

УДК 681.3

## ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ ДАНИХ У МАТЕРІАЛОЗНАВСТВІ

© Б. Деркач, В. Кожан

Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенка НАНУ

*Розглянуто структуру та функціональні вимоги до системи обробки та збереження зображень. Запропоновані підходи, які дозволять підвищити ефективність такої системи за рахунок стиску зображень та за рахунок операцій зі стиснутими зображеннями.*

*The purpose of the article is to present functional requirements and description for image based information system. Some ways to improve performance of such system using image compression and operations with compressed images are presented.*

До найбільш поширених в матеріалознавстві методів для отримання інформації про властивості матеріалів, їх змін залежно від хімічного складу, структури, обробки і режимів експлуатації належать методи, використання яких дозволяє безпосередньо визначати побудову матеріалу. Це так звані структурні методи, зокрема методи мікроскопічного, макроскопічного та рентгенівського аналізу, методи, які базуються на зв'язку між структурою та властивостями матеріалу.

Існує тісний взаємозв'язок між властивостями матеріалів та їх внутрішньою будовою. Матеріалам властива визначена внутрішня архітектура – ієрархічна послідовність структурних рівнів. Вона є достатньо складною і пояснює все різноманіття властивостей, притаманне матеріалам. Якщо вивчити внутрішню структуру матеріалу, тобто певне розміщення та конфігурацію складових компонентів, то властивості і поведінку того чи іншого матеріалу можна визначити апіорі.

Вивчення взаємозв'язків між структурою, властивостями та поведінкою матеріалів, а також залежності цих взаємозв'язків від методів обробки значною мірою залежить від принципів, методів та засобів реєстрації, відбору, обробки та розпізнавання зображень структури матеріалів. На сьогодні існує великий арсенал засобів для розв'язання таких задач [6].

Структурні методи дослідження матеріалів і перш за все методи мікроскопічного аналізу широко використовуються для вивчення металів. Перевага цих методів полягає в тому, що між структурою металу і його властивостями існує якісний зв'язок. Це дозволяє методами мікро/макроаналізу досліджувати напрямки змін механічних, фізичних і хімічних властивостей при відповідних змінах у структурах, а також виявляти їх причини. За даними структурних досліджень можливо вказати шляхи ефективного покращання структури і властивостей металів, а отже, прогнозувати експлуатаційну надійність виробів.

Об'єктом дослідження в структурних методах є графічні дані, отримані мікроскопом, на яких достатньо добре розпізнаються конструктивні елементи матеріалу. Об'єкт аналізу (зріз зразка матеріалу) за допомогою технічних засобів вводиться в комп'ютер у вигляді зображення (матриці відліків). Введення графічних даних у

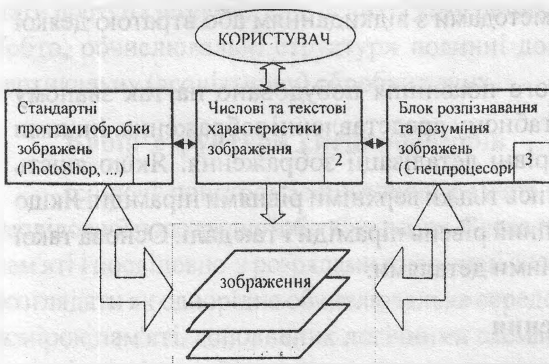
комп'ютер – це отримання зображення на фотопластині за допомогою мікроскопа з подальшим використанням пристрою введення (телекамери, сканера) для занесення його у комп'ютер як вихідного для подальшої обробки та аналізу. Для якісного візуального сприйняття, ефективного розпізнавання і аналізу графічних даних виникає необхідність у проведенні фільтрації і попередньої обробки графічних даних, зашумлених і спотворених технічними засобами отримання зображення.

Сьогодні теоретичні і практичні аспекти розробки та функціонування графічних баз даних є добре вивчені. Під графічними розумітимемо бази даних, які орієнтовані на роботу з графічними об'єктами (зображення, малюнки). Основною характерною ознакою такого об'єкта є те, що він містить інформацію про просторово розміщені дані, на відміну від скалярних даних, таких як числа або текст. Найбільш поширеним прикладом такого об'єкта є записане в комп'ютер зображення у вигляді фотографії, наприклад, фотографії відбитків пальців, матеріалу, отриманого з електронного мікроскопа та ін. Кожному елементу зображення (пікселю) ставиться у відповідність величина (число), яка характеризує яскравість об'єкта. Найбільш поширеними форматами комп'ютерного представлення в даний час є графічні *bmp, pcx* та ін. Засоби зберігання зображень об'єктів мають практично всі сучасні системи управління базами даних (СУБД). Наприклад, найбільш популярна СУБД *ACCESS* фірми *Microsoft* має засоби для роботи з графічними об'єктами, який ґрунтується на механізмі *OLE (Object Linking and Embedding)*. Він дозволяє два варіанти роботи з графічними об'єктами баз даних. Перший - вставка графічного об'єкта безпосередньо в файл бази даних і другий - у базі даних зберігається тільки посилання на джерело, в якому міститься зв'язане зображення.

Незважаючи на прогрес, досягнутий в області побудови графічних баз даних, все ще "вузьким" місцем залишаються операції, пов'язані з обробкою та розпізнаванням зображень, які мають на декілька порядків більшу трудомісткість порівняно з іншими операціями. Мета даної статті - вказати деякі можливі шляхи вирішення цієї проблеми.

### Опис структури бази даних

Схема типової СУБД для роботи з графічними даними зображена на рисунку. Блок 2 призначений для обробки та збереження алфавітно-цифрової інформації, є типовим блоком стандартної системи управління базами даних. Через нього відбувається взаємодія з користувачем та управління іншими блоками.



Структура графічної бази даних.

Попередній аналіз зображення (блок 1) та отримання основних його характеристик здійснюється за допомогою одного з відомих програмних засобів або іншими прикладними програмами залежно від предметної області, до якої належить зображення. Для редагування та обробки зображень існують спеціальні програми, наприклад, *Paint, Corel Draw, Photoshop* та ін. Такий аналіз, як правило,

робиться на етапі отримання зображення, перед його вводом у базу даних.

З іншого боку, легко передбачити, що для ефективного функціонування цієї системи необхідно виконувати такі операції, як розпізнавання зображень (пошук заданого зображення за допомогою еталона), згортку зображень та інші, які вимагають значно більшої продуктивності. Зі зростанням об'єму графічної бази даних на перший план можуть вийти питання, пов'язані зі стиском даних, а також операції зі стиснутими даними. Вирішують їх за допомогою блока 3.

### **Основні вимоги до блоку обробки та розпізнавання зображень.**

Як правило, поставлені завдання вирішуються за допомогою спеціалізованих обчислювальних систем (спецпроцесорів). В наш час вони набули такого поширення, що стають невідомою складовою частиною персональних комп'ютерів та телевізійних систем, які перетворюються в мультимедійні системи обробки інформації. Основними вимогами до спецпроцесорів є:

- конвеєрність, регулярність та модульність структури, що дозволяють їх реалізувати за допомогою технології надвеликих інтегральних схем (НВІС);
- можливість нарощування залежно від розміру задачі;
- низькі втрати на міжпроцесорні та міжблокові зв'язки;
- висока надійність та живучість.

Розглянемо детальніше алгоритми та структури, які можна застосовувати при організації роботи блока 3. Насамперед значно підвищити ефективність роботи такої системи можна за рахунок стиску даних. Маємо на увазі системи, які не чутливі до втрати деякої частки інформації. Такі системи особливо поширені в останні роки через введення в практику методів кодування, які дозволяють значно збільшити стиск зображення до величин порядку 30 : 1. Збільшити коефіцієнт стиску, який визначається співвідношенням між масивом початкових даних і масивом даних стиснутого зображення, можна тільки за умови втрати деякої кількості інформації. При цьому така втрата не повинна відчутно погіршувати якість зображення. Ці методи кодування отримали назву [7] методів кодування зображень другого покоління. Можливість стиску зображення тут забезпечується за допомогою деяких властивостей людського зору, які закладаються у відповідні математичні моделі. На основі цих моделей пропонуються підходи, що дозволяють значно збільшити ступінь стиску зображення зі збереженням достатньо високої якості. В тому полягає основна відмінність, яка характеризує вказані методи. Тобто вони за своєю природою є методами з відкиданням або втратою деякої кількості інформації.

Більшість методів кодування другого покоління побудовано на так званому пірамідальному підході або на різномасштабному представленні зображення. Іншими словами, вони повинні допускати різні рівні деталізації зображення. Якщо якість зображення задовільна, то можна обмежитись тільки верхніми рівнями піраміди. Якщо ж незадовільна, то потрібно задіяти наступний рівень піраміди і так далі. Основа такої піраміди - повне зображення з усіма дрібними деталями.

### **Вибір алгоритму стиску зображення**

Окрім вимоги щодо ступеня стиску зображення, критеріїв якості, важливою ви-

могою до вибору алгоритма стиску є те, що структури даних повинні дозволяти роботу із стиснутим зображенням. Тобто, якщо зворотний процес отримання початкового зображення із стиснутого не завжди є необхідним, то це дозволяє значно підвищити ефективність системи загалом виключенням цих взаємообернених операцій.

Одним з таких методів, який задовольняє цю вимогу, є кодування зображень за допомогою квадрант-дерев [1]. Кодування відбувається так. Нехай дано зображення розміром  $N \times N$ , де  $N$  - величина степеня 2 ( $N = 2^n$ ). З початкового зображення  $I$  розміром  $2^n$  на  $2^n$  отримуємо квадрант-дерево так. Коренева вершина дерева відповідає всьому зображенню  $I$ . Від неї виходять чотири дуги до чергових чотирьох вершин, які відповідають чотирьом квадрантам вихідного зображення. Вершина дерева вважається кінцевою, якщо фрагмент зображення, якому вона відповідає, достатньо однорідний за деяким критерієм а отже, немає сенсу його далі дробити. Коли зображення бінарне, вершина дерева вважається кінцевою, якщо відповідає блоку зображення, що складається тільки з нулів або тільки з одиниць. В іншому випадку вона вважається "сірою" і ділення продовжується.

Покажемо перевагу застосування квадрант-дерев на прикладі обчислення моментів зображення, які використовуються багатьма алгоритмами розпізнавання зображень, оскільки характеризують його розташування і геометричні розміри. Якщо задано зображення  $I = f(x, y)$ , то  $(i, j)$  момент зображення визначається так:

$$m_{ij} = \sum \sum f(x, y) x^i y^j,$$

де сума береться за всіма точками зображення.

Для бінарного зображення момент  $m_{00}$  - проста сума одиничних пікселів зображення. Користуючись моментами, можна визначити центральну точку зображення як таку, що має координати  $(m_{10}/m_{00}, m_{01}/m_{00})$ . Встановлення цієї точки важливе для подальшої роботи багатьох алгоритмів розпізнавання, які обчислюють параметри геометричної форми об'єкта.

Оскільки момент зображення є сумою моментів його блоків, подання за допомогою квадрант-дерев дозволяє ефективно реалізувати обчислення моментів зображення. Тобто обчислення моментів зображення не вимагає зворотнього переходу до початкового зображення.

Цей приклад також свідчить що, для ефективної реалізації алгоритмів необхідно мати доступ і до самих слів даних, і до окремих розрядів слова стиснутого зображення. Тобто, обчислювальні структури повинні допускати горизонтальну (традиційну) і вертикальну (асоціативну) обробки даних.

### Вибір структури спецпроцесорів

Існуючі пристрої асоціативної пам'яті побудовані за принципом паралельно-послідовної порозрядної обробки даних. Слова порівнюються паралельно з усіма словами пам'яті і послідовно з розрядами в середині слова. Технічно асоціативну пам'ять можна розглядати як однорідне обчислювальне середовище, яке складається з однорозрядних комірок пам'яті, доповнених логічними схемами для порівняння даних та їх передачі сусіднім коміркам. Розглядаючи схемно-технічну реалізацію асоціативної пам'яті, можна побачити значну подібність з однорідними обчислювальними середовищами (ООС).

За аналогією з асоціативною пам'яттю ООС можна розглядати як матрицю однобітових запам'ятовувальних елементів, доповнених логічними схемами обробки (однорозрядний процесор) та передачі даних у потрібному напрямку.

Подібність схемно-технічної реалізації в обох наведених випадках наштовхує на думку про можливість суміщення високопаралельної обробки інформації та асоціативної обробки даних. Такі структури запропоновані раніше в [2]. Описана структура реалізує принцип асоціативної обробки інформації на основі операції пошуку за збігом. Важливе значення мають також й інші інформаційно-логічні операції, які реалізуються над масивами даних. Серед них пошук всіх менших від заданого числа, пошук всіх більших від заданого числа, пошук всіх чисел в заданому інтервалі та ін. Для реалізації кожної з названих масових інформаційно-логічних операцій можна запропонувати окрему структуру, яка отримала назву спеціалізований однорідний паралельний процесор. В таких процесорах основна базова операція виконується апаратно, що забезпечує дуже високу швидкодію, особливо на операціях із зображеннями.

Нами запропоновано також ряд алгоритмів та структур спецпроцесорів, які використовують операції з розрідженими поліномами. Ці операції можна ефективно використовувати у розв'язках багатьох задач кодування з метою стиску інформації, а також виявлення і виправлення помилок, в криптографічних алгоритмах. Наші рішення задовольняють вимогу мати хороші алгоритми, які можна було б легко реалізувати з використанням НВІС технології [3,5].

Для систем, виконаних за технологією НВІС, суттєвою проблемою є передача даних та затрати на міжпроцесорні зв'язки.

Під час розв'язування складних задач у реальному масштабі часу виникає необхідність розробити ефективні методи просторово-часового узгодження в макроконвеєрі спеціалізованих обчислювачів (як правило, різної конфігурації), пов'язаних умовами розв'язку задачі, за яких форми інформаційних потоків даних на виходах одних процесорів пристосовуються для подачі на входи інших. Один із підходів для вирішення цієї проблеми - проектування блоків узгодження (конверторів) для забезпечення конвеєризації даних між матричними процесорами. Нами розроблені спеціалізовані структури для розв'язку цієї задачі з використанням конвеєрних схем на рівні матричних процесорів [4].

Такий підхід характерний для динамічного макроконвеєра, де використовують множину спеціалізованих обчислювачів, які за необхідності (залежно від поставленої задачі) можуть змінюватися. Тоді застосовують універсальні конвертори. Ця стратегія властива системам, у яких схема зв'язків не детермінована. Вибір характеру реконфігурації визначається вимогами області застосувань (робота в реальному часі, надійність). Структура універсального конвертора, який відповідає цим вимогам, описана в [4].

Отже, використовуючи наведені вище результати в області розробки високопродуктивних спецпроцесорів для стиску та розпізнавання зображень, завдяки запропонованим алгоритмам і структурам можна підвищити ефективність функціонування графічних баз даних, скоротити об'єм необхідної пам'яті та затрати на міжпроцесорну взаємодію.

Запропоновано розробку бази зображень та бази структур зображень з використанням СУБД ACCESS як складової експертної інформаційно-аналітичної системи розпізнавання та аналізу просторово-часової структури матеріалів.

1. Деркач Б.Т., Кожан В.П. Реалізація алгоритмів обробки зображень, представлених за допомогою квадрантдерев// Відбір і обробка інформації. 1999, Вип.13. С.148-153
2. Деркач Б.Т. Реалізація асоціативних обчислювальних структур на ООС//Там же 1998, Вип.12. С.139-144
3. Кожан В.П., Деркач Б.Т. Множення в кільці многочленів. //Автоматика-97, т. 4, С. 27.
4. Кожан В.П., Деркач Б.Т., Мандзюк Т.П. Організація обчислювального процесу в макроконверсі спеціалізованих процесорів// Відбір і обробка інформації. 1999, Вип.13. С.163-168
5. Кун С. Матричні процесори на СБИС. М., 1991.
6. Механика разрушения и прочность материалов. Справочное пособие. / Під. ред. В.В. Панасюка, К., 1990, т. 4.
7. Reid M.M., Millar R.J., Black N.D. Second - Generation Image Coding. An Overview //ACM Computing Surveys. 1997, 29, No.1. P.3-30 .

УДК.681.3-620.179

## АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОЧАСТОТНОГО МЕТОДУ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ЩІЛИНИ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ТОВЩИНОМІРІ

© І. Бучма

Національний університет "Львівська політехніка"

*Проаналізовано вплив щілини на похибку двочастотного товщиноміра сталевих листових конструкцій. Одержано аналітичні вирази для оцінки зменшення впливу щілини на результат вимірювання.*

*Influence of clearance at the error of two-frequency thickness meter of steel sheet design are examined. Analytical expressions for estimation of decrement that influence are received.*

У процесі експлуатації важливих крупногабаритних виробів із сталевих листів, наприклад, таких як нафтоналивні резервуари, конструкції мостів, оболонки суден, необхідно періодично стежити за їх корозійним станом. Так, зменшення товщини сталеві оболонки нафтоналивного резервуару з 12мм до 5÷6 мм може призвести до вибухо-небезпечної ситуації з важкими наслідками [1].

Для такого стеження розробляють автоматизовані системи вимірювання товщини листів. Вже створені спеціальні роботи на магнітних колесах [9]. Але відсутність відповідного товщиноміра гальмує процес створення автоматизованої системи вцілому.

Специфіка таких вимірювань полягає в тому, що: 1) має місце тільки односторонній доступ до сталевих листа; 2) нерівномірний розвиток корозійних процесів вимагає