

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г.В.КАРПЕНКА

На правах рукопису

ОПІР
Наталія Василівна

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ОБРОБКИ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ
В НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ

Спеціальність: 05.13.04 автоматизовані системи
управління та системи обробки інформації

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

ЛЬВІВ-1995

АВ 32,977

Дисертація в рукопис.

Робота виконана у Фізико-механічному інституті ім.Г.В.Керпюнка Національної академії наук України

Наукові керівники: доктор фізико-математичних наук,
ПЦОВ Богдан Олександрович,
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
ВОРОБЕЛЬ Роман Антонович

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор,
ДУДИКЕВИЧ Валерій Богданович,
кандидат технічних наук,
ЛУКЕНІК Адольф Антонович

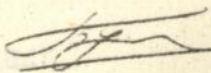
Провідна установа: Інститут проблем математичних машин і систем НАН України, м.Київ

Захист відбудеться 10. 10 1995 р. о 16 год. на засіданні спеціалізованої ради Д 04.01.02 при Фізико-механічному інституті НАН України (290601, м.Львів, вул.Наукова,5).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці інституту (вул.Наукова,5).

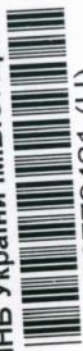
Автореферат розісланий - 9 - вересня 1995 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, канд.техн.наук, ст.наук.сп.

 Р.А.БУНЬ

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

ЛНБ України ім.В.Стефаника
00779421 (U)



ДВ-32.971-3 -
Актуальність проблеми. Контроль якості продукції - одне

в наймасовіших технічних операціях, яку виконує штат контролерів відділів технічного контролю підприємств. До недавнього часу обробка інформації від первинних приладів неруйнівного контролю (НК) проводилась в основному в аналоговій формі, оскільки більшість первинних перетворювачів апаратури НК-аналогові. В багатьох випадках, особливо це актуально при контролі крупногабаритних виробів з композиційних матеріалів, критерієм дефектності виробу є площа дефектних областей. Для механізованого контролю в промисловості застосовується аналогова техніка з наступною реєстрацією на самописцях. Кінцеве рішення про якість виробу вносить оператор, порівнюючи площі дефектів, зареєстрованих на дефектограмі із пороговими значеннями. Результати контрольних операцій у великій мірі залежать від кваліфікації, досвіду та інших суб'єктивних якостей людини. Використання ручного контролю характеризується невисокою продуктивністю і необ'єктивністю через швидку втомлюваність операторів. Продуктивність таких систем і якість їх контролю, визначається суб'єктивними оцінками оператора. Підвищують достовірність результатів контролю як апаратними засобами, так і відповідними методами обробки результатів контролю.

Автоматизація НК розвинулась з появою мікропроцесорів. Самі дефектоскопи мають вбудований мікропроцесорний блок. Вони компактні. Дані контролю видають у вигляді зображення. Однак введення додаткових алгоритмів обробки даних, їх модифікація, пов'язані з відповідними труднощами, а в багатьох випадках є неможливим. Тому актуальною проблемою є створен-

ня і впровадження в практику автоматизованих систем неруйнівного контролю якості матеріалів та виробів.

Використання засобів обчислювальної техніки відкриває принципово нові можливості покращення метрологічних і діагностичних характеристик засобів контролю, спрощує апаратну частину комплексу і збільшує надійність за рахунок передачі комп'ютеру більшості функцій по обробці інформації. Існують системи дефектоскопії, які використовують обчислювальну техніку. Виготовляються прилади, в яких комп'ютер є частиною єдиного блоку-приладу.

Переважає більшість систем - спеціалізовані системи, орієнтовані на певний фізичний метод проведення дефектоскопії. Цифрову обробку даних в комп'ютері можна зробити більш універсальною, розглядаючи дані про дефектність виробу, як зображення, використовувати автоматизовані системи обробки зображень (АСОЗ) для НК.

В АСОЗ НК важливим є сприйняття інформації людиною-оператором, а також обробка отриманої інформації з метою визначення дефектності виробу. По візуальному вигляді дефектних областей людина часто робить висновок про дефектність виробу. Тому покращення візуальної якості зображення, аналіз дефектів, їх класифікація, визначення їх числових характеристик є важливими задачами в автоматизованих системах обробки зображень неруйнівного контролю.

Стан проблеми. В даний час в напрямку створення автоматизованих систем обробки результатів неруйнівного контролю проводяться інтенсивні роботи. Питанням розробки автоматизованих систем неруйнівного контролю присвячено ряд робіт ог-

лядового характеру В.І. Горбунова, В.В.Кльєва, А.І.Потапова, В.П.Маланчука. Так, якщо дефектні області можна розглядати як зображення, то виявлення дефектних областей зводиться до задач обробки зображень. Ця проблема розглядається в багатьох роботах. Зокрема, проблемі покращення зображення присвячено багато робіт У.Претта, Р.Гонзалеса, Т.С. Хуанга, Л.П.Ярославського та інших. Це роботи по усуненню шумів, перетворенню рівнів яскравості, виділення границь. В працях Р.Гонзалеса, Е. Гордона, Д.Багдаді розглядається покращення зображення в точки зору його візуального сприйняття. Але в запропонованих там методах губляться дрібні деталі зображення. Для усунення цього недоліку в дисертаційній роботі пропонуються методи збільшення контрастності дрібних і малоконтрастних деталей.

Кінцевий результат роботи АСОЗ НК - визначити дефектність виробу. Коли критерієм дефектності є площа дефекту, то виникає потреба перетворити багатоградіаційне зображення в біварне і виділити дефектні області. Тому в АСОЗ НК важливе місце займає питання вибору порогу бінаривації, яке є частковою задачею сегментації зображення. Цій проблемі присвячені праці У.Претта, А.Розенфельда, Т.Морріна, Д.А.Денісова та інших, в яких поріг в основному визначається на основі гістограм. Але в більшості випадків гістограми не мають чітких піків і запропонованими методами важко визначити поріг бінаривації. Пропонується адаптивний метод визначення порогу бінаривації зображення, де враховується розподіл яскравості в околі поточної точки.

Проблема виділення контурів розглядається в літературі

у більшості випадків як задача високочастотної фільтрації. Запропоновані методи відносяться, в основному, до виділення контурних перепадів, використовувачи лінійні і нелінійні методи контрастування. В роботах В.В.Мацелло, С.Я.Тірського пропонуються алгоритми виділення контуру однозв'язної області, однак, при обробці дефектоскопічної інформації часто "дефектна" зона представлена як багатозв'язна область і потрібна табличне представлення контурів цієї області для наступної обробки і архівування, а також для визначення числових характеристик окремих дефектів, тому розробка відповідних методів і алгоритмів є актуальною задачею в дефектоскопії.

Мета роботи та задачі дослідження. Метою роботи є створення інформаційних технологій обробки візуальної інформації в неруйнівному контролі.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі розв'язувались такі задачі:

- розробка принципів побудови АСОЗ НК, на основі методики неруйнівного контролю і врахування особливостей дефектоскопічної інформації;
- аналіз існуючих та розробка нових методів і алгоритмів покращення зображення з врахуванням законів візуального сприйняття;
- розробка методу і алгоритму перетворення багатоградцінного зображення в бінарне з врахуванням специфіки вхідної інформації;
- обґрунтування і розробка алгоритму виділення контурів багатозв'язних областей бінарного зображення;

- розробка структури програмного забезпечення для інформаційних технологій в АСОЗ НК, організація діалогу оператора з ЕОМ, створення АСОЗ НК.

Методи дослідження. При виконанні роботи використовувались методи та математичний апарат теорії системного аналізу, теорії інформації, теорії множин, загальні методи математичного аналізу, обчислювальної математики, програмування, структурного програмування, теорії апроксимації.

Теоретичний аналіз в роботі поєднується з розробкою практично придатних алгоритмів і побудовою комплексу програм, які експлуатуються на виробництві.

Наукові новизни роботи полягає в наступному:

- розроблено основні ефективні інформаційні технології в НК з точки зору візуального сприйняття дефектоскопічної інформації, обчислення окремих числових характеристик дефектних областей і встановлення дефектності виробу за заданим критерієм;

- запропоновано методи і алгоритми підвищення контрастності малоконтрастних і дрібних деталей;

- запропоновано узагальнений алгоритм покращення зображення, побудований на основі визначення контрастності і законів зорового сприйняття;

- розроблено адаптивний метод і алгоритм бінаризації багатотрадиційних зображень;

- розроблено алгоритм виділення контурів багатоз'язних областей;

- запропоновано структуру програмного забезпечення для інформаційних технологій в НК;

- розроблено, реалізовано на персональних комп'ютерах і впроваджено комплекси програм "УЛЬТРИЗАН", "КАДР" для обробки зображень в НК.

Достовірність основних наукових положень і отриманих результатів забезпечується застосуванням математичних методів та викладок, співпадінням результатів у відомих часткових випадках. Отримані результати використані при створенні програмного забезпечення, яке експлуатується на виробництві. Достовірність отриманих даних підтверджена практиков.

Основні положення, що виносяться на захист:

- принципи побудови інформаційних технологій обробки візуальної інформації в НК;
- запропоновані методи покращення зображення, які базуються на визначенні контрастності;
- метод покращення зображення з використанням інтерполяції при функціональних перетвореннях яскравостей;
- розроблений адаптивний метод бінаризації багатоградівного зображення;
- запропонований алгоритм виділення контурів багатозв'язних областей на бінарному зображенні;
- розроблені та реалізовані на персональних комп'ютерах комплекси програм "УЛЬТРИЗАН" і "КАДР" для обробки візуальної інформації в НК.

Практична цінність роботи. Сукупність отриманих в дисертації результатів дозволяє створити АСОЗ НК, яка б аналізувала дефектоскопічну інформацію у вигляді двовимірного масиву даних (зображення) і в кінцевому результаті давала б відповідь на питання про дефектність виробу. Одночасно мо-

же розв'язуватися задача зменшення об'єму поступаючої інформації з метою її архівації.

Запропоновані методи та алгоритми, а також програмне забезпечення може використовуватись в інших системах обробки зображень. Комплекс програм "КАДР" може працювати як в діалоговому режимі, так і в режимі навчання, де задється і запам'ятовується послідовність дій оператора, яка в майбутньому може бути виконана в автоматичному режимі без участі оператора. Це робить можливим використання даного комплексу програм у виробничих умовах, і не потребує високої кваліфікації обслуговуючого персоналу. В діалоговому режимі є можливість вибрати конкретні методи обробки дефектоскопічної інформації в залежності від методу контролю, типу дефекту і т.д. Таким чином запропонований комплекс програм може бути використаний і для різних задач обробки зображень.

Реалізація і впровадження результатів роботи. Теоретичні і практичні результати, отримані автором, використовувались в науково-дослідних роботах: "Розробка адаптивних систем пошуку і розпізнавання локальних неоднорідностей і методів усунення нелінійностей, стосовно задач неруйнівного контролю і лінеаризації характеристик технічних пристроїв", "Спеціалізована обчислювальна система збору і обробки результатів неруйнівного контролю виробів з полімерних композиційних матеріалів". Розроблене програмне забезпечення (комплекс програм "КАДР"), призначене для спеціалізованої обчислювальної системи обробки телевізійних зображень. Система впроваджена в конструкторському бюро машинобуду-

вання НВО "Іскра" м.Перм (Росія). Розроблені автором методи і алгоритми використовувались в дослідно-конструкторській роботі "Розробка методів, алгоритмів, і програмної документації для передешифрувальної та тематичної обробки зображень, що формуються при дистанційному зондуванні Землі з космічних апаратів" виконаної для Державного науково-виробничого підприємства "Орбіта" (м.Дніпропетровськ).

Апробація роботи. Окремі результати, викладені в дисертаційній роботі доповідались на V Всесоюзній школі-семинарі "Розпаралелювання обробки інформації" (Львів, 1985); на II-ій Всесоюзній конференції "АСОМЗ-86" (Львів, 1986); на Всесоюзній науково-технічній конференції "Методи і засоби підвищення інформативності і достовірності результатів ультразвукової дефектоскопії зварних металоконструкцій" (Ленінград, 1989); на Третій міжгалузевій конференції "Неруйнівні методи контролю виробів з полімерних матеріалів" (Туапсе, 1989); на XII Всесоюзній науково-технічній конференції "Неруйнівні фізичні методи контролю" (Свердловськ, 1990); на Міжнародній конференції по аналізу і розпізнаванню образів ITIAPR-90 (Львів, 1990); на Міжнародній конференції по обробці сигналів (Рига, 1990); на Першій міжнародній конференції з інформаційних технологій і систем ITTC'93 (Львів, 1993); на Першій Українській конференції "Технічна діагностика і неруйнівний контроль в Україні" (Дніпропетровськ, 1994).

Публікації. По темі дисертації опубліковано 12 робіт.

Структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, закінчення, списку літератури, додатків і викладена на 143 сторінках машинописного тексту.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подано обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, розкрито основний зміст роботи по розділах.

В першому розділі описуються загальні положення методики неруйнівного контролю, які полягають у визначенні наявності дефектів певного типу та виборі методу дефектоскопії, виборі апаратури НК, визначенні місцезнаходження дефектів, вимірюванні числових характеристик дефектів і визначенні загальної "дефектності" виробу.

Згідно методики проведення НК відзначаються рівні обробки дефектоскопічної інформації, коли на першому рівні розв'язується задача обробки інформації від первинних перетворення, отриманих в аналоговій формі, а на другому рівні проводиться обробка цієї інформації АСОЗ НК.

Однією з основних задач обробки результатів неруйнівного контролю є виявлення "дефектних" ділянок (областей) та місцезнаходження "дефектів" на виробі. Показано задачі, які виникають в НК, такі як: усунення завод і дефектних ділянок з поверхні, меншою заданою на бінарному зображенні, виділення дефектних областей, обчислення їх числових характеристик та ін.

Враховуючи специфіку дефектоскопічної інформації (типи завод, типи дефектів, критерії дефектності), запропонована загальна схема побудови автоматизованої системи обробки зображень для неруйнівного контролю.

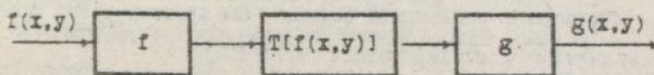
Описані функції, які повинна виконувати АСОЗ НК:

- звід зображень і вивід протоколу дефектоскопії;
- візуалізація зображень;
- попередня обробка;
- можливість діалогової роботи;
- обчислення числових характеристик дефектних областей;
- забезпечення навчання системи з метов її використання у

виробничому процесі.

Другий розділ присвячений аналізу існуючих і розробці нових методів покращення зображення для візуального сприйняття.

Схематично процес отримання нового зображення можна представити у вигляді



Тут $f(x,y)$ - вхідне зображення, задане яскравостями в точках з координатами (x,y) (яскравості розглядаються як певні рівні сірого); $g(x,y)$ - перетворене зображення ($g(x,y) = T[f(x,y)]$); T - оператор дії над f , який визначається деяким оточенням W для точки з координатами (x,y) .

В найпростішому випадку оточення має розміри 1×1 елемент, тоді $g(x,y)$ залежить лише від значення $f(x,y)$ в точці (x,y) і оператор T - вироджується в функцію перетворення яскравості в точці.

$$g = P(f),$$

де $\gamma = f(x, y)$ - яскравість в точці вхідного зображення, а $z = g(x, y)$ - нове значення яскравості в точці.

Розглянуто джерела спотворення візуальної інформації, які враховуються при побудові алгоритмів покращення зображення. Обґрунтовано використання методів перетворення рівнів яскравості для покращення візуального сприйняття дефектоскопічного зображення, а також методів покращення зображення, які базуються на визначенні контрастності і законів зорового сприйняття. Показано недоліки існуючих методів і запропоновані нові методи покращення зображення, такі як метод інтерполяції функціональних перетворень і метод підвищення контрастності дрібних деталей.

В запропонованому методі інтерполяції функціональних перетворень вказано резерв для покращення зображення. Якщо справедливо співвідношення $F(\gamma_{i+1}) - F(\gamma_i) > 1$, (γ_i і γ_{i+1} - сусідні рівні яскравості), то у зображенні відсутні елементи з яскравістю з діапазону $[F(\gamma_i), F(\gamma_{i+1})]$. Обґрунтовано можливість заміни елементів, що мають однакову яскравість $F(\gamma_i)$ (їх кількість d_i), яскравостями з діапазону $[F(\gamma_i), F(\gamma_{i+1})]$, враховувачи оточу кожної точки. За характеристику околу взято один з локальних операторів і для кожної яскравості γ_i побудовано варіаційні ряди із значень локальних операторів. Значення яскравості кожного з d_i елементів вхідного зображення з яскравістю γ_i знаходиться шляхом лінійної інтерполяції функції між двома точками за формулою

$$F^*(\gamma_i) = F(\gamma_i) + \frac{F(\gamma_{i+1}) - F(\gamma_i)}{d_i} * m,$$

де $F^*(\tau_1)$ - відкоректоване значення яскравості в точці (x,y) з врахуванням околу цієї точки, а m - номер елемента для точки (x,y) в варіаційному ряді, побудованого для τ_1 яскравості. Метод дозволяє сформувати у вихідному зображенні такі значення яскравостей, які до цього не відображались через значну похибку округлення при функціональних перетвореннях. Наведено алгоритм для реалізації цього методу.

Запропоновано узагальнений алгоритм покращення зображення побудований з врахуванням законів зорового сприйняття і визначення контрастності, суть якого в наступному:

1. Визначається контраст в точці (x,y) відносно деякого околу $W(x,y)$

$$C(x,y) = \frac{|F(x,y) - E|}{|F(x,y) + E|}$$

де $F(x,y)$ - значення яскравості в деякому малому околі w ; E - певна функція в околі W , який більший від w , відносно якого визначається контраст.

2. Коректується функція контрастності

$$C^*(x,y) = R(C(x,y)).$$

3. Знаходиться зворотнє перетворення

$$F^*(x,y) = \begin{cases} E \left[\frac{1 - C^*(x,y)}{1 + C^*(x,y)} \right], & \text{якщо } F(x,y) < E \\ E \left[\frac{1 + C^*(x,y)}{1 - C^*(x,y)} \right], & \text{якщо } F(x,y) > E \end{cases}$$

На основі приведеного узагальненого алгоритму, як часткові випадки, отримано методи, описані в літературі.

Дефектоскопія крупногабаритних виробів у виробничих умовах характеризується наявністю великої кількості імпульсних та шумоподібних завод. Для їх усунення звичайно використовують певні локальні оператори, проте, це часто розмиває дрібні деталі, особливо на границях областей. Тому запропоновано метод підвищення контрастності дрібних деталей, з одночасним згладженням шумів.

Вказано на важливість врахування околу точок в методах покращення зображення, які базуються на визначенні контрастності і розроблено метод, де проводиться класифікація точок зображення, що належать малоконтрастним і високонтрастним об'єктам. Підсилюються ті значення яскравостей точок, що належать до малоконтрастних об'єктів.

Для реалізації методу застосовано узагальнений метод підвищення контрастності, який враховує закони зорового сприйняття.

Значення перепаду яскравості використано як аргумент функції корекції контрастності зображення. Запропоновано функцію корекції $F(\Delta C)$ в околі $k=1$, де $\Delta C = \frac{C_{\max}}{C_1} - C(x,y)$, яка має таку властивість, що для великих значень $C(x,y)$ значення $F(\Delta C)$ близьке до нуля, а для малих значень $C(x,y)$ функція $F(\Delta C)$ підвищує контрастність. Визначено, що таким умовам відповідає цілий клас функцій, зокрема, $F(\Delta C) = (\Delta C)^{1/2}$. Отже, відкоректоване значення контрастності визначається за формулою

$$C^*(x,y) = C(x,y) + F(\Delta C).$$

Відновлення зображення здійснюється згідно загального алгоритму.

Описано особливості реалізації запропонованого алгоритму підвищення контрастності дрібних деталей, показані зображення, отримані усередненням в певному okolí, методом Гордона і запропонованим в роботі методом.

Третій розділ присвячений проблемі бінаризації дефектоскопічної інформації, виділенню контурів бінарних багатозв'язних областей.

Показано особливості дефектоскопічної інформації, яку треба враховувати при виборі порогу бінаризації, проаналізовано існуючі методи вибору порогу бінаризації, вказано їх недоліки щодо використання в НК. Запропоновано новий метод бінаризації зображення і виведено умову бінаризації (умову перетворення вхідного зображення $f(x,y)$ в $f_b(x,y)$), враховуючи okolí точки зображення.

Якщо функція $\Phi(f(x,y),w)$, яка визначає вплив okolí w визначена в межах

$$f(x,y) - N < \Phi(f(x,y),w) < f(x,y), \quad (1)$$

де N - максимальна яскравість, то вираз для адаптивного визначення порогу, в залежності від заданих рівнів яскравості N_1 і N_2 ($0 < N_1 < N_2 < N$) має вигляд

$$f_b(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{при } \frac{N_2 - N_1}{N_2 - N_1 - N} \Phi(f(x,y),w) - \frac{N_1 N}{N_2 - N_1 - N} \geq f(x,y) \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Умову (1) задовільняють деякі локальні оператори, зокрема,

$$\Phi(f(x,y),w) = f(x,y) - \frac{f(x,y-1) + f(x-1,y)}{2},$$

який підсилює границі областей. Вибором N_x і N_y , можна регулювати вплив границь областей на вибір порогу бінаризації.

Для бінарного зображення розглядається можливість обчислення його числових характеристик, знаходження дефектних участків. Зокрема, наведено алгоритм виділення контурів багатозв'язних областей, і представлення цих контурів у вигляді табличних функцій. Розглядається двоградацийне зображення, елементи якого набувають значення "1" - чорне і "0" - біле і яке накладене на площину, розбиту на клітини.

Введено поняття елемента зображення, де за i -ий елемент зображення прийнято i -ту послідовність "1" бінарного зображення, обмежену зліва і справа "0" на j -му рядку. Зображення представлено у вигляді матриці A розмірності $m \times 2n$, яка містить в j -му рядку координати початків $a_{i,j}$ і кінців $b_{i,j}$ i -их елементів зображення.

Розглянуто зображення як багатозв'язну область, утворену елементами зображення, які мають хоча б одну спільну точку. Введено означення контура, як замкнутої послідовності вертикальних і горизонтальних відрізків, які є границями між чорними і білими клітинами і описуються таблично заданими функціями виду $y_t = \phi(x_t)$, де x_t, y_t - координати кутових точок елементів зображення.

В роботі пропонується алгоритм виділення контурів бага-

тов'язної області, де кожне μ -й контур описується вектором $Z_{\mu} = \{z_1, z_2, \dots, z_E\}$, побудованим з координат 1-их елементів, μ вектором $I_{\mu} = \{l_1, l_2, \dots, l_Q\}$, з координат у локальних мінімумів і максимумів даного контура. Для знаходження точного значення z і l аналізуються елементи з двох рядків зображення. Введено позначення для v -го елементу зображення на j -ому рядку - $Q_v (Q_v = \{a_{j,v}, b_{j,v}\})$ - множина натуральних чисел від $a_{j,v}$ до $b_{j,v}$) і для u -го елементу зображення на $j+1$ -ому рядку - $D_u (D_u = \{a_{j+1,u}, b_{j+1,u}\})$ - множина натуральних чисел від $a_{j+1,u}$ до $b_{j+1,u}$; v або u - номери елементів, координати яких входять в контур, v " або u " - номери елементів, координати яких повинні входити в контур і визначаються з умови:

$$D_u \cap Q_v = D_u \cap Q_v, (D_u \in \bigcup_{u=1}^n D, Q \in \bigcup_{v=1}^n Q).$$

Вказані співвідношення для їх знаходження. Проведено порівняння ефективності запропонованого методу з відомими.

Четвертий розділ присвячений опису спеціалізованих автоматизованих систем НК на прикладах систем "УЛЬТРИВАН" і "КАДР". Описано структуру програмного забезпечення, його функції, режими роботи. Детальніше розглянуто розроблений автором комплекс програм обробки зображень в НК ("КАДР").

Комплекс програм "КАДР" призначений для вводу і обробки телевізійних зображень на персональній ЕОМ типу IBM-PC/AT. Він реалізований на мові програмування Turbo PASCAL під керуванням операційної системи MS DOS 3.0 і вище. Область застосування комплексу програм "КАДР" - системи обробки зображень, системи автоматизованої обробки

результатів неруйнівного контролю.

Комплекс програм "КАДР" розв'язує наступні задачі:

- ввід даних в персональний комп'ютер (ПК);
- фільтрація даних;
- контрастування зображення;
- обчислення гістограми;
- бінаризацію зображення;
- обчислення числових характеристик зображення (площі дефектів, відношення площ білих і чорних точок, центрів мас і т.д.);
- виділення на зображенні вікна і робота з вікном, як з окремим зображенням;
- корекцію зображення;
- вивід результатів роботи на друк, дисплей, диск;
- створення ланцюжок команд для автоматичної послідовності дій над зображенням.

Описано модулі з яких складається комплекс програм, роботу з горизонтальним і вертикальним меню. Вказано переваги використання режиму "ланцюжок команд" в виробничих умовах. У висновках перераховані основні результати, отримані при виконанні дисертаційної роботи.

В додатках наведені документи про впровадження і використання результатів роботи, а також матеріали, які характеризують можливості комплексів програм "УЛЬТРИЗАН" і "КАДР".

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Розроблено основні принципи побудови інформаційних

технологій обробки візуальної інформації в НК, вказано функції, які повинні реалізовувати ці технології.

2. Проаналізовано специфіку дефектоскопічної інформації і, враховуючи закони зорового сприйняття, запропоновано і реалізовано методи покращення зображення, які базуються на визначенні контрастності. Проведено порівняльний аналіз обробки зображень подібними методами і показано переваги використання запропонованого методу для підвищення контрасту дрібних деталей.

3. Обґрунтовано можливість покращення зображення, розроблено метод покращення зображення з використанням інтерполяції при функціональних перетвореннях.

4. Проаналізовано методи бінаризації багатоградацийних зображень, розроблено адаптивний метод бінаризації багатоградацийного зображення, виведено вираз для знаходження порогу і приведені рекомендації щодо вибору параметрів запропонованого методу.

5. Запропоновано алгоритм виділення контурів багатов'язних областей на бінарному зображенні, обґрунтовано його використання для стиску даних при апроксимації контурів.

6. На основі запропонованих методів і алгоритмів розроблено і реалізовано на IBM PC/AT комплекс програм "КАДР" для обробки візуальної інформації в НК.

ОСНОВНІ ОПУБЛІКОВАНІ РОБОТИ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Опыр Н.В. Выделение контуров бинарного изображения // Отбор и обработка информации. - 1988. - Вып. 2. - С. 81-84.

2. Автоматизация обработки результатов неразрушающего контроля изделий из полимерных композиционных материалов/ Воробель Р.А., Негода С.В., Опыр Н.В., Попов В.А. - Львов, 1989.-45с.-(Препр./АН УССР, СМІ: N 156).
3. Параллельные алгоритмы обработки результатов ультразвукового контроля/Кужий Л.И., Опыр Н.В., Олексив В.Я., Сыпа И.М./Пятая всесоюзная школа-семинар "Распараллеливание обработки информации". Доклад. и сообщ.- Львов: СМІ АН УССР, 1985.- С.29-30.
4. Опыр Н.В. Алгоритм выделения контуров изображения/ Вторая Всесоюзная конференция "АСОИЗ-86". Докл. и сообщ.- Львов: СМІ АН УССР, 1986.- С.81-82.
5. Image processing in the system for ultrasonic quality control of polymeric composite materials /Vorobel R.A., Опыр N.V., Negoda S.V., Popov B.A./International conference Latvian Signal Processing. - Riga, 1990, V.2 P.386-390.
6. Vorobel R.A., Опыр N.V., Popov B.A. Binary image analysis at nondistructive articles' control/ First international conference on information technologies for image analysis and pattern recognition "ITIAPR-90".- Lviv, 1990.-V.2. - P.387-390.
7. Обробка і аналіз рентгенографічних зображень з використанням персонального комп'ютера / Воробель Р.А., Опыр Н.В., Попов В.А., Дереча В.Я., Равлик Я.М./ Перша українська конференція "Техническая диагностика и неразрушающий контроль" Тез. докл.- Днепропетровск,1994. - С.141-143.

Особистий вклад. Всі результати, що складають основний зміст дисертаційної роботи, отримані автором самостійно. В публікації, які написані у співавторстві, дисертантові належать: в роботах [2,5]-структурна схема і опис функцій автоматизованої системи обробки інформації в НК, в роботах [3,6] - принципи розробки автоматизованої системи обробки інформації в НК крупногабаритних виробів з полімерних композиційних матеріалів, алгоритм вибору порогу бінаризації, в роботі [7]-алгоритми покращення зображення.

Опыр Н.В. Разработка информационных технологий обработки визуальной информации в неразрушающем контроле.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.04 - автоматизированные системы управления и системы обработки информации., Физико-механический институт им.Г.В.Карпенко НАН Украины, Львов, 1995.

В диссертационной работе разработаны информационные технологии обработки визуальной информации в неразрушающем контроле для случая, когда критерием дефектности изделия является площадь дефектных областей. Предложены новые методы улучшения качества изображений, алгоритм выбора порога бинаризации, алгоритм выделения контуров дефектных областей на бинарном изображении. Разработанные алгоритмы реализованы в комплексе программных средств и эксплуатируются на производстве.

Опыт Н.В. An Elaboration of Information Technologies for

Visual Information Processing at Nondistructive Control.
Dissertation for obtaining of scientific degree of candidate of sciences(engineering) on the speciality 05.13.04 - the automated control systems and information processing systems, Physical and Mechanical Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, 1996.

Information technologies for visual information processing containing image enhancement for visual perception at nondistructive control regarding the area of deffective regions are performed in dissertation. New methods of image enhancement, thresholding algorithm for image bit mapping of images and technique contour capture of deffective region on bit image have been desined. These algorithms are used at nondistructive control systems software and they are exploited at industry.

Ключові слова:

автоматизована система, обробка зображень, покращення зображення, програмне забезпечення, бінаризація зображення, неруйнівний контроль.

45395

АВ 32.971

Підписано до друку 6.09.95 р. Формат 60x84 1/16.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 1,0. Тираж 100. Зам. 805.
Друк. ПТУ в 58. 290008. Львів, в. Федорова, 9.