститут

Україна, 252056, Київ
просп. Перемоги, 37
Тел.: (044) 441-98-56

Розглядаються параметри створеного авторами двовимірного магніто-оптичного модулятора світла (МОМС) з адресацією інформації імпульсами струму. Порівнюються параметри різних типів модуляторів. Наводяться приклади застосування МОМС в системах оптоелектронної обробки інформації та оптичного зв'язку. Обговорюються перспективи подальшої розробки і застосування МОМС з різними типами адресації інформації.

МОМС з адресацією інформації імпульсами струму виготовлено на монокристалічних Bi -заміщених ферит-гранатових магнітних плівках (ФГМП) складу $(Y, Bi, Sm, Lu, Ca)_3(Fe, Ge)_5O_{12}$. Основні параметри пристрою: розмір елемента $l = 125 \times 125$ мкм, кількість елементів $N = 32 \times 32$, час перемикання елемента $\tau = 3$ мкс оптичний контраст $R \geq 100:1$ (без покриття), оптична ефективність (на $\lambda = 0,63$ мкм) $\eta \sim 10\%$, що дозволяє стикуватись з серійними фотодіодними та ПЗЗ-матрицями.

Параметри МОМС LIGHT-MOD і SIGHT-MOD фірм *Litton Data System* та *Semetex Corp.* (США): $N = 48 \times 48$, $L \sim 100$ мкм, $\eta \sim 10\%$, $R = 1000:1$, $\tau = 1$ мкс. Аналогів в Україні і в СНД немає.

Основні переваги МОМС порівняно з рідкокристалевими, електрооптичними, мембранними та іншими транспарантами: велика швидкодія (< 1 мкс/ел.); високий оптичний контраст ($\geq 1000:1$); енергонезалежне та необмежене в часі зберігання записаної інформації; висока стійкість записаної інформації щодо зовнішніх факторів (температури, електромагнітних полів, радіації); відсутність залишкових явищ при стиранні інформації.

Приклади застосування МОМС.

1. *Відображення інформації*: плоскі дисплеї, екрани, оптичні принтери. МО лінійка LISA-2500 фірми *Philips* виводить сторінку тексту формату А4 за 2 сек, з роздільною здатністю 120 см^{-1} .

2. *Введення інформації в оптичний канал*: чисто фазові та амплітудні транспаранти і Фур'є-фільтри.

2.1. Використання в асоціативному запам'ятовуючому пристрої, об'єднаному з РЛС, 32-х паралельно працюючих матричних МОМС, при швидкості репрограмування 1000 кадр./с, дозволяє розрізнити 50-тисантиметрові деталі літака.

2.2. Застосування МОМС при створенні голографічного ключа для систем захисту інформації від несанкціонованого доступу, в т.ч. при комп'ютерному зв'язку по відкритих телефонних каналах, дає криптографічний захист $> 10^{20}$.

2.3. Псевдокольорове кодування (по методу z -модуляції) вхідного чорно-білого зображення об'єкту при роботі з білим світлом.

2.4. Підвищення контрасту та оконтуровування зображень, пряма фільтрація та інші традиційні застосування.

3. *Комутація оптичної інформації*: оптичний дефлектор, оптичний ключ.

Матричний комутатор 4×4 оптоволоконних каналів корпорації *Thinking Machines* забезпечує швидкість передачі ≥ 400 Мбіт/с при часі реконфігурації 5 мкс.

На основі створеного МОМС розглядається комутатор $N \times N$ ($N \leq 32$) оптичних каналів. Мультиплексор-демультиплексор може бути виконаний на дискретних інтегральних елементах або по гібридній схемі.

Для обробки високоінформативних об'єктів пропонується МОМС з електронно-променевою записом інформації до 10^6 біт на площі $5 \times 5 \text{ см}^2$, і швидкістю її вводу близько 100 кГц. Патентовані авторські ідеї дозволяють уникнути традиційного «розповзання» інформації. Слід відзначити, що вищезначені параметри не є граничними. Можна досягти об'єму запису інформації до 10^7 біт і швидкості вводу около 10 МГц для МОМС з адресацією електронним променем, а для адресації струмом — об'єму 10^4 біт і часу перемкнення $\leq 100 \text{ нс}$.



Утворення та діяльність Українського національного комітету міжнародного товариства оптичної техніки SPIE/UNC

Олександр Столяренко

Інститут напівпровідників АН України

Україна, 252028, Київ
просп. Науки, 45
Тел.: (044) 265-61-78

6 травня 1992 року в Україні відбулася установча конференція SPIE/UNC. На сьогодні SPIE/UNC налічує понад 70 індивідуальних та 20 колективних членів, які представляють майже всі області України. SPIE — міжнародне неприбуткове товариство, яке має на меті розвиток і застосування наукових розробок в галузі оптики, електрооптики, оптоелектроніки, а також відповідних приладів, систем та технологій.

Товариство об'єднує вчених, інженерів та користувачів, які зацікавлені у практичному застосуванні оптичних технологій. SPIE надає можливість для обміну новими розробками та публікаціями через свою видавничу діяльність і проведення симпозіумів.

Свою професійну діяльність SPIE проводить через тематичні робочі групи, серед яких, відповідно до тематики конференції, варто відмітити такі:

Electronic Imaging — тематика групи охоплює отримання зображень, їх обробку, зберігання, передачу, отримання твердих копій. Прикладні області включають автоматизацію в промисловості, графічні роботи, дистанційне спостереження, телебачення високої чіткості, передачу телезображення через оптичне волокно, атмосферний зв'язок та зображення в медицині;

Image and Signal Processing — тематика групи охоплює комп'ютерну технологію, паралельні обчислення, розпізнавання образів, відновлення зображень, згортку та інверсну фільтрацію, підсилення, стиснення, моделювання та кодування, лінійну та нелінійну фільтрації, кореляційні алгоритми, пристрої та архітектури, нейронні мережі, асоціативні процесори тощо. Застосування одного та двовимірних модуляторів світла в обробці зображень, акустооптична обробка сигналів, спектральний аналіз, голографія, комп'ютерний синтез голограм;

Robotics — тематика групи це інтелектуальні роботи, комп'ютерний зір, мобільні роботи, візуальний зв'язок, телероботи, криві та поверхні, модельний зір.

SPIE видає щомісячний журнал «Optical Engineering», щомісячну газету «OE Reports», тематичні збірки та збірки текстів доповідей конференцій «Proceedings». Члени SPIE отримують річну підписку на журнал товариства (колективні члени) та газету товариства (індивідуальні члени), а також їм надається можливість користуватися бібліотекою SPIE, що розташована в Інституті напівпровідників АН України і налічує понад 300 томів «Proceedings».

