

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Західноукраїнський національний університет
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії

Солонін Олександр

**«Апаратні компоненти
інтелектуальної системи вводу та обробки
зображень / Hardware components
of intelligent image input and processing
system»**

спеціальність: 123 - Комп'ютерна інженерія
освітньо-професійна програма - Комп'ютерна інженерія
Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи КІм-21
О.В. Солонін

Науковий керівник:
д.т.н., проф. В.М. Теслюк

Кваліфікаційну роботу допущено
до захисту:

" ____ " _____ 20__ р.

Завідувач кафедри
_____ О. М. Березький

Тернопіль – 2021

ВСТУП

У сучасному світі вставка, обробка та обробка складних частин зображень різних властивостей за допомогою візуальних сигналів низької інтенсивності використовується в багатьох галузях науки, техніки, біології, медицини, астрофізики та космічних досліджень. Зокрема, він призначений для аналізу в реальному часі аерофотозйомки Землі, медичних та біологічних рентгенівських променів, динаміки тканин та клітин, а також ідентифікації та класифікації об'єктів на основі надійних розрахунків у місцезрештуванні лазера. динамічні умови при апріорній невизначеності параметрів і структури об'єкта, що описується.

Одне з найважливіших завдань у розвитку інформаційних технологій обробки зображень - впровадження у комп'ютер високоточних зображень різних фізичних властивостей, їх обробка у реальному часі, класифікація та обробка. Для вирішення цієї проблеми необхідно розробити ефективну комп'ютерну систему для включення та обробки зображень з високою роздільною здатністю, яка повинна вирішити проблему прийому, обробки, мінімізації та передачі інформації в реальному часі.

Проблема підвищення точності частин зображення дуже важлива у зв'язку з такими основними аспектами: сучасні інструменти для отримання частин зображення видимих та інфрачервоних кадрів зазвичай створюються за допомогою ПЗЗ та недавно складених матриць КМОН. Отже, проблема зі збільшенням роздільної здатності полягає в тому, щоб отримати більше інформації (збільшуючи масив пікселів), ніж фіксований масив приймаючої матриці. Інший варіант матриці CCD і СМОН - це перетворювачі на електронно-променевої трубки, світлочутлива мета яких має суцільну структуру і дозволяє використовувати різні нестандартні режими зчитування. Одним із таких режимів є введення точок зображення шляхом програмної установки координат Y та X та часу зчитування. Використання нестандартних режимів прицільного сканування

електронно-променевою трубкою дозволяє підвищити чутливість та точність за рахунок збільшення кількості пікових сіл на цільову одиницю.

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи полягає в розробці ефективних апаратно-програмних компонентів комп'ютерної системи вводу та обробки частин зображень.

Досягнення поставленої мети передбачає розв'язання таких задач:

- огляд алгоритмів цифрової обробки частин зображень та засобів їх реалізації;
- розробка дерева цілей та проведення системного аналізу;
- розробка концептуальної моделі комп'ютерної системи вводу та обробки частин зображень;
- розробка структури комп'ютерної системи вводу та обробки частин зображень та виділення базових компонентів для апаратно-програмної реалізації;
- апаратно-програмна реалізація компонентів;

1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВВЕДЕННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ЧАСТИН ЗОБРАЖЕНЬ

Метою даної розробки та дослідження комп'ютерної системи вставки та обробки частин зображень для роботи в реальному часі. При розробці комп'ютерної системи для вставки та обробки елементів зображення основною вимогою є створення системи, конкурентоспроможної з точки зору ціни, щільності та чутливості. Крім того, проектування вимагає постійного скорочення часу та витрат, а також покращення якості. Під час розробки слід визначити ключові компоненти системи. Одним із ключових компонентів є високоточна камера введення з електронною радіаційною трубкою, в якій використовується стандартний сканер, що передає 625-рядковий телевізійний сигнал. Світлочутлива мета електронно-променевої трубки може скануватися, що забезпечує високу точність системи завдяки однорідності, безперервності та технологічним обмеженням параметрів. Ці властивості лягли в основу розробки растрового програмного забезпечення з програмним управлінням для вимірювання інтенсивності фізичних величин, що відповідають кожній точці на цій поверхні, шляхом організації растрового сканування безпосередньо з комп'ютера вздовж площини поверхні, що досліджується. Розроблена система вставки фрагментів зображення була розроблена з використанням програмно-керованої растрової технології для вставки зображення у телевізори. Для реалізації растрової технології з програмним управлінням потрібна система, що складається з персонального комп'ютера, однорідного цільового ТВ-приймача (тип нотатки), двох цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП) та одного аналого-цифрового перетворювача. перетворювач (АЦП), таймер та підсилювач.

Щоб створити комп'ютерну систему для вставки та обробки деталей креслень на основі рентабельної електронно-променевої трубки, необхідно вибрати конструктивні принципи, основними з яких повинні бути модульні, змінні апаратні засоби та програмне забезпечення. відкритість. Структура та

технологічні принципи програмно-керованих растрів повинні мати важливе значення при проектуванні структури вхідної системи частин зображення, включаючи комп'ютерні частини зображення високої роздільної здатності в умовах слабого сигналу.

Основою структури комп'ютерної системи для вставки та обробки частини зображення має бути ядро системи (комп'ютер із відповідним програмним забезпеченням) та набір змінних модулів, підключених до ядра системи, залежно від вимог програми. Ядро системи має бути фіксованим для всіх додатків і мати масштабовані властивості, що є основою створення сімейства систем, що включають різні фізичні та інформаційні образи в комп'ютерні частини.

Комп'ютерна система введення та обробки зображень повинна складатися з наступних модулів: модуля оцифрування відеозображення, модуля цифрового аналогового введення та цифрового управління, модифікованої телевізійної камери на основі відео та оптичних систем та модуля обробки сигналів. цифрова обробка сигналів, посилена апаратними прискорювачами до виконання основних операцій алгоритму обробки.

Зображення з телекамери повинно вводиться в комп'ютер за допомогою модуля оцифрування. За допомогою модуля цифро-аналогового вводу-виводу та цифрового управління повинно здійснюватися керування растром телекамери для підвищення роздільної здатності оцифровуваних частин зображень. Програмне забезпечення повинно керувати процесом формування растру, вводом частин зображень, синтезом вихідного зображення з підвищеною роздільною здатністю.

Модуль цифрової обробки сигналів повинен забезпечувати прискорену реалізацію базових алгоритмів обробки частин зображень. Основними компонентами модуля повинен бути програмований процесор ЦОС, який доповнений необхідним обладнанням утворює процесорне ядро, та реконфігуровані апаратні розширювачі, для реалізації яких використовуються репрограмовані ПЛІС. Такий підхід до побудови модуля ЦОС є перспективним, так як він передбачає сполучення універсальних і спеціальних засобів. Процес

взаємопроникнення універсального та спеціального, програмного і апаратного дозволить ефективно реалізовувати алгоритми частин зображень.

Для реалізації програмного забезпечення необхідно вибрати мову програмування та з її використанням розробити програмне забезпечення, яке повинно керувати процесом формування растру, вводом частин зображень, синтезом вихідного зображення з підвищеною роздільною здатністю. Програмне забезпечення вводу частин зображень повинно реалізовуватися з застосуванням стандартних компонентів операційної системи Windows для вводу відео послідовності та з використанням інтерфейсів WinCap32 та DirectShow. Програмне забезпечення бази даних призначене для вводу і збереження частин зображень та їх характеристик і атрибутів у базі даних та подальшого опрацювання або класифікації.

Для управління роботою комп'ютерною системою введення та обробки частин зображень необхідно розробити користувацький інтерфейс, який повинен керувати модифікованою телевізійною камерою, платою оцифровування, платою цифро-аналогового вводу-виводу та цифрового управління та в процесі вводу частин зображень забезпечувати можливість динамічного формування фрагменту зображення з підвищеною роздільною здатністю для детального аналізу. При цьому користувач повинен мати змогу вказати бажаний фрагмент та режим збільшення та його параметри.

1.1 Огляд літературних джерел

Розвиток комп'ютерних систем для вставки та обробки частин зображень характеризується розширенням їх використання, багато з яких вимагають обробки даних у реальному часі зі складними апаратними алгоритмами, що відповідають суворим умовам експлуатації, розмірам та обмеженням енергоспоживання. [1-17]. Комп'ютерні системи для вставки та обробки фрагментів зображень - це системи реального часу, призначені для прийому, обробки, зменшення надмірності та передачі в реальному часі. ЦАП методів,

алгоритмів та апаратно-програмного забезпечення представляє інтерес для вчених та професіоналів у різних галузях науки та технологій, включаючи зв'язок, системи управління, радіотехніку та електроніку, акустику та сейсмологію, телевізійне мовлення та вимірювальну техніку. ... приваблює. Поточний етап розвитку теорії обробки частин зображення тісно пов'язаний з інтенсивним впровадженням методів цифрової обробки сигналів (ЦАП), спрямованих на використання однокристальних мікропроцесорів ЦГЗ та архітектурно перепрограмованих надвеликих інтегральних схем (СВІС). на основі ІС із програмованою логікою. FPGA відноситься до спеціальних універсальних мікропроцесорів VLSI і DSP через велику ємність і великий час роботи логічних вентилів на кристалі. Комп'ютерні системи FPC на базі FPGA мають високу продуктивність відповідно до стандарту VLSI і забезпечують високу гнучкість за рахунок адаптованості перепрограмованої архітектури VLSI до структури алгоритму вирішення проблем, а також можливості розмістити всю систему на чіп. , включаючи нестандартні аксесуари. Комп'ютерні системи отримують максимальну віддачу від свого обладнання за рахунок спільного використання мікропроцесорів FPGA і DSP, коли вони призначені для вирішення складних проблем з численними переходами та логічними операціями з різними вхідними потоками з великим обсягом даних.

Сучасна концепція створення комп'ютерної системи вставки та обробки фрагментів зображень заснована на можливостях сучасних елементів (мікропроцесори DSP, спеціалізовані та перепрограмовані НВІС) та використання паралельних та переносних методів для вирішення конкретних завдань [7-17]. У комп'ютерних системах з паралельним конвеєром DAC висока продуктивність та ефективність обладнання можуть бути досягнуті лише в тому випадку, якщо їхня архітектура адаптується до інтенсивності потоку даних та адекватно відображає структуру алгоритму вирішення проблем.

Коли архітектура є фіксованою, модульною та орієнтована на реалізацію НВІС, це знижує споживання енергії, розмір, час та вартість розробки комп'ютерної системи для вставки та обробки частин зображення.

Давайте подивимося на літературу, в якій описується апаратне та програмне забезпечення комп'ютерної системи для вставки та обробки елементів зображень.

1.2. Огляд засобів ведення частин зображень

Системи вводу зображення компанії Acond. Виробляє програмне забезпечення і устаткування для вводу, обробки і аналізу зображення, їх архівації і виводу на друк. Системи застосовують в різних галузях матеріалознавства, біології і медицині, для контролю якості та ін. Програмне забезпечення фірми може використовуватися з різними цифровими системами вводу для мікродосліджень за допомогою світлових, скануючих і просвічуючих електронних мікроскопів [1].

Основним продуктом компанії є програма AnalySIS яка випускається в таких варіантах:

1) AnalySIS docu дозволяє вводити, архівувати, роздруковувати зображення, а також проводити ручні вимірювання;

2) AnalySIS auto- стандартна програма для універсального аналізу частин зображень. Крім функцій, що входять до складу docu, ця програма дозволяє проводити обробку і кількісний аналіз частин зображень, а також забезпечує можливість програмування мовою Imaging 3;

3) AnalySIS pro- це максимальний варіант програми аналізу, що включає великий набір операцій обробки і аналізу частин зображень, а також забезпечує широкі можливості програмування.

По суті ці програми є урізаними версіями програми AnalySIS pro.

- Програмне забезпечення дозволяє наносити графічні елементи на зображення і проводити ручні вимірювання в режимі живого відео.

- Зображення і результати аналізу можуть бути виведені у вікні програми у складі одного документа, що полегшує проглядання інформації.

- Цей принцип є протилежністю концепції багато-віконності.

- При роботі із зображеннями можна використовувати два чи більше моніторів.
- У разі використання двох моніторів на одному виводяться інтерфейсні вікна і кнопки управління, на другому - зображення і результати аналізу.
- Помітною особливістю програми є можливість вводу зображення практично з будь-якого пристрою вводу зображення.
- Є можливість автоматичного захоплення зображення і збереження налаштувань камери з подальшим застосуванням їх в автоматичному режимі до подальших частин зображень.
- Це дає можливість працювати із зображеннями безпосередньо при їх отриманні з пристроїв вводу.
- Програма продається з інтегрованою мережною базою даних, структура якої легко налаштовується користувачем.
- В базі даних разом із зображеннями можуть бути збережені також текстові документи, графіки, результати аналізу.

AnalySIS Five включає засоби для документування частин зображень і їх аналізу.

В програму входить генератор звітів, який дозволяє оформити бланк для друку частин зображень і супутньої інформації. Всі можливості редагування частин зображень (нанесення графіки і тексту, нанесення калібрувального маркера) і всі стандартні функції перетворення частин зображень входять в програму.

Виробник заявляє також про наявність в програмі унікальних можливостей фільтрації, наприклад, фільтр диференціального посилення контрасту (DCE – Differential Contrast Enhancement) для оптимізації контрастності зображення (півтонового або кольорового). Передбачена можливість зшивання частин зображень, що дозволяє знявши суміжні поля зору при великому збільшенні, об'єднати їх в одне зображення. Існує також функція, що дозволяє отримати різке зображення з серії полів зору, знятих з різною глибиною фокуса (функція Extended Focal Imaging). Вся історія обробки зображення зберігається і може бути переглянута [1-6].

Система введення діаморфного зображення. Спеціалізовані комплекси DiaMorph дозволяють автоматично вставляти мікроскопічні частини зображення та вибирати фотографічні об'єкти (клітини, ядра, різні кольори та яскраві ділянки). За фотографіями можна проводити вимірювання: лінійні розміри, периметр, площа, оптичні параметри, розташування об'єкта, спеціальні параметри (YACS, рахунок мітозів). Статистична підсистема виконує математичну обробку результатів вимірювань шляхом автоматичного створення гістограм, графіків та таблиць.

DiaMorph AIC складається із спеціальної цифрової відеокамери, комп'ютера та мікроскопа, підключених до якісного екрану. Обробка отриманих елементів зображення вирішується за допомогою спеціального програмного забезпечення.

за групою об'єктів: кількість об'єктів; загальний периметр; Загальна площа; повна інтегральна оптична густина.

До кожного об'єкта: периметр; площа; фактор форми; діаметр кола дорівнює площі; мінімальний діаметр; максимальний діаметр; розмір виступу на осі; координати "центру мас"; кут між максимальним діаметром та напрямком абсцис; кольорове (повнокольорове / напівкольорове зображення); середнє значення інтенсивності та її СКО; середня оптична щільність та її RMS; середнє значення оптичної передачі та її середньоквадратичне значення; інтегральна оптична густина;

Інші можливості редагування:

- Можливість вставляння зовнішньої частини зображення з графічних файлів поширених форматів (TIFF, BMP, GIF, PNG, EXIF, EMF, WMF);
- Поверніться до будь-якого кроку форматування та перетворення зображення.
- Виділення прямокутних, овальних та довільних ділянок зображення (автоматичне об'єднання кількох виділених ділянок в одну (зона складної структури));
- Автоматичний вибір приблизної інтенсивності або колірної зони;
- Змініть розмір зображення за допомогою керованого білого фільтра;

- Поділ зображення на колірні площини (RGB) шляхом незалежної обробки даних інтенсивності кольору;
- Арифметичні операції над двома фігурами: додавання, віднімання, розподіл та множення;
- Логічні операції: Not, And, Or, Xor;
- Корекція різкості та контрастності зображення;
- Напіваавтоматична установка рівня фону;
- Широкий набір стандартних фільтрів для ділянок зображення;
- Використовуйте фільтри користувача;
- Інструменти сегментації гистограми;
- Морфологічні функції: ерозія, розширення, закриття, розкриття, скелетизація;
- Лінійний вимір: довжина будь-якого відрізка, довільний кут;
- Користувальницькі лінійні одиниці виміру (геометричне коригування);

Комплексне програмне забезпечення включає сучасні інструменти управління базами даних (Microsoft SQL Server), які дозволяють не тільки зберігати зображення та описи, але також відбирати та аналізувати накопичені дані для підвищення діагностичної цінності дослідження.

Області застосування продукції компанії:

1. Фтизіатри, морфологи. Вводити рентгенівські знімки, морфологічні зрізи та мазки, виконувати спеціальну обробку, підвищувати діагностичну цінність дослідження, робити розрахунки реалістичними, а також архівувати та підтримувати бази даних.

2. Генетика. Ступінь пошкодження ДНК будь-якої еукаріотичної клітини розраховується за допомогою автоматизованого комп'ютерного аналізу зображень, отриманих за допомогою SCGE (аналіз комет).

3. Ультразвукова та рентгенологічна діагностика. Рентгенівські промені та ультразвук оцифровані та різноманітні для підвищення діагностичної цінності, архівування та підтримки бази даних.

Технічні комплекси:

Комплекси DiaMorph включають надійне обладнання від провідних виробників, таких як Nikon, Olympus, IBM, Intel і Philips.

Системи введення зображень VideoTest Система введення кольорових зображень VT-600CL з охолодженням (мал. 2.1). Система введення забезпечує високу якість зображення, чутливість та простоту використання. Він розроблений для використання у системах аналізу зображень. Він використовує охолодження Пельтьє для збільшення часу експонування та знижує робочу температуру матриці CDD на 20° порівняно з неохолодною. Поєднання покращеної частоти кадрів та функцій інтеграції у системі введення дозволяє користувачам працювати з малозумними, освітленими зображеннями у темному полі. На відміну від багатьох інших цифрових систем, які збільшують точність за рахунок програмної інтерполяції, VT-600CL використовує запатентовану Pixera DiRactor оптико-механічну технологію з низькою оптичною роздільною здатністю вібрації 5,8 мільйона пікселів. Система має якісну цифрову форму, чутливість та динамічний діапазон частин зображення. Швидкість прямої передачі відео 15 кадрів за секунду. Це дозволяє легко налаштувати зображення, сфокусуватися і вибрати об'єкт, що цікавить. Під час роботи системи "живе зображення" з мікроскопа передається прямо на екран комп'ютера. Це дозволяє знайти область, що цікавить, і налаштувати різкість без використання мікроскопічних окулярів. Управління конфігурацією системи введення здійснюється безпосередньо на "живому зображенні". Регульоване освітлення, контраст, гама, час експозиції та посилення. Усі налаштовані параметри зберігаються, і жодних додаткових налаштувань не потрібно для отримання нормальних частин зображення за тих же умов. Після зйомки зображення передається безпосередньо до програми для подальшої обробки відеотесту або зберігається на диск в одному з найпоширеніших форматів (bmp, tiff, jpg, gif та ін.) [4].

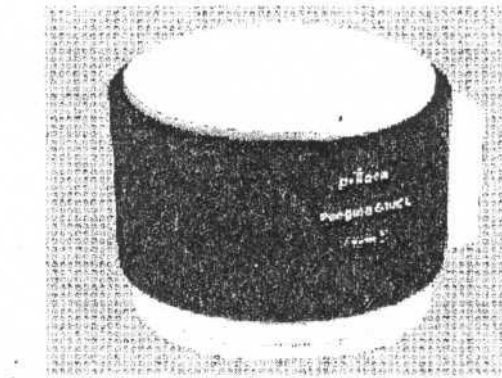


Рисунок 2.1 - Зовнішній вигляд VT-600CL

Характеристики:

Матриця CCD: 1/2 дюйми

Кількість пікселів: 5,8 мільйона

Колір: реальний колір RGB

Кріплення: C-connect

Чутливість: 0,01 люкс

Співвідношення сигнал/шум: 62 дБ

Охолодження: елемент Пельтьє

Швидкість передачі: 15 кадрів за секунду (640x480)

Динамічний діапазон: 60 дБ

Час накопичення: до 64 хвилин

Живлення: від комп'ютера

Високоточна система кольорового цифрового введення VT-C14plus

Головна особливість системи - найвища точність і дуже великий час витримки. Sony збільшила роздільну здатність ядра 1,3 мегапікселя сенсора до 12,1 мегапікселя. Ця система спеціально розроблена для зйомки найскладніших структур та деталей об'єкта. Програмована точність дозволяє отримувати зображення потрібного розміру для вирішення найскладніших завдань. Закритий ПЗС-датчик захищений від пилу та повітря та охолоджується двоступінчастою системою, що складається з елемента Пельті та додаткового вентилятора. Динамічний діапазон VbbV поєднує глибину кольору 42 біта RGV для передачі найкращих колірних нюансів. Інтерфейс FireWire™ забезпечує швидку передачу

даних та живлення системи по одному кабелю. Кріплення C-Mount дає змогу легко прикріпити камеру до мікроскопа. За допомогою драйвера прямого введення можна гнучко налаштувати якість зображення і передавати його безпосередньо в програму Video Test. Система варта використання у складі морфологічного аналізатора VideoTest; Аналізатор металів ВідеоТестТ; склад аналізатора відеотесту; у системах аналізу інших частин зображення для отримання кольорових частин зображення високої роздільної здатності.

Характеристики

SSD-матриця: Sony ICX08AK2/3”

Роздільна здатність: 3900x3090

Цифровий вихід: 3x14 біт RGB

Колір: модель Баєра RGB

Витримка: від 0,154 мс до 600 с

Динамічний діапазон: 66 дБ

Охолодження: додати пелетний елемент. фен

Живлення та передача даних: IEEE1394 (FireWire)

Цифрова чорно-біла система введення VT-C8484-05G.

У системі введення VT-C8484-05 використовується вдосконалений сканер, високоточна електронна матриця, що замикає. Він має високу роздільну здатність 1,37 мільйона пікселів, широкий динамічний діапазон 12-бітного цифрового виведення, високу чутливість у довгохвильовій ІЧ-зоні та захоплює деякі зображення при слабкому освітленні. спектр.

Характеристики

Матриця ПЗЗ: прогресивна рядкова ПЗЗ-матриця

Роздільна здатність: 1344x1024

Кріплення: C-connect

ОПОЗИЦІЯ: 10 л - 0,01 сек

ШВИДКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ: 43 секунди

Динамічний діапазон: 1800:1

Живлення і передача даних: IEEE1394

Кольорові і чорно-білі цифрові системи введення високого дозволу VT-BCi5.

Система цифрового введення BCi5 є компактною CMOS-камерою високої роздільної здатності. Камера має квадратну піксельну матрицю розміром 67 мкм. Він відрізняється високим ставленням сигнал/шум і забезпечує високу контрастність ділянок зображення. Темновий струм камери набагато нижчий, ніж у інших камер CMOS, що дозволяє використовувати триваліший час витримки.

Характеристики:

Матриця: ½ "CMOS

Кількість пікселів: 1280x1024

Темновий струм камери: 750 електрон/с. При 21 градусі

Кріпильні елементи: C-конектор:

Цифровий відеосигнал: 8/10 біт

Динамічний діапазон: 67 дБ

Швидкість кадру: 27,5 кадрів за секунду

Живлення: від комп'ютера

Компанія продає різноманітне технічне обладнання для вставки та обробки деталей зображень, а також програмне забезпечення для них. Проте технічні компоненти виготовляються іншими компаніями (мікроскопи LOMO, Sagi 2E155, Leisa, Gkor, Oiutriz).

2. Кольорові зображення з комп'ютерним керуванням знімаються цифровою камерою, яка використовується у автоматичній системі AutoSoshii. Він буде переданий прямо на комп'ютер через інтерфейс TWAIN і перетворено на аналітичне зображення розміром 640x480 пікселів. Для оточення колоній навколо тарілки Петра використовувалося аркове середовище.

3. Відрегулюйте яскравість/контраст зображення до чорних «точок» на білому тлі, щоб виділити колонії.

Камера підключається до комп'ютера через порт USB. Комп'ютер (потрібний Win98) не входить до складу обладнання. Устаткування просте в установці та використанні. Під світловий короб поміщали чашки Петрі або

чашки діаметром до 150 мм. Освітлення можна зробити знизу поверхні. Ручна камера із фокусуванням до 4 см передає зображення на комп'ютер. Програмне забезпечення для аналізу зображень використовується для створення області навколо зображення та регулювання контрастності. Включає програмне забезпечення камери, яке дозволяє універсально використовувати цифрові камери (роздільна здатність не перевищує 1024 x 768).

На ринку програмного забезпечення повно програмного забезпечення, яке аналізує розділи зображень, але всі ці інструменти мають обмежений об'єм і мають стандартний набір функцій. Ще одна важлива проблема – автоматизація таких систем, оскільки вони часто не можуть класифікувати та автоматично аналізувати об'єкти. Іншими словами, програми аналізують та класифікують об'єкти на кресленні за їх геометричними параметрами та властивостями кольору, а також автоматично класифікують та класифікують об'єкти, наприклад, за типом речовини.

Телевізійна система включає частини зображення. Дисектор - телевізійна трубка, призначена для перетворення світлових сигналів на електрику, передаючи миттєву дію без накопичення заряду, використовується як детектор у системі контролю слабких місць (телескоп, сканер-фотометр, астрономія, астрономічна орієнтація, метеорологічна зірка). системи, метеорологічні системи, клімат-контроль та управління виробничими процесами, зчитувачі карт та мікрофільмів, лазерні системи тощо) [10-11].

Дисектор відрізняється від інших конвеєрів високою швидкістю роботи, безпосередньою роботою, можливістю використання будь-якого алгоритму сканування, простотою в експлуатації, довговічністю, високою надійністю та високою вологістю. Дисектор близький до оптимальних характеристик світлового сигналу (світлові характеристики мають широкий діапазон лінійних характеристик робочого освітлення (від трьох до п'яти послідовностей)), хороша реплікація освітлення, абсолютний рівень чорного, короткочасне освітлення. У порівнянні з фотоумножувачем, дисектор має кілька малошумних послідовностей, однорідне тло і бездоганну характеристику сигнал/шум на фотокатоді. У вузькосмуговій системі чутливість дисектор можна порівняти з

чутливістю труби, використовуючи принцип накопичення енергії. Оскільки режим рахунку має спектр вихідного імпульсу з піковим виходом одного електрона, дисектор дозволяє реєструвати окремі фотони.

Робота дисектору (рисунок 2.2.а) заснована на відхиленні потоку електронів, створюваного фотоелектронами, та кількість точок у фотокатоді 1 пропорційно освітленості цих точок. Електронний потік концентрується в системі 2, електрод прискорювача проходить через 3, а котушка нахилена (сканується) на 4 в порівнянні з діафрагмою з 5 отворами, яка в будь-який момент приймає велику кількість електронів з електричною інформацією. малюнок. Згорнуте електронне зображення фотокатода переноситься у площину діафрагми електронно-оптичною системою. У цьому випадку електронне зображення фотокатода є розподілом щільності фотоелектронів, що відповідає оптичному зображенню в площині поблизу фотокатода. В даний момент електрони, що проходять через отвір, множаться на 6 секції множення, подаються на опір навантаження колектора і генерують відеосигнал.

Диссектори практично ідеальні для роботи в оптичних системах, що використовують режим сканування малої дальності, та можуть успішно конкурувати з іншими типами трубопроводів за чутливістю. Завдяки своїй простоті та надійності механічна телевізійна система може бути замінена фотоелектронним помножувачем з дисектором. За відсутності локації дисектор можна використовувати як граничний фотопомножувач із невеликою робочою зоною. Диссектори суттєво не працюють в інших типах трубопроводів під час роботи у стандартах широкосмугового зв'язку. Потрібно збільшити декомпозицію телевізора або освітлення об'єкта.

Використання дисекторів у режимах розкладання з низьким діапазоном або низьким рівнем елементів не тільки спрощує пристрій, а й підвищує надійність роботи.

При записі точкового об'єкта (зірки) з допомогою дисектор на виході з трубки з'являється сигнал, форма якого показана на рис. 2.2 б. Цей тип сигналу буде виникати, якщо розміщення є безперервним відповідно до певних законів, таких як лінійність. Робота системи [10] починається з пошуку об'єкта; У цьому

режимі траєкторія прорізування отвору в поле зору системи (далі ми використовуватимемо механічний аналог дисектора) аналогічна стандартному растру. Пошук триває доти, доки вирізаний отвір не співпаде із зображенням точкового об'єкта, і з дисектора не надійде вихідний сигнал. Вихідний сигнал визначає режим захоплення та управління системою. Вихідний сигнал дисектору обробляється електронікою і розміщується поруч із проекцією об'єкта відповідно до заздалегідь обраного закону [11].

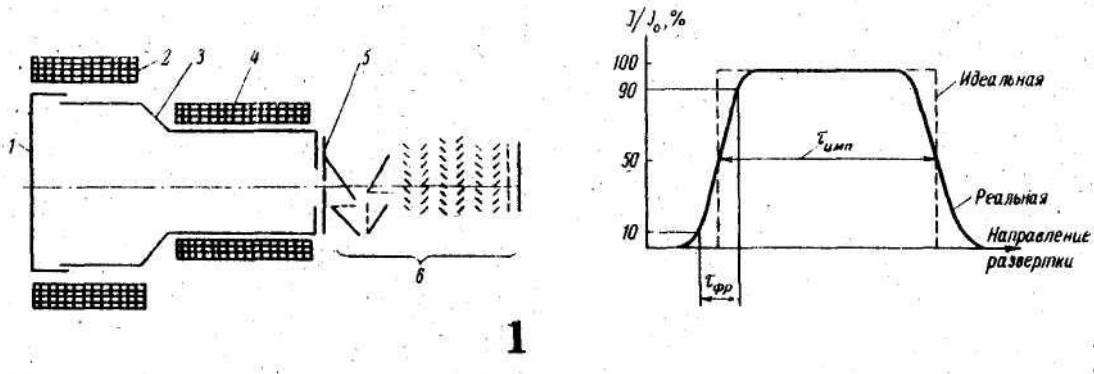


Рисунок 2.2 - Директор: а) схема; б) графік роботи

Інформація про положення об'єкта у фотокатоді диссектора являє собою середній струм котушки, що відхиляє, в режимі спостереження. Ці поточні характеристики можуть бути відфільтровані відповідно до напрямку руху об'єкта в поле зору телевізійної системи.

Телевізійна камера на основі зображення. Використання зображення як приймального елемента забезпечує однорідну структуру цільового зображення, що дозволяє підвищити точність системи під час використання програмно керованого растрового зображення. Як ви знаєте, більшість сучасних оптичних пристроїв введення побудовано з використанням світлочутливих матриць, розроблених за допомогою технології CCD (пристрої із зарядним зв'язком), а останнім часом – КМОН (технологія, що широко використовується у виробництві мікросхем). З допомогою цих інструментів зображення відбиваються на світлочутливої матриці та оцифровуються шляхом переміщення кожного елемента матриці на вхід АЦП. Найкращі технічні характеристики такої системи, відомі авторам проекту, отримані цифровою фотографією. Наприклад, Kodak розробила цифрову камеру з роздільною

здатністю 4000×4000 пікселів на кадр. Істотним обмеженням цих пристроїв є структура його матриці, яка розрахована на цей тип матриці та запобігає збільшенню кількості світлочутливих елементів та збільшує щільність. На відміну від матриць CCD і CMOS, цільове зображення певною мірою однорідне. Пристрої введення зображення на основі пристроїв часто використовуються для створення телекамер для різних цілей. У цих камерах використовується стандартний сканер, що забезпечує 625-рядковий телевізійний сигнал. Оскільки чутливі до вікна об'єкти та технологічні ресурси є параметрично однорідними, можна сканувати цільовий пристрій, що дозволяє підвищити точність системи.

1.3 Огляд методів обробки частин зображень

Попередній аналіз частин зображення досліджуваних об'єктів показує, що [13-17].

- Багато негативних факторів впливають на процес формування зображення - вібрація, рух, погане освітлення, мікроскоп, неправильне налаштування відеокамери, низька контрастність, високий рівень шуму тощо;
- Більшість методів чисельної обробки засновані на виділенні об'єктів, контурів цих об'єктів, відповідних їм фрагментів, виділенні площ, обчисленні площ і периметрів, сегментації структурованих частин;
- Зовнішній вигляд, взаємозалежність та орієнтація, як правило, аналізуються лише тоді, коли задіяні людські фактори, тобто взаємозв'язок усіх об'єктів на малюнку, наприклад загальний фон, перешкоди та шум.

Тому його необхідно підготувати до того, як таке зображення буде передано для професійного аналізу, тобто процедур і дій для покращення його візуальної якості, таких як: збільшення або навіть контрастність, розмиті, виділені межі та фільтрація шумів.

Ми надаємо короткий опис процедур і процедур підготовки деталей креслення.

Змініть контраст. Слабка контрастність в основному пояснюється низьким динамічним діапазоном зміни освітлення або сильною нелінійністю передачі рівня світла. Найпростіше порівняти функціональне відображення рівня освітлення, а тут – піксельних координат. На практиці часто використовується лінійна функціональна карта. Якщо різні частини зображення мають різну контрастність, використовуйте алгоритм адаптивної контрастності. Наприклад, алгоритм локального посилення контрасту [17] ефективний, коли на зображенні є різкі або занижені частини.

Суть алгоритму полягає в тому, що зображення розглядається як набір з кількох локалізацій, і ці частини обробляються відповідно до їх характеристик. Обробка виконується в такій послідовності: для кожної локальної частини зображення розраховується збільшення щільності шматків і обробляються пікселі кожного зображення. Якщо на локальну частину зображення не вжито жодних дій, то додається локальний контраст. Спочатку обчислюють контраст відносно близькості досліджуваної точки. Потім значення відносної різниці збільшується на одиницю, отримане значення приймається за виграш в алгоритмі, а потім розраховується за наступною формулою.

$$L'_i = p L_i - \text{int} \left(\frac{p L_i}{L'_{\max}} \right) L'_{\max},$$

де L'_i – нове значення яскравості, L_i – існуюча яскравість опрацьованого зображення, L'_{\max} – необхідне максимальне значення яскравості на опрацьованому зображенні.

Згладжування шумів. Найпростішим методом згладжування шумів на зображеннях є заміна значення яскравості кожного елемента середнім значенням, знайденим за його оточенням:

$$b_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k,l} b_{kl},$$

де $b_{kl} \in S_p(b_{ij})$ – множина точок, які належать оточенню точки b_{ij} , включаючи її саму; p – число точок в оточенні.

Даний метод ефективно усуває адитивний та імпульсний шуми в кожному елементі (пікселі) зображення.

Підкресліть межі. Методи згладжування частини зображення досить ефективно усувають шум, але істотним недоліком алгоритмів згладжування є розмивання зображення, тобто зниження чіткості меж. У цьому випадку потрібно використовувати методи, щоб підкреслити межі. Переважно, таке покращення виконується методами високочастотної просторової фільтрації. Характеристики фільтрів фіксуються у вигляді масок, для яких середні значення повинні дорівнювати нулю. У цьому методі значення яскравості кожного елемента зображення ділиться на статистичну оцінку стандартного відхилення, тобто стандартне відхилення розраховується в певному околиці елемента.

Середня фільтрація. Цей тип обробки зображень відноситься до нелінійних методів і має значні переваги перед лінійною фільтрацією (класичними процедурами згладжування): зберігає різкі відмінності (межі); ефективно згладжує імпульсивний шум; не змінює яскравість фону [16].

Медіанна фільтрація здійснюється шляхом переміщення певної апертури (маски) уздовж дискретного зображення і заміни значення центрального елемента маски на медіанне значення (середнє значення впорядкованої послідовності) усіх елементів у її відкритті. У загальному випадку отвір може мати різноманітні форми, але на практиці найчастіше використовується квадратний отвір розміру плями.

Багато прикладів підтверджують, що середня фільтрація є найефективнішим способом попередньої обробки частин зображень.

Усі сучасні автоматичні аналізатори частинних зображень засновані на тому, що різні компоненти мікроструктури досліджуваного зразка мають різну відбивну здатність; аналізуються сигнали, пропорційні яскравості відображення цих структурних компонентів. Конструкція таких аналізаторів в основному складається з трьох основних частин:

- блок візуалізації;
- детектори;

- логічні обчислювальні пристрої та пов'язані з ними периферійні пристрої.

Зображення досліджуваної мікроструктури формується або оптичним, або електронним мікроскопом, або іншим подібним приладом. Це зображення обробляється телевізійною камерою, яка виробляє електронний сигнал, пропорційний яскравості кожної точки досліджуваного зображення. Дуже важливо, щоб роздільна здатність пристрою була максимально високою, оскільки цей параметр визначає кількість даних, які можна отримати з цієї структурної складової.

Сигнал камери розрізняється детектором за рівнем виявлення (порогом). Такий поріг може визначати або мінімум, нижче якого сигнал не обробляється, або максимум, вище якого дослідження не проводиться, або смугу між двома фіксованими рівнями його інтенсивності (інформативності).

Виявлений сигнал можна обробляти двома різними способами: аналоговий або двійковий аналіз, в останньому випадку кожна точка відображається як 0 або 1. У кожному з цих методів ми можемо розділити на дві різні процедури аналізу:

- для отримання інформації про загальну поверхню, зайняту цим елементом конструкції, обробляється весь сигнал;
- похідна сигналу дає змогу отримати інформацію про геометрію, зокрема про довжину вертикальних проекцій.

2. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВВЕДЕННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ЧАСТИН ЗОБРАЖЕНЬ

2.1. Розробка дерева цілей

Одне з актуальних завдань розвитку інформаційних технологій - забезпечення введення в комп'ютер елементів зображень високої роздільної здатності та їх обробка. Щоб вирішити цю проблему, необхідно розробити ефективні інтелектуальні системи чутливості до вартості та чутливості для захоплення комп'ютерних частин зображень фізичної природи, відмінних від їх обробки, класифікації та обробки. Існуючі системи захоплення частин зображень, що створюються пристроями передачі заряду (ПЗЗ) та електронно-променевими трубками, не є оптимальними за цим критерієм.

Мета розробки – створити ефективну комп'ютерну систему для захоплення та обробки частин зображень. Досягнення цієї мети ми розробляємо дерево цілей, структура якого показано малюнку 3.1. Дерево цілей показує, що основними засобами досягнення цієї мети є аналіз та вибір бази даних сучасних елементів, інтерфейсів зв'язку, структури програмного забезпечення, методів та алгоритмів цифрової обробки частин зображень та створення ефективних баз даних.

2.2. Аналіз основних елементів

Спеціалізована НВІС. Залежно від режиму проектування та виробництва, тобто налаштування для запуску певного алгоритму, спеціалізована НВІС ділиться на два класи: користувальницькі та напівнестандартні.

Напівупорядковані НВІС Напівупорядковані НВІС - це мікросхеми, що складаються з двох частин: зумовленої константи і змінної, що настраюється, структура яких визначається замовником. Напівупорядковані НВІС включають базові кристали (BC) та програмовані користувачем логічні інтегральні схеми (FPGA).

ПЛІС. Поява програмованих ПЛІС дало потужний імпульс розвитку конфігурованих комп'ютерів. Очевидно, що будь-яке обчислювальне чи контрольне завдання найкраще виконувати за допомогою індивідуальних доробок. Але розробляти новий капітальний ремонт під будь-яке завдання економічно неефективно та обтяжливо. Тому ПЛІС, які в основному використовувалися для моделювання складних проектів з упорядкованими змінами, почали використовуватися як програмоване обчислювальне середовище, яке могло підтримувати необмежену кількість перепрограмувань. Це, своєю чергою, прискорило розвиток промисловості FPGA.

Протягом останнього десятиліття виник феномен різкого збільшення кількості програмованих вентилів FPGA, їх тактової частоти та здатності відстежувати їх програмовані апаратні блоки. Це призвело до різкого збільшення обчислювальної потужності ПЛІС (рис. 3.2).

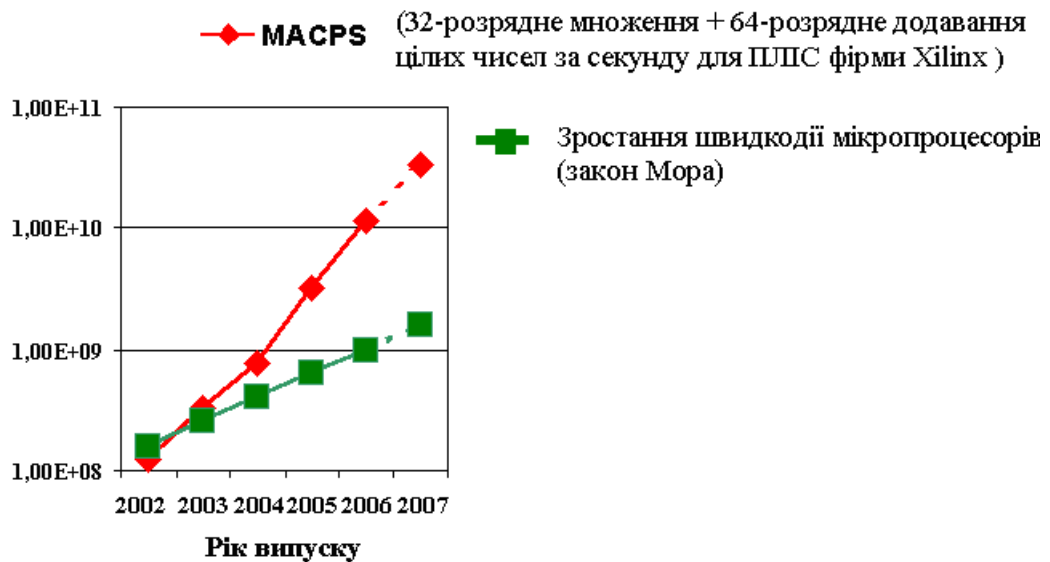


Рисунок 2.2 - Зростання потенціальної продуктивності ПЛІС в порівнянні зі зростанням швидкодії мікропроцесорів

Дані про продуктивність ПЛІС були отримані при проектуванні 32-бітного помножувача з 64-бітною батареєю для різних кристалів ПЛІС, виготовлених Xilinx, з відповідним роком початку. Порівняння зростання потенційної продуктивності FPGA і зростання продуктивності мікропроцесора показує, що хоча швидкість (тактова частота) останнього збільшується вдвічі, потенційна продуктивність FPGA (тобто використання програмованих ресурсів) збільшується приблизно 6 раз.

Для прискорення обчислень FPGA було розроблено та поширено у всьому світі понад 100 різних плат, підключених до ПК. Численні дослідження у реальних експериментах показали високу ефективність такого використання ПЛІС. У той самий час мікросхема FPGA дозволяє виконувати алгоритми значно швидше, ніж сучасний мікропроцесор.

Мікропроцесори DSP. Мікропроцесори DSP (DSP) мають високий рівень спеціалізації. Вони широко використовуються методи скорочення часу командного циклу, типові для університетських інструкцій, розміщення операндів більшості команд у регістрах, використання тіньових регістрів для зберігання стану обчислень у разі зміни контексту, поділ шин управління та даних (Гарвардська архітектура). У той самий час MCOS відрізняється наявністю апаратного помножувача, що дозволяє проводити множення двох чисел за цикл управління. У універсальних мікропроцесорах множення зазвичай здійснюється

кілька циклів, як послідовність операцій зсуву і складання. Іншою особливістю MCOS є включення в систему управління таких операцій, як множення із підсумовуванням MAC ($C = A * B + C$) із зазначеною кількістю виконань у циклі управління та зі зміною правил використання індексів для елементів таблиці A та B, інверсія адресних бітів, різні операції із бітами. ICOS забезпечує апаратну підтримку програмних циклів, кільцевих буферів та вибору пам'яті для циклу виконання команди з кількома операндами. Є кілька причин для використання РКІ з плаваючою комою. Для багатьох завдань, пов'язаних з інтегральними та диференціальними перетвореннями, точність обчислень, що забезпечується експоненційним форматом представлення даних, має особливе значення. Алгоритми стиснення, декомпресії та адаптивної фільтрації в DSP пов'язані з визначенням логарифмічних залежностей та чутливі до точності представлення даних у широкому діапазоні. Робота з даними з плаваючою комою значно спрощує та прискорює обробку, підвищує надійність програми, оскільки не вимагає округлення та нормалізації даних, відстеження втрати важливості та ситуацій переповнення. Платою за це додаткове «зручність і швидкість» є висока складність функціональних пристроїв, що обробляють дані у форматі з плаваючою комою, необхідність у складніших технологіях виробництва мікросхем, більш високий відсоток браку продукту і, наприклад, отже, дорогі мікропроцесори. Найбільш поширені ІСС виробляються Motorola (56002.96002), Intel (i960), Texas Instruments (TMS320Cxx), Analog Devices (21xx, 210xx). Порівняльний аналіз основних характеристик MCOS від різних поколінь компаній показав відсутність суттєвих відмінностей через схожість архітектури та технології виготовлення. З погляду повноти сімейства, наявності технологічних інструментів та програмного забезпечення ICOS, розробленого на основі сімейства TMS320, переважають ICO від інших компаній. Принципи проектування та архітектурні особливості ICMS сімейства TMS320 є загальними для всіх інших ICO. Тому архітектуру мікропроцесорів TMS320 вважатимуться базовою. В основі конструкції мікропроцесорів TMS320 лежать такі принципи: використання модифікованої гарвардської архітектури, широке використання конвеєрного режиму, наявність спеціалізованого пристрою множення,

спеціальних команд DSP, короткий командний цикл. Системи управління сімейства TMS320 повні та сумісні знизу вгору. Вони містять інструкції різного функціонального призначення: універсальні арифметичні, логічні та керуючі команди; спеціальний - призначений на вирішення завдань ЦАП. Наявність комплексної системи управління розширює можливості ПКІ та спрощує розробку програм.

Аналіз АЦП. Перетворення аналогового сигналу в цифровий здійснюється за допомогою АЦП і є процес вимірювання, який полягає в порівнянні аналогового сигналу з опорною напругою, значення якого відомо заздалегідь з великою точністю. В результаті безперервне значення сигналу замінюється опорним значенням, найбільш близьким до напруги, тобто відбувається процес квантування рівня.

Після аналізу різних АЦП було встановлено, що АЦП K1113PV1 найменша похибка. Крім того, це єдина з цих функціонально закінчених мікросхем VIS, яка включає в себе компаратор напруги, ЦАП, пристрій РПН, джерело опорної напруги, ГТІ, вихідний буферний регістр з трьома станами та схеми логічного управління, які не є присутніми в інших мікросхемах, то його використання дозволяє максимально спростити схему. Це узгоджується із накопиченням послідовних наближень АЦП. Мікросхема призначена для перетворення однополярного або біполярного вхідного сигналу з результатами перетворення на двійковий паралельний код. Для його роботи необхідні лише два джерела живлення та керуючі резистори. Він виконаний за біполярною технологією, яка модифікована для комбінованого формування на кристалі біполярних транзисторів, а також елементів логіки інжекції та прецизійних тонкоплівкових резисторів. Технологія дозволяє розмістити велику кількість цифрових елементів у BIS та реалізувати аналогові вузли з високим рівнем параметрів. Мікросхема K1113PV1 випускається у герметичному металокерамічному корпусі з 18 висновками типу 238.18-1 з вертикальним розташуванням висновків.

Як і будь-яке послідовне наближення АЦП, ця мікросхема має такий принцип роботи: після сигналу "Пуск" на виході старшого розряду пристрою РПН утворюється логічна одиниця. Відповідна напруга утворюється на виході

ЦАП. Якщо ця напруга менше U_{in} , то на логічний блок подається живлення на виході наступного біта регістру, інакше ця напруга знімається. Цей метод полягає у спробах передати всі звання наймолодшому. У БІС К1113ПВ1 вихідний струм ЦАП порівнюється зі струмом через вхідний опір джерела сигналу. Це генерує логічний сигнал керування від пристрою РПН. Стабілізація двійкових струмів ЦАП досягається інтегрованим ДОН на основі стабілітрона замкнутої структури.

CAD-аналіз. ЦАП цифрова інформація вводиться як паралельний цифровий код перетвореного числа, а аналоговий сигнал на виході є носієм інформації.

Будь-який ЦАП складається з суматора та резистивного ланцюга. резистивний

Схема може бути реалізована двома способами:

У на основі врахованих опорів;

У на основі матриці R-2R.

Ми опишемо високошвидкісний ЦАП К572РА1, який призначений для перетворення двійкового коду в струм, містить 10-бітні перемикачі струму та генератор струму та заснований на матриці R-2R. Цей чіп відрізняється низьким енергоспоживанням та достатньою вихідною швидкістю (час перетворення 5 нс). К572РА1 - ЦАП множного типу. Поставляється у герметичній скриньці типу 201.16-8. Корпус виконаний із металокераміки; містить 16 висновків (розміщення на двох рядах висновків). Виробництво КМОН – технології з полікремнієвим затвором. До складу ЦАП входять прецизійна резистивна полікремнієва матриця типу R-2R, підсилювачі-інвертори (ПІ) для управління ключами, струмові біполярні перемикачі, реалізовані на транзисторах КМОН.

Коли один із виходів ЦАП має високу напругу, струм відповідної гілки резистивної матриці подається на вихід 1, а коли низький рівень подається на вихід 2. Для отримання стабільності основних параметрів. перетворення під дією зовнішніх факторів дестабілізації, до мікросхеми підключений резистор зворотного зв'язку. У ЦАП КР580ПА1 його можна розмістити всередині мікросхеми або підключити ззовні.

2.3. Аналіз пристроїв введення частин зображень

Якщо ви збільшите розмір ПЗЗ-матриці, вона виглядатиме як велика пунктирна сітка. Кожна з цих точок є світловим рецептором, званим фотодіодом. Одна точка дорівнює одному пікселю і є наймолодшим елементом зображення. Для опису розміру ПЗЗ використовуються такі терміни, як "2х-мегапіксель" (2 мільйони пікселів) або "4-х-мегапіксель" (4 мільйони пікселів). У міру збільшення кількості пікселів зображення стає детальнішим. Крім того, у міру збільшення розміру матриці ПЗЗ і зображення збільшується кількість прийнятого світла, що покращує різкість зображення.

"Точка", "піксель" і "піксель зображення" - всі терміни мають однакове значення і відносяться до найдрібніших компонентів цифрового зображення. Якщо роздільна здатність плівкової камери залежить від якості об'єктива, то роздільна здатність цифрової камери залежить від кількості пікселів у ПЗС-матриці, оскільки ПЗС-матриця цифрової камери записує зображення з використанням сіткової моделі. Потужність ПЗС-матриці визначається як кількістю пікселів. Більший піксель дозволяє вловлювати більше світла. Якщо 2 ПЗС-матриці мають однакову роздільну здатність (однакова кількість пікселів), більша ПЗС-матриця дає більш чітке зображення. Навіть коли кількість пікселів однакова, зображення, записане з більшими пікселями, буде більш чітким через більший розмір ПЗС-матриці. Як і діагональ телевізора, розмір ПЗС-матриці вимірюється в дюймах, наприклад, 2/3 дюйма (8,8 x 6,6 мм), 1/2 дюйма (6,4 x 4,8 мм), 1/3 (4,8 x 3,6 мм).).

Загальна кількість пікселів характеризує кількість світлоприймачів у ПЗС-матриці. Однак, не всі пікселі використовуються для створення зображення. Деякі з них вирізані для стиснення зображень, а інші використовуються для передачі даних. В результаті фактична кількість пікселів, на яких може бути

записане зображення, зменшується, а кількість пікселів, що залишилася, називається «ефективними пікселями».

Структура ПЗС. Поперечний переріз типової трифазної ПЗС-матриці показано малюнку (Малюнок 3.3). Структура складається з шару кремнію р-типу (підкладки), який ізолює шар діоксиду кремнію та набору електродних пластин. Один з електродів рухається позитивніше, ніж два інших, і саме під ним накопичується заряд. Напівпровідники Р-типу отримують додаванням (легуванням) до акцепторного кристала домішок кремнію, таких як атоми бору. Домішка акцептора створює у кристалі напівпровідника позитивно заряджені носії – дірки. Дірки у напівпровіднику р-типу є основними носіями заряду: вільних електронів дуже мало.

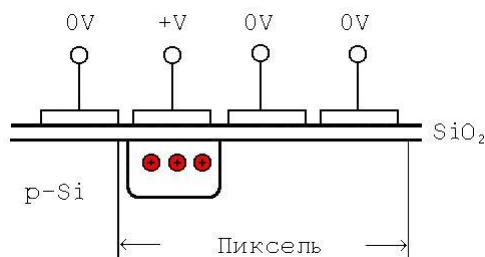


Рисунок 3.3 - Поперечний переріз типового трифазного ПЗС

Режим зберігання інформації, коли сигнальний зарядовий пакет перебуває під середнім електродом, напруга на якому вище, ніж на сусідні. Процес переносу сигнального заряду починається в той момент, коли на один із затворів подається імпульс більше високої напруги. Основними типами приладів із зарядовим зв'язком є ПЗС із поверхневим каналом і ПЗС зі схованим каналом. У ПЗС із поверхневим каналом заряди зберігаються й переносяться в границі роздгнута напівпровідника - діелектрик. У ПЗС зі схованим каналом завдяки спеціальному легуванню підкладки ці процеси відбуваються в товщі напівпровідника на деякій видаленні від границі з діелектриком. Відзначимо також, що при конструюванні конкретних мікроелектронних пристроїв на ПЗС

(залежно від їхнього призначення) застосовуються різні схеми організації тактового живлення й взаємного розташування затворів.

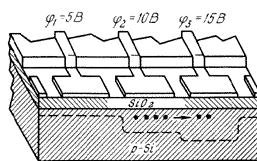


Рисунок 3.4 - Трифазний n-канальний ПЗС

Трифазна n-канальна ПЗС-матриця більш детально (з пристроями введення та виведення) представлена на малюнку (Малюнок 3.4). Справді, ПЗС, або регістр ПЗС, складається з трьох пар електродів (вентилів), що передають, підключених до шини синхронізації. Пристрій введення, що складається із вхідного діода та вхідного затвора, забезпечує введення пакетів сигнального заряду під першим електродом перенесення регістру. Вилучення та виявлення пакетів заряду забезпечується вихідним затвором та діодом.

Двовимірний масив (матриця) пікселів утворюється за допомогою стоп-каналів, які відокремлюють структуру електрода від ПЗС-матриці на стовпці. Ступінчасті канали є вузькими ділянками, утвореними спеціальними технологічними прийомами на ділянці, близькому до поверхні, які перешкоджають поширенню навантаження під сусідніми колонами.

Аналіз принципу впливу. З фізичної точки зору ПЗС-матриці цікаві тим, що електричний сигнал – це не струм чи напруга, як у більшості інших пристроїв, а заряд.

В основі ПЗС лежить явище внутрішнього фотоефекту. Коли фотон поглинається кремнієм, утворюється пара носіїв заряду – електрон та дірка.

Електростатичне поле в області пікселя "тягне" цю пару, просуваючи отвір углиб кремнію. У потенційній ямі під електродом, до якого прикладено позитивний потенціал, накопичуватимуться не основні носії заряду, а саме

електрони. Тут вони можуть зберігатися довгий час, тому що в збідненій ділянці немає дірок і електрони не рекомбінують.

Найважливішим компонентом ПЗЗ-матриці є світлоприймач – двомірна матриця, складена з пікселів. Відповідні послідовності тактових імпульсів на затворах такої матриці переміщуються її окремими конденсаторами режиму глибокого виснаження TIR, так що пакети заряду можуть накопичуватися під електродами матриці і переміщуватися контрольованим чином уздовж поверхні кристал, що тече від безлічі электродів сусідніх электродів.

Вихідні сигнали такої матриці пропорційні до локальної освітленості, що дозволяє визначати яскравість об'єкта.

Заряд, накопичений під одним електродом, може бути перенесений на сусідній електрод будь-коли, якщо його потенціал збільшується, а потенціал першого електрода зменшується. Передача в трифазній ПЗЗ-матриці може проводитись в одному з двох напрямків (по лініях). Усі пакети заряду лінії пікселів будуть транспортуватися в тому самому напрямку в один і той же час.

Аналіз механізму передачі заряду ПЗЗ-сигналу. Процес перенесення сигнального заряду до ПЗЗ визначається трьома основними фізичними механізмами: термодифузиею, самоіндукованим дрейфом та дрейфом граничного електричного поля.

Для відносно невеликих пакетів заряду переважним механізмом перенесення термодифузія. У цьому випадку загальний заряд, що залишається під електродом, з якого відбувається перенесення, до t від початку перенесення експоненційно зменшується.

Витік відносно великих пакетів зарядів (порівняних з повною глибиною потенційної ями) відбувається через самоіндукований дрейф через простого електростатичного відштовхування електронів, що обертаються. Результуюче поздовжнє електричне поле (спрямоване паралельно кордону з оксидом)

пропорційно градієнту поверхневої щільності сигнального заряду. В результаті заряд сигналу з часом зменшується за гіперболічним законом.

Виявляється, навіть за відсутності сигнального заряду під передавальним електродом на кордоні з оксидом існує певне поздовжнє електричне поле. Це називається граничним полем, для розрахунку якого необхідно враховувати двовимірний характер розподілу потенціалів в збідненому шарі структури ПЗЗ через вплив потенціалів на сусідні електроди. Амплітуда крайових полів залежить від товщини оксидного шару, довжини електродів, рівня легування та амплітуди тактових напруг. Зрозуміло, що на останніх стадіях процесу переносу, коли частина сигнального заряду під електродом, що залишилася, стає настільки малою, що індуковане поле менше краю, останнє визначає динаміку потоків малих зарядів. Ця модель справедлива за відносно високих тактових частот і дає розумну оцінку тактових частот ПЗЗ, перевищення яких призводить до різкого зниження ефективності передачі. Наприклад, для ПЗЗ з довжиною затвора ~ 10 м і при типових значеннях інших параметрів, що забезпечують ефективність передачі не менше 99,99% тактова частота не повинна перевищувати кількох десятків мегагерц.

Аналіз типу та структури ПЗЗ-матриць для домашнього використання. Більшість типів ПЗЗ-матриць, вироблених у промислових масштабах, призначені для використання в телебаченні, і це відбивається на їх внутрішній структурі. Зазвичай ці матриці складаються з двох ідентичних областей - області накопичення та області зберігання.

За розмірами областей зберігання та накопичення матриці поділяються на 2 типи:

- матриця з перекладом кадрів для прогресивної розгортки;
- матриця з покадровою передачею для надстрокової розгортки.

Також є матриці, в яких немає секції зберігання, тоді передача рядка здійснюється безпосередньо в секцію зберігання. Очевидно, що для роботи таких ґрат необхідний оптичний затвор.

Місце зберігання захищене від світла непрозорим покриттям. При зміні частоти кадрів ТВ-монітора зображення, створене в області зберігання, швидко

передається в область зберігання, а потім зчитується строково з частотою рядка в реєстрі програвача. 'Origin, доки експонується наступне зображення. Паралельна передача рядка реєстр читання відбувається при зворотному розгортанні рядка. З реєстру управління пакети заряду виводяться один за одним послідовно через вихідний підсилювач, розташований на тому кремнієвому кристалі. У цьому вузлі навантаження перетворюється на напругу подальшої обробки сигналу зовнішніми електронними пристроями. Такі пристрої називаються ПЗЗ-матрицями з перенесенням персоналу. Вони широко використовуються в домашньому відеообладнанні, особливо для любителів через свою невисоку ціну. Пристрої передачі зображень можна використовувати для зйомки у освітлених умовах. Використання таких ПЗЗ-матриць дозволяє використовувати відеокамери без дорогих механічних затворів.

Датчики CCD, призначені для використання в умовах низького освітлення, зазвичай виробляються без області зберігання та часто мають два реєстри приводу на протилежних сторонах пристрою. Зображення можуть бути зсунуті в кожному з цих реєстрів, які можуть відрізнитись конструкцією вихідного вузла. Звичайно, один оптимізований для повільних швидкостей читання, другий – для високих. Під час виведення сигналу таку матрицю слід захищати від світла. Для цього найчастіше використовуються механічні жалюзі.

Різноманітний аналіз матриці ПЗЗ. Найпростіші пристрої CCD складаються із структури електрода, накладеної безпосередньо на ізолюючий шар, сформований на поверхні пластини однорідно легованого кремнію р. Заряд накопичується та переноситься безпосередньо на поверхневий шар напівпровідника. Такі пристрої називаються ПЗЗ-матрицями з поверхневим каналом. Поверхневий шар характеризується великою кількістю дефектів, що негативно впливає на ефективність перенесення заряду. Заряди уловлюються дефектами в поверхневому шарі та повільно вивільняються. Це розмиває зображення. Дефекти в поверхневому шарі можуть спонтанно випускати заряди, що призводить до збільшення темного сигналу (струму). Стан поверхні є фактором, що обмежує ефективність ПЗЗ-матриці. Неможливо повністю звільнитися від поверхневих станів, але можна значно покращити

характеристики пристрою, зберігаючи та передаючи пакети зарядів на певній відстані від кристалічної поверхні, тобто формуючи тривимірне перенесення каналу. Такий результат можна отримати, якщо під оксидом на підкладці р-типу створити тонкий n-шар. Такі пристрої називаються ПЗЗ-матрицями з об'ємним каналом. Аналогічні міркування застосовуються до конструкції вихідного підсилювача, оскільки дефекти поверхні можуть значно збільшити шум підсилювача. Вихідний підсилювач із одним каналом гучності має набагато кращі характеристики.

Принцип формування зображення отриманого за допомогою ПЗЗ-матриці. Під час експозиції, тривалість якої регулюється механічним затвором, кожен піксель поступово заповнюється електронами пропорційно кількості світла, що потрапляє на нього.

Після закінчення зчитування стовпці з електронами, накопиченими в пікселях, починають рухатися до краю матриці, де є аналогічний стовпець вимірювання. При цьому заряди переміщуються в перпендикулярному напрямку та падають на вимірювальний елемент, створюючи мікроструми, пропорційні цим зарядам. Таким чином, для кожного наступного моменту ми можемо отримати значення накопиченого заряду та визначити, якому пікселю матриці (номеру рядка та номеру стовпця) він відповідає. Ці дані передаються по проводах на комп'ютер, на екрані якого відтворюється зображення об'єкта, зображення якого можуть бути оброблені і збережені у файлі. У цифрових ПЗЗ-пристроях заряд сигналу певного значення дорівнює 1 а порожній отвір - 0.

Усю цю складну технологію можна чітко проілюструвати елегантною аналогією, запропонованою Джеромом Крістіаном (Інститут Карнегі у Вашингтоні). Припустимо, вам потрібно виміряти кількість та розподіл опадів на експериментальній ділянці. Для вирішення цієї проблеми можна сконструювати пристрій, який покриває територію резервуарами з водою і за його допомогою після дощу починає вимірювання. Увімкнення конвеєрних стрічок призведе до того, що вода з верхніх рядів заповнених резервуарів почне стікати в порожнє

дно, а потім у мірну ємність. Вимірюючи кількість додаткової води, що отримується щоразу, ми зможемо розрахувати та побудувати картину розподілу кількості опадів, що випали на різні частини нашого регіону. ПЗЗ-матриця працює практично так само, тільки в цьому випадку фотони є краплями дощу.

Аналіз виробничих технологій. Товщина активної частини пристроїв зв'язку навантаження виражається у мікронах. Зазвичай вони виготовляються з дуже тонких напівпровідникових плівок, що виявляються відносно товстої основі - підкладці. Декілька методів, зазвичай званих епітаксійними, були розроблені для вирощування плівок на підкладках. Термін «епітаксія» складається з двох грецьких слів: «епі» (на підлозі) та «таксі» (розташування по порядку). Дуже добрий термін, що нагадує про те, що йдеться про вирощування поверх монокристалічного (упорядкованого) шару матеріалу. Культивовані епітаксійні плівки набагато менше забруднені домішками. У процесі епітаксії можливе строго контрольоване легування шару, що росте.

ПЗЗ-електроди протягом деякого часу після винаходу часто виготовляються з одного шару металу. На пристрій напиленням наносили шар алюмінію завтовшки приблизно 1 мкм. Потім електроди формували методом фотолітографії. Найважливішим етапом технологічного циклу виготовлення такої однорівневої конструкції є травлення міжелектродних просторів. Щоб забезпечити хорошу передачу пакетів навантаження, необхідно для слабологованого матеріалу підкладки (концентрація атомів акцептора близько 10^{15} 1/див³, товщина окисла 0.1 мкм і помірний розмах тактових імпульсів порядку 10 У) збіднений шар проникає в кремній на глибину приблизно 1 мкм. Згадаємо, що в кожному кубічному сантиметрі твердої речовини втримується приблизно 10^{22} атомів. Концентрація 10^{15} атомів домішки в 1 див³ відповідає 1 атому домішки на 10 мільйонів атомів Si.

Зрозуміло, що будь-яке випадкове коротке замикання сусідніх електродів, що відбулося під час однієї з операцій технологічного циклу, виведе повністю прилад з ладу. Подальший розвиток технології CCD було спрямовано створення

структур, вільних від дефектів ранніх технологій і з більш простими управляючими напругами.

ПЗС-матриці, призначені для використання як приймачі зображення, виготовляються з електродами з полікремнію (кремнію, що виділяється з газової фази). Після легування бором або фосфором для отримання досить низького опору його можна використовувати як провідний шар. Термічне окислення полікремнію забезпечує високоякісний міжфазний діелектрик, яке прозорість полегшує використання ПЗС-матриць як рецепторів зображення. Застосування цієї технології дозволило реєструвати світло не з електродів (у цього запису багато недоліків, так як корисний світловий сигнал частково витьється електродами), а з протилежного боку. Такі матриці називаються з підсвічуванням.

Використання GaAs через високу рухливість електронів у цьому матеріалі є перспективним для створення надшвидких ПЗС-матриць. Вже існують ПЗС-матриці з прихованим каналом GaAs, що працюють на тактових частотах до 500 МГц.

Проблеми з ПЗС-матрицею. У процесі прийому та обробки сигналу в матриці виникають різні типи перешкод, які називають шумом. Один з найнеприємніших – шум темного струму – результат генерації термоелектронних пікселів. Кількість цих «паразитних» електронів залежить від двох основних параметрів: часу дії та температури матриці.

Один із ефективних способів зменшити темновий струм – це охолодити матрицю: коли температура кристала знижується всього на 8 градусів, кількість термоелектронів зменшується вдвічі! Тому всі сучасні астрономічні ПЗС-матриці оснащені вбудованою системою охолодження. Невеликий датчик температури, встановлений на задній частині кристала, дозволяє керувати електронною схемою, яка підтримує температуру матриці з точністю до 0,1 градуса, і записувати цю температуру в пам'ять комп'ютера та сховище зображень.

Загальний контроль за роботою ПЗЗ-матриці здійснює блок управління, що є досить складною електронною схемою. Це може бути звичайна карта розширення для комп'ютера, яка міститься у вільний роз'єм усередині, або як окремий блок розміром з книгу, яка підключається до комп'ютера.

Плюси ПЗС. За рахунок дивовижної чутливості ПЗС-матриць астрономія почала розвиватися з величезною швидкістю. Якщо для одержання зображення слабкої галактики на фотоплівку потрібні часом вартові витримки, то ПЗС дозволяє скоротити час експозиції до декількох хвилин або навіть секунд!

Квантова ефективність ПЗС набагато вище аналогічного показника для фотоемульсії або ока, у яких квантова ефективність становить 1% і 3% відповідно.

Відомо, що фотографічна емульсія здатна зберігати свою чутливість до світла лише короткий час на самому початку експозиції й різко втрачає неї при тривалих витримках. ПЗС-матриця, навпроти, володіє чутливістю яка, залишається стабільною протягом усього часу експозиції.

Сучасний рівень технології дозволяє випускати матриці з розмірами пікселя від 7 до 52 мікронів, і зараз можна зустріти в продажі матриці з пікселями менш 10 мікрон. Для фотоплівки це фактично еквівалентно дозволу 100 ліній на міліметр, що із працею здійсненна для емульсій з високою чутливістю.

Чим більше розміри пікселя, тим більше електронів він може нагромадити до повного насичення. Так, наприклад, в 10-ти мікронних пікселей насичення настає при нагромадженні 50 тис. електронів, а піксель розмірами 23 на 27 мікрон дозволяє накопичувати вже до 400 тис. електронів! По суті це означає, що хоча великі піксели й погіршують розв'язну здатність, з ними можна одержати набагато більший діапазон яскравості, що еквівалентно більшій фотографічній широті у фотографії. Це властивість особливо важливо при зйомці астрономічних об'єктів, що володіють більшими перепадами яскравості.

Крім великого діапазону відтворених яскравостей ПЗС володіє ще й широким спектральним діапазоном, що значно перевершує можливості фотоплівки й, тим більше, ока. ПЗС реагують на світло в діапазоні від рентгенівського до ближнього інфрачервоного випромінювання (від одиниць ангстрем до, приблизно, 11 тисяч ангстрем). Таким чином, на сьогоднішній день ПЗС мають найширший спектральний діапазон серед всіх відомих приймачів випромінювання.

Ще один плюс - один раз куплена ПЗС-камера надалі не вимагає витрат на такі процеси, як проявлення й друк, без яких не обійтися у фотографії.

Недоліки ПЗЗ-матриці. Незважаючи на всі свої позитивні якості, у ПЗЗ-матриці є один серйозний недолік - вони дуже маленькі. Наприклад, більшість матриць мають трохи більше 80 000 пікселів, розташованих у 336 рядків та 242 стовпці. Оскільки розмір пікселя у цій матриці становить 10 мікрон, ми отримуємо, що загальна площа світлосили становить менше 1% від растрової площі звичайної 35-міліметрової плівки! В результаті поле зору при використанні такої ПЗЗ-матриці набагато менше, ніж поле зору, яке можна отримати під час зйомки на плівку, не кажучи вже про фотопластинки.

Також доступні більші матриці з елементами приблизно 768x512 (лінійні розміри - 6,9x4,6 мм). Але це не межа – космічний телескоп. Хаббл оснащений ПЗС-матрицею 800x800 (12x12 мм), а найбільший із створених на сьогоднішній день масивів має розмір 7000x9000 пікселів (84x108 мм). Для збільшення поля зору іноді використовуються так звані складені плашки, що складаються з декількох маленьких штампів, притиснутих один до одного. Найбільший із складових масивів використовується на 3,6-му канадсько-франко-гавайському телескопі і складається з восьми масивів розміром 2048x4096 пікселів.

Однак слід пам'ятати, що використання матриць таких великих розмірів пов'язане з труднощами при обробці та зберіганні інформації. Наприклад, космічний телескоп. Хаблу потрібно кілька хвилин, щоб переглянути зображення ПЗС, і не менше 20 хвилин, щоб прочитати сигнал із масиву пікселів 7000x9000. Крім того, пропорційно до кількості фоторецепторних елементів

матриці збільшується кількість інформації, що займається зображенням. Якщо файл, в якому зберігається зображення, отримане на 16-бітній матриці (65 тисяч рівнів сірого) розміром 768x512 пікселів, зберігатиме менше одного мегабайта інформації, то зображення, отримане на аналогічній матриці 4096x4096 пікселів, дорівнює 32 мегабайти.

Робота з ПЗЗ-матрицею дуже вимоглива до комп'ютера, тому що для обробки частин зображення він повинен мати достатній обсяг оперативної пам'яті та хорошу продуктивність.

Таким чином, у ПЗЗ-їжаків є ще один недолік: у червоному та інфрачервоному діапазонах довжин хвиль у ПЗЗ найгірший дозвіл, ніж у видимому діапазоні, тому що червоні фотони проникають глибше в кристал кремнію та пакет зарядів нечіткий, що трохи обмежує їх використання. .

Значок. Зображення об'єкта фокусується на світлочутливій мішені 1, що знаходиться усередині флакона (рис. 3.5). Матеріал мішені в першу чергу визначає чутливість та спектральні характеристики електронної вакуумної лампи. Залежно від освітленості окремих ділянок цілі ними формується потенційний рельєф. Проектор 2 та система електродів 3, 4, 5 утворюють електронний промінь. Цей електронний промінь сканує ціль за допомогою відхиляючих котушок рами та стрічки. В результаті на резистори K_t генерується електричний сигнал. Він подається на аналого-цифровий перетворювач для створення цифрового коду

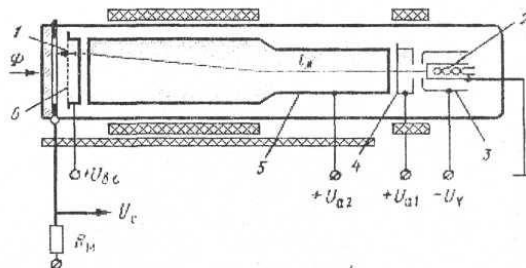


Рисунок 3.5. Структура відікону

Оскільки світлочутлива мета електронно-променевої трубки має досить однорідну структуру, використання різних нестандартних режимів сканування дозволяє збільшити дозвіл (сканування більш детального фрагмента мішені), швидко збільшити масштаб мішені. . »зображення (шляхом вибору цільового фрагмента для сканування), постійно змінюючи об'єктив мікроскопа і регулюючи точне фокусування. Ці переваги важливі при введенні елементів зображення клітинних об'єктів через мікроскоп.

Істотним недоліком піктограми телекамери з електронно-променевою трубкою під час захоплення частин зображення є низька чутливість і низький динамічний діапазон.

Дисектор - випромінююча трубка миттєвої дії без накопичення заряду, призначена для перетворення світлових сигналів в електричні сигнали, яка використовується як детектор в системах спостереження за слабкими об'єктами (у телескопах і скануючих фотометрах, в зоряних провідниках в астронавігації та астроорієнтації, в метеорологічних системах. системи, метеорологічний контроль та управління виробничими процесами, у зчитувачах карт та мікрофільмів, у лазерних системах тощо).

Дисектор відрізняється від інших трансмісійних трубок високою швидкістю, миттєвою готовністю до роботи, можливістю застосування будь-якого алгоритму сканування, простотою експлуатації, тривалим терміном служби та високою надійністю, а також високою вологістю. Дисектор має характеристики, близькі до ідеальних характеристик світлового сигналу (світлові характеристики лінійні в широкому діапазоні (від трьох до п'яти порядків) робочої освітленості), забезпечує відтворення градацій яскравості, абсолютний рівень чорного, стійкий до освітлення. . У порівнянні з фотоелектронним помножувачем, дисектор демонструє на кілька порядків менший шум та значно кращі характеристики відношення сигнал/шум при однорідному фоні та відсутності плям на фотокатоді. У вузькосмугових системах чутливість дисектора можна порівняти з чутливістю ламп, у яких

використовується принцип накопичення енергії. Завдяки наявності у спектрі вихідних імпульсів яскраво вираженого одноелектронного піку в режимі рахунку дисектор дозволяє реєструвати окремі фотони.

Використання дисекторів у режимах низькорамної або низькоелементної декомпозиції не тільки спрощує обладнання, але й підвищує його експлуатаційну надійність.

Інформація про положення об'єкта на фотокатоді дисектора є середнім струмом котушок дефлектора в режимі спостереження. Про знак цих струмів можна судити за напрямом руху об'єкта у зору телевізійної системи.

Якщо дисектор використовується в телевізійній системі, що аналізує напівтонове зображення, його робота характеризується роздільною здатністю, яка зазвичай виражається кількістю допустимих телевізійних рядків із заданим коефіцієнтом модуляції на 1 мм робочої площі. Природно, що у принципі дозвіл пов'язані з нечітким колом електронної оптики, але таке з'єднання можна використовувати лише дисекторах з досить маленькими отворами.

Оскільки отвір у дисекторах зазвичай перевищує розмір розмитого кола, платоспроможність насамперед визначається лише розміром отвору.

де L - Довжина растрової лінії; d - розмір діаметра ріжучого отвору; r - дозвіл у ТВ-рядках.

Інтерфейс USB. У сучасній комп'ютерній архітектурі зовнішні шини стають все більш важливими для з'єднання різних пристроїв. Сьогодні це може бути, наприклад, зовнішні жорсткі диски, компакт-диски, DVD-плеєри, сканери, принтери, цифрові фотоапарати тощо.

Інтерфейс USB дозволяє підключати до 127 пристроїв. Однак на практиці підключається не більше 10 – максимальна пропускна здатність каналу є обмеженням. Обмін даними з високошвидкісними пристроями відбувається на

швидкості 12 Мбіт/с, а на повільній – 1,5 Мбіт/с. Максимально допустима довжина кабелю становить 5 м, але можна збільшити, встановивши додаткові концентратори. Наявність USB-лінії живлення з допустимим зарядним струмом до 500 мА у багатьох випадках дозволяє пристроям обходитися без додаткових джерел. Усі пристрої підключаються в режимі обігріву та автоматично налаштовуються за допомогою режиму Plug and Play.

Оскільки світлочутлива мішень електронно-променевої трубки має досить однорідну структуру, використання різноманітних нестандартних режимів сканування дозволяє підвищити роздільну здатність (сканування більш детального фрагмента мішені) та швидко збільшити масштаб зображення. Ціль... ”Отримане зображення (шляхом вибору цільового фрагмента для сканування), постійно змінюючи об’єктив мікроскопа і регулюючи точне фокусування. Ці переваги важливі при зйомці частин зображення клітинних об’єктів під мікроскопом.

Істотним недоліком піктограми електронно-променевої телевізійної камери при зйомці частин зображення є її низька чутливість і низький динамічний діапазон.

Дисектор являє собою миттєву емісійну трубку без накопичення зарядів, призначену для перетворення світлових сигналів в електричні, використовується як детектор в системах спостереження слабких об’єктів (у телескопах і скануючих фотометрах, в зоряних путівниках в астронавігації та астроорієнтації, в метеорологічних системах, метеорологічні системи, метеорологічний контроль і контроль процесів, в зчитувачах карт і мікрофільмів, в лазерних системах тощо).

Дисектор відрізняється від інших трансмісійних трубок високою швидкістю, миттєвим часом роботи, можливістю використання будь-якого алгоритму сканування, простотою використання, тривалим терміном служби та високою надійністю, а також високою вологістю. Дисектор має характеристики, близькі до ідеальних характеристик світлового сигналу (світлові характеристики лінійні в широкому діапазоні (від трьох до п'яти порядків) робочої освітленості), забезпечує гарне відтворення градацій яскравості, абсолютного рівня чорного і

стійкий до освітлення. ... У порівнянні з фотопомножувачем, дисектор має на кілька порядків менше шумів і значно кращі характеристики сигнал-шум з однорідним фоном і відсутністю плям на фотокатоді. У вузькосмугових системах чутливість дисектора порівнянна з чутливістю ламп, які використовують принцип накопичення енергії. Завдяки наявності в спектрі вихідних імпульсів яскраво вираженого одноелектронного піку в режимі підрахунку, дисектор дозволяє реєструвати окремі фотони.

Використання дисектора в режимах низькокадрової або малоелементної декомпозиції не тільки спрощує обладнання, але й підвищує його експлуатаційну надійність.

Інформацією про положення об'єкта на фотокатоді дисектора є середній струм котушок дефлектора в режимі спостереження. Про ознаку цих струмів можна судити за напрямком руху об'єкта в полі зору телевізійної системи.

Якщо дисектор використовується в телевізійній системі, яка аналізує зображення у відтінках сірого, його роботу характеризують роздільною здатністю, яка зазвичай виражається як кількість допустимих телевізійних ліній із заданим індексом модуляції на 1 мм площі активна. Природно, що в принципі роздільна здатність пов'язана з нечітким колом електронної оптики, але таке з'єднання можна використовувати тільки в дисекторах з досить малими отворами.

Оскільки апертура в дисекторах зазвичай перевищує розмір нечіткого кола, платоспроможність в першу чергу визначається тільки розміром отвору.

де L довжина растрової лінії; d - розмір діаметра різального отвору; r - роздільна здатність в телевізійних лініях.

USB інтерфейс. У сучасній архітектурі ІТ зовнішні шини набувають все більшого значення для підключення різних пристроїв. Сьогодні це можуть бути, наприклад, зовнішні жорсткі диски, компакт-диски, DVD-плеєри, сканери, принтери, цифрові фотоапарати тощо.

Інтерфейс USB дозволяє підключити до 127 пристроїв. Однак на практиці підключається не більше 10 - максимальна пропускну здатність каналу є обмеженням. Обмін даними з високошвидкісними пристроями відбувається зі швидкістю 12 Мбіт / с, а при повільній - 1,5 Мбіт / с. Максимально дозволена довжина кабелю становить 5 м, але її можна збільшити, встановивши додаткові концентратори. Наявність USB-лінії живлення з допустимим зарядним струмом до 500 мА дозволяє пристроям у багатьох випадках обходитися без додаткових джерел. Усі пристрої підключаються в режимі нагріву та автоматично налаштовуються з підтримкою Plug and Play.

4720 / 5000

Результати перекладу

Назва порту вказує на його основне призначення – підключення комунікаційного обладнання (наприклад, модему) для зв'язку з іншими комп'ютерами, мережами та пристроями. До порту можуть бути безпосередньо підключені периферійні пристрої з послідовним інтерфейсом: принтери, плоттери, термінали та інші. COM-порт широко використовується для підключення миші, а також для організації прямого зв'язку між двома комп'ютерами.

Шина PCI. Локальна шина PCI (Peripheral Component Interconnect) – шинне з'єднання периферійних компонентів є основним розширенням шини сучасних комп'ютерів. Він був розроблений на базі Pentium, але добре поєднувався із 486 процесорами.

Спочатку шина PCI була представлена як розширення (мезонинна шина) систем з основною шиною ISA, що пізніше стала центральною шиною: вона з'єднується з шиною процесора за допомогою високопродуктивного мосту ("північ"), який становить частину материнської плати чіпсет. Інші шини розширення введення / виводу (ISA / EISA або ISA), а також локальний інтерфейс X-BUS та LPC ISA-типу, який підключається до мікросхем на материнській платі (ROM BIOS, контролери переривань, клавіатури, DMA, COM та Порти LPT, NGMD та інші «дрібниці» підключаються до шини PCI через «південний» міст. У сучасних материнських платах з архітектурою концентратора шина PCI

висувається до периферії без шкоди сили каналу зв'язку з процесором і пам'яттю, але збільшення транзитного трафіку інших пристроїв шини.

FIREWIRE інтерфейс. Єдиним реальним суперником USB 2.0 у боротьбі за серця та гаманці користувачів є інтерфейс FireWire, також відомий як IEEE1394. В даний час цей стандарт навіть дорожчий за свого конкурента і менш поширений. Винахідником нового високошвидкісного послідовного інтерфейсу, що спочатку розроблявся як високошвидкісна версія SCSI, є Apple. Після рішення Apple відкрити стандарт і працювати з зацікавленими компаніями в 1990 році, технічний опис цієї шини було опубліковано як стандарт IEEE1394 (Інститут інженерів з електротехніки та електроніки 1394 – стандарт Інституту інженерів з електротехніки та електроніки 1394). Швидкість передачі даних по шині IEEE 1394 – 100, 200, 400 Мбіт/с, відстань – до 4,5 м, кількість периферійних пристроїв – до 63. Як і USB, шина IEEE 1394 дозволяє апаратно переналаштувати комп'ютер, не вимикаючи його. Згідно з прийнятим стандартом IEEE1394, існує два варіанти роз'ємів та кабелів. Перша версія з 6-контактним роз'ємом IEEE1394 передбачає не лише передачу даних, але й живлення пристрою IEEE1394, підключеного до відповідного контролера ПК. Загальний струм обмежений 1,5 А. Другий варіант із 4-контактним роз'ємом IEEE1394 призначений лише для передачі даних. У цьому випадку пристрої, що підключаються, повинні мати незалежні джерела живлення. Шина IEEE 1394, що використовується для підключення різного відео та аудіо обладнання (телевізорів, відеомагнітофонів, відеокамер тощо), що передає дані в цифровому коді, зазвичай позначається як i.LINK (торгова марка Sony) [3].

3.5. Аналіз методів та алгоритмів цифрової обробки частин зображень

На сучасному розвитку інформаційних технологій важливою практикою є завдання створення ефективних засобів автоматизації інтелектуальних функцій людини, пов'язаних із сприйняттям, обробкою, обробкою та класифікацією візуальних образів. Необхідність вирішення цих проблем продовжує зростати у багатьох прикладних сферах людської діяльності. Водночас існує об'єктивна необхідність переходу від відносно простих та вузьких класів задач до

визначення та вирішення задачі обробки, обробки та класифікації візуальних образів у їх сукупності з урахуванням модифікацій неконтрольованих об'єктів та параметрів навколишнього середовища. Це те, що переводить цю проблему до класу особливо складних нерегулярних завдань, для яких формальне формулювання та побудова алгоритму вирішення значно ускладнюються, а в багатьох випадках неможливі. Спроби ефективно вирішити такі завдання за допомогою традиційних засобів обробки інформації, які керуються жорсткими алгоритмами, незважаючи на низку позитивних прикладів їх використання при вирішенні вузьких та простих класів завдань, не мали успіху.

За цих умов завдання автоматизації процесів попередньої обробки візуальної інформації залишається відкритим і потребує пошуку нових перспективних підходів до побудови засобів для ефективного виконання складних нерегулярних завдань попередньої обробки та обробки візуальних зображень. Перспективним підходом до вирішення цієї проблеми є використання нейромережових (НМ) технологій та засобів обробки інформації, найважливішими властивостями яких є природно реалізована паралельність операцій та можливість автоматичного формування алгоритму розв'язання задачі шляхом вивчення прикладів. .

Ці завдання включають попередню обробку частин зображень. Найважливішими є відтворення якості зображення, фільтрація, стиснення та відновлення частин зображень; збільшення роздільної здатності тощо.

Основні причини погіршення якості частин знімків. Через недосконалі системи формування та реєстрації частин зображень вони можуть спотворюватися і являти собою розмиті копії оригіналу. Основними причинами спотворення, які призводять до погіршення чіткості, є обмежена роздільна здатність системи навчання, розфокусування, наявність спотворюючого середовища (наприклад, атмосфера), рух камери відносно зареєстрованого об'єкта тощо. Усунення або зменшення спотворення для точного налаштування відноситься до завдання відновлення частин зображення.

Методи лінійної просторової фільтрації частин зображення. Багато методів відновлення частин зображень реалізуються за допомогою дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) у частотній області. і FRT періодично розширюються

і мають однаковий розмір кадру. При відновленні дійсно спотворених частин зображень за допомогою такого фільтра виникають краєві ефекти, компенсація яких є одним з основних завдань при реалізації алгоритмів відновлення зображень на основі просторової фільтрації.

При циклічній згортці модель формування спотвореного зображення визначається співвідношенням

де - кадр зображення однаковий для всіх частин зображень і FRT. Розміри кадру дорівнюють періоду повторення частин зображення та функції точкової дифузії (FRTI).

Система фільтрації зображень просторової фільтрації являє собою просторово інваріантний лінійний двовимірний фільтр. На виході цього фільтра формується оцінка

оригінальне зображення.

Цей метод не враховує шум спостережуваного зображення. Набагато менш чутливий до перешкод і сингулярностей через нулі передавальної функції системи спотворення, фільтр Вінера, оскільки його синтез із типом FRT використовує інформацію про спектральну щільність потужності зображення та шуму.

Існують часткові методи зниження шуму, які полягають в обмеженні смуги пропускання зворотного фільтра. Коригувальна ланка з'єднана послідовно з зворотним фільтром, модуль передатної функції якого виходить за межі заданої межі частоти до нуля. Частота зрізу вибирається на основі компромісу між зменшенням шуму та чіткістю відновленого зображення. Однак ці методи не вирішують проблеми крайових ефектів і наявності нулів передатної функції формуючої системи в діапазоні робочих частот.

Таким чином, незважаючи на очевидну простоту методу інверсної фільтрації, він може успішно використовуватися для відновлення обмеженого класу частин зображень, у яких рівень фону на краях постійний. Крім того, метод інверсної фільтрації володіє надзвичайно низкою завадостійкістю.

Поліпшити якість відновлення можна, використовуючи одночасно екстраполяцію зображення, що спостерігається, і фільтра. Розглянуті методи відновлення є лінійними. Їхнє широке використання зумовлене досить простими методами синтезу й аналізу лінійних систем, а також високою обчислювальною ефективністю. Однак ці методи не є оптимальними і не завжди забезпечують ефективну компенсацію спотворень. Лінійна обробка є лише наближенням до оптимальної обробки, тому що статистичні характеристики більшості частин зображень є негаусівськими. Крім того, лінійні методи не враховують апріорні дані про відновлювані зображення. Тому інтерес представляють нелінійні методи обробки частин зображень. Синтез оптимальних нелінійних алгоритмів, як правило, значно складніша задача, ніж лінійних алгоритмів. Однак існують лінійні методи відновлення, що досить просто можуть бути перетворені в нелінійні, враховуючі апріорні дані про зображення і перешкоди. Яскравим прикладом таких методів є ітераційні методи (методи послідовних наближень).

Ітераційні методи. Ітераційними методами називають способи розв'язування задач, в яких, вибираючи деяке початкове наближене рішення, обчислюють наступні, більш точні наближення, використовуючи попередні.

Розглянемо один зі способів побудови ітераційних процедур, заснований на розкладанні в ряд частотної характеристики інверсного фільтра. Спектр оцінки вихідного зображення при інверсній фільтрації визначається співвідношенням

$$\hat{U}(\omega_1, \omega_2) = \frac{1}{H(\omega_1, \omega_2)} S(\omega_1, \omega_2).$$

При використанні ітераційних алгоритмів необхідно знати відповіді на два питання – чи сходяться вони, і якщо так, то до якого рішення.

Крім властивостей, описаних вище, ітераційні алгоритми можна легко перетворити на нелінійні, вводячи нелінійні обмеження для зображення, яке можна відновити. Обмеження формуються на основі апріорних даних про форму або структуру об'єктів вихідного зображення. Апріорні дані включають такі властивості зображення, як яскравість, верхня та нижня межі, мінімальна потужність сигналу, обмежена просторова та спектральна довжина та. тощо

Навіть врахування такого простого обмеження, як верхня і нижня межі значень яскравості, призводить до значного поліпшення якості відновлення, оскільки серед усіх можливих рішень вибирається те, що не має сильних коливань яскравості.

Алгоритми нелінійної фільтрації Зображення, які генеруються різними інформаційними системами під час процесу запису та передачі по каналах зв'язку, як правило, спотворюються випадковими перешкодами (шумами). Це ускладнює як їх візуальний аналіз людиною-оператором, так і автоматичну обробку за допомогою комп'ютера. Внесок шуму вважається адитивним випадковим процесом, некорельованим із зображенням. На практиці можна припустити, що джерела зображення створюють гауссовий шум. Таким чином, процес формування іміджу можна уявити так

або; i - розміри частин зображень по горизонталі та вертикалі відповідно, - шум недеформованого зображення, - адитивний шум.

Зменшення шуму, а також вибір і поліпшення необхідних характеристик зображення досягається за допомогою фільтрації, різноманітних методів і алгоритмів, пов'язаних з великою кількістю додатків, описаних різними математичними моделями. Крім того, використання різних критеріїв оптимальності також сприяє зростанню підходів, методів і алгоритмів фільтрації частин зображень.

У цій статті будуть розглянуті основні методи нелінійної фільтрації частин зображення, а також їх основні недоліки та переваги.

Адаптивні фільтри. Адаптивні фільтри надають можливість змінювати передавальну функцію протягом певного періоду часу в залежності від вимог до параметрів системи. Основним типом фільтра, який використовується в адаптивних фільтрах, є фільтр кінцевих імпульсів (фільтр імпульсної характеристики є кінцевою послідовністю), який не створює жодних проблем зі стабільністю порівняно з фільтром нескінченних імпульсів.

Для усунення перешкод імпульсного типу ефективно використовується медіанна фільтрація, а для кольорових частин зображень розроблена векторна медіанна процедура, яка дає змогу врахувати взаємну кореляцію компонентів зображення. Крім того, адаптивний гібридний алгоритм фільтрації, який враховує взаємну кореляцію компонентів кольорового зображення та використовує комбінацію векторної медіанної фільтрації та арифметичного усереднення, можна використовувати для моделювання шуму локального типу (імпульс) для ефективного усунення імпульсного шуму. .

Ефективні адаптивні алгоритми розроблені на основі двох підходів:

- статистичний підхід використовує метод останніх квадратів;
- Детермінований підхід використовує рекурсивний метод останніх квадратів.

Перший підхід менш складний з точки зору обчислень, але характеризується гіршою конвергенцією, ніж другий.

Узагальнені стекові фільтри. Цей важливий клас нелінійних фільтрів включає фільтри стекання та цифрові морфологічні фільтри. Суть підходу полягає в пороговій декомпозиції з наступною фільтрацією (сигнал розбивається на рівні бінарного сигналу $M-1$, потім цей набір бінарних сигналів $M-1$ фільтрується за допомогою булевих операторів $M-1$, які характеризуються властивістю стека.) Усі сигнали $M-1$ додаються разом і дають вихідний результат. Властивість стека — це властивість порядку, яка визначається для сигнальних послідовностей як логічні функції.

3. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ВВЕДЕННЯ ТА ОПРАЦЮВАННЯ ЧАСТИН ЗОБРАЖЕНЬ

Концептуальна модель комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень наведена на Рисунок 4.1. Основними компонентами комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень є: комп'ютер; засоби для введення частин зображень; підсистема відображення; апаратно-програмні засоби керування введенням частин зображень; підсистема збереження даних; апаратно-програмні засоби покращення чутливості та роздільної здатності; засоби попередньої обробки, опрацювання та класифікації частин зображень; БД, засоби компресії і пошуку частин зображень.

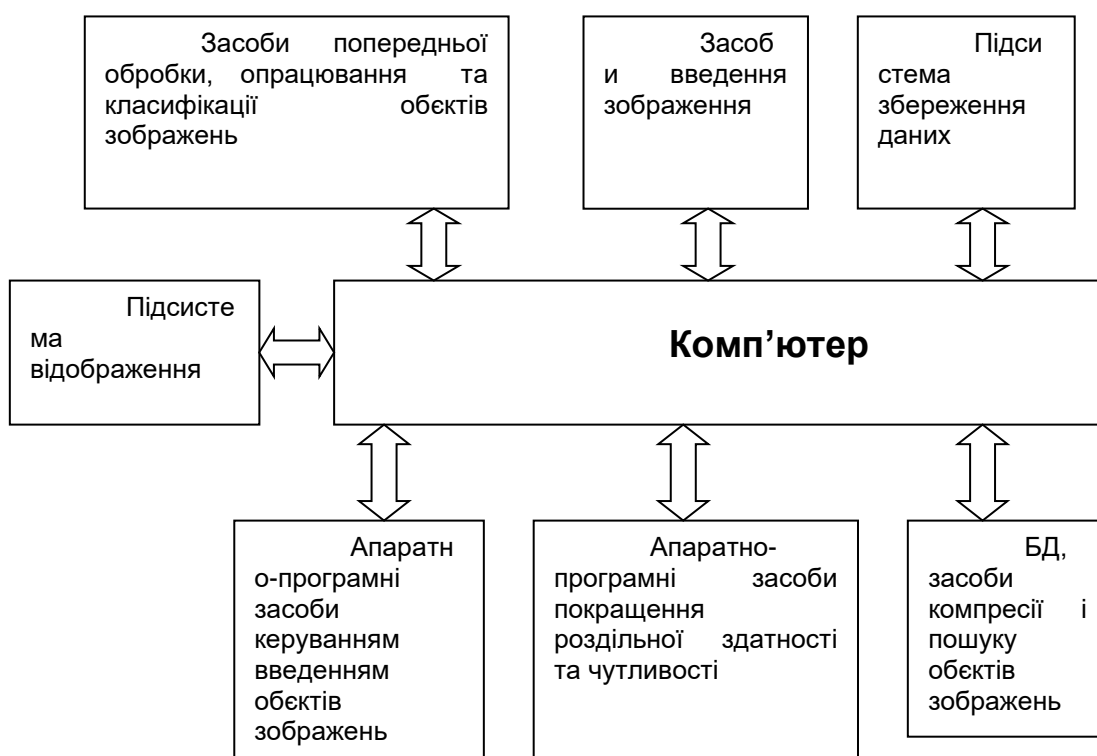


Рисунок 3.1. Концептуальна модель комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень

У комп'ютерній системі, показаній на малюнку 41, всі компоненти взаємодіють і забезпечують введення та обробку частин зображення з високою роздільною здатністю та чутливістю. Комп'ютерна система для захоплення та обробки частин зображення має змінний склад обладнання, що забезпечує постійну центральну систему (комп'ютер з програмним забезпеченням) і змінні модулі, які входять до системи залежно від конкретного застосування. Щоб забезпечити комп'ютерну систему для захоплення та обробки частин зображення з високою роздільною здатністю та чутливістю, її компоненти повинні виконувати такі функції: 1. Комп'ютер - керує процесом введення, отримує, обробляє та зберігає частини зображень. 2. Засоби попередньої обробки, обробки та класифікації частин зображень – забезпечують фільтрацію, обробку та класифікацію частин зображень. 3. Інструменти для захоплення зображень. Надайте частини зображень на свій комп'ютер. 4. Підсистема зберігання даних - забезпечує прийом і зберігання частин зображень. 5. Підсистема відображення - забезпечує візуалізацію порцій отриманих та оброблених зображень. 6. Керуюча програмна частина апаратного управління - дозволяє керувати режимами роботи пристрою введення та передачі даних від пристрою введення до комп'ютера. 7. Апаратне та програмне забезпечення для покращення роздільної здатності та чутливості – які, використовуючи апаратні та алгоритмічні засоби, покращують роздільну здатність та чутливість. 8. Бази даних, засоби стиснення та пошуку частин зображень - забезпечують накопичення, зберігання та стиснення частин зображень.

3.1. Вибір принципів побудови комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень

Процес проектування систем для вхідних частин зображення постійно ускладнюється через підвищення вимог до вхідної роздільної здатності та чутливості, збільшення складності обробки частин зображення та обмежень щодо розміру, ваги та споживання енергії. При проектуванні систем введення зображень головною вимогою є створення конкурентоспроможних систем за ціною – роздільною здатністю та чутливістю. Крім того, постійно виникає

потреба скорочувати час, вартість проектування та покращувати його якість. Можна пред'явити такі вимоги до комплексного підходу до проектування систем введення частин зображень, який охоплює:

- дослідження та розробка теоретичних основ і методів проектування систем захоплення частин зображень як окремого класу інформаційних технологій;
- сучасні методи та алгоритми цифрової обробки сигналів і частин зображень;
- пошук нових алгоритмічних, структурних, схемотехнічних і структурно-технологічних рішень, орієнтованих на НВІС-технології, які забезпечать задані параметри вхідних систем частин зображення на основі існуючих і перспективних елементів;
- вибір і при необхідності проектування малопотужних високошвидкісних архітектур НВІС з урахуванням особливостей поставлених завдань і вимог до застосування;
- впровадження засобів автоматизованого проектування компонентів систем введення частин зображень, що забезпечить скорочення термінів і покращить якість проектування;
- використання програмно-керованого растрового методу для захоплення частин зображення;
- створення технологічних засобів проектування та налагодження компонентів та системи введення, що дозволить автоматизувати процеси налагодження апаратно-програмних засобів, вимірювання параметрів та вилучення характеристик вхідної системи з частин зображень.

Для створення на основі конкурентоспроможних електронно-променевої трубок за ціною – роздільною здатністю та чутливістю комп'ютерну систему захоплення та обробки частин зображення необхідно використовувати наступні принципи:

1. Модульність, при якій основні компоненти комп'ютерної системи для захоплення та обробки частин зображення реалізовані як функціонально завершені пристрої (модулі), які мають доступ до стандартного інтерфейсу. Як

стандартний інтерфейс був обраний інтерфейс PCI, який забезпечує необхідну пропускну здатність при передачі великих наборів даних і для якого розроблено широкий спектр пристроїв і вузлів. Модульний підхід у проектуванні системи введення частин зображень дає змогу стандартизувати елементи, знизити витрати на проектування та відсунути час морального старіння технічних засобів. Модульні структури повинні бути зосереджені на використанні VLSI, а також реалізації окремих модулів або їх вузлів у вигляді VLSI. В основному, реалізація VLSI повинна зменшити розміри, вагу, споживання, а також підвищити надійність і швидкість роботи системи за рахунок передачі найбільш використовуваного і важливого програмного забезпечення до апаратних функцій. Апаратна реалізація цих функцій спрощується, коли вони реалізовані на модулях з процесорною реалізацією, що забезпечує доступність пристроїв для обробки, зберігання, управління та обміну.

2. Змінний склад обладнання, що передбачає наявність ядра системи та змінних модулів, за допомогою яких система адаптується до введення частин зображень різної природи;

3. Структурна простота, при якій реалізація модулів максимально проста, що полегшує створення та побудову системи;

4. Відкритість системного програмного забезпечення, системного та прикладного програмного забезпечення створюється з максимальним використанням стандартних драйверів і програмного забезпечення та з урахуванням можливості побудови та вдосконалення.

3.2. Розробка комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень

Технологія програмно-керованих растрів полягає в організації растрових розгортки безпосередньо з комп'ютера по площині досліджуваної поверхні та вимірюванні інтенсивності відповідної фізичної величини в кожній точці цієї поверхні.

Розроблена система введення частин картинок побудована з використанням програмно-керованої кадрової технології для введення телевізійних частин картинок. Для реалізації програмно-керованої растрової технології необхідна система, що складається з персонального комп'ютера, телевізійного приймача з однорідною мішенню (тип піктограм), двох цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП), аналого-цифрового перетворювача (АЦП), таймер і попередній підсилювач.

Введення інформації про цю технологію виглядає наступним чином. Коли трубка модулятора закрита, електронний пістолет направляється в потрібне місце на мішені прийомної трубки. Прицілювання здійснюється шляхом подачі відповідної напруги на два ЦАП на комп'ютерних елементах керування до системи відхилення труби. Після прицілювання програмованим таймером ручний модулятор відкривається на певний час. Частина електронного променя проникає у відповідне місце на мішені трубки, таким чином реалізуючи перемикання імпульсів. Ціль генерує відеоімпульс, який через попередній підсилювач надходить на вхід пікового АЦП. Цей АЦП оцифровує амплітуду відеоімпульсу, а його цифрове значення зберігається в пам'яті комп'ютера і відображається на екрані монітора у вигляді одного пікселя.

Щоб отримати наступний піксель, весь алгоритм повторюється з новими значеннями координат. Після проходження необхідної кількості балів виходить повний кадр зображення.

Такий підхід до введення зображення в комп'ютер усуває складні тимчасові вимоги для оцифрування амплітуди відеосигналу, які є в звичайних телевізійних системах. Перемикання включення-вимкнення дозволяє змінювати розрядність АЦП і його швидкість. У цьому випадку ви можете вибрати АЦП будь-якого розряду. Це збільшує роздільну здатність амплітуди відеосигналу.

Використання цілі імпульсного перемикання та системи цифрового сканування з невеликим кроком напруги також може значно збільшити роздільну здатність сканування за координатними пікселями за рахунок накладання областей перемикання за один раз і між рядками. Такий підхід дозволяє

зчитувати інформацію з трубки-мішені в площині, значно меншій за площину електронного променя, який зчитує інформацію.

Таким чином, технологія програмно-керованих растрів дозволяє створити дуже ефективну систему для введення телевізійних частин зображення з високими метрологічними характеристиками.

Для забезпечення широкого спектру програмно керованих растрових додатків, принципів і технологій побудови, на основі яких введення частин зображення з високою роздільною здатністю в комп'ютер в умовах низької потужності сигналу є вирішальним для розробки структури системи введення зображення. Структура комп'ютерної системи захоплення та обробки частин зображення на основі програмно-керованої растрової технології показана на рисунку 3.1.

Основою структурної організації вхідної системи частин зображення є ядро системи та набір змінних модулів, які підключаються до серця системи відповідно до вимог програми. Ядро системи є постійним для всіх додатків і має властивість розширення, що є основною основою для побудови сімейства систем на основі введення в комп'ютерні частини зображень різної фізичної та інформаційної природи.

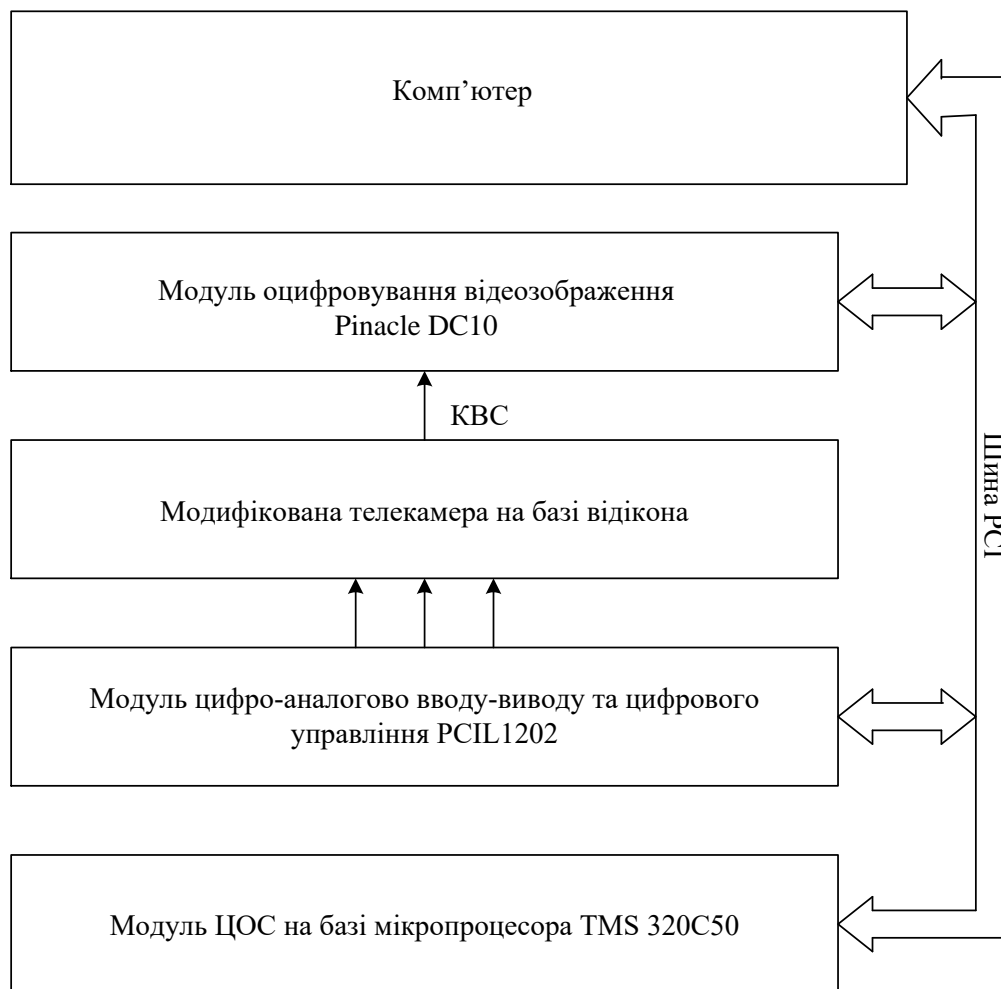


Рисунок 3.1. Структура комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень

Для комп'ютерної системи захоплення зображень високої роздільної здатності на основі програмно-керованої растрової технології визначено, що комп'ютерна система захоплення та обробки частини зображення повинна включати такі модулі:

1. Модуль оцифровки відео - спеціалізована плата розширення персонального комп'ютера Pinacle DC10, призначена для оцифрування відеопотоку із зовнішніх джерел відео;

2. Цифро-аналоговий модуль вводу-виводу та цифрового керування - спеціальна плата розширення персонального комп'ютера PCIL1202, призначена для аналого-цифрового, цифро-аналогового перетворення зовнішніх аналогових сигналів і цифрових сигналів керування;

3. Модифікована телевізійна камера на основі відео та оптичної системи;

4. Модуль обробки сигналів, який реалізований на основі програмованого процесора цифрової обробки сигналів, доповненого апаратними прискорювачами для виконання основних операцій обробки, класифікації та алгоритмів обробки частин зображень.

Зображення з камери вводиться на комп'ютер за допомогою карти сканування. Карта вводу-виводу керує растром камери, щоб збільшити роздільну здатність відсканованих частин зображень. Розроблене програмне забезпечення контролює процес растеризації, захоплення частин зображення, синтез вихідного зображення з високою роздільною здатністю.

3.2. Розробка модулів комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень

Структура модуля керування кадром реалізована для телевізійної камери на основі відікона, а оптична система показана на малюнку 3.2. Використання піктограми як елемента прийому забезпечує підвищену роздільну здатність системи при використанні програмно керованих растрів завдяки однорідній структурі цільової піктограми. Як відомо, переважна більшість сучасних засобів фіксації оптичної інформації побудовано з використанням світлочутливих матриць, створених за технологією ПЗС (пристрої зарядного зв'язку), а останнім часом — КМОН (технологія, широко застосовувана в зв'язку). виготовлення мікросхем. За допомогою цих засобів зображення проєктуються на світлочутливу матрицю та оцифровуються шляхом перемикання кожного елемента матриці на вхід CAN. Найкращі технічні характеристики цих систем, відомі авторам проєкту, отримані в цифровій фотографії. Наприклад, Kodak розробила цифрову камеру з роздільною здатністю до 4000x4000 пікселів на кадр. Важливим обмеженням цих інструментів є його матрична структура, яка фіксується для цього типу матриць і дозволяє уникнути збільшення кількості світлочутливих елементів, а отже, збільшення роздільної здатності. На відміну від матриць CCD і CMOS, піктограма цілі є певною мірою однорідною. Пристрої

введення зображення на основі пристроїв в основному використовуються для створення телекамер різного призначення.

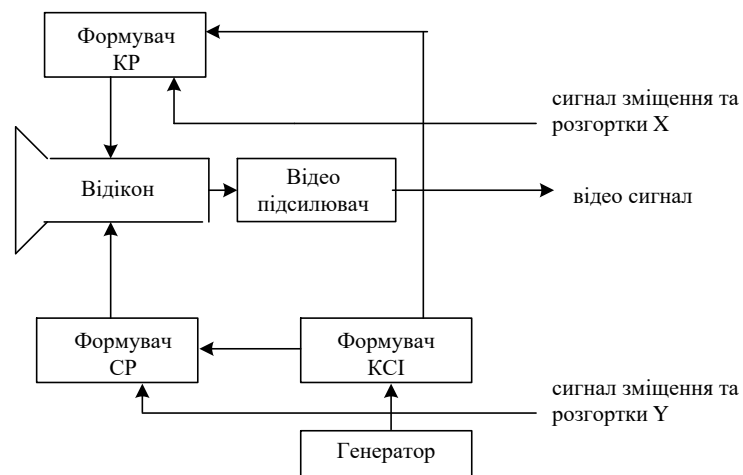


Рисунок 3.2. Структурна схема модуля керування растром модифікованої телекамери

У цих камерах використовується стандартизоване сканування, яке забезпечує телевізійний сигнал з роздільною здатністю 625 рядків. Завдяки однорідності світлочутливої мішені вікна та технологічного запасу за параметрами є можливість реалізувати сканування цієї мішені, що дозволяє підвищити роздільну здатність системи.

Модуль перевірки кадру містить піктограму, яка фіксує зображення об'єкта, сфокусованого на цілі, за допомогою оптичної системи. Перетворений електричний сигнал посилюється відеопідсилювачем і направляє на вихід модуля. Тактові імпульси від генератора G передаються на формувач кадрів і імпульсів синхронізації стрічки. Ці імпульси передаються на формувач FKR, FSR, відповідно, на кадровий і стрічковий імпульси. Формувальник KSI також генерує сигнал перемикавання піктограм. Ззовні модуль керування кадром отримує сигнали зміщення для керування положенням цільового вікна цілі сканування. У режимі програмного сканування сигнали сканування надходять ззовні на формататор KR, SR через перемикачі K.

На додаток до стандартного телевізора надається ряд можливих режимів сканування цільових піктограм:

- матеріал вікна – у цьому режимі ціль сканується не по всій площині цілі, а над певним вікном; сканування відбувається зі швидкістю звичайного телевізійного сканування; розмір вікна визначається величиною струмів у котушках дефлектора, а положення вікна визначається зсувом, отриманим зовнішніми ЦАП і ЦАП. Зменшивши область сканування цільового значка, виходить висока роздільна здатність. Цей режим виходить при мінімумі апаратної обробки.

- віконне програмне забезпечення - у цьому режимі ціль сканується у певному вікні; Розмір і положення вікна визначаються зовнішніми DACX і DACY. У цьому випадку тип сканування та швидкість сканування визначаються отриманням даних з ПК, тобто сканування повністю програмне. Можна вказати різні форми сканування. Завдяки використанню високорозрядного (до 12 біт) ЦАП цільовий цільовий крок сканування зменшується і, отже, забезпечує підвищену роздільну здатність.

- попередній перегляд - у цьому режимі ціль сканується по полю цільової цілі; Сканування виконується програмно за допомогою зовнішніх ЦАП і ЦАП за допомогою даних ПК. Цей режим використовується для попереднього перегляду поля зору камери та вибору зони фокусування для подальшого сканування у віконному режимі.

Структура модуля оцифровки відео, що реалізується за допомогою спеціальної карти розширення персонального комп'ютера, показана на рисунку 5.3. Для забезпечення ефективності розробки було використано професійну промислову плату оцифрування композитного відеосигналу. Pinnacle Studio DC10 Plus забезпечує цифрове сканування відео зі швидкістю до 25 кадрів (50 полів) в секунду з розміром зображення від 160 x 120 до 768 x 576 пікселів. При оцифруванні використовується стиснення MJPEG з вибором рівня стиснення від 3:1 до 100:1. Карта забезпечує надійну синхронізацію із зовнішнього джерела відео в широкому діапазоні рівнів сигналу.

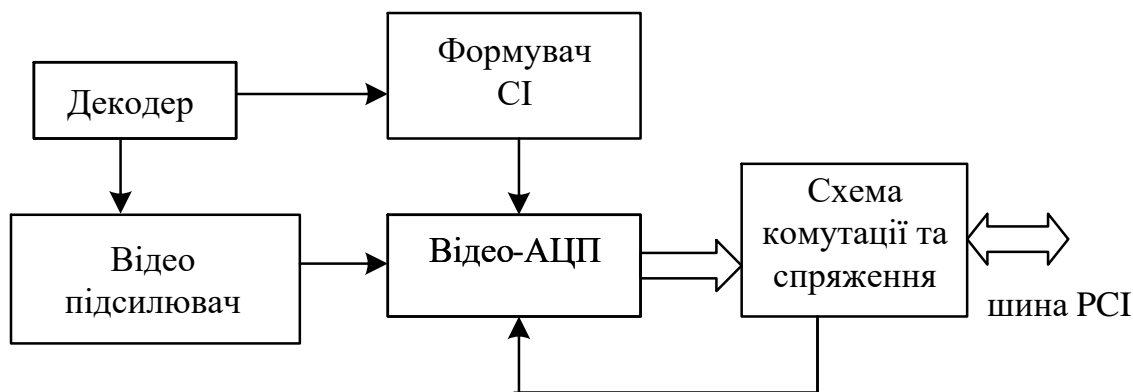


Рисунок 3.3. Структурна схема модуля оцифровування відео зображення

Модуль містить декодер, який забезпечує комплексне виділення відеосигналу його компонентів. Сигнали синхронізації передаються на генератор синхронізаційних імпульсів СІ. Сигнал зображення вводиться в відео АЦП для сканування. Відео АЦП синхронізується з імпульсами синхронізації СІ. Дані сканування через схему комутації надходять на шину PCI.

Структура цифрово-аналогового модуля вводу-виводу та цифрового керування, що реалізована за допомогою виділеної плати розширення персонального комп'ютера, показана на рисунку 5.4. Використана промислова карта PCI L1202. Плата оцифровує аналоговий сигнал від АЦП за допомогою вхідного шістнадцяткового перемикача з частотою 100 кГц і швидкістю передачі даних 12 біт. Аналогові сигнали виводяться за допомогою двох інтегрованих ЦАП зі швидкістю передачі даних 12 біт і частотою 500 кГц. Є можливість введення та виведення цифрових сигналів з рівнем TTL на 16 входах і 16 виходах. Передбачено різні програмовані режими введення і виведення аналогових сигналів.

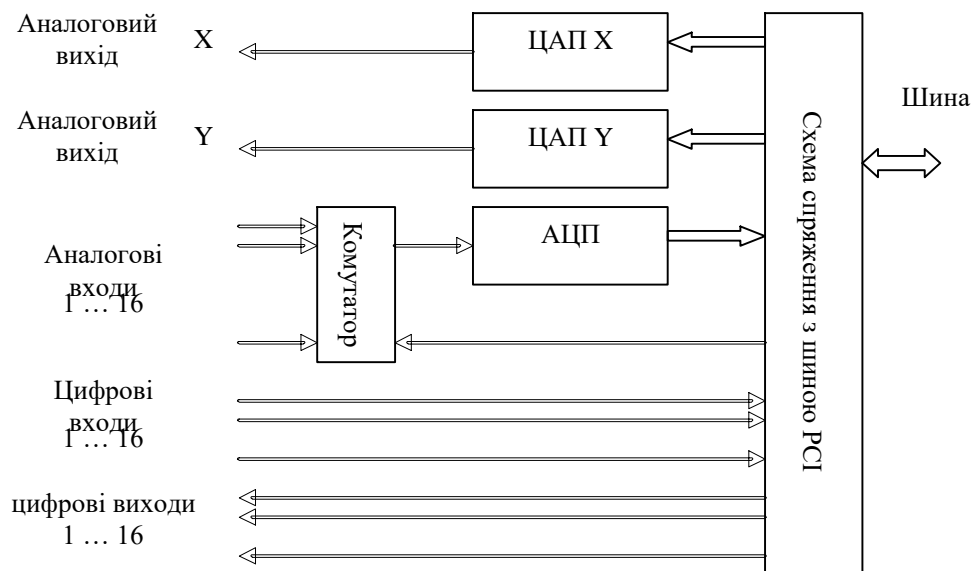


Рисунок 3.4. Структурна схема модуля цифро-аналогового вводу-виводу та цифрового управління

Цей модуль забезпечує навчання сигналу сканування в режимі програмного введення. Модуль також забезпечує формування сигналів зміщення положення вікна за допомогою ЦАП зчитування вікна, формування сигналів зміщення положення вікна та формування сканування програмним ЦАП зчитування вікна.

5.3.4. Цифровий модуль обробки сигналів

Модуль цифрової обробки сигналів (DOS) — це програмований процесор з апаратним оновленням. Основними компонентами модуля DSP є програмований ЦАП-процесор, який доповнений необхідним шасі, що становить ядро процесора, і переналаштовані апаратні розширювачі, для реалізації яких використовуються перепрограмовані FPGA. Такий підхід до побудови модуля ЦАП є перспективним, оскільки передбачає поєднання універсальних і спеціальних засобів. Процес взаємопроникнення універсального та спеціального програмно-апаратного забезпечення дозволяє створити модуль DSP, який ефективно реалізує алгоритми DSP і має широкий спектр застосування. Цей підхід передбачає розробку, тестування та передачу замовнику конструкторської документації ядра процесора з можливістю доповнити ядро процесора необхідними додатковими функціональними блоками. Зазвичай ядром процесора є завершений проект, який можна конструктивно реалізувати у вигляді спеціалізованого напіввпорядкованого модуля або СБИС. За кордоном

такий підхід називають базовою технологією (core - core) [4,5]. При такому підході проектування модуля ЦАП із заданими технічними параметрами зводиться до додавання ядра процесора з необхідними кадрами та розробки спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення проблеми.

Мікропроцесор (МП) ЦСП, на основі якого синтезується ядро процесора, повинен мати високу швидкодію, повний набір універсальних елементів керування та набір елементів керування, добре відповідних завданням ЦАП. Аналіз показав, що цим вимогам відповідає сімейство MP DSP TMS320 від Texas Instruments, яке має розвинену багатоштинну організацію, містить усі основні елементи обладнання ЦАП: пристрій множення, перемикачі, оперативну пам'ять даних, швидкий АЦП, програмну пам'ять, тощо . . . Завдяки вдалим архітектурним рішенням у таких МП вдалося поєднати цифрову обробку з реалізацією алгоритмів керування та прийняття рішень [115,116]. Слід зазначити, що основні характеристики МП в основному визначаються архітектурно-технічними характеристиками МП. До таких характеристик належать: довжина інформаційного слова, яке обробляється процесором в цілому; кількість основних замовлень, запланованих до виконання в ПМ; час виконання основних замовлень; ємність адресованої пам'яті; вбудований обсяг пам'яті даних і програм; кількість внутрішніх реєстрів. Однак сам МП не відповідає вимогам МП за обсягом пам'яті програм і ємністю даних, можливостями інтерфейсу, завадостійкістю та навантажувальною здатністю. Тому цим вимогам можна задовольнити, доповнюючи МП такими пристроями: зовнішньою пам'яттю програм і даних; пристрій управління, що формує сигнали для завантаження, перегляду та виправлення інформації в пам'яті та зовнішніх портах вводу-виводу, а також синхронізує обміни між мікропроцесором і зовнішніми пристроями; пристрій міжпроцесорного зв'язку, що забезпечує доступ до системної шини; Розширювач інтерфейсу MP, який підвищує вантажопідйомність магістралі MP.

Структура модуля DSP на базі TMS320C50 MP показана на рисунку 4.3.4., де ПК - пристрій керування, блок живлення - багатопортова пам'ять, конфігурація RAM. - конфігураційна пам'ять.

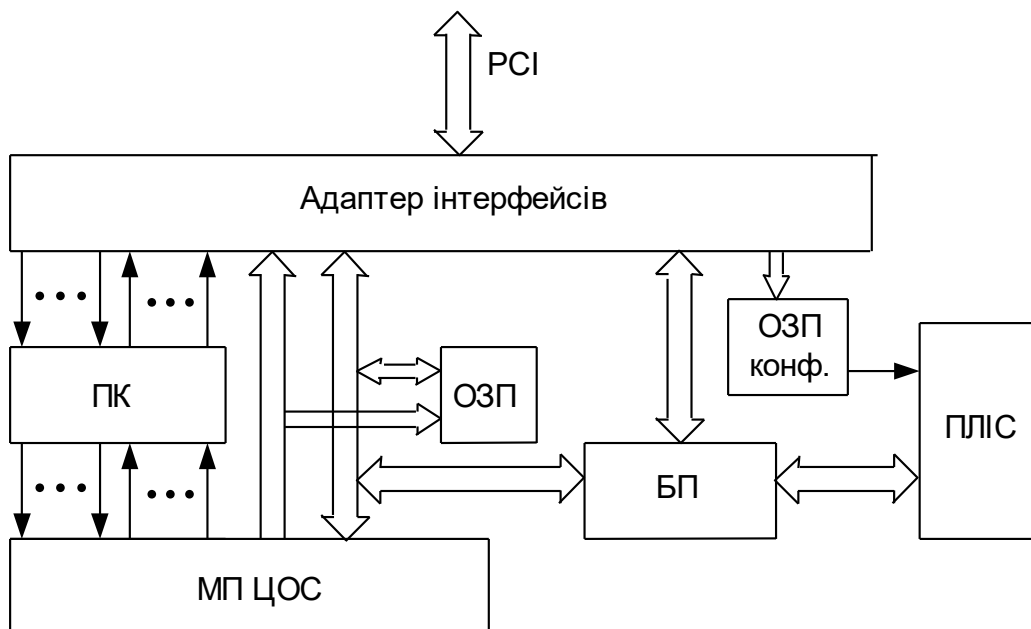


Рисунок 5.5. Структура модуля ЦОС

Цей модуль забезпечує навчання по сигналу сканування в режимі програмного введення. Модуль також забезпечує навчання сигналу зсуву положення вікна за допомогою ЦАП зчитування вікна, формування сигналу зсуву положення вікна та навчання читання вікна ЦАП для сканування.

5.3.4. Цифровий модуль обробки сигналів

Модуль цифрової обробки сигналів (DOS) — це програмований процесор з оновленням апаратного забезпечення. Основними компонентами модуля DSP є програмований ЦАП-процесор, який доповнений необхідним шасі, що є серцем процесора, і переконфігурованими апаратними розширеннями, що реалізують перепрограмовані FPGA. Такий підхід до побудови модуля ЦАП є перспективним, оскільки передбачає поєднання універсальних і спеціальних засобів. Процес взаємопроникнення універсального та спеціального програмно-апаратного забезпечення дозволяє створити модуль DSP, який ефективно реалізує алгоритми DSP і має широкий спектр застосування. Цей підхід передбачає розробку, тестування та доставку замовнику конструкторської документації ядра процесора з можливістю доповнення ядра процесора необхідними додатковими функціональними блоками. Зазвичай ядром процесора є завершений проект, який можна конструктивно реалізувати у вигляді спеціалізованого напіввпорядкованого модуля або СБИС. За кордоном

такий підхід називають core - core technology [4,5]. При такому підході проектування модуля ЦАП із заданими технічними параметрами полягає в додаванні процесорного ядра з необхідним персоналом і розробці спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення проблеми.

Мікропроцесор (МП) ЦАП, на основі якого синтезується ядро процесора, повинен мати високу швидкодію, повний набір універсальних команд і набір команд, добре відповідних завданням ЦАП. Аналіз показав, що сімейство MP DSP TMS320 від Texas Instruments, яке має розвинену багатоштинну організацію, відповідає всім основним елементам обладнання ЦАП: помножувачу, комутаторам, оперативної пам'яті, швидкому АЦП, пам'яті програм. , тощо . . Завдяки вдалим архітектурним рішенням у таких МП вдалося поєднати цифрову обробку з реалізацією алгоритмів керування та прийняття рішень [115,116]. Слід зазначити, що основні характеристики ПМ в основному визначаються архітектурно-технічними характеристиками ПМ. До таких характеристик належать: довжина інформаційного слова, яке обробляється процесором в цілому; кількість основних замовлень, запланованих до виконання в ПМ; час виконання основних замовлень; адресна ємність пам'яті; інтегрована пам'ять для даних і програм; кількість внутрішніх реєстрів. Однак сам МП не відповідає вимогам МП за обсягом пам'яті програм і ємністю даних, можливостями інтерфейсу, завадостійкістю та навантажувальною здатністю. Тому цим вимогам можна задовольнити, доповнюючи МП такими пристроями: зовнішньою пам'яттю програм і даних; пристрій управління, що генерує сигнали для завантаження, перегляду та виправлення інформації в пам'яті та у зовнішніх портах вводу-виводу, а також синхронізує обміни між мікропроцесором і зовнішніми пристроями; пристрій міжпроцесорного зв'язку, що забезпечує доступ до системної шини; Розширення інтерфейсу MP, що збільшує вантажопідйомність магістралі MP.

Структура модуля DSP на базі TMS320C50 MP показана на рисунку 4.3.4., де ПК - пристрій керування, джерело живлення - багатопортова пам'ять, конфігурація ОЗП. - конфігураційна пам'ять.

У класі інструментальних засобів для програмістів, початківців, продуктам компанії Borland довелося конкурувати з середовищем Visual Basic корпорації Microsoft, де питання інтеграції і зручності роботи були вирішені краще. Коли на початку 70-х років Н. Вірт опублікував повідомлення про Pascal, це був компактна, з невеликою кількістю основних понять і зарезервованих слів мова програмування, націлений на навчання студентів. Мова, на якому належить працювати користувачу Delphi, відрізняється від початкової не тільки наявністю безлічі нових понять і конструкцій, але і ідейно: у ній замість мінімізації числа понять і використання найпростіших конструкцій (що, безумовно, добре для навчання, але не завжди виправдано в практичній роботі), перевага віддається зручності роботи професійного користувача. Як мову Turbo Pascal природно порівнювати з його найближчими конкурентами - численними варіаціями мови Basic (в першу чергу з Visual Basic корпорації Microsoft) і з C++. Багато людей вважає, що Turbo Pascal істотно перевершує Basic за рахунок повноцінного об'єктного підходу, що включає розвинені механізми інкапсуляції, спадкоємство і поліморфізм. Остання версія мови, яка використовується в Delphi, по своїх можливостях наближається до C++. З основних механізмів, властивих C++, відсутнє тільки множинне спадкоємство. (Втім, цим красивим і могутнім механізмом породження нових класів користується лише невелика частина програмістів, пишучих на C++.) Плюси застосування мови Pascal очевидні: з одного боку, на відміну від Visual Basic, заснованого на інтерпретації проміжного коду, для нього є компілятор, що генерує машинний код, і дозволяє одержувати значно швидші програми. З іншого - на відміну від C++ синтаксис мови Pascal сприяє побудові дуже швидких компіляторів.

Середовище програмування нагадує пакет Visual Basic. У вашому розпорядженні декілька окремих вікон: меню і інструментальні панелі, Object Inspector (у якому можна бачити властивості об'єкту і пов'язані з ним події), вікна візуального будівника інтерфейсів (Visual User Interface Builder), Object Browser (дозволяє вивчати ієрархію класів і проглядати списки їх полів, методів і властивостей), вікна управління проектом (Project Manager) і редактора.

Delphi має повноцінний текстовий редактор типу Brief, призначення клавіш в якому відповідають прийнятим в Windows стандартам, а глибина ієрархії операцій Undo необмежена. Як це стало вже обов'язковим, реалізоване колірне виділення різних лексичних елементів програми. Процес побудови програми достатньо простий. Потрібно вибрати форму (у поняття форми входять звичні, діалогові, батьківські і дочірні вікна MDI), задати її властивості і включити в неї необхідні компоненти (видимі і, якщо знадобиться, не видимі): меню, інструментальні панелі, рядок стану і т. п., задати їх властивості і далі написати (за допомогою редактора початкового коду) обробники подій. Object Browser Вікна типа Object Browser стали невід'ємною частиною систем програмування на об'єктно-орієнтованих мовах. Робота з ними стає можливою відразу після того, як ви скопіювали програму.

Project Manager - це окреме вікно, де перераховуються модулі і форми, що становлять проект. При кожному модулі вказується маршрут до каталогу, в якому знаходиться початковий текст. Жирним шрифтом виділяються змінені, але ще не збережені частини проекту. У верхній частині вікна є набір кнопок: додати, видалити, показати початковий текст, показати форму, задати опції і синхронізувати вміст вікна з текстом файлу проекту, тобто з головною програмою на мові Pascal.

Опції, включаючи режими компіляції, задаються для всього проекту в цілому. В цьому відношенні традиційні make-файли, використовувані в компіляторах мови C, значно більш гнучкі.

Visual Component Library (VCL) Багатство палітри об'єктів для побудови призначеного для користувача інтерфейсу - один з ключових факторів при виборі інструменту візуального програмування. При цьому для користувача має значення як число елементів, включених безпосередньо в середу, так і доступність елементів відповідного формату на ринку.

Основний упор цієї моделі в Delphi робиться на максимальному повторному користуванні коду. Це дозволяє розробникам будувати програми вельми швидко з наперед підготовлених об'єктів, а також дає їм можливість створювати свої власні об'єкти для середовища Delphi. Ніяких обмежень по типах об'єктів, яких

можуть створювати розробники, не існує. Дійсно, все в Delphi написано на ньому ж, тому розробники мають доступ до тих же об'єктів і інструментів, які використовувалися для створення середовища розробки. В результаті немає ніякої різниці між об'єктами, що поставляються Borland або третіми фірмами, і об'єктами, які ви можете створити.

У стандартну поставку Delphi входять основні об'єкти, які утворюють вдало підбрану ієрархію з 270 базових класів. На Delphi можна однаково добре писати як програми до корпоративних баз даних, так і, наприклад, ігрові програми. Багато в чому це пояснюється тим, що традиційно

3.4 Розробка алгоритму та програми підвищення роздільної здатності зображення на основі послідовності частин зображень

Суттєвим недоліком описаних вище методів є необхідність обчислення у межах послідовності частин зображень їх зсуву одне відносно одного у межах пікселя (субпіксельного зміщення). Точність обчислення такого зсуву значною мірою впливає на кінцевий результат і ефективність роботи алгоритму підвищення роздільної здатності.

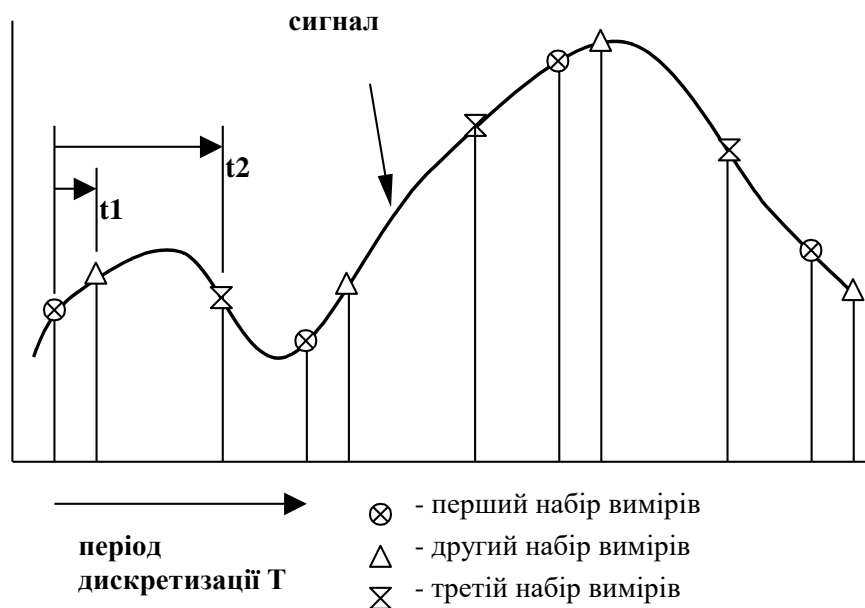


Рисунок 3.5. Багатократне оцифрування сигналу з постійним періодом дискретизації

На нашу думку, використання методу програмно-керованих растрів здатне суттєво покращити ефективність використання алгоритмів підвищення роздільної здатності для послідовності частин зображень з перекриттям у межах піксела. Позитивний ефект у цьому випадку пролягає у тому, що зміщення у межах піксела вже не треба обчислювати, а навпаки, воно задається при вводі послідовності частин зображень.

Пояснимо вказаний ефект на більш простому прикладі. (Рисунок 3.5)

Будемо оцифровувати одновимірний сигнал з визначеним періодом дискретизації T . Отримаємо перший набір вимірів. Далі, знову виконаємо оцифровування того самого сигналу, з тим-же періодом дискретизації T . Причому оцифровування розпочнемо у момент часу t_1 із зсувом відносно попереднього періоду. Отримаємо ще один набір вимірів. Таких наборів вимірів із зсувом t_n відносно початкового. Далі будемо відтворювати вхідний сигнал на основі отриманих наборів вимірів. Очевидно, що маючи n таких наборів вимірів і знаючи час t_1, t_2, \dots, t_n зсуву кожного набору вимірів ми можемо відтворити вхідний сигнал з більшою точністю та детальністю ніж на основі тільки одного набору вхідних даних. Ефект від такого оцифровування буде значно виразніший у випадку, коли частота оцифровування наближається до теоретичної межі за теоремою Котельнікова. Саме з такими сигналами маємо справу у випадку частин зображень.

У телевізійній сприймаючій трубці, наприклад, відиконі зображення фокусується на світлосприймаючій мішені. Відповідно до освітленості на мішені формується потенціальна поверхня, заряди на якій пропорційні освітленості. Матеріал мішені відикону значною мірою однорідний у порівнянні з елементами потенційної поверхні, що відповідає зображенню, яке формується. Електронний промінь, який керується розгорткою зчитує інформацію з мішені. Струм, який протікає залежить від заряду у даній точці мішені. Цей сигнал у подальшому після додаткового підсилення оцифровується відео АЦП.

Будемо вводити і оцифровувати зображення певної статичної сцени (Рисунок 5.6). Аналогічно до попереднього випадку з оцифровуванням одновимірного сигналу будемо оцифровувати сигнал з поверхні мішені

відикону. В результаті отримаємо послідовність частин зображень. Оцифровування здійснюється за допомогою відео АЦП. Період дискретизації T буде визначати кількість пікселів оцифрованого зображення (розмір зображення) та “величину” пікселя. Отже, “відстань” між двома сусідніми пікселами визначається (і відповідає) періодом дискретизації. Зсуви Dx_1 та Dy_1 , Dx_2 та Dy_2 , ..., Dx_n та Dy_n для кожного з n частин зображень формуються нами шляхом програмного керування зміщенням растру за допомогою ЦАП X та ЦАП Y .

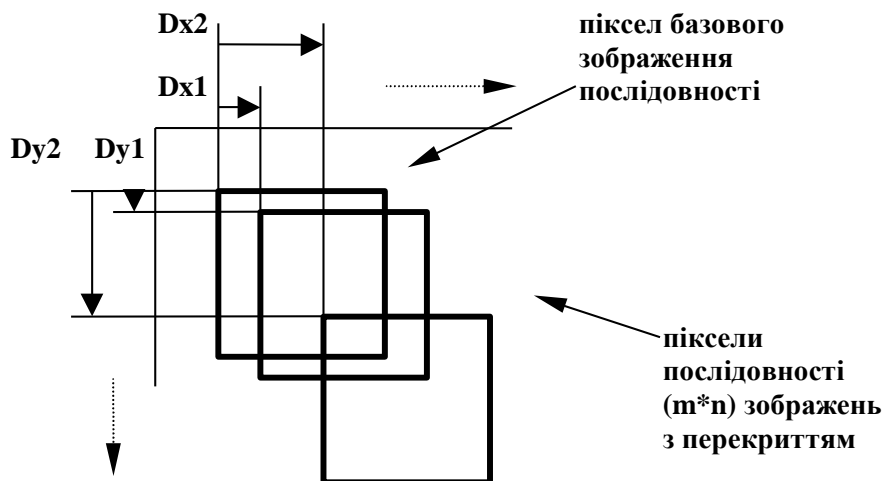


Рисунок 3.6 Формування пікселів окремих частин зображень при ввіді послідовності частин зображень статичної сцени з перекриттям у межах пікселя.

Як видно зміщення у кожному з випадків відбувається строго у межах пікселя базового (стартового) зображення. Таким чином, вибравши певний крок d (дискрет) ЦАП на який буде відбуватись елементарне зміщення, буде отримана вхідна послідовність з $k*k$ частин зображень, тобто k частин зображень зі зміщеннями по осі X та k – по осі Y , де $k=T/d$.

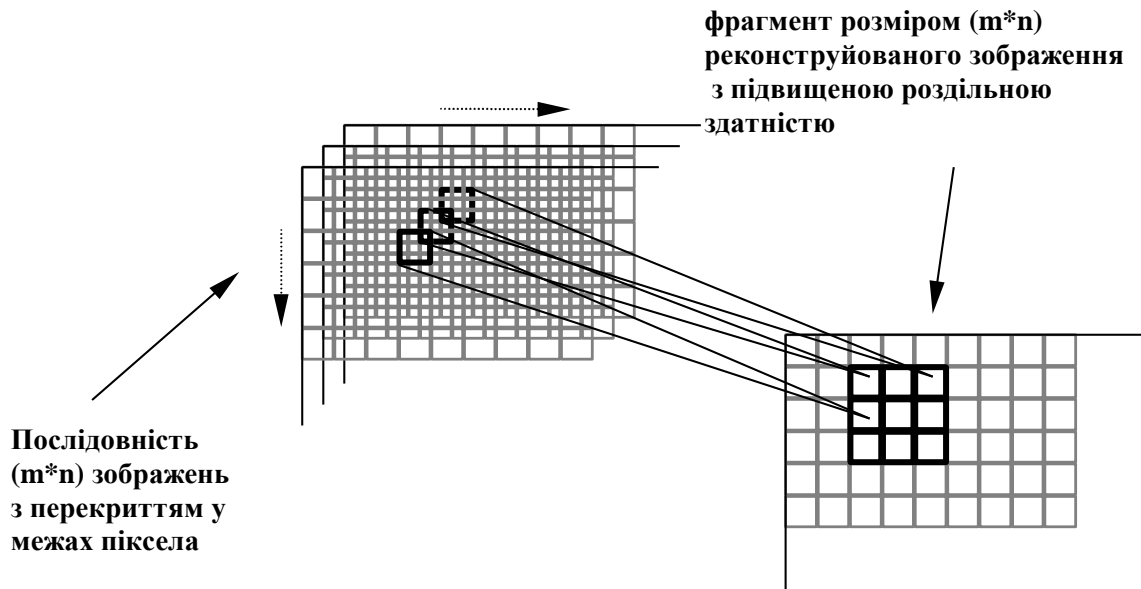


Рисунок 3.7. Формування пікселів вихідного зображення на основі пікселів кремих частин зображень послідовності з перекриттям у межах пікселя.

Тепер можемо перейти до реконструкції вихідного зображення з підвищеною роздільною здатністю (Рисунок 5.7). Для реконструкції зображення використовуємо наступний алгоритм.

Кожному пікселю частин зображень вхідної послідовності ставимо у відповідність матрицю з $k \cdot k$ пікселів вихідного реконструйованого зображення. Індекс кожного елемента матриці (піксел) відповідає зміщенню, яке задавалося для отримання даного зображення. Наприклад, елемент матриці з координатами 3 і 5 для розміру матриці 8 на 8 елементів визначається яскравістю пікселя для зображення, отриманого при зміщенні 3 дискрети по осі X і 5 дискретів по осі Y.

При реалізації алгоритму важливе значення має правильне обчислення значення дискрету d . Оскільки, зміщенням растру при введенні частин зображень керують два ЦАП, то для розрахунку значення дискрету d необхідно розрахувати значення N , яке треба записати у відповідний ЦАП для зміщення растру на один піксел. Після цього значення дискрету обчислюється за формулою $d=N/k$, де N – значення, що записується у ЦАП, k – кількість елементів матриці (кроків зміщення частин зображень у вхідній послідовності).

Алгоритм обчислення значення N наступний. Обчислення проводиться окремо для кожної з координат.

Для координати, по якій буде проводитися розрахунок, вводиться послідовність частин зображень. Кожне зображення вводиться із зміщенням растру по даній координаті. Величина зміщення від зображення до зображення задається записом у ЦАП значення одиниці молодшого розряду. Для отриманої послідовності частин зображень обчислюється значення кореляції між стартовим зображенням послідовності та біжучим. Для обчислення кореляції стартове зображення зміщується на один піксел у напрямку зміщення растру.

Величина кореляції обчислюється за формулою:

$$\hat{r}(k,l) = \frac{\left[\sum_x \sum_y \tilde{u}_0(x,y) \tilde{u}(x,y) \right]}{\left\{ \sum_x \sum_y [\tilde{u}(x,y)]^2 \sum_x \sum_y [\tilde{u}_0(x,y)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}},$$

де $\tilde{u}_0(x,y)$, $\tilde{u}(x,y)$ - піксели відповідно базового та біжучого частин зображень.

Крива кореляції, що отримується по результатах обчислення для всієї послідовності частин зображень має характерний екстремум. (див. Рисунок 5.8) Значення, що відповідає цьому екстремуму, і буде шуканим N.

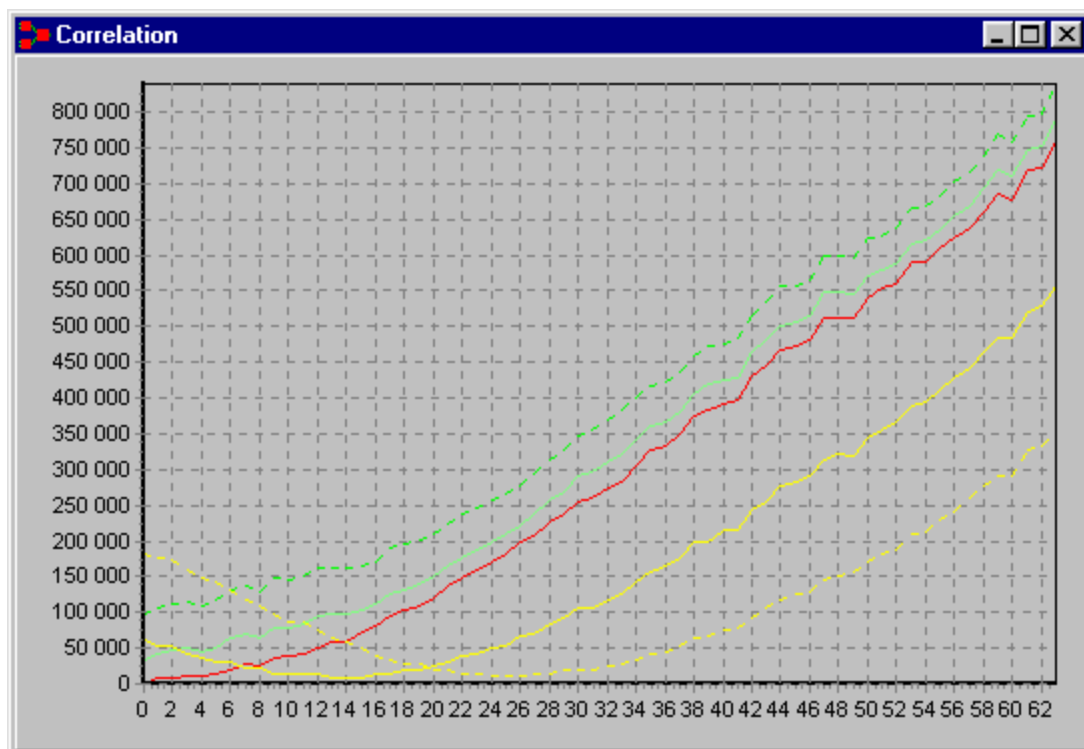


Рисунок 3 .8. Графік кореляції для послідовності частин зображень

ВИСНОВКИ

1. В процесі магістерської роботи розроблено високоефективну комп'ютерну систему введення та опрацювання частин зображень.

2. Розроблена комп'ютерна система введення та опрацювання частин зображень використовує потенційні можливості сучасної елементної бази (мікропроцесорів ЦОС, спеціалізованих і перепрограмованих НВІС) та методи розпаралелювання та конвеєризації.

3. Апаратно-програмні засоби комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень орієнтовані на роботу в реальному часі.

4. Комп'ютерна система введення та опрацювання частин зображень є ефективною за критерієм ціна - роздільна здатність і чутливість.

5. В основу розробки комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень покладений комплексний підхід, який охоплює методи, алгоритми та сучасну елементну базу.

6. При розробці архітектури комп'ютерної системи введення та опрацювання частин зображень використано такі принципи: адаптації апаратно-програмних засобів до алгоритмів стиску частин зображень; перекладання на апаратну частину якомога більшого числа функцій програмного забезпечення; забезпечення регулярності і модульності архітектури засобів стиску частин зображень; локалізації та спрощення зв'язків між елементами.

7. Процесор ЦОС реалізований на базі мікропроцесор TMS 320C50, який має високу швидкодію, повний набір команд загального призначення та набір команд добре пристосованих до задач ЦОС.

8. Структурна організація процесора ЦОС забезпечує відділення мікропроцесора від зовнішніх пристроїв та підвищує завадостійкість і суміщення в часі роботу мікропроцесора та зовнішніх пристроїв.

9. Розроблена система вводу частин зображень побудована з використанням технології програмно-керованих растрів для введення телевізійних частин зображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. С. Хайкин. Нейронные сети: полный курс, 2 –е изд.:Пер. с англ.. – М.:”Вильямс”, 2006. – 1104 с.
2. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры. Кн.3.-.М; ИПРЖР,2000.-528с.
3. Нейроподібні методи, алгоритми та структури обробки сигналів і зображень у реальному часі: монографія / Ю.М. Рашкевич, Р.О. Ткаченко, І.Г. Цмоць, Д.Д. Пелешко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. -256 с.
4. Проблемно–ориентированные высокопроизводительные вычислительные системы: В.Ф. Гузик, В.Е. Золотовский: Учебное пособие. Таганрог:Изд-во ТРТУ, 1998. 236 с.
5. Уоссермен Ф.Нейрокомпьютерная техника. – М.: Мир,1992. – 259с.
6. А.В. Палагин, В.Н. Опанасенко. Реконфигурируемые вычислительные системы. – К.: Просвіта, 2006.- 280с.
7. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2002. – 382 с.
8. Николаев А.Б., Фоминых И.Б. Нейросетевые методы анализа и обработки данных. Учебное пособие. - М.: МАДИ (ГТУ), 2003, - 95с.
9. Цмоць І.Г. Інформаційні технології та спеціалізовані засоби обробки сигналів і зображень у реальному часі. – Львів: УАД, 2005.- 227с.
10. Грибачев В. П. Элементная база аппаратных реализаций нейронных сетей // Компоненты и технологии. 2006. № 8
11. Круг П.Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 176 с.
12. Проблемы построения и обучения нейронных сетей / под ред. А.И.Галушкина и В.А.Шахнова. - М. Изд-во Машиностроение. Библиотечка журнала Информационные технологии №1. 1999. 105 с.

13. А.И.Галушкин Некоторые исторические аспекты развития элементной базы вычислительных систем с массовым параллелизмом (80- и 90-годы) // Нейрокомпьютер, №1. 2000. - С.68-82
14. С.И.Аряшев, С.Г.Бобков, Е.А.Сидоров Параллельный перепрограммируемый вычислитель для систем обработки информационных сигналов // "Нейроинформатика -99". - Москва, МИФИ. Часть 2. С.25-33.
15. Э.Ю. Кирсанов Цифровые нейрокомпьютеры: Архитектура и схемотехника / Под ред. А.И.Галушкина. - Казань: Казанский Гос. У-т. 1995. 131 с.
16. А.И. Власов. Аппаратная реализация нейровычислительных управляющих систем // Приборы и системы управления - 1999, №2, С.61-65.
17. Борисов В.Л., Капитанов В.Д. Методика быстрого создания нейроускорителей // Нейрокомпьютеры: разработка и применение, №1, 2000 год.- С.12-24.
18. Роберт Хехт-Нильсен Нейрокомпьютинг: история, состояние, перспективы // Открытые системы. N4. 1998.
19. А.И. Власов Нейросетевая реализация микропроцессорных систем активной акусто- и виброзащиты// Нейрокомпьютеры:разработка и применение, №1, 2000. С.40-44.
20. Нейроприскорювачі на базі нейрочіпів - http://citforum.ru/hardware/neurocomp/neyrocomp_07.shtml
21. Елементна база нейрообчислювачів - <http://opticstoday.com/katalog-statej/stati-na-ukrainskom/nejrokomputeri/elementna-baza-nejroobchislyuvachiv.html>
22. Сучасні напрямки розвитку нейрокомп'ютерних технологій - <http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme9.htm>
23. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Структуры данных и алгоритмы – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2001. – 384с.
24. Браунси К. Основные концепции структур данных и реализация в С++. – М.: Изд. Дом «Вильямс», 2002. – 320с.
25. Проценко В.С. Техніка програмування мовою Сі: Навчальний посібник – К.: Либідь, 1993. – 224 с.

26. Шилдт Г. Теория и практика С++ – СПб.: ВHV – Санкт-Петербург, 1996. – 416 с.
27. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.: «Мир», 1979. - 536с.
28. Вирт Н. Алгоритмы + структуры данных = программы. - М.: "Мир", 1985. - 544 с.
29. Гудман С. Хидетниemi С. Введение в разработку и анализ алгоритмов. - М.: "Мир", 1981. - 366 с.
30. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. т.3. Сортировка и поиск. М.:Мир, 1976. - 678 с.
31. Мейер Б., Бодуэн К. Методы программирования: В 2-х томах – М.: Мир, 1982. – 356+368с.
32. Керниган, Б., Мова програмування Сі. Завдання по мові Сі/Б.Керниган, Д.Ритчи. —М.:ФиС, 1985. — 280 с.
33. Страустрап, Б. Мова програмування Сі ++ /Б.Страуструп. — М.:Радіо та зв'язок, 1991.—352 с.
34. Белецкий, Я. Енциклопедія мови Сі /Я.Белецкий. — М.:Мир, 1992. — 687 с.
35. Белецкий, Я.ТурбоСі++: Нова розробка: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / Я.Белецкий. — М.:Машинобудівництво, 1994. — 400с.
36. Пильщиков, В. Н. Збірник вправ по мові Паскаль: навч. Посібник для втузов /В. Н.Пильщиков. — М.:Висш. шк.,1990. —223 с.
37. Кармен, Томас Х., Лейзерон, Чарльз И., Ривест, Рональд Л., Штайн, Клиффорд. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. :Пер. с англ. - М.: Издательский дом “Вильямс”, 2005. - 1296 с.
38. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ: Сортировка и поиск. М., - 1978. - 844с.
39. Кухарев Г.А. и др. Техника параллельной обработки бинарных данных на СБИС. - М.: Виш. Шк., 1991. - 226 с

40. Пат. № 66138, Україна, МПК 006Б 7/38. Пристрій для обчислення сум парних добутоків: Патент на корисну модель / *І.Г. Цмоць, О.В. Скорохода*; заявник і патентовласник Національний університет «Львівська політехніка». - № и201106811; заявл. 30.05.2011; опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24. - 8 с..

41. Патент України на винахід №29700. Пристрій для визначення максимального числа з групи чисел. Бюл. №6-11. - 2000. *Рашкевич Ю.М., Зербіно Д.Д, Цмоць І.Г.*

42. *Кун С.* Матричные процессоры СБИС. - М.: Мир, 1991. – 672

43. *Галушкин А.И.* Нейрокомпьютеры. Кн.3.-.М; ИПРЖР,2000.-528с.

44. *Круглов В.В., Борисов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.

45. *Круглов В.В., Борисов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика – М.: Горячая Линия-Телеком, 2002 – 382 с.

46. *Рутковская Д., Пилиньский Л., Рутковский Л.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Пер. с польского – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 452 с.

47. *с. Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект: современный подход / Пер. с английского – М.: Вильямс, 2007. – 1408 с.

48. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект: современный подход / Пер. с английского – М.: Вильямс, 2007. – 1408 с.

49. *Цмоць І.Г.* Принципи розробки і оцінка основних характеристик високопродуктивних процесорів на надвеликих інтегральних схемах/ Вісник ДУ “Львівська політехніка”, №349, Львів, 1998 - с.5-11.

50. *Батюк А.Є., Цмоць І.Г.* Методи синтезу спеціалізованих обчислювальних систем для розв’язання задач у реальному часі / Інформаційні технології і системи. Т2, №1, Львів 1999 – с.155-161.

51. *Данілов П.О., Цмоць І.Г., Ігнатєв І.В.* Апаратна реалізація обчислення максимального і мінімального чисел в масиві даних/ Сучасні комп’ютерні інформаційні технології.