

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**Методи та програмно-апаратні засоби оцінювання якості
телевізійних зображень**
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
08-23.МКР.006.00.000 ПЗ

Виконала: студентка 2-го курсу,
групи КІ-20м спеціальності 123 —
Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Руденко В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент каф. ОТ

Кадук О.В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

Опонент:

Дудатьєв А.В.

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ОТ
д.т.н., доц.

_____ Азаров О.Д.

« ____ » _____ 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Галузь знань —123 Комп'ютерна інженерія
Спеціальність —123 Комп'ютерна інженерія
Освітньо-професійна програма - Комп'ютерна інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ д.т.н., проф.

_____ **О. Д. Азаров**

“ ____ ” _____ 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Руденко Вікторії Олегівни

1 Тема роботи: Методи та програмно-апаратні засоби оцінювання якості телевізійних зображень.

Керівник роботи: Кадук Олександр Володимирович, к.т.н., доцент, кафедри ОТ затверджені наказом ВНТУ від 24.03. 2022 року №65.

2 Строк подання студентом роботи 16.05.2022 р.



3 Вихідні дані до роботи: базові методи виявлення спотворення зображення; моделі спотворення кольору, яскравості; вихідні дані для визначення «розсипаючих» зображень — напрямки векторів та розрахування відстані між пікселями; дані про еталонне зображення; коефіцієнт кореляції; порівняльні дані еталонного зображення з тестовим; мінімальне, середнє та максимальне значення коефіцієнту кореляції; вихідні дані — кінцеве зображення, що спотворене так зване «розсипаюче», що непридатне для передавання кінцевому користувачеві.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз технічних характеристик присторою; введення в експлуатацію розпізнавання та обробки відеосигналів; аналіз сучасних методів визначення та обробки цифрових відеосигналів; різновиди відтворення телебачення ; сегментація та виявлення зображення; кореляція і згортка; характеристика формування та обробки сигналу в цифровому телебаченні; характеристика та синтаксичні методи нормалізації в розпізнаванні відеозображень; аналіз причин спотворення кольору; аналіз причин спотворення зображення — розсіювання; метод моніторингу спотворення розсіяного зображення; економічна частина.

5 Перелік графічного матеріалу: класифікація телевізійних систем; узагальнена структурна схема цифрової телевізійної системи; узагальнена структурна схема цифрової телевізійної системи.

6 Консультанти розділів роботи приведені в таблиці 1.

Таблиця 1— Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Крупельницький Л.В., доц., к.т.н. каф ОТ	04.10.2021	16.05.2022
4	Руда Л.П., доц., к.е.н. каф. ЕПВМ	16.04.2022 	16.05.2022 

7 Дата видачі завдання **04 жовтня 2021 р.**

8 Календарний план виконання МКР приведений в таблиці 2.

Таблиця 2 — Календарний план

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання	Примітка
1	Постановка задачі	04.10.2021	Виконано
2	Огляд існуючих рішень	05.10.2021 — 14.11.2021	Виконано
3	Розробка структурної схеми	15.11.2021 — 05.12.2021	Виконано

Кінець таблиці 2

4	Розробка функціональної схеми	15.11.2021 — 05.12.2021	Виконано
5	Розрахунок аналогової частини	03.01.2022 — 06.02.2022	Виконано
6	Вибір ПЗ для моделювання	07.02.2022 — 14.03.2022	Виконано
7	Моделювання роботи мережі	15.03.2022 — 24.03.2022	Виконано
8	Розрахунок економічної частини	25.03.2022 — 13.04.2022	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу	14.04.2022 — 13.05.2022	Виконано
10	Виконання магістерської кваліфікаційної роботи	25.04.2022 — 13.05.2022	Виконано
11	Перевірка якості виконання магістерської кваліфікаційної роботи та усунення недоліків	16.05.2022	Виконано
12	Підписи супроводжувальних документів у керівника, опонента, нормоконтролера	09.06.2022	Виконано
13	Перевірка «антиплагіат»	10.06.2022	Виконано
14	Попередній захист	11.06.2022	Виконано

Студент Руденко Вікторія Олегівна

Керівник к.т.н., доц. Кадук Олександр Володимирович

Консультант к.т.н., доц. Крупельницький Леонід Віталійович

АНОТАЦІЯ

УДК 004.9

Руденко В.О. Методи та програмно-апаратні засоби оцінювання якості телевізійних зображень. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 123 — комп'ютерна інженерія, освітня програма — комп'ютерна інженерія. Вінниця: ВНТУ, 2022. 103 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 46 назв; рис.: 27; табл. 14.

У магістерській роботі запропоновано методи моніторингу якості телевізійних зображень з метою виявлення спотворення кольору, форми та розсіювання зображень. Процедури призначені для виявлення спотворень цифрових зображень при передачі телевізійних зображень та повідомлення персоналу про їх виникнення.

Високий ступінь вирішення цієї задачі досягається за допомогою простих методів виявлення спотворення зображення за допомогою кореляційної функції за рахунок різких відмінностей коефіцієнтів суміжних елементів.

У цій роботі пропонується метод і алгоритм виявлення спотворення зображення. Цей метод корисний для використання в будь-якій телевізійній системі для виявлення та повідомлення персоналу про спотворення зображення.

Ключові слова: методи моніторингу, спотворення зображень, розсіпання зображень.

ABSTRACT

UDC 004.9

Rudenko VO Methods and software and hardware for assessing the quality of television images. Master's thesis in specialty 123 — computer engineering, educational program — computer engineering. Vinnytsia: VNTU, 2022. 103 p.

In Ukrainian language. Bibliogr .: 46 titles; fig .: 27; table 14

The master's thesis offers methods for monitoring the quality of television images in order to detect color distortion, shape and scattering of images. Procedures are designed to detect distortions of digital images in the transmission of television images and notify staff of their occurrence.

A high degree of solution of this problem is achieved by simple methods of detecting image distortion using the correlation function due to the sharp differences in the coefficients of adjacent elements.

This paper proposes a method and algorithm for detecting image distortion. This method is useful for use in any television system to detect and notify staff of image distortion.

Key words: monitoring methods, image distortion, image scattering.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ ТА МЕТОДІВ АНАЛІЗУ	
СПОТВОРЕННЯ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ.....	11
1.1 Введення в задачі розпізнавання та обробки відеосигналів	11
1.2 Аналіз поставленого завдання	16
1.3 Аналіз різновидів форматів телебачення.....	17
2 АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СПОТВОРЕНЬ	
ВІДЕОСИГНАЛІВ	22
2.1 Характеристика процесів формування та обробки сигналів в цифровому телебаченні	22
2.2 Аналіз причин спотворення кольору	28
2.3 Аналіз причин геометричних викривлень	30
2.4 Синтаксичні методи нормалізації в розпізнаванні відеозображень	31
3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ СПОТВОРЕНЬ	
ЦИФРОВИХ ВІДЕОСИГНАЛІВ	36
3.1 Вдосконалення методики визначення геометричних спотворень та спотворень колірності на основі кореляційної функції	36
3.2 Вдосконалення алгоритму пошуку розсіпань зображень на основі локального контурного аналізу	42
3.3 Розробка алгоритму визначення розсіпань зображення	47
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ	
СПОТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ.....	49
4.1 Структура комп'ютерної системи обробки зображень	49
4.2 Виявлення розсіювань при виникненні спотворень зображень.....	52
4.3 Програма автоматичного багатоканального аналізу.....	54

					08-23.МКР.006.00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Руденко В.О.</i>			Методи та програмно-апаратні засоби оцінювання якості телевізійних зображень Пояснювальна записка.	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кадук О.В.</i>				6	106	
<i>Реценз.</i>		<i>Дудатьєв А.В.</i>				ВНТУ, гр. КІ-20м		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Швець С.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Азаров О.Д.</i>						

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	58
5.1 Проведення наукового аудиту науково-дослідної роботи.....	58
5.2 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки	61
5.3 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи.....	63
5.4 Оцінювання важливості та наукової значимості науково-дослідної роботи фундаментального чи пошукового характеру.....	74
5.5 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором	75
5.6 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки від її впровадження безпосередньо розробником.....	81
ВИСНОВКИ	85
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	86
ДОДАТОК А Технічне завдання	88
ДОДАТОК Б Класифікація телевізійних систем.....	93
ДОДАТОК В Узагальнена структурна схема цифрової телевізійної системи	94
ДОДАТОК Г Методи розпізнавання зображень.....	95
ДОДАТОК Д Загальний алгоритм розрахунку коефіцієнта кореляції.....	96
ДОДАТОК Е Алгоритм роботи методу моніторингу якості цифрових зображень для виявлення їх розсіпання за допомогою методу кореляції.....	97
ДОДАТОК Ж Лістинг програмного модуля для розрахунку коефіцієнта кореляції між зображеннями.....	98
ДОДАТОК И Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	103

					08-23.МКР.006.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що крім звичних технологій, розвивається і телевізійна індустрія, де також виникають різноманітні проблеми, такі як зависання, зниження яскравості вихідного зображення, недостатній рівень звуку тощо. Тому ці проблеми потрібно вирішувати, оскільки поширені проблеми часто призводять до того, що користувачі не мають терпіння чекати, поки співробітники телевізійних служб помітять помилку і почнуть її виправляти. Однією з проблем, що досліджується в магістерській роботі є так зване спотворення зображень, (геометричні, розсіпання) яке є випадковою, несуміжною помилкою в оригінальному зображенні, яка може виникнути в результаті неправильно розпакованого стиснутого файлу або випадкової помилки в мережі, яка може виникнути через низьку швидкість інтернету.

Об'єкт дослідження є процеси оцінювання якості зображення цифрового телебачення.

Предмет дослідження є комп'ютерні методи оцінювання параметрів якості зображення.

Метою роботи є розробка методів моніторингу якості телевізійних зображень з метою виявлення спотворень форми, кольору та розсіювання зображень. Моніторинг телевізійних зображень здійснюється за параметрами кольору, форми та розсіювання цифрових зображень.

Методи дослідження засновані на використанні простих та ефективних методів розрахунку параметрів якості цифрових телевізійних зображень з урахуванням простоти програмної реалізації.

Відповідно до поставленої мети вирішуються такі задачі:

- аналіз причин спотворення зображення;
- аналіз сучасних методів виявлення спотворення зображення;
- розробка методів моніторингу якості телевізійних зображень.

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що:

— запропоновано методики визначення геометричних спотворень та спотворень колірності на основі кореляційної функції, що дало можливість формалізувати та збільшити швидкодію процесів оцінювання зображень;

— запропоновано алгоритм пошуку розсіпань зображень на основі локального контурного аналізу, що дало можливість формалізувати процес розсіпання зображень.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано методи та алгоритми моніторингу якості телевізійних картинок за допомогою кореляційної функції.

Розроблено кореляційні алгоритми виявлення геометричних і колірних спотворень та алгоритм поетапного порівняння для визначення спотворення зображення типу розсіювання.

Публікація за темою роботи: Руденко, В.; Крупельницький, Л.. Напрямки досліджень програмно-апаратних засобів моніторингу якості багатоканального цифрового телебачення. **НТКП ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії**, Ukraine, mar. 2021. Available at: <<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2021/paper/view/11975/10001>>. Date accessed: 22 May. 2022 [1].

Апробація результатів дослідження викладена під час доповіді на Науково-технічна конференція факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії в березні 2021 р.

1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ ТА МЕТОДІВ АНАЛІЗУ СПОТВОРЕННЯ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ

У цьому розділі розглядається основна мета розпізнавання та обробки відеосигналів і зображень, висвітлюються характеристики завдання розпізнавання та типи завдань розпізнавання.

1.1 Введення в задачі розпізнавання та обробки відеосигналів

Більшого поширення набули автоматизовані системи введення даних через різні типи сканерів (портативні, сторінкові, барабанні, графічні планшети) та цифрові фото- та відеокамери. При цьому за роздільною здатністю такі системи введення досить близькі до зору людини чи тварини, а з огляду на швидкість відео та цифрові камери, здається, є найближчою технічною моделлю ока. Матриця цифрової камери CCD забезпечує роздільну здатність до 3 мільйонів пікселів на зображення, а сучасні високопродуктивні комп'ютери мають доступ до простої обробки в реальному часі, як от, наприклад, просторова плоско-паралельна кореляція. Однак можливості майнінгу зображень залишають бажати кращого.

Які можливості в цій сфері пропонують сучасні стандартні програмні засоби? Найпоширенішими є потужні інструменти обробки зображень, але обробка обмежується фактичним скасуванням випадкових перешкод за допомогою обмеженого набору фільтрів (згладжування, медіана тощо). Значних успіхів досягнуто в обробці документів зі сканера. Остання версія FineReader вже дозволяє автоматично сегментувати сторінки документа, тобто виділяти блоки тексту, таблиці, зображення та графіки, підписи. Це дало змогу розуміти тексти 176 мовами народів світу та основними мовами програмування.

Таким чином, досягнення в розпізнаванні букв і цифр у документах і текстах є вражаючими, як і інші значні досягнення в спеціалізованому аналізі зображень (наприклад, виявлення слідів ядерних частинок, ідентифікація транспортних засобів зловмисників за допомогою фотографій, аналіз і виявлення сигналів у медицині та геології). Проте універсальних методів обробки

зображень, порівнянних за ефективністю з інтелектуальними здібностями людини, поки що не знайдено, що стимулює активну роботу вчених у цьому напрямку [1,2].

Обробка зображень з метою їх розпізнавання є одним із центральних і практично важливих завдань у створенні систем штучного інтелекту. Задача має чітко виражений складний ієрархічний характер і включає ряд основних етапів: сприйняття поля зору, сегментація, нормалізація виділених об'єктів, виявлення. Такий важливий обов'язковий етап, як розуміння (інтерпретація) зображень, частково включається в сегмент сегментації і остаточно вирішується на етапі розпізнавання.

Основним елементом будь-якої задачі розпізнавання зображень є відповідь на питання: чи належить вхідне зображення до класу зображень, що представляє цей стандарт? Здається, що відповідь можна отримати, безпосередньо порівнявши картинку з еталонами (або їх характеристиками). Однак є ряд труднощів і специфічних проблем. Наприклад, зображення представлені на складному фоні, або вхідні зображення не відповідають стандартам через випадкові перешкоди, або стандарти та зображення можуть розрізняти геометричні перетворення, у тому числі такі складні, як афінні та проєктивні, тощо.

Цей аналіз зображень дозволяє зробити висновок, що:

— на більшість зображень під час їх створення впливає низка негативних факторів, що призводить до розмиття, появи низькоконтрастних та шумових ділянок ;

— переважна більшість методів заснована на виділенні об'єктів на зображенні та їх подальшому аналізі.

Зображення перед аналізом має пройти підготовчий етап, що складається з виконання операцій з покращення візуальної якості (збільшення контрасту, усунення розмиття, виділення країв, фільтрів) та операцій з формування графічної підготовки (сегментація, контурування) зображення. складається зображення.

Для вирішення проблеми в цілому та на окремих її етапах використовуються різні методи сегментації, нормалізації та виявлення. Відповідно, можна запропонувати класифікацію основних методів обробки та розпізнавання зображень за схемою, наведеною на рисунку 1.1. На схемі показані основні процедури та методи обробки від першого етапу сприйняття поля зору датчиками, наприклад, камерою, до кінцевого об'єкта, розпізнавання. Схема знаходиться в додатку.

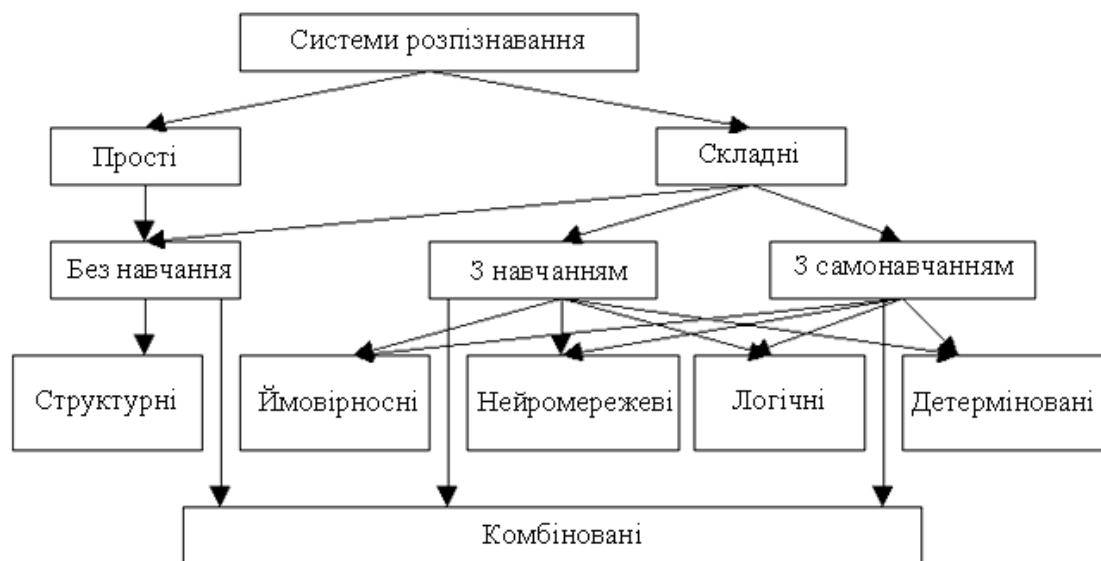


Рисунок 1.3 — Системи розпізнавання образів

Операція попередньої обробки майже завжди застосовується після видалення інформації з відеодатчика і спрямована на зменшення шуму в зображенні, викликаного дискретизацією та квантуванням, а також придушення зовнішнього шуму. Під час попередньої обробки сигнали зображення додатково фільтруються. Як правило, це операції усереднення гістограми та вирівнювання. Якість зображення значною мірою визначається його контрастом, який є різницею між максимальним і мінімальним значеннями контону в області зображення, наприклад, вікно (локальний контраст) або все зображення (глобальний контраст). Підвищення контрастності дозволяє покращити різницю між окремими структурами зображення або зменшити спотворення, викликані умовами отримання зображення в оптоелектронних перетворювачах.

Низька контрастність є найпоширенішим дефектом фотографій і телевізійних зображень через обмежений діапазон відновлення яскравості, який часто поєднується з нелінійністю характеристики передачі рівня (характеристика градації). Одним з найефективніших способів покращення якості зображення є використання методу контрастного розтягування, при якому заданий діапазон зміни яскравості вхідного зображення $f(x,y)$ розтягується лінійно на повну шкалу рівнів півтонів $[0 - (G-1)]$. В результаті діапазон зміни яскравості вихідного зображення $f(x,y)$ розширюється і зображення стає насиченішим за контрастом. Найпоширенішим і найпростішим методом розтягування контрасту (корекції градації) є лінійне перетворення.

Зображення можуть бути спотворені перешкодами різного походження. Їх вплив можна мінімізувати, використовуючи класичні методи лінійної локальної фільтрації. Для зменшення шуму зазвичай використовуються фільтри з використанням наступних віконних операторів (Рисунок 1.2).

$$h_2 = 1/9 \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \qquad h_2 = 1/9 \begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix}$$

Рисунок 1.2 — Шумопридушуючі оператори

Коефіцієнт нормалізації віконних функцій вибирається таким чином, щоб процедура зменшення шуму не викликала зсуву середньої інтенсивності обробленого зображення.

Основним недоліком лінійної фільтрації зображень є те, що, крім зменшення шуму, контури зображення одночасно розмиваються. Це пов'язано з тим, що всі елементи вихідного зображення обробляються з однаковим коефіцієнтом, тобто лінійні фільтри не залежать від структури елементів і тому не можуть визначити різницю між зашумленими та контурними елементами.

Щоб зменшити розмиття зображення, доцільно використовувати метод вибіркового згладжування. У деяких випадках, коли яскравість вхідних пікселів

зображення розподіляється за нормальним законом, сигма-фільтрація може бути дуже ефективною при попередній обробці, яка розглядає лише ті елементи вхідного зображення (усередині вікна), яскравість яких знаходиться в межах $E_x \pm 2\sigma$. E_x — математичне очікуване значення, а σ — стандартне відхилення яскравості пікселів зображення [3].

Завдання розпізнавання має такі характеристики:

— введення поняття аналогії чи подібності об'єктів та сформулювати поняття близькості об'єктів як основу для внесення об'єктів до одного класу чи різних класів;

— опрацювання набором прецедентів, прикладів, класифікація яких відома і які можна подати у вигляді формалізованих описів за алгоритмом розпізнавання з метою адаптації їх до завдання в процесі навчання;

— важке формування формальної теорії та застосування класичних математичних методів.

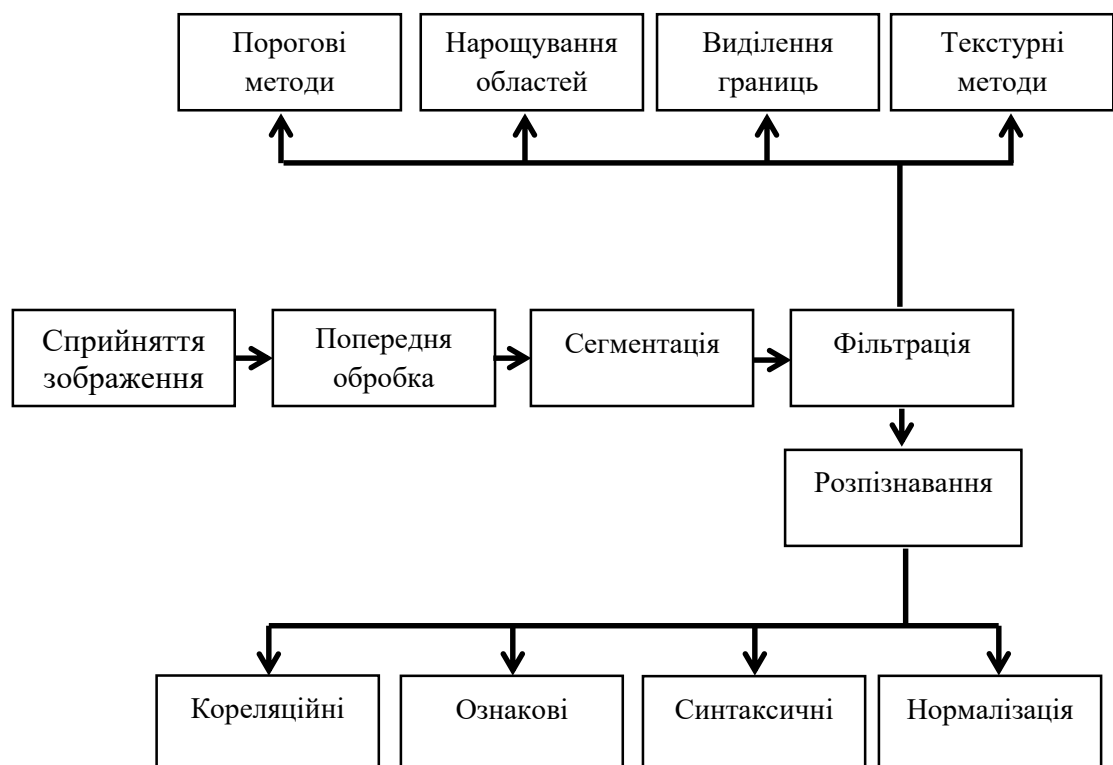


Рисунок 1.3 — Методи розпізнавання зображень

Бажано виділити такі види завдань виявлення:

- завдання на розпізнавання, тобто віднесення представленого об'єкта за його описом до одного із зазначених класів;
- завдання автоматичної класифікації, тобто класифікація багатьох об'єктів за їх описом в систему різних класів;
- завдання на вибір інформаційного набору ідентифікаторів;
- завдання приведення вихідних даних у форму, придатну для розпізнавання;
- динамічне виявлення та динамічна класифікація;
- завданням прогнозування тобто в якому рішенні має стосуватися моменту часу в майбутньому [3].

1.2 Аналіз поставленого завдання

Останнім часом будь-яка система, так чи інакше пов'язана з роботою комп'ютерної техніки, розвивається надзвичайно швидко. Удосконалюється як апаратне, так і програмне забезпечення. Однією з найважливіших цінностей є інформація, яку можна отримати через радіо- і телевізійні системи та Інтернет.

Для отримання зображення на телевізорі або моніторі потрібні високоякісні зображення, які не викликають зорової втоми або неправильного розуміння інформації, що відображається. Тому людське око, як найбільш чутливий елемент, гостро реагує на спотворення зображення [3].

Особливо негативним є спотворення зображення, де воно ніби розпадається на частинки. Це може бути викликано як програмним, так і апаратним забезпеченням. Ця помилка найчастіше зустрічається в цифровому телебаченні, оскільки зображення декодується, а випадкові спотворення непередбачувані. Однак ці спотворення різко сприймаються людським оком, оскільки зір звик сприймати плавність природних структур і предметів з плавними переходами кольорів і тіней, а коли розсіювання зображення тягне за собою багато різких відмінностей сусідніх фрагментів зображення. щодо настрою тощо.

Ефективних методів моніторингу такого типу спотворення не існує, тому в статті пропонується простий варіант виявлення спотворення, як-от розсіювання зображення, шляхом пошуку строго вертикальних і горизонтальних ліній. Тобто підсумовувати значення кольорів кожного пікселя окремо і порівнювати сусідні значення елементів, де спотворення типу розсіювання зображення вважається різкою різницею сусідніх коефіцієнтів [4].

Мета завдання — забезпечити ефективний метод моніторингу якості телевізійних зображень.

Предметом дослідження є процес оцінки якості цифрового телевізійного зображення.

Дослідження зосереджені на комп'ютерних методах моніторингу параметрів якості зображення.

1.3 Аналіз різновидів форматів телебачення

Телебачення є формою телекомунікації, тобто будь-яку передачу, трансляцію, прийом будь-якого символу, сигналу, тексту, зображення, звуку чи повідомлення будь-якого роду за допомогою дротових, радіо, оптичних чи інших електромагнітних систем. Державний стандарт України ДСТУ3807-98 (Телебачення. Терміни та визначення) дає таке визначення поняття «телебачення»:

Телебачення (TV) — це передача, зберігання та відтворення на великій відстані зображень рухомих або нерухомих сцен зі звуком або без нього, а також суміжних галузей науки, техніки та культури.

Під час перегляду телебачення використовуються терміни «оптична картинка» та «телевізійне зображення». Оптичні зображення створюються на заданій поверхні, часто на заданій площині, за допомогою оптичних пристроїв у вхідній лінії телевізійної системи. Телевізійне зображення також є оптичним і відповідає сцені, з якої передається картинка, однак вона виникає у вигляді розподілу кольору та яскравості на поверхні (площині) екрану пристрою відображення у вихідному тракту системи. Зображення чорно-білі (монохромні),

За цим же стандартом сцена (на телебаченні) — це один або комбінація об'єктів, які рухаються чи нерухомі, чорно-білі чи кольорові, плоскі чи тривимірні на будь-якому фоні, мають сюжет або представляють вимірювану інформацію [7].

У свою чергу, рухома сцена — це сцена, яка містить рухомі ділянки та (або) зміни яскравості, кольору тощо, а нерухома сцена — це сцена, яка не містить рухомих ділянок та (або) зміни яскравості, кольору тощо. .

Існує мовне телебачення — телебачення зі звуком для масової аудиторії глядачів, а також прикладне телебачення — телебачення, яке пропонує рішення прикладних проблем. Вимірювання, згадані вище у визначенні терміну «сцена», відносяться до прикладного телебачення.

Перша сумісна система кольорового телебачення була представлена в США в 1953 році. Відомий як NTSC (Національний комітет телевізійної системи), він досі використовується в Сполучених Штатах, Канаді, більшості країн Латинської Америки, Японії, Південній Кореї та Тайвані.

У 1954 році була запропонована інша сумісна система кольорового телебачення, яка з 1959 року отримала назву SECAM (Sequence de Couleurs Avec Memoire). У 1967 році був прийнятий на озброєння у Франції та Радянському Союзі. Він також використовується в ряді європейських країн, на Близькому Сході та в Африці.

У тому ж 1967 році на озброєння з'явилася ще одна сумісна система кольорового телебачення, розроблена в 1963 році під назвою PAL (Phase Alternation Lines). Ця система використовується в Німеччині, Англії, більшості інших європейських країн, Австралії, Індії, Пакистані, Північній Кореї та Китаї.

Існування трьох різних систем кольорового телебачення є сумним фактом, оскільки унеможливорює прямий обмін телевізійними програмами та вимагає відповідного перетворення сигналу для обміну такого процесу, який скорочено називається стандартним перетворенням.

Ще одним довгостроковим напрямком розвитку телебачення є розробка стереотелевізійної системи, тобто системи, яка б дозволяла відтворювати тривимірну сцену з відповідним сприйняттям глядачів із глибокого космосу.

Однак це завдання дуже складне, особливо щодо питання сумісності, так що поки відомі лише експериментальні системи голосового стереотелебачення [7].

Телевізійна система — це сукупність усіх засобів, необхідних для забезпечення на приймальній стороні відтворення через її зображення зображення сцени та/або певних даних, що характеризують сцену чи її об'єкт (об'єкти). Сьогодні існує велика різноманітність телевізійних систем, тому їх доцільно класифікувати. Як зазвичай, ми відрізняємо класи від систем на основі певних ознак класифікації.

За основним призначенням, як уже зазначалося, телевізійні системи поділяються на мовні та прикладні. Перші — це звукові системи для масової аудиторії. Прикладні системи виконують різноманітні завдання і можуть бути розділені на системи технічного бачення для промислових, наукових, освітніх, медичних, інформаційних, охоронних, військових, розважальних тощо відповідно до сфери застосування.

Залежно від типу сигналу, що обробляється, система поділяється на аналогову, аналогово-цифрову та цифрову. Перші телевізійні системи були аналоговими. В даний час більшість систем, як мовних, так і прикладних, використовують переважно цифрові методи та пристрої, тобто по суті вони аналогово-цифрові. У цифрових системах всі процеси генерації та обробки сигналів повинні базуватися на цифровому представленні сигналів у всіх частинах системи.

За діапазоном падаючого випромінювання можна виділити системи світлового діапазону, що характерно як для мови, так і для програми. Телевізійні та інфрачервоні, ультрафіолетові та рентгенівські системи виключно для прикладних систем.

За типом відтворюваного зображення телевізійні системи поділяють на чорно-білі, монохромні, кольорові, псевдоколірні та багатоколірні. Кольорове телебачення використовує переважно кольорові системи і все рідше чорно-біле.

У прикладному телебаченні ситуація майже протилежна, тобто частіше використовуються чорно-білі системи, або монохромні — коли картинка

передається в такому кольорі, як зелений. У псевдоколірних системах використовуваного типу кольори у відтвореному зображенні відповідають не кольорам сцени, а деяким іншим параметрам, таким як температура. Нарешті, багатоколірні зображення — це зображення з дуже обмеженою кількістю кольорів, наприклад В. Червоний, синій, жовтий і фіолетовий. Таке представлення зображень використовується в інформаційних програмах для відтворення, таких як графіки, гістограми, карти місцевості тощо [8].

За чіткістю телевізійної картини системи поділяють на системи для телебачення обмеженої чіткості (SOF), характерні для мобільної відеожурналістики, відеотелефонії, телеконференцій; Системи телебачення загальної чіткості (FM), включаючи всі сучасні мовні телевізійні системи (NTSC, PAL, SECAM); Системи телебачення високої чіткості (HF), які вважаються проміжним кроком у впровадженні телебачення високої чіткості (HF). Оцінюючи чіткість кількості ліній в кадрі телевізійної картини, можна приблизно вказати такі цифри: ТОЧКА — до 250; ЗЧ — близько 550; ТРС — від 550 до 1100; HDTV — 1100 і більше. Різні системи визначення використовуються як у мовленні, так і в прикладному телебаченні.

За розмірністю відтворюваного зображення системи поділяються на двовимірні системи, де зображення створюється на певній поверхні, часто в площині, і стереоскопічні системи, де два зображення сцени розглядаються окремо лівою і праве око дозволяє відчувати глибину простору.

Залежно від того, де використовується система, її доцільно поділити на наземну, аерокосмічну та підводну. Системи двох останніх класів, до яких належать, зокрема, літаки, космічні станції, космічні апарати, штучні супутники для освоєння космосу, підводні човни та роботизовані системи, є прикладними телевізійними системами.

Адже класифікація за типом каналу зв'язку розрізняє наземні, кабельні, супутникові та стільникові системи. Однак слід зазначити, що ці системи зазвичай тісно взаємодіють одна з одною і навіть усі типи цих систем можуть використовуватися одночасно під час трансляції певної телевізійної програми.

У наземних системах відкритий простір використовується для передачі телевізійного сигналу від передавача на приймаючу сторону, а передавальна і приймальна сторони оснащені антенами. У кабельних системах лінія зв'язку складається з радіочастотних або волоконно-оптичних кабелів. Супутникові системи насправді є наземними, але їх доцільно віднести в окремий клас, оскільки вони засновані на використанні ретрансляторів космічних апаратів, розташованих у космосі. Системи клітин схожі на клітинні системи. Зокрема, їх переваги полягають у можливості збільшення кількості телевізійних програм і значного зниження потужності вібрацій, що випромінюються у вільний простір, порівняно з потужністю передавачів телецентрів.

2 АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ СПОТВОРЕНЬ ВІДЕОСИГНАЛІВ

У цьому розділі аналізуються коаксіальні методи цифрової обробки та виявлення відеосигналів, описується спосіб відображення телевізійних зображень, наводиться класифікація телевізійних систем.

Описано особливості сприйняття кольору людиною, показані особливості формування та обробки сигналу в цифровому телебаченні.

Крім того, проведено аналіз принципів розпізнавання зображень, аналіз методів оцінки якості телевізійних зображень та аналіз методів використання кореляційної функції для отримання якісного зображення.

2.1 Характеристика процесів формування та обробки сигналів в цифровому телебаченні

Цифрове телебачення, яке передає та зберігає зображення в цифровій формі. Фактично це сигнал, який несе інформацію про зображення. Цифровий сигнал формується у вигляді послідовностей електричних імпульсів, що відповідають закодованим вибіркам аналогового сигналу. Вибірки необхідно відбирати на досить високій частоті, значення якої визначається теоремою Найквіста-Котельникова на основі найвищої частотної складової в спектрі сигналу. $f_{\delta} \geq 2f_{\epsilon}$, де f_{δ} — частота відліків (дискретизації). Телебачення найчастіше використовує двійкове кодування з використанням 8-бітового аналогового перетворення коду, що відповідає 256 квантованим рівням відеосигналу. Сигнал(и) звукової доріжки також перетворюються в цифрову форму, але для якісного відтворення звуку необхідно квантувати сигнал з бітрейтом не менше 16 [10].

Необхідність переходу на системи цифрового телебачення пов'язана з необхідністю підвищення якості та надійності телевізійних систем. Справа в тому, що перед подачею у вихідний вузол телевізійної системи (наприклад, в ЕПТ телевізійного приймача) телевізійний сигнал зазнає безліч перетворень:

посилюється, коригується, змішується з іншими відеосигналами, фільтрується, передається з вузла до вузла через лінії зв'язку, записані та перезаписані в пристроях збереження тощо. Кожна з цих операцій чревата шумами та перешкодами походження. Якщо сигнал є аналоговим, то шуми і завади накопичення, відношення сигнал/шум падає, а якість зображення різко погіршується.

При цифровій сигналізації вплив шуму та перешкод значно менше, оскільки в цьому випадку інформація передається не за значеннями напруги, а за допомогою кодової комбінації імпульсів, напруга яких приймає обмежену кількість значень, незалежно від напруга живлення відео. У найбільш часто використовуваній системі генерації двійкового коду імпульси набувають лише два рівні напруги, які умовно позначають нуль (відсутність імпульсу) і один (наявність імпульсу достатньо великої амплітуди). Для відтворення інформації достатньо фіксувати наявність або відсутність імпульсів, а не їх амплітуду, а отже, навіть при досить великому впливі шумів і перешкод можна отримати якісне відтворення сигналу практично незалежно від кількості його операцій. формування [10].

Переваги цифрового телебачення наступні:

— висока перешкодозахищеність і перешкодозахищеність, ледь помітне зниження відношення сигнал/шум при значній кількості процесів обробки сигналу в телеканалі;

— чутливість до деяких нелінійних спотворень сигналу значно нижча, ніж у аналогового телебачення;

— значно нижче аналогового телебачення чутливість до зміни параметрів каналу зв'язку;

— можливість відновити втрачені частини сигналу, що дуже важко реалізувати в аналоговому телебаченні;

— можливість зберігати сигнал у відносно простих засобах цифрової пам'яті з наступним зчитуванням сигналу, у тому числі в будь-якому порядку, будь-якою швидкістю та в будь-який час;

- зручність адаптації телевізійних засобів (пристроїв) до систем автоматичного керування, керування, а також з'єднання з комп'ютерами;
- спрощення процесів перетворення телевізійних стандартів, корекції діафрагми, корекції часу у відеореєстраторах тощо;
- зручна синхронізація сигналів від різних джерел (камер, відеомагнітофонів тощо);
- проста генерація та обробка сигналів у цифровій формі;
- можливість використання спецефектів в електричному проектуванні телевізійних зображень, зміна формату зображення, зміна розміру чи форми зображення чи його фрагментів, рухомих зображень чи фрагментів, дзеркальних ефектів тощо;
- можливість використання арсеналу програмного забезпечення для цифрової обробки зображень на базі ЕОМ або спеціалізованих мікропроцесорів;
- зручність запису сигналів у відеореєстратори, зокрема за рахунок усунення спотворень, викликаних нерівномірним рухом магнітної стрічки (помилки часу) та можливість багаторазового перезапису програм з практично непомітним зниженням відношення сигнал/шум;
- можливість створення пристроїв, які не потребують регулювання під час роботи;
- можливість автоматизувати та спростити процедури усунення несправностей у процесі виготовлення телевізійного обладнання, у тому числі телевізійних приймачів;
- значне підвищення стабільності та надійності телевізорів;
- можливість створення телевізійних систем на основі розподілу в часі (замість частоти, як в аналогових системах NTSC, PAL, SECAM) яскравості та колірної складової сигналу зображення та звуку, що виключає перехресні спотворення між каналами;
- зручна організація захисту від несанкціонованого перегляду телевізійних програм (комерційне телебачення);

В результаті відношення сигнал/шум може бути значно вищим, ніж у аналогового сигналу. Форма переданого сигналу повинна бути збережена тільки таким чином, щоб можна було розрізнити імпульси з інтервалів між ними [8].

На рисунку 2.1 показана узагальнена блок-схема системи цифрового телебачення. Узагальнена блок-схема системи цифрового телебачення наведена в додатку В.

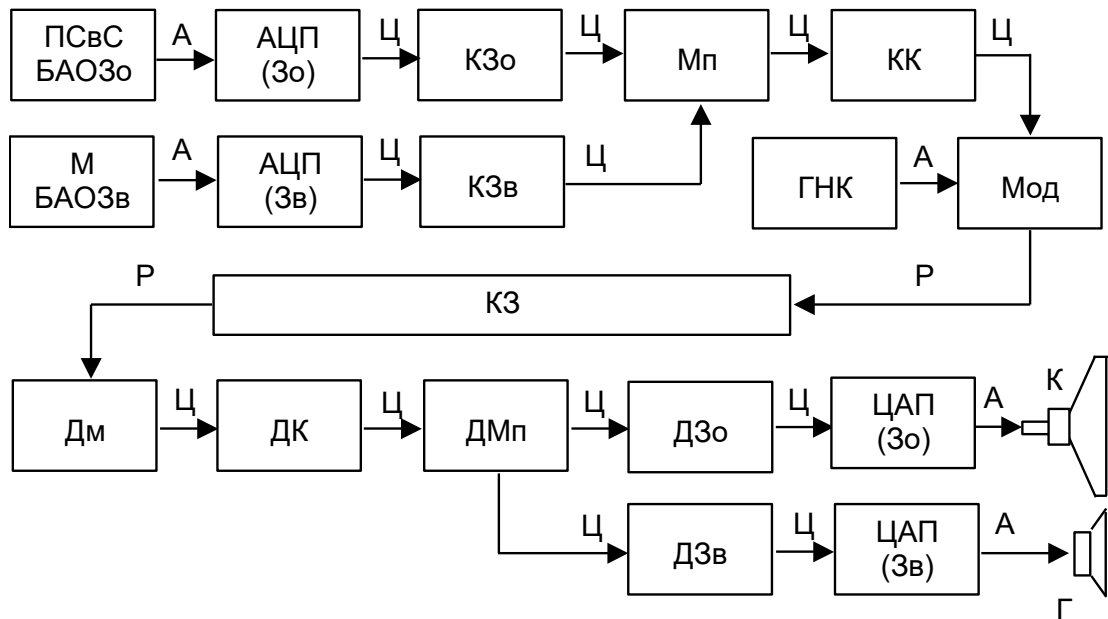


Рисунок 2.1 — Узагальнена структурна схема цифрової телевізійної системи

Лінії, що показують зв'язки між елементами конструкції, вказують на типи сигналів: А — аналоговий; С — цифровий; Р — радіосигнал [8].

Перетворювач світло-сигнал (PSC) виробляє первинний аналоговий сигнал, який обробляється блоком обробки аналогового сигналу зображення (BAPP) для посилення, введення імпульсів синхронізації та скасування, відповідних поправок тощо. Оброблений сигнал подається на аналого-цифровий перетворювач сигналу зображення (АЦП (Zo)), на виході якого отримуємо цифровий сигнал зображення. Цей процес часто називають імпульсно-кодовою модуляцією. Кодер зображення (KZo) виконує особливо важливу обробку сигналу, щоб зменшити цифровий потік (кількість інформаційних бітів, які

необхідно передати за одиницю часу). Цей процес часто називають стисненням сигналу. Стиснутий сигнал подається на мультиплексор (МП), який також отримує цифровий сигнал від аудіоканалу, що складається, наприклад, з мікрофона як джерела звуку (М), блоку обробки аналогового аудіосигналу (БАОЗв), аналого-аудіо-цифровий перетворювач (АЦП (Zv)) і кодери аудіосигналу (KZv), а також інші цифрові сигнали (наприклад, сигнали телетексту, не показані), якщо потрібно. Об'єднаний цифровий потік з виходу мультиплексора обробляється в каналному кодері (КК), завданням якого є перекодування цифрового сигналу, що забезпечує досить високу завадостійкість передачі сигналу по каналу зв'язку. Генератор коливань без затравки (SSC) і модулятор (MOD) передають спектр сигналу в смугу частот, яка відповідає характеристикам каналу зв'язку (CC).

На приймальній стороні здійснюються зворотні перетворення, для чого використовуються такі конструктивні елементи: демодулятор (DM), каналний декодер (DC), демультимплексор (DMP), декодер сигналу зображення (DZo), перетворювач цифрово-аналогового сигналу зображення. (DAC), кинескоп (K), декодер аудіосигналу (DZv), цифро-аналоговий перетворювач аудіосигналу (DAC) і динаміки G.

Основною проблемою цифрового телебачення є занадто багато цифрового потоку. Якщо взяти до уваги одну з рекомендацій Міжнародного союзу телекомунікацій, яка передбачає формування 720 вибірок сигналу яскравості та 360 вибірок кожного кольорорізницького сигналу в рядку з кількістю активних ліній у кадрах 576, то також як частота дискретизації 75 МГц, то при формуванні цифрових потоків окремо, це буде так. Отримані сигнали цифрового потоку становлять 216 мегабіт в секунду.

Розроблено десятки методів зменшення цифрового потоку при передачі цифрового зображення та звукових сигналів. Насамперед вони засновані на більш ретельному вивченні обмежень, властивих людському зору і слуху, і враховують надмірність інформації, що міститься в нестиснутих сигналах. Переглядаючи телевізійну картинку, легко помітити, що яскравість і колір

певного пікселя зображення дуже часто мало відрізняються або зовсім не відрізняються в сусідніх кадрах. Навіть у межах даного кадру сусідні пікселі можуть дуже мало відрізнитися. Це говорить про те, що таку систему доцільно будувати, коли повна інформація про картинку передається відносно рідко, а для більшості знімків змінюється лише яскравість і (або) колір пікселів, а також зміна положення об'єктів або їх фрагменти. Найбільш часто використовувані методи зменшення цифрового потоку включають метод диференціальної імпульсно-кової модуляції, також званий прогнозним кодуванням, і метод перетворення кодування. Останнє полягає в поділі зображень на фрагменти матриці (розміром, наприклад, 8x8 пікселів) і для кожної матриці за допомогою відповідних математичних перетворень формується набір коефіцієнтів, які однозначно характеризують зображення всередині матриці. Кількість коефіцієнтів, які необхідно передати для якісного відтворення зображення, значно менше обсягу даних в матриці, що може значно зменшити цифровий потік. На приймальній стороні виконуються зворотні перетворення [8].

Розроблено міжнародний стандарт кодування стиснення інформації під назвою MPEG-2 (MPEG — Motion Picture Expert Group). Стандарт містить 11 підстандартів, які регламентують основні параметри цифрового телебачення з різною якістю генерації зображення — низької якості з кількістю рядків у кадрі 288 і особливо високої якості з кількістю рядків у кадрі 1152. Для першого варіант, цифровий потік становить 4 мегабіт в секунду і для другого - 100 мегабіт в секунду. У стандартних системах (576 рядків на кадр) цифровий потік не перевищує 15 мегабіт в секунду.

Загалом, усі розробки в області цифрового телебачення, включаючи відповідні стандарти, такі як європейське DVB (цифрове відеомовлення) або ATSC (Комітет передових телевізійних систем), разом з досягненнями в комп'ютерній технології щодо швидкості та обсягу електронного сховища, мають зробили цифрове телебачення реальністю: системи цифрового телебачення функціонують у ряді розвинених країн.

2.2 Аналіз причин спотворення кольору

Вважається, що цифрове телебачення забезпечує найвищу якість зображення. Теоретично так і повинно бути, але на практиці зображення, що виводиться на екран, може спотворюватися на шляху від декодера до телевізора. Крім того, для того, щоб дивитися HD фільми та шоу в ідеальній якості, потрібен телевізор, який може відображати високоякісне цифрове зображення. Ще один неприємний момент полягає в тому, що зображення, що швидко змінюється, наприклад, трансляція спортивних ігор, не може бути представлено якісно при низьких швидкостях цифрового потоку [15]. Звідси можлива втрата чіткості, зникнення дрібних деталей зображення та розсіювання зображення на квадрати

Причини спотворення можуть бути різноманітними, напр. В. Неякісні кабелі, неякісне програмне забезпечення, помилки декодування тощо.

Однією з найпоширеніших причин є спотворення, які виникають при декодуванні стиснутого зображення.

Колірні відчуття дискретні і оцінюються за кількістю порогів кольорних відмінностей. Спотворення кольору зображення в телевізійних системах виникає з наступних причин:

- використання справжніх червоних, зелених і синіх люмінофорів з кольорових трубок, спектральні властивості та насиченість яких обмежують відтворення максимальної колірної гами;

- використання реальних джерел світла, світлороздільних пристроїв і пропускаючих трубок, спектральні характеристики яких не повністю забезпечують точність передачі кольору;

- та нелінійні спотворення телевізійного сигналу, що виникають у фотоелектричних світлосигнальних і сигнально-світлових перетворювачах, а також у тракці передачі і особливо в пристроях для формування та відбору сигналів яскравості та кольоровості;

- розсіювання параметрів, старіння, неоптимальна робота елементів системи і особливо кольорових ЕПТ;

- неідентичність сіток зображення, перехресне спотворення та наявність

тимчасового зсуву між сигналами яскравості та кольоровості через різні умови передачі, що призводить до кольорових окантовок, повторів тощо, порушення відтворення деталей зображення;

— особливості передачі та виділення сигналів кольоровості в різних системах кольорового телебачення.

За допомогою спеціальних пристроїв — коректорів кольору, коректорів нелінійних спотворень ТВ сигналів (гамма-коректорів) і ін. — на телецентрах проводиться компенсація колірних перекручувань за умови використання на прийомній стороні кольорового кінескопа із середньостатистичними нормованими характеристиками [15].

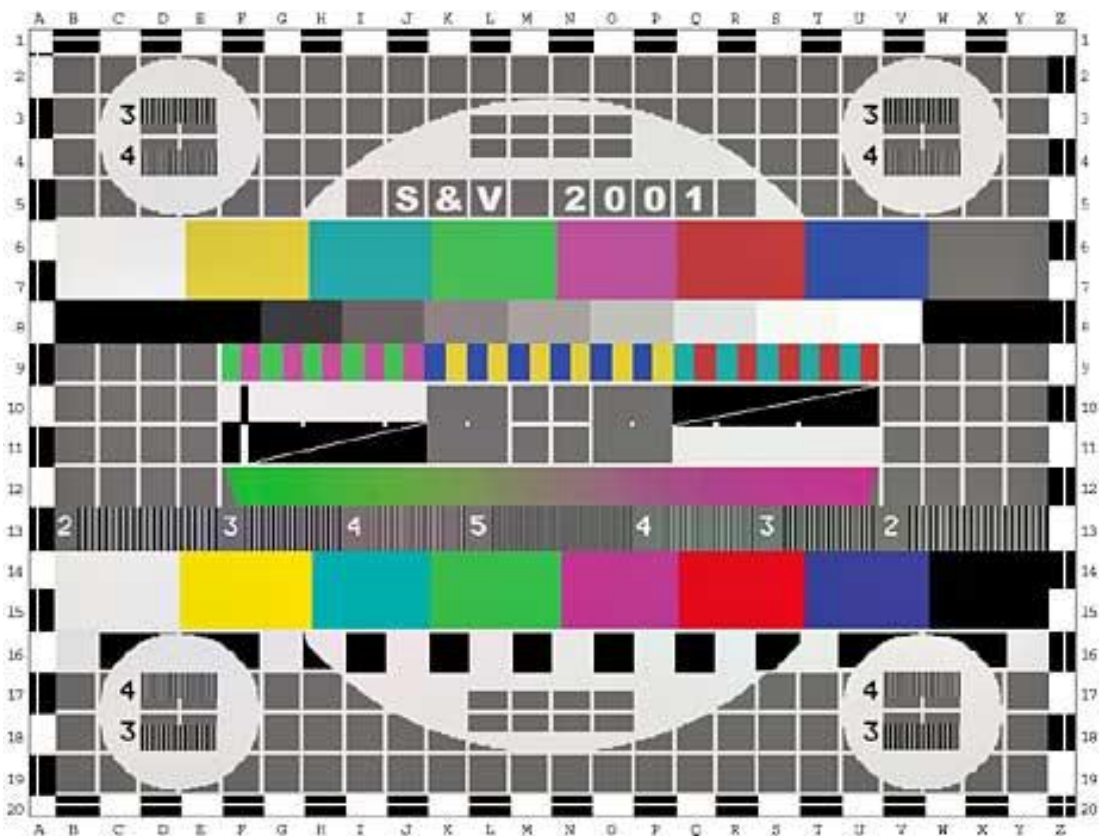


Рисунок 2.2 — Тестова таблиця телевізора для вимірювання геометричних спотворень

Часто використовуються сигнали, що генеруються спеціальним генератором вертикальних кольорових смуг, які використовуються для відтворення восьми основних кольорів на екрані ЕПТ: білого, жовтого, синього,

фіолетового, червоного, синього і чорного (рис. 2.2). За допомогою спеціальних пристроїв — кольорокоректорів, коректорів нелінійних спотворень телевізійних сигналів (гамма-коректорів) тощо — у телецентрах здійснюється компенсація спотворення кольору за умови використання на телецентрах кольорової трубки із середніми стандартизованими характеристиками. приймальна сторона [15]. Спотворення кольору оцінюється за допомогою якості відтворення спеціальних електричних тестових сигналів, які імітують еталонні кольори.

2.3 Аналіз причин геометричних викривлень

Зазвичай існує кілька типів спотворення зображення — спотворення форми (геометричне спотворення), спотворення кольору та спотворення зображення. Крім спотворення самої картинки, є такі варіанти, як висить картинка, недостатній рівень звуку, шум тощо.

Геометричні спотворення в цифрових і аналогових телевізійних зображеннях викликані зміною координат елементів, що передаються. Вони представлені як порушення геометричної форми відтворюваної телевізійної картини на відміну від її оригіналу. Геометричну подібність порушує переважно неідентичність форми растру та відносних швидкостей лінійного чи кадрового сканування при аналізі та синтезі зображень у фотоелектричних світлосигнальних та сигнально-світлових перетворювачах [14].

Найпоширенішими викривленнями форми:

— трапецієподібні спотворення, викликані ортогональністю оптична або електрична вісь до площини зображення;

— спотворення типу «паралелограми», що виникають в результаті травми ортогональності полів відхилення від лінійного або кадрового сканування.

Крім того, існують геометричні спотворення через різні відносні швидкості передавальної та приймальної трубок по вертикалі і горизонталі, але це частіше зустрічається в телевізорах з електронно-променевою трубкою, і спотворення вибірки можуть виникати через проблеми з телебаченням. Найчастіше це

відбувається, коли умова сталості швидкостей струменя порушується однобічно по вертикалі і горизонталі.

2.4 Синтаксичні методи нормалізації в розпізнаванні відеозображень

Найбільш вивченими в теорії розпізнавання образів є символічні та синтаксичні методи. Вони базуються як на статистичному, так і на детерміністському підходах. Основна складність з методами ознак полягає у виборі ознак. Тому виходьте з природних правил: а) характери картинок одного класу можуть відрізнятися лише незначно (через перешкоди); б) характеристики зображень різних класів повинні істотно відрізнятися; в) Набір ознак має бути якомога меншим, оскільки їх кількість залежить як від надійності, так і від складності обробки.

У першому наближенні до знаків можна віднести синтаксичні методи, оскільки вони засновані на виділенні структурно-мовних ознак при поділі картини на часткові — непохідні елементи (ознаки). Вводяться правила з'єднання цих елементів, ідентичні для стандартного та вхідного зображення. Аналіз граматики, отриманої таким чином, забезпечує процес прийняття рішення.

Алгоритми кореляції - знакові та знакові методи досить близькі, і перший можна вважати окремим випадком другого. Хоча методи ознак не настільки надійні, як чисті кореляційні або приватні кореляційні методи (у просторах сигналів), їх використання корисно на першому етапі через менші витрати праці при розв'язанні проблеми нерівності. У цьому випадку частина вхідних зображень, властивості яких не відповідають жодному із стандартів, негайно відкидається [2].

Методи нормалізації в розпізнаванні займають проміжне положення між кореляційним сигналом і алгоритмами ознак. На відміну від особливостей нормалізації, зображення не «втрачається», воно лише замінюється зображеннями того ж класу еквівалентності. У той же час, на відміну від кореляційних методів, багато вхідних зображень замінюються багатьма нормованими зображеннями. Кожне нормоване зображення загалом набагато

ближче до свого стандарту (з точки зору групових трансформацій), що значно зменшує кількість кореляцій на кінцевій стадії розпізнавання. Суть нормалізації полягає в автоматичному обчисленні невідомих параметрів перетворень, яким зазнають вхідні зображення, а потім їх зведенні до еталонного виду. Процедура перетворень виконується за допомогою операторів нормалізації (нормалізаторів), а розрахунок параметрів здійснюється за допомогою функціональних можливостей, що діють на багато зображень. У монографії [3] описані паралельні, послідовні, параметричні та спостережні нормалізатори, які знайшли ефективне застосування для фундаментальних перетворень: трансляції, повороти, розтягування, косі переклади та деякі їх комбінації. Питання про пошук універсальних і надійних нормалізаторів для складних груп перетворень — афінних і проєктивних — залишається відкритим.

Паралельна нормалізація за методом перетинів не завжди призводить до однозначного визначення параметрів афінних або проєктивних перетворень, незважаючи на гадану універсальність. Насправді, щоразу, коли фіксується нове зображення, виникає питання про раціональну роздільну здатність градації напівтонових зображень. Для цього потрібна постійна присутність оператора та інтерактивний режим. Крім того, такі зображення, як «Силует» і зображення з низькою градацією, не нормалізуються цим методом.

Метод поліноміальних комітетів має значну загальність і універсальність, але має надзвичайно високі обчислювальні зусилля і низьку точність через накопичення обчислювальних помилок.

Найбільш цікавими на цьому етапі розвитку теорії нормалізації є послідовні методи, засновані на поетапному розрахунку параметрів комплексних перетворень і використанні часткових нормалізаторів на кожному етапі. Послідовні методи припускають можливість розкладання складних груп на простіші підгрупи. Наприклад, афінну множину перетворень G_a можна представити як суперпозицію центроафінного G_r і множини паралельних зсувів: $G_a = G_r G_c$. Ця декомпозиція ставить питання про послідовну нормалізацію шляхом часткової суперпозиції: $F_a = F_r F_c$, де F_c — нормалізатор центрування

(зсувів), а Fr — нормалізатор групи центроспорідненості, однозначно визначеної матрицею $A = (a_{ij})$, $i, j = 1, 2 \dots$

У свою чергу, щоб застосувати часткові нормалізатори до відцентрових перетворень зображень, необхідно вміти розкласти матрицю A на компоненти. Однак не всі розширення є еквівалентними в практичній реалізації.

Це добре відоме уявлення квадратної матриці як комбінації самозв'язної та ортогональної. Самозв'язана матриця, у свою чергу, може бути виражена добутком ортогональних власних векторів, діагоналі та оберненої ортогоналі. Результатом є $A = K \wedge L$, де K, L — ортогональні матриці, зокрема повороти, \wedge — діагональна матриця.

Ця декомпозиція в принципі може бути використана для побудови накладання відповідних часткових нормалізаторів групи спорідненості [3]. Однак практичне застосування цього розкладання є складнішим. Зокрема, спостерігається неоднозначність у рівності масштабних коефіцієнтів матриці \wedge (втрачається сенс другого раунду). Крім того, існують значні обмеження на значення кутів повороту, які можна визначити (не більше $\pi/4$).

Інші розширення, які ми нещодавно отримали, це $A = \wedge XU$, $A = Y \wedge X$, $A = \wedge YU$, $A = \wedge YX$, де X, Y — відповідно матриця похилих зміщень уздовж осі x та по осі y матриця обертання U майже зручніша і не має обмежень, згаданих вище.

Значний інтерес у цьому контексті представляє підхід, який зараз розвивається на основі інваріантних ліній в афінних перетвореннях. Це фундаментальна властивість афінної групи перетворень: прямі стають прямими незалежно від конкретних параметрів перетворень. Доведено можливість переходу від аналізу двовимірних зображень до аналізу їх лінійних перерізів, що не тільки спрощує розрахунок, але й сприяє розширенню типів дійсних вхідних зображень. Цьому значною мірою сприяють нові розклади центроафінової групи вище.

Особливий інтерес представляє використання методів інваріантного поля зору [4]. Таким чином, використання перетворення Фур'є дозволяє автоматично центрувати зображення. Модуль перетворення Мелліна є інваріантним щодо

зміни масштабу вздовж осей. Інваріанти до центроафінних перетворень будуються на основі оператора Гаммерштейна. Такі оператори дозволяють безперервно нормалізувати складні перетворення аж до проєктивних. Проте експерименти показують, що їх ефективне використання можливо лише для добре сегментованих зображень. У той же час обчислювальні зусилля в реальних системах часто перевищують допустимі.

Нормалізація проєктивних перетворень є складним і невирішеним завданням. Було досягнуто прогрес в окремих підгрупах команди проєкту, що характеризуються загалом 8 незалежними параметрами. Для нормалізації ортогональної проєктивної підгрупи характеризуються 3 параметри отримані функціонали загального вигляду:

$$\Phi_1 = \iint_D \frac{x B(x, y)}{(x^2 + y^2 + 1)} dx dy, \quad \Phi_2 = \iint_D \frac{y B(x, y)}{(x^2 + y^2 + 1)} dx dy, \quad \Phi_3 = \iint_D \frac{B(x, y)}{(x^2 + y^2 + 1)} dx dy, \quad (1)$$

де $B(x, y)$ — функція яскравості зображення;

D — поле зору.

Для найпростіших проєктивних перетворень типу перспективи, $x \rightarrow \frac{x}{1-ky}$ $y \rightarrow \frac{y}{1-ky}$ отримані підходящі нелінійні функції, такі як відношення моментів. Однак ядра моменту містять негативні координатні градуси x, y , що обмежує діапазон аналізу зображення півплощинами або навіть окремими квадрантами. Враховуючи обмеженість методів перетину та наслідків, слід шукати універсальні та практичні методи нормалізації проєктивних перетворень за допомогою використання субоператорів. Можна показати, що, наприклад, будь-яке проєктивне перетворення можна спроектувати в афінне і найпростіше

$x \rightarrow \frac{x}{y}$ $y \rightarrow \frac{1}{y}$, або перетворення перспективи. Це дає принципову можливість використовувати суперпозицію часткових нормалізаторів. Проте умови синтезу нормалізаторів вимагають пошуку таких, що мають властивості перестановки та

стійкості [3]. Численні умови та обмеження коефіцієнтів проєктивних перетворень, що виникають у реальних умовах, викликають додаткові питання.

Проте, незважаючи на ці труднощі, принципових обмежень щодо побудови нормалізаторів проєктивних перетворень, що лежать в основі монокулярного сприйняття світу людським оком, немає, і ця проблема з часом буде вирішена. Це стане віхою у вирішенні проблеми розпізнавання зображень.

Тому для типових ситуацій на основі аналізу можна запропонувати універсальну ієрархічну структуру розпізнавання. На першому етапі для вирішення проблеми нееквівалентності вхідних зображень і стандартів використовуються найменш трудомісткі алгоритми ознак. Вхідний набір зображень значно зменшений. На другому етапі решту зображень нормалізують. По-третє, нормовані зображення класифікуються одним із конструктивних способів. При такій структурі виявлення час вирішення проблеми скорочується в сто разів і є досить ефективним.

3 РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ СПОТВОРЕНЬ ЦИФРОВИХ ВІДЕОСИГНАЛІВ

У цьому розділі аналізуються причини спотворення кольору, спотворення форми та спотворення розсіювання. Також розробляються методики виявлення геометричних спотворень за допомогою коефіцієнту кореляції розсіяних зображень шляхом пошуку порівняльного зображення. Для кожного методу розроблені алгоритми, які реалізовані в результаті програмного забезпечення.

3.1 Вдосконалення методики визначення геометричних спотворень та спотворень колірності на основі кореляційної функції

Щоб проаналізувати зображення і визначити, чи є воно розсіюванням, запропоновано метод сканування зображення по визначенню коефіцієнта кореляції.

Кореляція — це метод встановлення ступеня ймовірності того, що між двома об'єктами існує лінійна залежність вимірюваних величин. Коефіцієнт кореляції був першою формальною кореляцією і наразі широко використовується в статистичному аналізі, а саме як шаблон розпізнавання та обробки зображень. Для монохромного цифрового зображення, коефіцієнт кореляції Пірсона визначається як:

$$r = \frac{\sum_i (x_i - x_m)(y_i - y_m)}{\sqrt{\sum_i (x_i - x_m)^2} \sqrt{\sum_i (y_i - y_m)^2}} \quad (1)$$

де x_i та y_i — значеннями інтенсивності i^{th} пікселів в 1^{st} і 2^{nd} зображення.

Якщо коефіцієнт кореляції має значення $r=1$ то ці два зображення абсолютно ідентичні, якщо $r=0$ то вони повністю некорельовані і $r=-1$ то зображення повністю антикорельовані.

Коефіцієнт кореляції продукт-моменту Пірсона має безрозмірний індекс, який є інваріантним до лінійного перетворення будь-якої змінної.

Переваги коефіцієнта кореляції:

— це скорочує порівняння двох 2-D зображень до єдиного скалярного значення, r ;

— він повністю інваріантний до лінійних перетворень x та y .

Отже, r нечутливий (в межах) до рівномірних змін яскравості або контрастності зображення.

Певним обмеженням коефіцієнта кореляції є надзвичайно чутливий до перекошення, пом'якшення зображення і віньєтування, яке неминуче в системах зображення.

Повноцінні методи оцінки якості зображення в яких якість тестового зображення оцінюється, порівнюючи його з еталонним зображенням, яке, як передбачається, має ідеальну якість.

Метою дослідження оцінки якості зображення є методи, які кількісно визначають силу перцептивної подібності (або відмінність) між тестовим та еталонним зображеннями. Так, ці значення можна використовувати для вимірювання подібності між структурою тестового зображення та збережених навчальних зображень бази даних для розпізнавання зображень. Короткий огляд цієї подібності система вимірювання виглядає наступним чином [20].

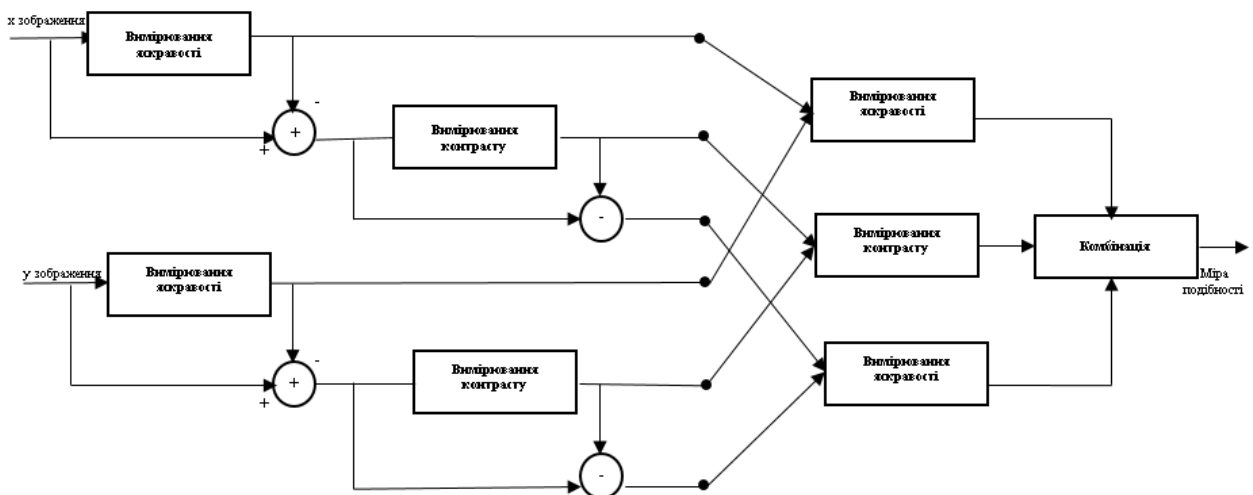


Рисунок 3.1 — Схема запропонованого вимірювання подібності системи

Припустимо, що x та y це два зображення, які необхідно порівняти, $x = \{x_i | i = 1, 2, \dots, N\}$ і $y = \{y_i | i = 1, 2, \dots, N\}$, відповідно, де i — індекс вибірки, а N — число пікселів. Мета системи полягає в тому, щоб забезпечити міру подібності між ними [20]. Щоб виміряти схожість між ними, завдання розбивається на три порівняння: яскравість, контраст і структура. По-перше, порівнюється яскравість кожного зображення. Середня інтенсивність дискретного сигналу виглядає наступним чином [20]:

$$\mu_x = \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2)$$

де i — індекс вибірки;

N — число пікселів

Функція порівняння яскравості $l(x, y)$ це коли функція μ_x і μ_y [20]:

$$l(x, y) = l(\mu_x, \mu_y) \quad (3)$$

де μ_x і μ_y — залежність значень від l .

По-друге, ми прибираємо середню інтенсивність із сигналу. Це результуючий сигнал відповідає проекції вектора $x - \mu_x$ на гіперплощину і в результаті чого виникне заледність суми від нулевого значення:

$$\sum_{i=1}^N x_i = 0 \quad (4)$$

де i — індекс вибірки.

Стандартне відхилення використовується для оцінки контрасту сигналу. Неупереджену оцінку в дискретній формі дає [20]:

$$\sigma_x = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_x)^2 \right)^{1/2} \quad (5)$$

де μ_x і μ_y — математичні сподівання.

Контрастне порівняння $c(x, y)$ потім порівняння σ_x і σ_y :

$$c(x, y) = c(\sigma_x, \sigma_y) \quad (6)$$

де σ_x, σ_y — стандартні відхилення.

По-третє, сигнал нормується за власним стандартним відхиленням; так що два сигнали, що порівнюються, мають стандартну одиницю відхилення. Проведено структурне порівняння $s(x, y)$ та зведено до формули нормовані сигнали [20]:

$$s(x, y) = s\left(\frac{x - \mu_x}{\sigma_x}, \frac{y - \mu_y}{\sigma_y}\right) \quad (7)$$

де s — нормований сигнал.

Нарешті, три компоненти поєднуються, щоб отримати загальний результат міри подібності [20]:

$$S(x, y) = f(l(x, y), c(x, y), s(x, y)) \quad (8)$$

де x, y — математичні змінні.

Ці три компоненти є відносно незалежними. Для прикладу, зміна яскравості та/або контрасту має малий вплив на структури даних зображень.

Міра подібності повинна задовольняти наступним умовам [20]:

— симетрія, $S(x, y) = S(y, x)$ тобто шляхом обміну порядок вимірювання подібності вхідних сигналів повинен не постраждати;

— обмеженість, $S(x, y) \leq 1$ як верхня межа може служити індикатором того, наскільки подібні два сигнали повинні бути абсолютно ідентичними;

— унікальний максимум, $S(x, y) = 1$ тоді і тільки тоді, коли $x = y$.

Функція порівняння яскравості [20]:

$$l(x, y) = \frac{2\mu_x\mu_y + C_1}{\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1} \quad (9)$$

де C_1 — константа, щоб уникнути нестабільності;

$\mu_x^2 + \mu_y^2$ — значення наближенне до нуля.

Обране значення:

$$C_1 = (K_2L)^2 \quad (10)$$

де L — динамічний діапазон значень пікселів і є невеликою константою. Функція порівняння контрасту буде мати вигляд [20]:

$$i(x, y) = \frac{\sigma_{xy} + C_3}{\sigma_x\sigma_y + C_3} \quad (11)$$

де C_3 — константа, щоб уникнути нестабільності.

Індекс (SSIM) між двома сигналами зображення x і y дорівнює [20]:

$$SSIM(x, y) = [l(x, y)]^\alpha \cdot [c(x, y)]^\beta \cdot [s(x, y)]^\gamma \quad (12)$$

де $\alpha > 0, \beta > 0$ і $\gamma > 0$ — параметри, які використовуються для налаштування відносної важливості трьох компонентів.

Щоб спростити вираз, set $\alpha = \beta = \gamma = 1$ і $C_3 = C_2/2$. SSIM індекс у конкретній формі буде виглядати отак[20]:

$$SSIM(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + C_1)(2\sigma_{xy} + C_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + C_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C_2)} \quad (13)$$

де σ_x, σ_y — стандартні відхилення.

$\mu_x^2 + \mu_y^2$ — значення наближенне до нуля.

Середній індекс SSIM (MSSIM) для оцінки якості загального зображення можна надати [21]:

$$MSSIM(X, Y) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M SSIM(x_j, y_j) \quad (14)$$

де X і Y — еталонне та спотворене зображення;

x_j та y_j — це вміст зображення на j^{th} локальне вікно;

M — кількість локальних вікон на зображенні.

Основні етапи запропонованого способу:

Прочитайте зображення із збереженої бази даних та застосуйте

Потім зробіть тестове зображення. Панель інструментів отримання зображень.

Застосуйте 1-рівневий DWT до тестового зображення

Розрахуйте коефіцієнт кореляції або значення SSIM (залежно від методу, який використовується для розпізнавання) між LL піддіапазон тестового зображення та зображення збереженої бази даних.

Перевірте, чи це обчислене значення більше ніж раніше збережене значення. Якщо воно менше, ніж раніше збережене значення, тобто. (Розрахункове значення < Попереднє значення).

Перевірте успішне розпізнавання. Якщо тестове зображення розпізнано успішно, прочитайте розпізнане зображення.



Рисунок 3.2 — Зразки тестових зображень

Продуктивністю усіх методів розпізнавання зображень є порівняння та кількісне відображення з точки зору показників.

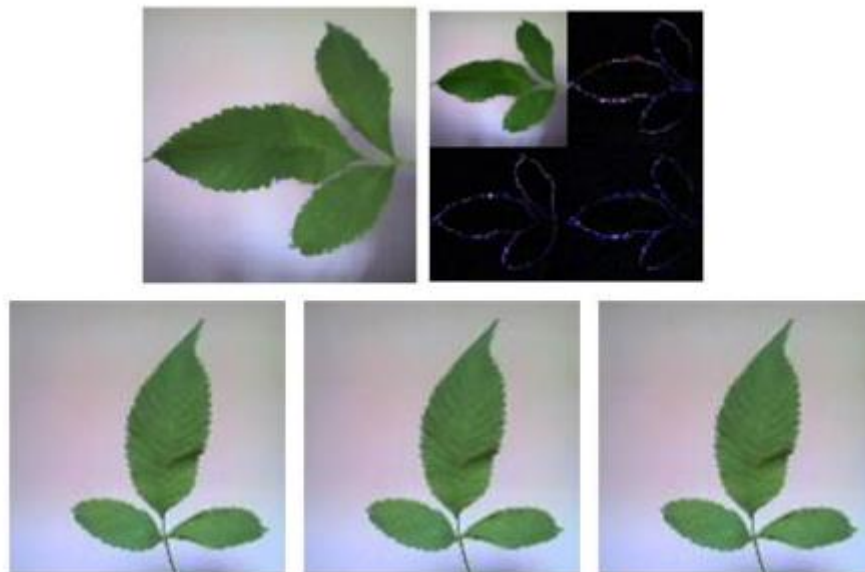


Рисунок 3.3 — Декомпозиції тестових зображень

У загальному розумінні метод кореляції є одним з найбільш перспективних для визначення дефекту “розсипаючих” телевізійних зображень. Також згідно запропонованого методу ми зможемо з точністю визначити коефіцієнти, та віднайти найбільш приблизні тесові зображення, миз можемо точно вказати рівень відхилення еталанного зображення.

3.2 Вдосконалення алгоритму пошуку розсипань зображень на основі локального контурного аналізу

Під сегментацією зазвичай розуміють пошук однорідних ділянок на зображенні. Цей етап досить складний і, як правило, не повністю алгоритмізований для жодного зображення. Найпоширеніші методи сегментації засновані на визначенні рівномірної світлості (колір) або однорідності типу текстури.

У разі стабільних відмінностей яскравості окремих ділянок поля зору застосовують методи прикордонного шару. Техніки забудови території ефективні, коли в окремих сегментах є міцні зв’язки. Метод демаркації добре

працює, коли межі чіткі та стабільні. При цьому методі відрізки вибираються за критерієм рівномірної світності. Зауважте, що один з найефективніших способів створення регіонів передбачає вибір початкових точок за допомогою оператора (алгоритм прив'язки центроїда) або автоматично. Ефективним методом тут є метод відсікання, заснований на знаходженні локальних мінімумів з подальшим групуванням областей навколо них за допомогою зв'язності.

Усі методи цілком прийнятні з точки зору обчислювальних зусиль, однак для кожного з них характерна неоднозначність розмітки точок у реальних ситуаціях через необхідність використання евристики (вибір порогів яскравості, вибір цифрових масок тощо). У зв'язку з цим заслуговує на увагу запропонований метод багатозначного нагородження, заснований на поєднанні різних методик зменшення невизначеності. Велике практичне значення мають алгоритми, що допускають паралельну обробку, прискорення процесу розмітки на основі логічного аналізу суміжних елементів тощо [4].

Щоб описати та сегментувати властивості зображень, наприклад Б.: однорідність, шорсткість, регулярність, використовують текстурні методи, які поділяються на дві категорії: статистичні та структурні. Прикладом статистичного підходу є використання матриць збігів, сформованих із вихідних зображень, з подальшим обчисленням статистичних моментів та ентропії. У структурному підході, наприклад на основі тесеяції Воронуа, будується багато багатокутників. Багатокутники із спільними властивостями об'єднуються в області. Для вивчення загальних властивостей часто використовуються ознаки - моменти багатокутників. Після сегментації виникають перешкоди як у вигляді ізольованих змін окремих елементів зображення, так і у вигляді спотворення деяких суміжних ділянок. Не вдаючись у подробиці способів боротьби з такими перешкодами, зазначимо лише, що на практиці найбільш поширеними є цифрові маскові фільтри та нелінійні фільтри типу медіанних. При сегментації шляхом виділення меж використання масок усереднення фільтрів неможливе, оскільки межі не підкреслюються, а розмиваються. Для підкреслення контурів використовуються спеціальні оператори цілого типу.

Розпізнавання часто є завершальним етапом обробки, що лежить в основі процесу інтерпретації та розуміння. Вхідними для розпізнавання є зображення, вибрані та частково відновлені в результаті сегментації. Вони відрізняються від еталонних геометричними і яскравими спотвореннями, а також збереженим шумом.

Для завдань розпізнавання в реальному світі існують в основному чотири підходи, що використовують такі методи: кореляція, заснована на прийнятті рішень через близькість до стандартів, функції та синтаксису (найменше часу), і нормалізація, яка вимагає проміжної кількості обчислень.

Кожен із підходів до розпізнавання має свою причину існування. Крім того, кожен підхід має свої специфічні алгоритми, які мають певну сферу застосування, яка залежить від характеру відмінностей між вхідним і еталонним зображеннями, шумової ситуації в полі зору, вимог до обчислювального обсягу, швидкості прийняття рішення та так далі.

Методи кореляції широко використовуються при отриманні та розпізнаванні зображень в навігаційних системах, спостереженнях, промислових роботах тощо. З повністю визначеним стандартом багаторівнева кореляція шляхом сканування вхідного поля зору по суті є повним пошуком у просторі сигналу. Тому цю процедуру можна вважати базовою, можливо, найбільш шумостійкою, хоча і найбільш трудомісткою. Всі інші методи спрямовані на зниження обчислювальних витрат для забезпечення заданої надійності розпізнавання, габаритних і вагових характеристик комп'ютера, а також витрат на створення програмно-апаратних засобів. Однак конкретна сувора математична модель для оптимізації такого завдання ще не створена.

Набагато простіші з точки зору обчислювальних зусиль методи засновані на переході до простору ознак, які характеризуються значно меншою розмірністю, ніж простір сигналів (зображень). Залежно від поставленої мети (наприклад, досягнення заданої точності) кореляційна обробка символів, отриманих із еталону та вхідного зображення, виконується як із використанням порогових значень на основі величини подібності, так і без визначення порогу

(якщо шукається максимальна схожість). При цьому актуальною є задача комплексування різноманітних типів і різноманітних масштабних ознак (метричних, статистичних, логічних, текстових, структурно-лінгвістичних тощо), отриманих з різних засобів вимірювальної техніки, для вирішення задачі розпізнавання (виявлення). Алгоритми, засновані на методі приватних кореляцій, є найбільш стійкими до шуму як під впливом випадкових перешкод, так і локальних перешкод. Отримані приватні коефіцієнти кореляції для окремих фрагментів стандарту в просторі сигналів можна розглядати як особливості (у загальному випадку різні масштаби). Обробка таких ознак, тобто їх згортка, залежить від характеру зображень, що порушують ситуацію (наприклад, наявність помилкових зображень у полі зору) і може бути виконана шляхом перевірки статистичних гіпотез [4,5].

Щоб проілюструвати концепцію згортки, припустимо, що ми хочемо визначити, де на зображенні розташовані вертикальні межі. Оскільки межа – це різка зміна інтенсивності, і нам потрібно почати з обчислення похідних зображення в горизонтальному напрямку. Похідні з вищими значеннями, позитивними чи негативними - елементи вертикальних меж. Часткова похідна — це неперервна функція $F(x,y)$ на горизонтальній змінній x , визначена як приріст функції в напрямку x , або формально відповідно до наступної межі:

Зображення — функція дискретної змінної, і ми не можемо взяти Δx нескінченно малим: найменше значення — один піксель. Якщо ми маємо крок

$$\left. \frac{\partial F(x,y)}{\partial x} \right|_{x=j,y=i} \approx f(i,j+1) - f(i,j). \quad (14)$$

де $\Delta x = 1$ — один піксель.

Частина всередині дужок дуже важлива при обробці сигналу. Два вкладених цикли забезпечують додавання значень $h[i][j]$. Це називається згортка.

$$h(i,j) = \sum_{a=a_{start}}^{a_{end}} \sum_{b=b_{start}}^{b_{end}} g(a,b) f(i-a, j-b). \quad (15)$$

де $h[i][j]$ — згортка.

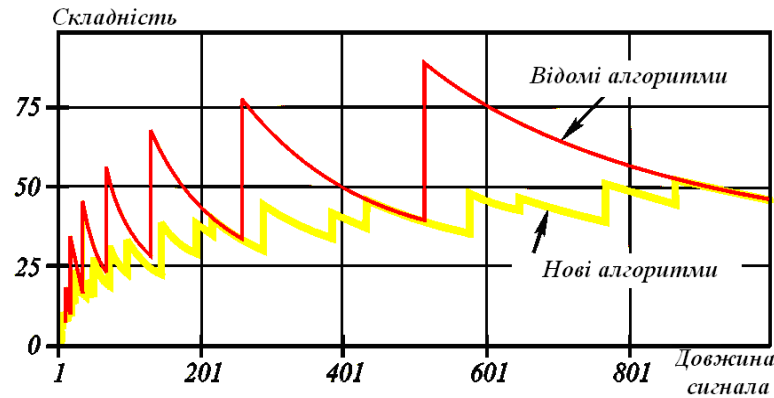


Рисунок 3.4 — Надшвидкі алгоритми спектральних перетворень

Коагуляція сигналу з заданою маскою також називається фільтрацією маски. Фільтрацію маски часто називають точковою функцією нульового фільтра.

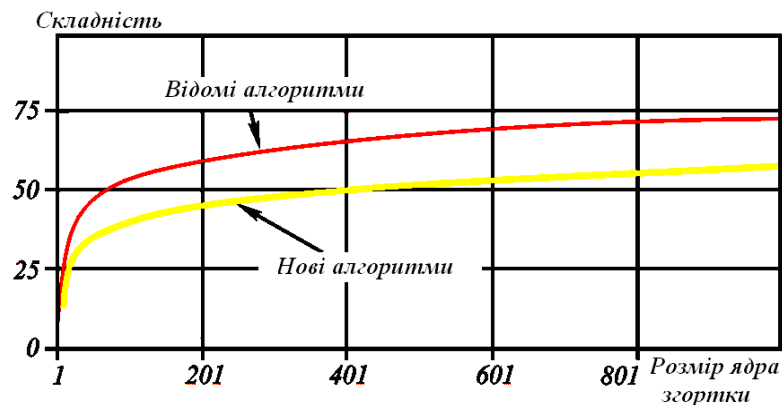


Рисунок 3.5 — Оптимальне селекціонування згортки

Алгоритми згортки засновані на використанні:

- нові надшвидкі алгоритми, такі як DFT (рисунок 3.4) та оптимальне розбиття (рисунок 3.5);
- паралельно-рекурсивний розрахунок згорток у поліноміальній апроксимації імпульсних характеристик (ядра згортки) [6].

3.3 Розробка алгоритму визначення розсіпань зображення

У попередньому розділі розглядалися методи обробки та виявлення відеосигналів. За отриманими результатами з усіх розглянутих методів було обрано багатовимірну кореляцію, оскільки відеосигнал не є одновимірним.

Наприклад, якщо ми представимо наш сигнал у вигляді функції f_i . Тоді сигнал можна представити в вигляді n – мірного вектора $f (f_1, f_2, f_3, \dots, f_n)$. Таким же чином представимо значення іншого сигналу $g (g_1, g_2, g_3, \dots, g_n)$.

Тоді коефіцієнт кореляції буде виражатись, як у формулі 3.16

$$r = \frac{\langle f, g \rangle}{\|f\| \|g\|} = \frac{\sum_{i=1}^N f_i g_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N f_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N g_i^2}} \quad (16)$$

де f, g — обидва сигнали.

Чим вищий коефіцієнт кореляції, тим більше схожість у характеристиках порівнюваних сигналів.

Ви також можете обчислити середнє значення сигналу з компонентів векторів, які представляють цей сигнал. Наведемо середнє значення для кожної з функцій як \bar{f} та \bar{g} . Тоді отримаємо: $\bar{f} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_i$; $\bar{g} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i$. Обчислюючи середнє з кожного результату, отримуємо нові вектори для обчислення коефіцієнта. Слід зазначити, що метод обчислення середнього значення функції характеризується певною кількістю невідомих. Це означає, що при визначенні поправочного коефіцієнта завжди потрібно ретельно продумувати мету аналізу[9].

В результаті вивчення літератури було створено певний алгоритм, який використовується для виявлення сигналу. Спочатку файл отримує наша система, а потім ми обробляємо зображення, яке найбільше підходить для порівняння. У цьому кадрі вибираємо точки, які хочемо використовувати як орієнтир. Далі

розраховуємо коефіцієнт кореляції і відповідно до результатів і висновків. Загальна схема алгоритму показана на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 — Узагальнена схема алгоритму

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЯВЛЕННЯ СПОТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ

У цьому розділі проводяться експериментальні дослідження виявлення спотворень зображення цифрового телебачення.

Крім того, наведено типову схему пристрою формування зображення, та приклад лістингу програми пошуку співставлення розсипаючих зображень.

4.1 Структура комп'ютерної системи обробки зображень

Для обробки зображень з метою їх розпізнавання використовується ряд комп'ютерних методів обробки цифрових сигналів зображення. Типова схема пристрою обробки зображень показана на рисунку 4.1. У загальному випадку система може обробляти сигнали з кількох каналів, виділення яких здійснюється відеомультіплексором. Для кольорових зображень використовуються три кольорові компоненти: червоний R (читання), зелений G (зелений) і синій B (Blue). Замість трьох кольорових компонентів можна також використовувати три чорно-білі камери або інші джерела.

Для регулювання рівнів відеосигналів на вхід наступного аналого-цифрового перетворювача використовується блок нормалізації рівня, який являє собою програмно керований підсилювач. Як стандартні джерела відеоінформації використовують аналогові або дискретні камери. Останні побудовані на основі матриці світлочутливих елементів на базі пристроїв із зарядним зв'язком (ПЗС) і в зарубіжній літературі називаються ПЗС-камерами.

Відеосигнал перетворюється в цифрову форму аналого-цифровим перетворювачем (АЦП), де відбувається дискретизація і квантування відеосигналів. Стандарт визначає частоту дискретизації як 10 МГц і 256 рівнів квантування (8-бітове слово). Зображення являє собою матрицю з елементів зображення (пікселів) розміром 512x512. Нове покоління систем обробки зображень є більш гнучким. У них кількість рядків сканування і частоту дискретизації можна задати програмно, що дозволяє оцифрувати нестандартні відеосигнали, наприклад, з електронних мікроскопів, ультразвукових та

інфрачервоних датчиків, а також обробляти відеосигнали європейських (CC1R) і американський (RS-170) стандартів. Наприклад, для відеокарти VISIA, що працює в стандарті CC1R, кількість рядків 592 можна задати кількістю елементів у рядку 578. Частота дискретизації становить 14,1875 МГц. При роботі в стандарті RS-170 ці параметри становлять 756, 486 і 14,3182 МГц відповідно.

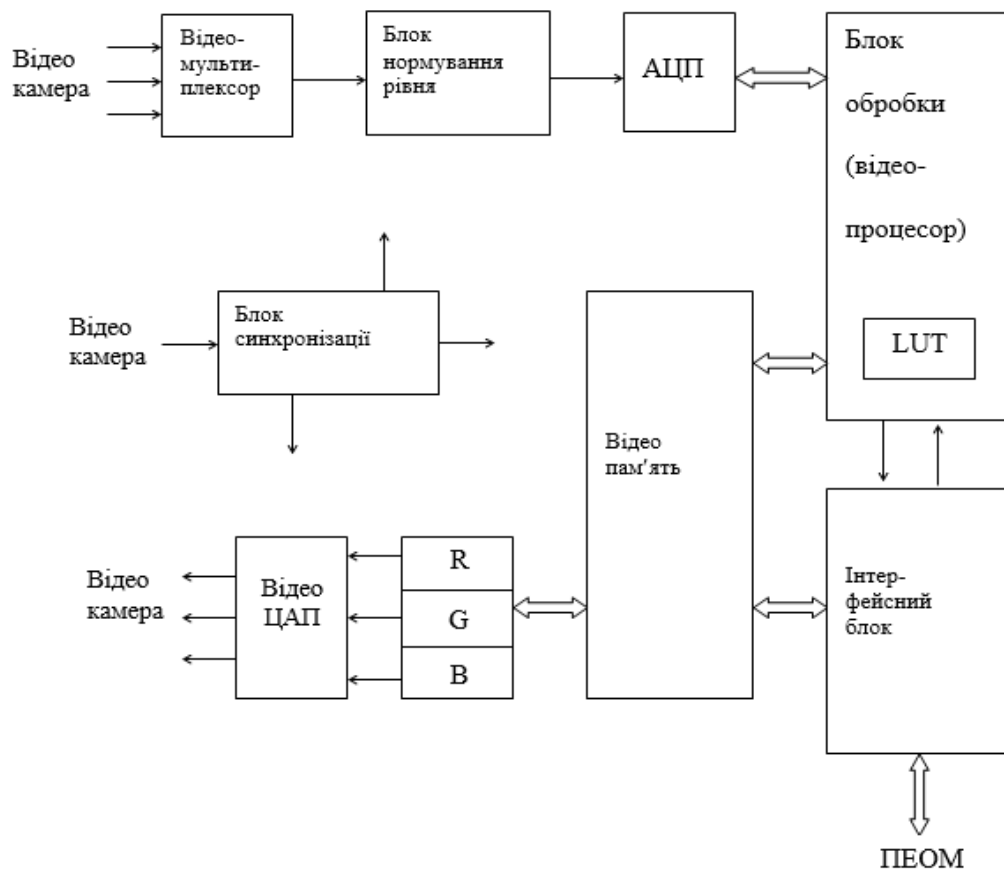


Рисунок 4.1 — Типова схема пристрою формування зображення

При цифровій обробці необхідно враховувати такі особливості оцифрування телевізійних зображень:

— З 576 видимих рядків зображення європейського стандарту CC1K більшість відеокарт оцифровує лише 512, однак стандарт не визначає, які з 576 рядків використовуються, і тому відеокарти різних виробників не є однаковими групами ліній;

— пікселі не квадратні, а прямокутні, що впливає на процес видалення та фільтрації даних;

— в системах з камерами CDD тактова частота дискретизації не відповідає тактовій частоті зчитування з сенсорних елементів камери, тому зображення не відповідають сенсорним елементам, що призводить до появи вертикальних інтерференційних смуг на екрані, і тому для цього необхідна зовнішня синхронізація лінійного генератора з синхронізуючими імпульсами від ПЗС-камери;

— звичайні відеокамери працюють в режимі чересстрогового сканування, в якому кадр представлений у вигляді двох полів, кожне з яких складається з непарних і парних ліній, тому обидва поля зчитуються з камери послідовно з інтервалом у 20 мс. В результаті обидва поля освітлюються по-різному, що призводить до мерехтіння нерухомих зображень, і також для обробки має використовуватися тільки одне поле, або для парних і непарних полів необхідно забезпечити однакове освітлення.

Параметри телевізійних сигналів представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Параметри телевізійних сигналів

Параметри	CC	RS-170
Частота рядків f_c , кГц	15,	15,7343
Час рядкової розгортки	64	63,5556
Неробочий час t , мкс	11,	10,7556
Частота кадрів k , Гц	50	59,9401
Час кадрової розгортки	20	16,6833
Неробочий час t , мс	1,5	1,2711
Кількість рядків загалом	625	525
Кількість активних	576	485

Цифрове зображення зазвичай попередньо обробляється перед збереженням у відеопам'яті, під час якої над пікселями виконуються однорідні

операції. Для цього використовується одна або кілька (8—16) таблиць перекодування, так званих Look-UN-TaYe (LUT) [7,8].

4.2 Виявлення розсіювань при виникненні спотворень зображень

Спотворення типу розсіювання зображення, мабуть, найбільше дратує з усіх типів спотворення. Загальні спотворення кольору та форми можна виявити за допомогою стандартних і рекомендованих методів моніторингу. Але аналогів програм для визначення спотворення типу розсіювання зображення, в принципі, не існує [16].

Розсіпання зображення — це непередбачувана випадкова поява прямокутних, лінійних і квадратних областей в локалізованій області зображення або по всьому зображенню, що характеризується надзвичайно різкими кольоровими відмінностями між сусідніми пікселями. Приклад таких спотворень, як розсіювання, наведено на рисунку 4.2.

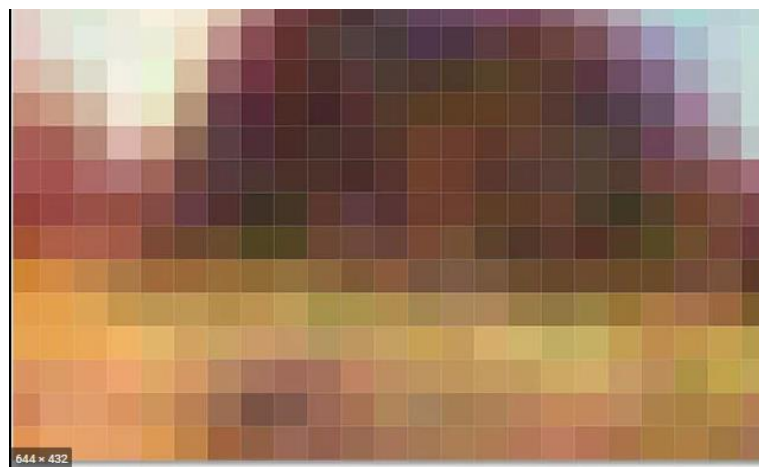


Рисунок 4.2 — Приклад спотворення зображення розсіяного типу

До 4 пікселів спотворення майже непомітні, але коли це число збільшується до 8, 16, 32, 64 і більше (рис. 4.3), то це стає вкрай неприємним видовищем, оскільки за своєю природою зір людини, як було сказано вище, звикли до плавних переходів світла і тіні в природі, а отже, різких перепадів об'єктів, де, в принципі, вони не повинні бути надзвичайно помітними.

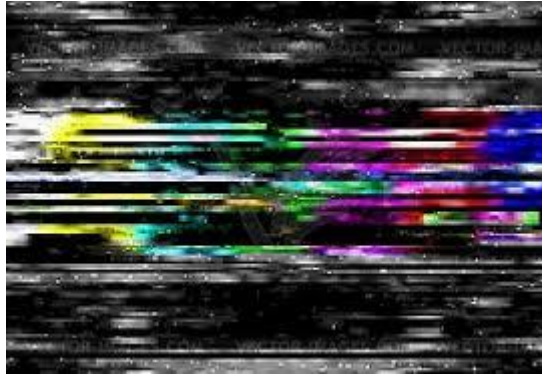


Рисунок 4.3 — Фрагмент розсіпання зображення

Розсіювання більш характерно для цифрових зображень. Це непередбачувано і виникає при декодуванні закодованого зображення. І будь то помилка декодера чи випадкові помилки, як розмір, так і структура зображення можуть бути майже повністю зруйновані [16].

Розсіювання зображення також дуже поширене через низьку швидкість Інтернету або погану якість зображення.

Якщо ви зайдете на будь-який сайт у всесвітній мережі, де можна дивитися спорт, фільми, серіали, мультфільми тощо, на не дуже великій швидкості, Інтернет буде не тільки повільно буферизуватися, але й «запізнюватися» або «випереджає» попередній, і тому різкі відмінності на картинці настільки помітні. Це пов'язано з низькою пропускнуою здатністю мережі.

Кореляційний аналіз виконується на початковому етапі вирішення всіх основних задач статистичного аналізу [4]. У задачі статистичного аналізу залежностей і побудови регресійних моделей можна встановити реальне існування зв'язку між змінними та оцінити ступінь їх прояву. У задачі класифікації даних за допомогою кореляційного аналізу отримуємо вихідну інформацію у вигляді матриць варіацій і кореляції та інших особливостей парних порівнянь. Це дає можливість визначити схожість з одним або кількома конкретними еталонними об'єктами, сформувати класи подібних об'єктів і провести класифікацію. З проблемою зменшення розмірності досліджуваного простору ознаки допомагають також за допомогою коваріаційних і кореляційних матриць. На тип вихідних даних суттєво впливає вибір методів і критеріїв, які

можна застосувати на наступних етапах аналізу. Для визначення міцності з'єднання використовуються різні показники. Зазвичай вони схильні вибирати таким чином, щоб вони не змінювалися від -1 до +1 або від 0 до 1. Значення, близькі до модуля одиниці, свідчать про наявність міцного з'єднання. Вузькі значення означають або відсутність зв'язку, або відсутність зв'язку того типу (зазвичай лінійного), для якого розробляється відповідний коефіцієнт. Знак коефіцієнта вказує напрямок зв'язку: прямий (для додатних значень) або зворотний (для від'ємних значень).

4.3 Програма автоматичного багатоканального аналізу

Найбільш помітною відмінністю компілятора C++, який використовується в MVS, є його швидкість. Насправді це найшвидший компілятор високого рівня серед усіх у Windows. Успіху було досягнуто завдяки поетапному зв'язуванню та різноманітним стратегіям кешування, які використовуються зокрема у Visual C++ та C++ Builder.

Але висока швидкість компіляції не обов'язково означає, що ефективність створених програм відстає. З цього можна зробити висновок, що якість створених програм відповідає рівню дуже хорошого компілятора C++. Згідно з останніми достовірними оцінками продуктивності, програми, створені за допомогою компілятора Visual C++, мають найвищу продуктивність і розмір тексту. Це в першу чергу досягається завдяки дуже гарній оптимізації. Хоча ці невеликі переваги непомітні при розробці традиційних додатків, вони можуть бути дуже важливими при створенні програм, які виконують значну обчислювальну роботу.

Мова Visual Basic є особливою з точки зору використовуваної технології компіляції. При розробці програми Visual Basic (VB) використовується в режимі інтерпретації і має достатню швидкість. При необхідності розповсюдження створеної програми можна використовувати компілятор VB, результатом роботи якого є виконуваний файл типу .EXE. Цей компілятор досить повільний і значно відстає від можливостей інструментів C++ і Delphi [12].

Ще один цікавий варіант — мова Java. Найкращі інструменти для цього Локалі (наприклад, JBuilder і Visual J++) показують час компіляції, що дорівнює C++. Однак ефективність створених програм часто залишає бажати кращого з тієї простої причини, що мова Java є мовою інтерпретації.

Потужність мови програмування та її складність. Потужність і складність мови багато в чому визначається точкою зору співрозмовника, тому ці категорії часто стають причиною багатьох бурхливих дискусій у групах новин і в списках розсилки. Те, що легко для одного, може бути досить важким для іншого. Те, що, у свою чергу, сприймається одним як обмеження, може сприйматися іншими як найтонше рішення. Тому наступні міркування є визначенням точки зору авторів і відображають їхній особистий досвід та уподобання [12].

Найпотужнішим з усіх мов є асемблер. Навряд чи є щось, що ви не можете зробити з цим. Однак написати навіть найпростішу програму для Windows на мові асемблера — досить складне завдання, а результат майже напевно міститиме помилки. Крім того, групою розробників часто майже неможливо підтримувати програми асемблера протягом тривалого періоду часу. У міру того, як текст програм передається від одного художника до іншого, обрані дизайнерські рішення і методи стають все більш нечіткими і так далі, поки текст програми не стане зовсім незрозумілим. Тому необхідно, незважаючи на всю потужність, дати дуже низьку оцінку в розглянутій категорії слюсарів. Основною причиною є надмірна складність використання цієї мови для досягнення цілей, які ставлять перед собою більшість розробників додатків [12].

C++ — надзвичайно потужна мова. Завдяки його дійсно ефективним інструментам, таким як макроси препроцесора, шаблони, перевантаження операторів, ви навіть можете створити власну мову всередині C++. Якщо винятково широкий діапазон функціональних можливостей, доступних для розробників, використовувати з розумом, ви можете створювати дуже стислі та прості в обслуговуванні програми.

Є дві мови, які дуже схожі тим, що вони досягають оптимального балансу між складністю та потужністю. Це C++ і Java. Обидві мови використовують

підхід, який обмежує доступну функціональність, щоб перенести основні зусилля розробника на логічний дизайн додатків. Наприклад, в обох мовах немає «дуже об'єктно-орієнтованої» концепції множинного наслідування, яка сприятлива для різних зловживань. В обох випадках він замінюється реалізацією класу кількох різних інтерфейсів. Обидві мови виключають складну, але в той же час досить небезпечну функцію перевантаження оператора. Крім того, в обох випадках вихідні файли вважаються основними об'єктами мови, а не компонентами, які з'єднуються разом редактором посилань. Крім того, обидві мови використовують такі потужні функції, як обробка винятків, налаштування часу виконання та ресурси часу. Не випадково, що обидва створені не вільними комітетами, а окремими розробниками або їх невеликою групою в організації, які мають спільне розуміння того, якою має бути мова, яку вони створюють [11-12]. Visual Basic спочатку був розроблений як мова, досить проста, щоб початківці програмісти могли швидко навчатися. Однак у міру того, як додавалися нові функції, щоб задовольнити нагальні потреби часу, ця мова ставала дедалі складнішою. Незважаючи на всі спроби позбавити розробників від громіздких частин, Visual Basic все ще містить деякі серйозні обмеження, які так чи інакше необхідно обійти при створенні досить складних програм [12].

Справжнє об'єктно-орієнтоване програмування. C++ надає повну об'єктну модель, яка підтримує інкапсуляцію, успадкування та поліморфізм, які є ключовими характеристиками об'єктно-орієнтованої мови програмування.

Вказівники та динамічні змінні. Більшість програмних продуктів підтримують динамічні змінні, але не явні покажчики. Скільки разів ця проблема виникала, коли намагалися розробити більш ефективний код або чіткіші структури даних? C++, що використовується в MVS, підтримує динамічні змінні та явні покажчики, ефективно вирішуючи більшість проблем, пов'язаних з ефективністю алгоритмів і структур даних.

Розвиває відповідні навички програмування, включаючи явне оголошення змінних. Це заохочує до самостійного опису імен змінних, покращує читабельність коду, забезпечує більш жорстке керування вимогами до розподілу

пам'яті та допомагає уникнути плутанини, спричиненої змінними, які мають однакові імена в різних частинах вихідного коду. C++ завжди вимагає явного оголошення змінних, він підтримує цю практику правильного програмування. Крім того, синтаксис мови C++ сприяє розвитку навичок структурного та модульного програмування.

Лістинг 2.1 — Показ знайдених збігів

```
//-- Show detected matches
imshow( "Good Matches", img_matches );
for( int i = 0; i < good_matches.size(); i++ )
{ printf( "-- Good Match [%d] Keypoint 1: %d -- Keypoint 2: %d \n", i,
good_matches[i].queryIdx, good_matches[i].trainIdx ); }
waitKey(0);
```

Правила суворого типового контролю. Автоматичне перетворення типів викликає ряд проблем: небажане перетворення типів змінних один в одного, небажане округлення значень. Ви можете уникнути цієї проблеми, покращивши читабельність нашого коду під час використання функції перетворення типів даних. Мова C++, що використовується в MVS, є мовою суворого керування типами. Значення подвійної точності не можна призначити цілочисельній змінній без попереднього виконання необхідного перетворення типу даних[11].

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі здійснюється розрахунок усіх основних економічних показників для нової розробки.

Здійснюється розрахунок усіх основних економічних показників для поточного дослідження.

Розраховується кошторис витрат на розробку програмного забезпечення, виробничої собівартості, ціни та критичного обсягу розробки.

Крім того розраховуються витрати при використанні розробки, розрахунок терміну окупності та оцінка економічної ефективності досліджуваного рішення.

5.1 Проведення наукового аудиту науково-дослідної роботи

Таблиця 5.1 — Показники ступеня новизни науково-дослідної роботи

Ступінь новизни	Характеристика ступеня новизни	Значення показник аступеня новизни, бали
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Принципово нова	Робота якісно нова за постановкою задачі і ґрунтується на застосуванні оригінальних методів дослідження. Результати дослідження відкривають новий напрям в цій галузі науки і техніки. Отримано принципово нові факти, закономірності; розроблено нову теорію. Створено принципово новий пристрій, спосіб, метод	60...100

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
Нова	Отримано нову інформацію, яка суттєво зменшує невизначеність наявних значень (по-новому або вперше пояснено відомі факти, закономірності, впроваджено нові поняття, розкрито структуру змісту). Проведено суттєве вдосконалення, доповнення і уточнення раніше досягнутих результатів	40...60
Відносно нова	Робота має елементи новизни в постановці задачі і методах дослідження. Результати дослідження систематизують і узагальнюють наявну інформацію, визначають шляхи подальших досліджень; вперше знайдено зв'язок (або знайдено новий зв'язок) між явищами. В принципі, відомі положення поширено на велику кількість об'єктів, в результаті чого знайдено ефективне рішення. Розроблено більш прості способи для досягнення відомих результатів. Проведено часткову раціональну модифікацію (з ознаками новизни)	10...40

Таблиця 5.2 — Показники рівня теоретичного опрацювання

Характеристика рівня теоретичного опрацювання	Значення показника рівня теоретичного опрацювання, бали
Відкриття закону, розробка теорії	80...100
Глибоке опрацювання проблеми: багатоаспектний аналіз зв'язків, взаємозалежності між фактами з наявністю пояснень, наукової систематизації з побудовою евристичної моделі або комплексного прогнозу	60...80
Розробка способу (алгоритму, програми), пристрою, отримання нової речовини	20...60
Елементарний аналіз зв'язків між фактами та наявною гіпотезою, класифікація, практичні рекомендації для окремого випадку тощо	6...20
Опис окремих елементарних фактів, викладення досвіду, результатів спостережень, вимірювань тощо	1...5

Показник, який характеризує науковий ефект, визначається за формулою:

$$E_{\text{нау}} = 0,6 \cdot k_{\text{нов}} + 0,4 \cdot k_{\text{твор}} \quad (1)$$

де $k_{\text{нов}}$, $k_{\text{твор}}$ — показники ступенів новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи, бали;
0,6 та 0,4 — питома вага (значимість) показників ступеня новизни та рівня теоретичного опрацювання науково-дослідної роботи.

Визначення характеристики показника $E_{\text{нау}}$ проводиться на основі висновків експертів, виходячи з граничних значень, які наведено в табл.5.3.

$$E_{\text{нау}} = 0,6 \cdot 70 + 0,4 \cdot 60 = 66$$

Таблиця 5.3 — Граничні значення показника наукового ефекту

Досягнутий рівень показника	Кількість балів
Високий	70...100
Середній	50...69
Достатній	15...49
Низький (помилкові дослідження)	1...14

Робота має елементи новизни в постановці задачі і методах дослідження. Результати дослідження систематизують і узагальнюють наявну інформацію, визначають шляхи подальших досліджень; вперше знайдено зв'язок (або знайдено новий зв'язок) між явищами. В принципі, відомі положення поширено на велику кількість об'єктів, в результаті чого знайдено ефективне рішення. Розроблено більш прості способи для досягнення відомих результатів. Проведено часткову раціональну модифікацію (з ознаками новизни). Дану реалізацію було досягнуто за рахунок проведення дослідження методів та вирішення існуючої проблеми, моделювання ситуації.

5.2 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 — Результати оцінювання науково-технічного рівня

Критерії	Експерт 1.Крупельницький Леонід Віталійович – к.т.н., доц. кафедри ОТ 2.Кадук Олександр Володимирович – к.т.н., доц. кафедри ОТ 3.Захарченко Сергій Михайлович – к.т.н., доц. кафедри ОТ		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	2	2	2
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	2	2	2
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	3	3	3
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	3	3
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	4	4	4
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	4	4	4
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	3	3	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	3	3	3
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	3	3
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	3	3	3
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	2	2	2
12. Практична здійсненність (розробка документів)	2	2	2
Сума балів	CB_1 =34	CB_2 =34	CB_3 =34
Середньоарифметична сума балів CB_c	$CB_c = \frac{\sum_{i=1}^3 CB_i}{3}$ $CB_c = 34$		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 5.4, зроблено висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використовувалися рекомендації, наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 — Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів СБ, розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вищий середнього
21...30	Середній
11...20	Нижчий середнього
0...10	Низький

Науково-технічний рівень розробки та її комерційний потенціал є високим (або вище середнього), це за рахунок покращення та розширення функціональних можливостей нової науково-технічної розробки порівняно з аналогічними розробками, існуючими в цей час на ринку.

5.3 Розрахунок витрат на здійснення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної, дослідно-конструкторської, конструкторсько-технологічної роботи, створенням дослідного зразка і здійсненням виробничих випробувань, під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуються за такими статтями:

- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні заходи;
- матеріали;
- паливо та енергія для науково-виробничих цілей;
- витрати на службові відрядження;
- спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт;

- програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт;
- витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства.
- інші витрати;
- накладні (загальновиробничі) витрати.

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_0) розраховують відповідно до посадових окладів працівників, за формулою:

$$Z_0 = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} * t_i}{T_p} \quad (2)$$

де k — кількість посад дослідників, залучених до процесу досліджень;

M_{ni} — місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i — число днів роботи конкретного дослідника, грн;

T_p — середнє число робочих днів в місяці, $T_p=21\dots23$ дні. Проведені розрахунки наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 — Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн	Прим
Керівник проекту	13000	650	30	19500	
Інженер	8000	400	20	8000	
Лаборант	6500	325	10	3250	
Технік	7500	375	10	3750	
Всього				34500	

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт розраховують за формулою:[1]

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i * t_i \quad (3)$$

де C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i — час роботи робітника на визначеній i -й технологічній операції при виготовленні одного виробу, год.

$$C_i = \frac{M_M * K_i * K_c}{T_p * t_{3M}} \quad (4)$$

де M_M — розмір мінімальної місячної заробітної плати, грн;

K_i — коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду;

K_c — мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p — середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21 \dots 23$ дні;

t_{3M} — тривалість зміни, год.

$$C = \frac{6500 * 1 * 1,5}{20 * 8} = 60,9375$$

Додаткова заробітна плата розробників та робітників

Додаткова заробітна плата розраховується як 10...12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) * \frac{H_{\text{дод}}}{100\%} \quad (5)$$

де $H_{\text{дод}}$ — норма нарахування додаткової заробітної плати.

$$Z_{\text{дод}} = 0,1 \cdot (24536,6 + 34500) = 5903,66$$

Таблиця 5.7 — Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість операції, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
1.Заготівельні	120	3	1,35	54,84	6580,8
2.Складальні	80	6	2,0	81,25	6500
3.Налагоджувальні	80	8	2,4	97,5	7800
4. Тестувальні	60	4	1,5	60,93	3655,8
Всього					24536,6

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати розробників і робітників за формулою:

$$Z_H = (Z_O + Z_P + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{ЗП}}}{100\%}, \quad (6)$$

де $H_{\text{ЗП}}$ — норма нарахування на заробітну плату розробників.

$$Z_H = (34500 + 24536,6 + 5903,66) \cdot 22\% = 14286,8572$$

Витрати на матеріали (M) у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{i=1}^n H_j * C_j * K_j - \sum_{j=1}^n B_j * C_{\text{в}j} \quad (7)$$

де H_j — норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n — кількість видів матеріалів;

C_j — вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j — коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1, 1 \dots 1, 15$);

B_j — маса відходів j -го найменування, кг;

$C_{\text{в}j}$ — вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

Проведені розрахунки наведено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 — Витрати на матеріали

Найменування матеріалу	Одиниця вимірювання	Ціна, грн.	Витрачено, шт.	Вартість витрачено, грн.
Мікропроцесор	шт.	30	1	33
Мікросхема	шт.	7	2	15,4
Резистор	шт.	0,35	12	4,62
Конденсатор	шт.	0,3	8	2,64
Транзистор	шт.	1,6	3	5,28
Розетка	шт.	2	3,5	7,7
Всього	-	-	-	68,64

Витрати на комплектуючі, що були використані на виготовлення розробки розраховуються за формулою:

$$K_B = \sum_{j=1}^n H_j * C_j * K_j \quad (8)$$

де H_j — кількість комплектуючих j -го виду, шт.;

C_j — покупна ціна комплектуючих j -го виду, грн;

K_j — коефіцієнт транспортних витрат ($K_j = 1,1 \dots 1,15$).

Специстаткування для наукових (експериментальних) робіт

Вартість специстаткування визначається за прейскурантом гуртових цін або за даними базових підприємств за відпускними і договірними цінами. До балансової вартості устаткування окрім прейскурантної вартості входять витрати на його транспортування і монтаж, тому ці витрати беруться додатково в розмірі 10...12% від вартості устаткування

Результати розрахунків витрат на комплектуючі заносимо у таблицю 5.9.

Таблиця 5.9 — Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Цифровий вимірювач рівня ТВ-сигналів TELEMANN 1500	2	1500	3300
Широкосмуговий розподільник-підсилювач Kramer VM-3Sx1	1	1750	1925
Технологічний контролер	1	2500	2750
Всього			7975

Балансову вартість спецустаткування розраховують за формулою:

$$V_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i \quad (9)$$

де C_i — ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ — кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i — коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k — кількість найменувань устаткування.

Отримані результати наведено в таблиці 5.10.

До балансової вартості програмного забезпечення входять витрати на його інсталяцію, тому ці витрати беруться додатково в розмірі 10...12% від вартості програмного забезпечення.

Таблиця 5.10 — Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
ПЕОМ IntelPentium G4560 3.50GHz	1	2419	2660,9
ПЕОМ IntelPentiumGol d G5400 3.70GHz	1	4000	4400
Монітор Philips 223v51	2	4099	9017,8
Всього			16078,7

Балансову вартість програмного забезпечення розраховують за формулою:

$$V_{\text{прг}} = \sum_{i=z}^k C_{\text{іпрг}} \cdot C_{\text{прг.і}} \cdot K_i, \quad (10)$$

де $C_{\text{іпрг}}$ — ціна придбання одиниці програмного засобу цього виду, грн;

$C_{\text{прг.і}}$ — кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i — коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного за-собу тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k — кількість найменувань програмних засобів.

Отримані результати наведено в таблиці 5.11.

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації.

Електрична енергія на ділянці витрачається на живлення електродвигунів, електронагрівальних приладів, які використовуються при виготовленні продукції, апаратури.

Таблиця 5.11 — Витрати на придбання програмних засобів

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Windows 10. OpenOffice. ARIS EXPRESS. AndroidStudio, Arduino. СА AllFusionProcessModell er,	1	950	1045
FreeMind. GitVersion. GoogleChrome. Microsoft VisualStudioCommunity,	1	1049	1153,9
Project Libre. Pvthon 3.7(Anaconda3) Pvthon(IDLE). Star UML. Terminal, DOSBox, Atom, NotePad++,	1	870	957
Всього			3155,9

Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

$$A_{\text{обл}} = \frac{Ц_б}{T_в} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (11)$$

де $Ц_б$ — балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{\text{вик}}$ — термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_в$ — строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

Проведені розрахунки зведено до таблиці 5.12.

Силовa електроенергія для виробничих цілей залежить від потужності обладнання, що використовується[1].

Таблиця 5.12 — Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Комп'ютер	8000	2	2	666,66
Генератор	4000	2	3	500
Програматор STK 500 AVR	3200	2	2	266,66
Приміщення для роботи	6000	15	3	100
Всього				1533,32

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховують за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} * t_i * C_e * K_{впi}}{\eta} \quad (12)$$

де W_{yi} — встановлена потужність обладнання на визначеній i -й технологічній операції, кВт;

t_i — тривалість роботи обладнання на визначеній i -й технологічній операції при виготовленні одного виробу або на етапі розробки, год;

C_e — вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії);

$K_{впi}$ — коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{впi} < 1$;

η — коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

Таблиця 5.13 — Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт м	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Комп'ютер	0,04	720	108
Програматор	0,005	480	27
STK 500 AVR	0,003	720	16,2
Приміщення для роботи	2	160	1200
Всього			1352,2

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуються як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{cb} = (Z_0 + Z_p) \cdot \frac{H_{cb}}{100\%}, \quad (13)$$

де H_{cb} — норма нарахування за статтею «Службові відрядження».

$$V_{cb} = (34500 + 24536,6) \cdot \frac{25\%}{100\%} = 14759,15$$

Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуються як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{cn} = (Z_0 + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (14)$$

де H_{cn} — норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації».

$$V_{\text{сп}} = (34500 + 24536,6) \cdot \frac{35\%}{100\%} = 20662,81$$

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуються як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_{\text{в}} = (З_0 + З_{\text{р}}) \cdot \frac{H_{\text{ів}}}{100\%}, \quad (15)$$

де $H_{\text{ів}}$ — норма нарахування за статтею «Інші витрати».

$$I_{\text{в}} = (34500 + 24536,6) \cdot \frac{75\%}{100\%} = 44277,45$$

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуються як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$V_{\text{нзв}} = (З_0 + З_{\text{р}}) \cdot \frac{H_{\text{нзв}}}{100\%}, \quad (16)$$

де $H_{\text{нзв}}$ — норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати».

$$V_{\text{нзв}} = (34500 + 24536,6) \cdot \frac{125\%}{100\%} = 73795,75$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи розраховуються як сума всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$V_{\text{заг}} = З_0 + З_{\text{р}} + З_{\text{дод}} + З_{\text{н}} + М + К_{\text{в}} + V_{\text{спец}} + V_{\text{прг}} + A_{\text{обл}} + V_{\text{е}} + V_{\text{св}} + V_{\text{сп}} + I_{\text{в}} + V_{\text{нзв}} \quad (17)$$

$$V_{\text{заг}} = 34500 + 24536,6 + 5903,66 + 14286,8572 + 68,64 + 7975 + 16078,7 + 3155,9 + 1533,32 + 1352,2 + 14759,15 + 20662,81 + 44277,45 + 73795,75 = 262886,0372$$

Загальні витрати ЗВ на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховуються за формулою:

$$ЗВ = \frac{V_{\text{заг}}}{\eta} \quad (18)$$

де η — коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи.

Так, якщо науково-технічна розробка знаходиться на стадії: науково-дослідних робіт, то $\eta = 0,1$; технічного проектування, то $\eta = 0,2$; розробки конструкторської документації, то $\eta = 0,3$; розробки технологій, то $\eta = 0,4$; розробки дослідного зразка, то $\eta = 0,5$; розробки промислового зразка, то $\eta = 0,7$; впровадження, то $\eta = 0,9$.

$$ЗВ = \frac{262886,0372}{0,7} = 375551,4817$$

5.4 Оцінювання важливості та наукової значимості науково-дослідної роботи фундаментального чи пошукового характеру

Для обґрунтування доцільності виконання науково-дослідної роботи використовується спеціальний комплексний показник, що враховує важливість, результативність роботи, можливість впровадження її результатів у виробництво, величину витрат на роботу.

Комплексний показник K_p рівня науково-дослідної роботи може бути розрахований за формулою:

$$K_p = \frac{I^n \cdot T_c \cdot R}{B \cdot t}, \quad (19)$$

де I — коефіцієнт важливості роботи, $I = 2 \dots 5$;

n — коефіцієнт використання результатів роботи;

$n = 0$, коли результати роботи не будуть використовуватись;

$n = 1$, коли результати роботи будуть використовуватись частково;

$n = 2$, коли результати роботи будуть використовуватись в дослідно-конструкторських розробках;

$n = 3$, коли результати можуть використовуватись навіть без проведення дослідно-конструкторських розробок;

T_c — коефіцієнт складності роботи, $T_c = 1 \dots 3$;

R — коефіцієнт результативності роботи; якщо результати роботи плануються вище відомих, то $R = 4$; якщо результати роботи відповідають відомому рівню, то $R = 3$; якщо нижче відомих результатів, то $R = 1$;

B — вартість науково-дослідної роботи, тис. грн;

t — час проведення дослідження, років.

Визначення показників I , n , T_c , R , B , t здійснюється експертним шляхом або на основі нормативів.

Якщо $K_p > 1$, то науково-дослідну роботу можна вважати ефективною з високим науковим, технічним і економічним рівнями.

$$K_p = \frac{3^2 \cdot 2 \cdot 3}{26 \cdot 2} = 1,03$$

$K_p > 1$, науково-дослідну роботу можна вважати ефективною з високим науковим, технічним і економічним рівнями.

5.5 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором

При оцінюванні ефективності інноваційних проектів передбачається розрахунок таких важливих показників:

- абсолютного економічного ефекту (чистого дисконтованого доходу);
- внутрішньої економічної дохідності (внутрішньої норми дохідності);
- терміну окупності (дисконтованого терміну окупності).

Аналізуючи напрямки проведення науково-технічних розробок, розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки за її можливої комерціалізації потенційним інвестором можна об'єднати, враховуючи визначені ситуації з відповідними умовами.

Розробка чи суттєве вдосконалення машини (механізму, приладу, пристрою) для використання кінцевими споживачами).

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних: ΔV — прогнозоване зростання кількості реалізованої

продукції завдяки використанню нової чи модернізованої технології завдяки покращенню їхніх певних характеристик в аналізованому році; N — кількість споживачів, які використовували аналогічний продукт у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки; Ц_6 — ціна продукції у році до впровадження результатів розробки (нової чи модернізованої технології); $\pm\Delta\text{Ц}_0$ — зміна ціни реалізації продукції (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізовані періоди часу. Причому зміна ціни враховує можливе підвищення якості продукції та зміну собівартості: $\pm\Delta\text{Ц}_0 = \text{Ц}_6 \cdot (k - 1) - (\pm\Delta S)$, де k — коефіцієнт зміни якості продукції, що випускається за новою чи модернізованою технологією виготовлення (відновлення); $\pm\Delta S$ — зміна собівартості виготовлення продукції (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізовані періоди часу.

Для всіх наведених випадків можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta\Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta\text{Ц}_0 \cdot N + \text{Ц}_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right), \quad (20)$$

де $\pm\Delta\text{Ц}_0$ — зміна основного якісного показника від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізованому році.

N — основний кількісний показник, який визначає величину попиту на аналогічні чи подібні розробки у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки;

Ц_0 — основний якісний показник, який визначає ціну реалізації нової науково-технічної розробки в аналізованому році, $\text{Ц}_0 = \text{Ц}_6 \pm \Delta\text{Ц}_0$;

Ц_6 — основний якісний показник, який визначає ціну реалізації існуючої (базової) науково-технічної розробки у році до впровадження результатів;

ΔN — зміна основного кількісного показника від впровадження результатів

науково-технічної розробки в аналізованому році. Зазвичай, таким показником може бути зростання попиту на науково-технічну розробку в аналізованому році (відносно року до впровадження цієї розробки);

λ — коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2021 році ставка податку на додану вартість становить 20%, а коефіцієнт $\lambda=0,8333$;

ρ — коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту (послуги). Рекомендується брати $\rho = 0,2 \dots 0,5$;

ϑ — ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2021 році $\vartheta = 18\%$.

$$\Delta\Pi_i = (375551,4817 \cdot 1 + 105551 \cdot 1) \cdot 0,833 \cdot 0,2 \cdot \left(1 - \frac{18\%}{100}\right) = 14427,3$$

Зазвичай, таким показником може бути зміна ціни реалізації одиниці нової розробки в аналізованому році (відносно року до впровадження цієї розробки); $\pm\Delta\Pi_0$ може мати як додатне, так і від'ємне значення (від'ємне — при зниженні ціни відносно року до впровадження цієї розробки, додатне — при зростанні ціни).

Далі розраховуємо приведену вартість збільшення всіх чистих прибутків III , що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^t}, \quad (21)$$

де $\Delta\Pi_i$ — збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T — період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ — ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau=0,005 \dots 0,15$;

t — період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\text{ПП} = \frac{800000}{(1 + 0,15)^2} = 776699,0291$$

Далі розраховуємо величину початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки. Для цього можна використовувати формулу:

$$PV = k_{\text{інв}} \cdot ЗВ, \quad (22)$$

де $k_{\text{інв}}$ — коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію.

Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо; зазвичай $k_{\text{інв}} = 2 \dots 5$, але може бути і більшим;

$ЗВ$ — загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

$$PV = 2 \cdot 375551,4817 = 751102,9634$$

Тоді абсолютний економічний ефект E_{abc} або чистий приведений дохід (NPV, Net Present Value) для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{abc} = \text{ПП} - PV, \quad (23)$$

де ПП — приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, грн;

PV — теперішня вартість початкових інвестицій, грн.

$$E_{abc} = 776699,0291 - 751102,9634 = 25596,0657$$

Якщо E_{abc} має велике додатне значення, то це може свідчити про потенційну зацікавленість інвесторів у впровадженні та комерціалізації цієї науково-технічної розробки. Але для остаточного прийняття рішення про впровадження науково-технічної розробки та виведення її на ринок (тобто її комерціалізації) цього недостатньо.

Для остаточного прийняття рішення з цього питання необхідно розрахувати внутрішню економічну дохідність E_B або показник внутрішньої норми дохідності (IRR, Internal Rate of Return) вкладених інвестицій та порівняти її з так званою бар'єрною ставкою дисконтування, яка визначає ту мінімальну внутрішню економічну дохідність, нижче якої інвестиції в будь-яку науково-технічну розробку вкладати буде економічно недоцільно.

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_B , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$E_B = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (24)$$

де E_{abc} — абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, грн;

PV — теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

$T_{ж}$ — життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, роки.

$$E_B = \sqrt[2]{1 + \frac{25596,0657}{751102,9634}} - 1 = 0,1843$$

Далі визначаємо бар'єрну ставку дисконтування τ_{\min} , тобто мінімальну внутрішню економічну дохідність інвестицій, нижче якої кошти впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію вкладатися не будуть.

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою:

$$\tau_{\text{мін}} = d + f, \quad (25)$$

де d — середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2020 році в Україні $d = 0,9 \dots 0,12$;

f — показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій; зазвичай величина $f = 0,05 \dots 0,5$, але може бути і значно вищою.

$$\tau_{\text{мін}} = 0,12 + 0,05 = 0,17$$

Величина $E_B > \tau_{\text{мін}}$, потенційний інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні впровадження науково-технічної розробки та виведенні її на ринок, тобто в її комерціалізації.

Далі розраховуємо період окупності інвестицій $T_{\text{ок}}$ (DPP, Discounted Payback Period), які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки;

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_B}, \quad (26)$$

де E_B — внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{0,1843} = 5,42$$

Якщо $T_{\text{ок}} < 3$ -х років, то це свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження цієї розробки та виведення її на ринок.

$T_{\text{ок}} > 3$ -х років, це свідчить про недостатню привабливість для інвестора.

5.6 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки від її впровадження безпосередньо розробником

Розробка та впровадження спеціальних технічних засобів, програмних засобів і технологічних процесів (машин, механізмів, системи приладів та пристроїв, програм, технології тощо) з метою застосування на конкретному підприємстві (організації).

В цьому випадку основу майбутнього економічного ефекту будуть формувати такі показники: ΔN — прогнозоване зростання кількості виготовленої продукції (наданих послуг) завдяки використанню нової чи модернізованої технології, застосування спеціальних технічних чи програмних засобів в аналізованому році, шт; N — кількість випущеної продукції (наданих послуг) у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, шт; $\Delta\Pi_{\text{я}}$ — підвищення прибутку підприємства в результаті зменшення втрат від випуску бракованої продукції (в розрахунку на одиницю продукції) в аналізованому році, грн. Причому підвищення прибутку підприємства можна подати як: $\Delta\Pi_{\text{я}} = \pm\Delta\Pi - (\pm\Delta S)$, де $\pm\Delta\Pi$ - зміна ціни реалізації продукції (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізовані періоди часу, грн; $\pm\Delta S$ — зміна собівартості виготовлення продукції (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки в аналізовані періоди часу, грн; $\Pi_{\text{я}}$ — величина чистого прибутку, що його буде отримувати підприємство від виробництва та реалізації одиниці продукції, грн. Причому приблизно можна взяти $\Pi_{\text{я}} = \Pi - S$, де Π — ціна реалізації продукції за існуючими підходами у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки; S — собівартість виготовлення продукції за існуючими підходами у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, грн.

Для наведення випадків можливе збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_i = (\Delta\Pi_{\text{я}} \cdot N + \Pi_{\text{я}} \cdot \Delta N)_i, \quad (27)$$

де $\Delta\Pi_{\text{я}}$ — покращення основного якісного показника від впровадження на підприємстві результатів науково-технічної розробки в аналізованому році;

N — основний кількісний показник, який визначає обсяг діяльності підприємства у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки;

$\Pi_{\text{я}}$ — основний якісний показник, який визначає результати діяльності підприємства у кожному із років після впровадження науково-технічної розробки;

ΔN — зміна основного кількісного показника діяльності підприємства в результаті впровадження науково-технічної розробки в аналізованому році.

$$\Delta\Pi_i = (4 \cdot 248752 + 4 \cdot 232589)_i = 995008 + 930356 = 1925364$$

Далі розраховуємо приведену варієтність збільшення всіх чистих прибутків $ПП$:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t} \quad (28)$$

де $\Delta\Pi_i$ — збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T — період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження науково-технічної розробки, роки;

τ — ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau = 0,05 \dots 0,15$;

t — період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання підприємством збільшеної величини чистого прибутку в аналізованому році.

$$ПП = \frac{1925364}{1,3225} = 1455851,7958$$

Далі розраховуємо величину початкових інвестицій PV , які вкладено для здійснення науково-технічної розробки. Для цього можна використати таку формулу:

$$PV = k_{\text{розр}} \cdot ЗВ, \quad (29)$$

де $k_{\text{розр}}$ — коефіцієнт, що враховує витрати розробника (замовника) на впровадження науково-технічної розробки. Це можуть бути витрати на підготовку приміщень, розробку технологій, навчання персоналу, маркетингові заходи тощо; зазвичай $k_{\text{розр}} = 2 \dots 5$, але може бути і більшим;

$ЗВ$ — загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн.

$$PV = 2 \cdot 375551,4817 = 751102,9634$$

Тоді абсолютний економічний ефект E_{abc} або чистий приведений дохід (NPV, Net Present Value) для розробника (замовника) від можливого впровадження науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{abc} = ПП - PV, \quad (30)$$

де $ПП$ — приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків від можливого впровадження науково-технічної розробки, грн;

PV — теперішня вартість початкових інвестицій, грн.

$$E_{abc} = 1455851,7958 - 751102,9634 = 704748,8324$$

Величина E_{abc} має додатне значення, це свідчить про потенційну доцільність у впровадженні цієї науково-технічної розробки. Але для остаточного прийняття рішення про впровадження цього недостатньо.

Для остаточного прийняття рішення в такому випадку розраховуємо внутрішню економічну дохідність E_b або показник внутрішньої норми дохідності (IRR, Internal Rate of Return) вкладених коштів.

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_B , які можуть бути вкладені у впровадження науково-технічної розробки, розраховується за формулою:

$$E_B = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (31)$$

де E_{abc} — абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, грн;

PV — теперішня вартість початкових інвестицій, грн;

$T_{ж}$ — життєвий цикл науково-технічної розробки.

$$E_B = \sqrt[2]{1 + \frac{704748,8324}{751102,9634}} - 1 = 0,938$$

Розраховуємо період окупності інвестицій $T_{ок}$ (DPP, Discounted Payback Period), які можуть бути вкладені у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{0,938} = 1,06 \quad (32)$$

де E_B — внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$T_{ок} < 3$ -х років, то це свідчить про економічну ефективність впровадження науково-технічної розробки.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі за поставленою метою запропоновано методи моніторингу спотворення зображення, такого як спотворення форми, спотворення кольору та спотворення зображення типу розсіювання.

Було проведено обґрунтування джерел інформації та аналіз актуальності досліджень обґрунтування доцільності розробки, проаналізовано причини появи різного роду спотворення в цифрових зображеннях, проаналізовано сучасні існуючі методи моніторингу спотворення зображень, розпізнавання образів та машинного зору.

Запропоновано метод виявлення геометричних спотворення за допомогою розрахунку коефіцієнта кореляції, та пошуку зображення з типом «розсіпання».

Проведено аналіз економічних показників розроблених методів та рентабельності розробки програмного продукту на їх основі. Розробку було визнано відповідним за призначенням, оскільки дозволяє досягти щорічного економічного ефекту, що дозволяє окупити кошти, вкладені в розробку, протягом року.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Руденко, В.; Крупельницький, Л.. Напрямки досліджень програмно-апаратних засобів моніторингу якості багатоканального цифрового телебачення. **НТКП ВНТУ. Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії**, Ukraine, mar. 2021. Available at: <<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2021/paper/view/11975/10001>>. Date accessed: 22 May. 2022.
2. Форсайт Д. / Компьютерное зрение современный подход: Пер.с англ. / Форсайт Д., Понс Ж. – М.: Издательский дом «Вільямс», 2004 – 928 с.
3. Гонсалес Р./Цифровая обработка изображений.: Пер. с англ. – / Гонсалес Р., Вудс Р. М.: Техносфера, 2005 – 1027 с.
4. Байгарова Н./Некоторые подходы к организации содержательного поиска изображений и видеоинформации / Байгарова Н., Бухштаб Ю., Евтеева Н., Коряги Д. [Электронный ресурс] – режим доступа:
5. E.perales, T.Mora, and other. “A new algorithm for calculating the MacAdam limits for any luminance factor, hue angle and illuminant”, AIC Colour 05 – 10th Congress of International Colour Association. p. 737-740
6. Джадд Д./Цвет в науке и технике, перевод с английского, / Джадд Д, Вишецки Г., М.: Мир, 1978.-592 с.
7. Handbook of pattern recognition and computer vision / Chen C.H., Rau L.F. and Wang P.S.P.(eds.). – Singapore-New Jersey-London-Hong Kong: World Scientific Publising Co.Pte.Ltd., 1995.-984 p.
8. Shalkoff R.J. Digital image processing and computer vision. – New York-Chichester-Brisbane-Toronto-Singapore: John Wiley & Sons, Inc., 1989.-489p.
9. Вестник Национального Технического Университета «Харьковский политехнический институт» Выпуск 114.-Харьков: НТУ «ХПИ», 2001.-128с.7. Проблемы бионики. Всеукраинский межведомственный сборник. Выпуск 50.-Харьков: «ХГТУРЭ», 1999.-217с.

- 10.Крупельницький Л.В./ Визначення параметрів геометричних спотворень у телевізійних системах./ Крупельницький Л.В., Лисюк С.В., –Вісник Вінницького політехнічного інституту , Вінниця: ВНТУ, 2003. – с.122-125
- 11.Эндрюс Г., /Обработка изображения с помощью цифровых вычислительных машин. Пер. с англ.- / Эндрюс Г., Инпо А. М.: Мир.
- 12.Повлидис Т./ Алгоритмы машинной графики и обработка изображений. / Повлидис Т юПер. с англ.- М. : Мир.1986.
- 13.Фу К. Гонсалес Р. Ли К. Робототехника. - М.: Мир. 1989.
- 14.Гинсбург В.М. /Формирование и обработка изображений в реальном времени. / Гинсбург В.М. - М.: Радио и связь. 1986.
- 15.Прэтт У.К. /Цифровая обработка изображения./ Прэтт У.К. Пер.с англ.- М.: Мир. 1982.
- 16.Фу К. /Структурные методы распознавания образов. / Фу К - М.: Мир. 1977.
- 17.Анисимов Б.В. и др. /Распознавание и цифровая обработка изображений. / Анисимов Б.В.- М.: Высшая школа. 1983.
- 18.Виттих В.А. и др./ Обработка изображений в автоматизированных системах научных исследований./ Виттих В.А. - М.: Наука. 1982.
- 19.Параллельная обработка информации. Под ред.Малиновского Б.И., Грицика В.В. - К.: Наукова думка, т.5. 1990.
- 20.Защита от электромагнитных полей и токов высокой частоты” Половинчук В.П. – Винница, ВПИ, 1991г.
- 21.Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с

ДОДАТОК А

Технічне завдання

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра обчислювальної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ
проф., д.т.н.. Азаров О.Д.

" " 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
“Комп'ютерна система моніторингу регіонального радіомовлення”
08-23.МКР.006.00.000 ТЗ

Науковий керівник: доцент к.т.н.

_____ Кадук О.В.

Студент групи 1КІ-20м

_____ Руденко В.О.

1 Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)

1.1 Важливим є актуальність дослідження у напрямку магістерської роботи, яка обумовлена тим, що крім звичних технологій, розвивається і телевізійна індустрія, де також виникають різноманітні проблеми, такі як зависання, зниження яскравості вихідного зображення, недостатній рівень звуку тощо. Тому ці проблеми потрібно вирішувати, оскільки поширені проблеми часто призводять до того, що користувачі не мають терпіння чекати, поки співробітники телевізійних служб помітять помилку і почнуть її виправляти;

1.2 Наказ про затвердження теми МКР.

2 Мета МКР і призначення розробки

2.1 Мета роботи — розробка методів моніторингу якості телевізійних зображень з метою виявлення спотворень форми, кольору та розсіювання зображень. Методами моніторингу якості телевізійних зображень є ефективний моніторинг телевізійних зображень за параметрами кольору, форми та розсіювання цифрових зображень.;

2.2 Призначення розробки — дослідження алгоритмів та методів виявлення геометричних і колірних спотворень та алгоритм поетапного порівняння та визначення спотворення зображення типу розсіювання шляхом розрахунку коефіцієнту кореляції..

3 Вихідні дані для виконання МКР

3.1 Проведення аналізу існуючих принципів та технологій інформаційного та технічного моніторингу цифрового телебачення;

3.2 Розробка структури та функціональної схеми програмно-апаратного комплексу для моніторингу спотворених цифрових зображень;

3.3 На основі структурних та функціональних схем здійснено розрахунок та моделювання алгоритмів розрахунку коефіцієнту кореляції для виявлення спотворених зображень ;

3.4 Виконання розрахунків для доведення доцільності нової розробки з економічної точки зору;

3.5 Розгляд державних санітарних правил і норм яких мають дотримуватись на підприємстві при проектуванні мережі та роботі з нею. Надання рекомендації по захисту мережі та обладнання від дії надзвичайних ситуацій та електромагнітних імпульсів (ЕМІ).

4 Вимоги до виконання МКР

Головна вимога — використати, як основний, метод обробки даних шляхом порівняння еталонного зображення та виявлення ознак спотворень, шляхом розрахунку коефіцієнта кореляції.

5 Етапи МКР та очікувані результати

Етапи роботи та очікувані результати приведено в Таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Етапи МКР

№ етапу	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Огляд і аналіз існуючих методів та рішень побудови комп'ютерних систем моніторингу цифрових відеосигналів.	04.10.2021	16.11.2021	Аналітичний огляд літературних джерел, задачі досліджень, розділ 1 ПЗ
2	Дослідження методів порівняння відеосигналів.	16.11.2021	11.12.2021	Розділ 2
3	Розробка структурної та функціональної схем комплексу моніторингу цифрових відеосигналів.	30.01.2022	16.03.2022	Розділ 3
4	Підготовка економічної частини	16.03.2022	16.05.2022	Розділ 4
5	Апробація та впровадження результатів дослідження	16.03.2021	16.05.2021	Тези доповідей

Кінець таблиці А.1

6	Опублікування результатів досліджень	16.05.2021	16.05.2021	Стаття
7	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу і презентації	16.03.2022	16.05.2022	Пояснювальна записка, графічний матеріал і презентація
8	Підготовка супроводжуючих документів, їх підписування, проходження нормоконтролю та тесту на плагіат	09.06.2022	10.06.2022	Оформлені документи

6 Матеріали, що подаються до захисту МКР

До захисту подаються: пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відгук наукового керівника, відгук опонента, протоколи складання державних екзаменів, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

7 Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів графічної та розрахункової документації МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Захист МКР відбувається на засіданні Екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

8 Вимоги до оформлювання та порядок виконання МКР

8.1 При оформлюванні МКР використовуються:

— ДСТУ 3008 : 2015 «Звіти в сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання»;

— ДСТУ 8302 : 2015 «Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання»;

— ГОСТ 2.104-2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи»;

— Методичні вказівки. Кафедра обчислювальної техніки 2022;

— Документами на які посилаються у вище вказаних.

8.2 Порядок виконання МКР викладено в «Положення про кваліфікаційні роботи на другому (магістерському) рівні вищої освіти СУЯ ВНТУ-03.02.02-П.001.01:21».

Технічне завдання до виконання отримав _____ Руденко В.О.

ДОДАТОК Б

Класифікація телевізійних систем

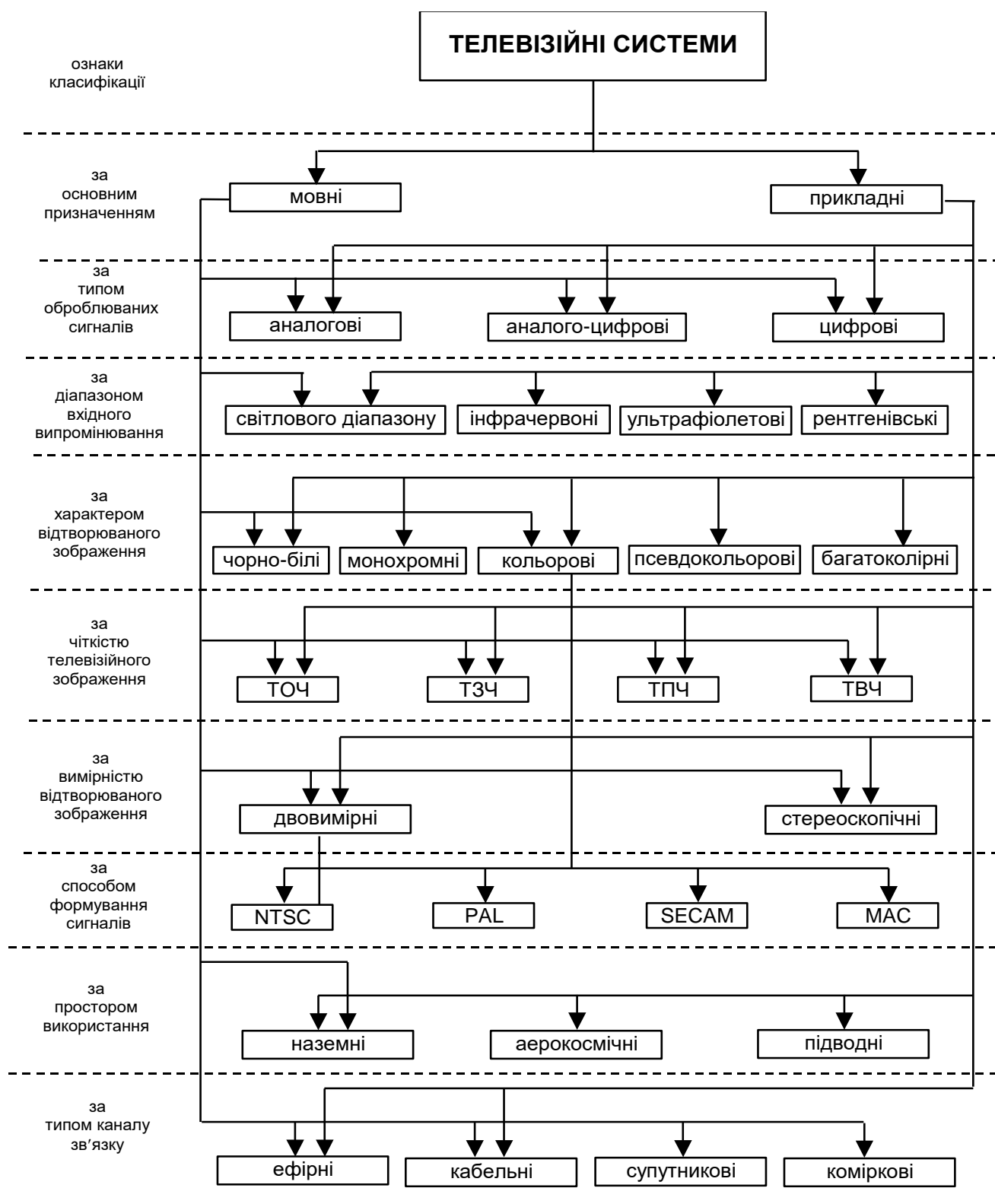


Рисунок Б.1 — Класифікація телевізійних систем

ДОДАТОК В

Узагальнена структурна схема цифрової телевізійної системи

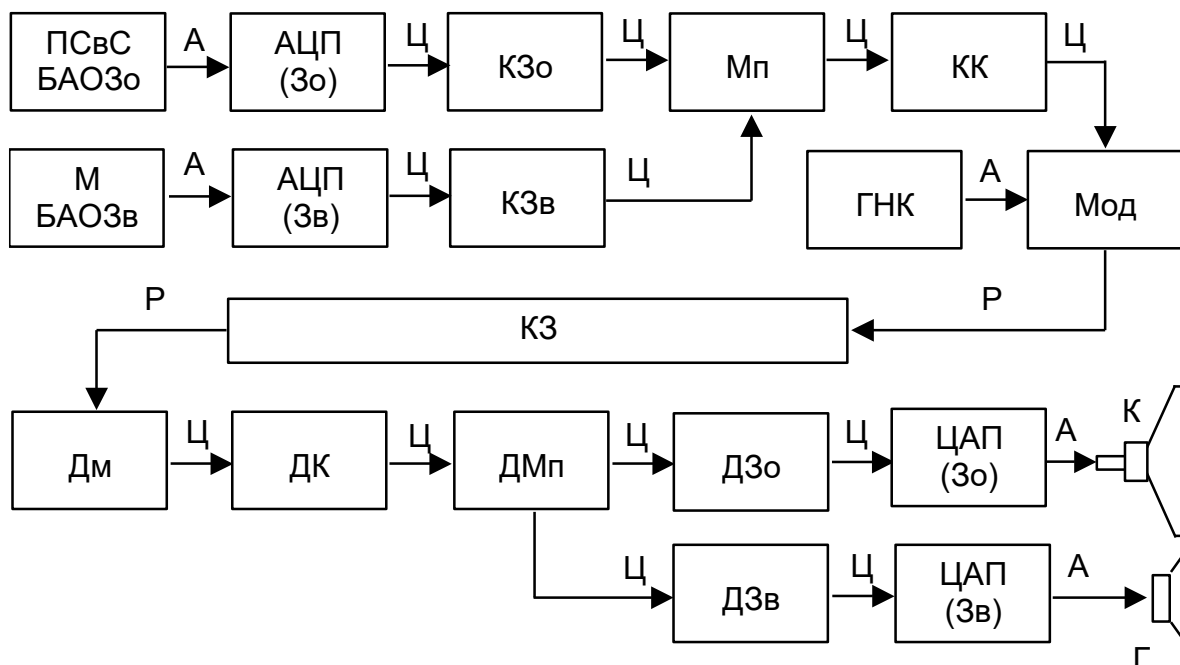


Рисунок В.1 — Узагальнена структурна схема цифрової телевізійної системи

ДОДАТОК Г

Методи розпізнавання зображень

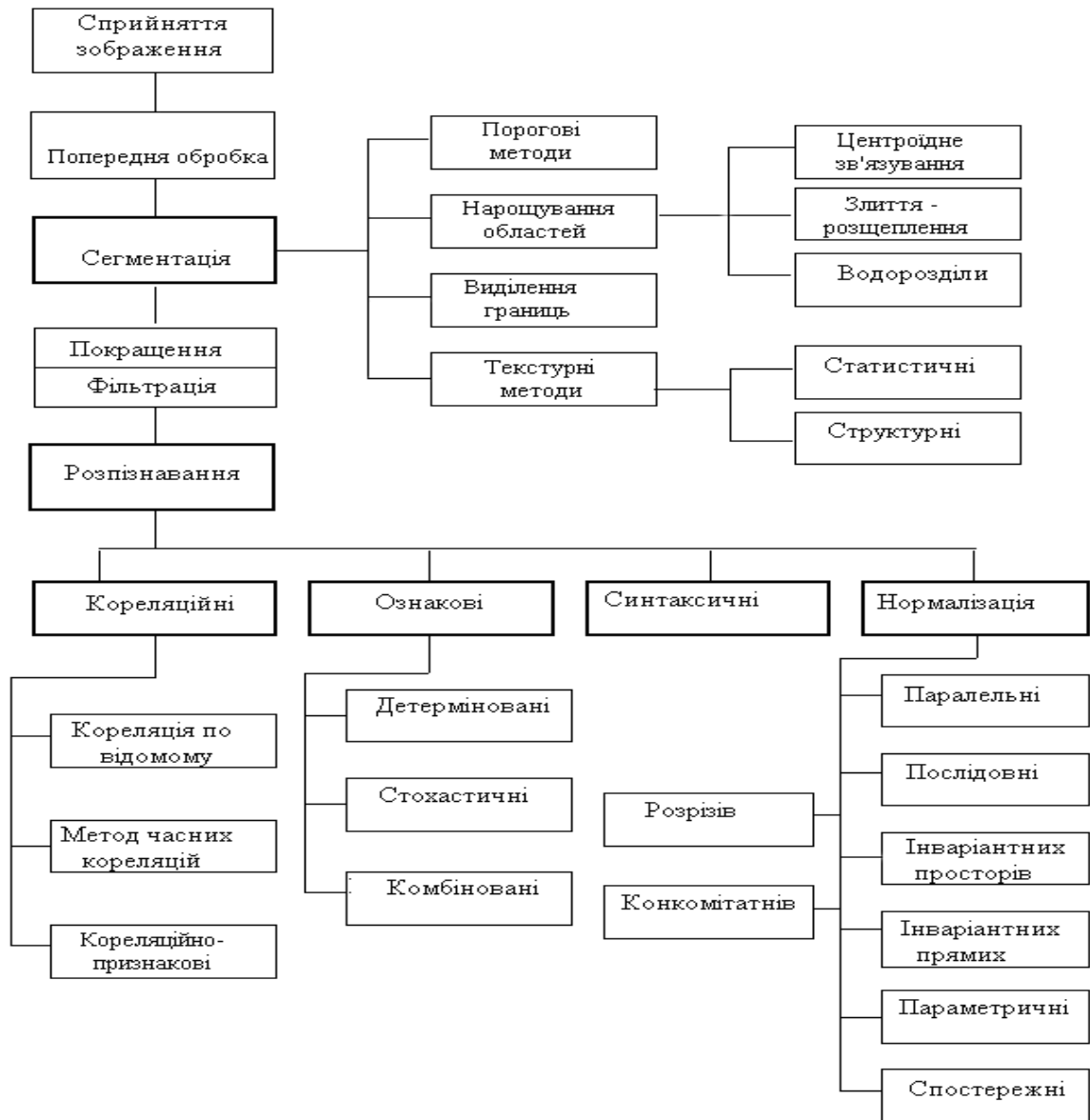


Рисунок Г.1 — Методи розпізнавання зображень

ДОДАТОК Д

Загальний алгоритм розрахунку коефіцієнта кореляції



Рисунок Д.1 — Блок-схема алгоритму розрахунку коефіцієнта кореляції

ДОДАТОК Е

Алгоритм роботи методу моніторингу якості цифрових зображень для виявлення їх розсіпання за допомогою методу кореляції

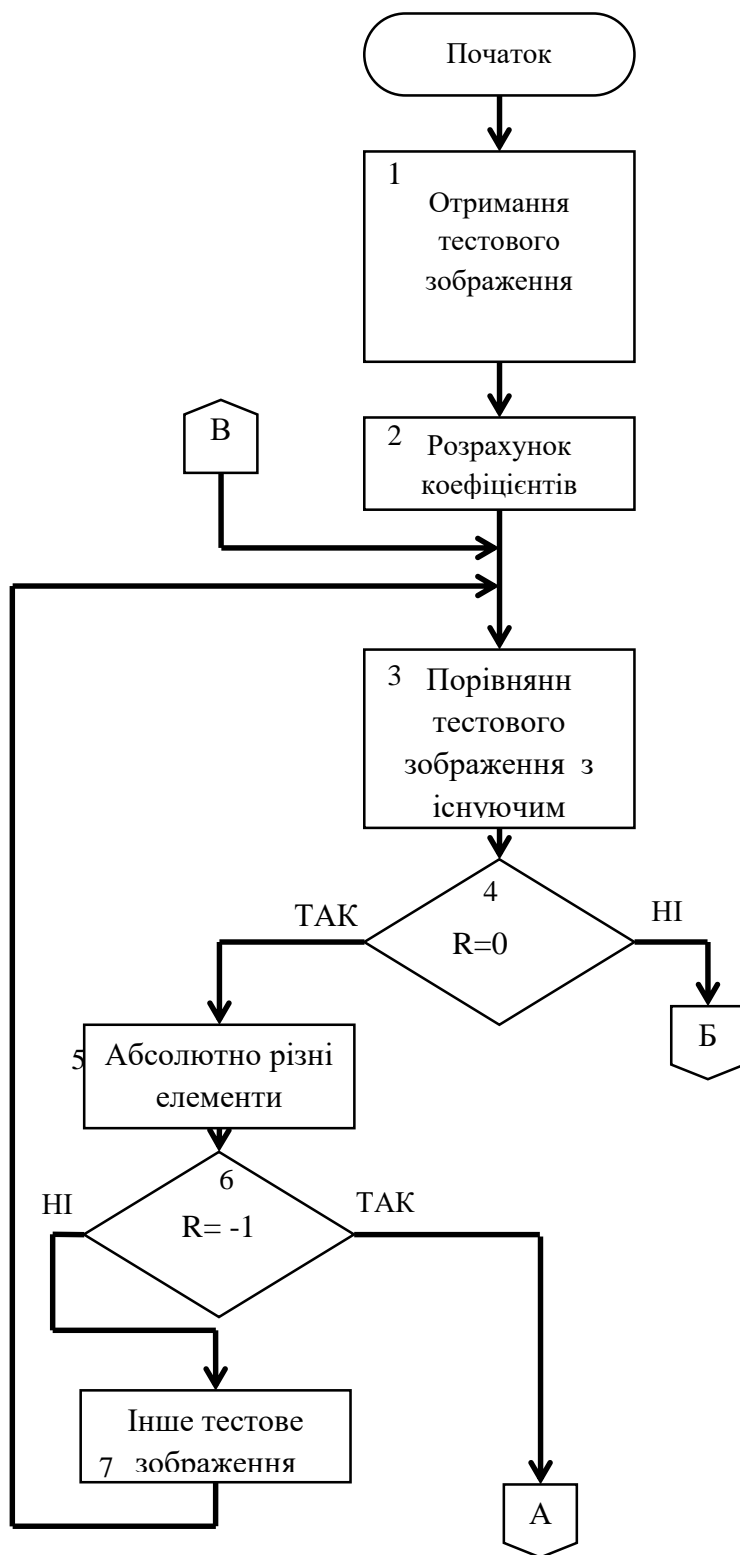


Рисунок Е.1 — Блок-схема алгоритму методу моніторингу якості цифрових зображень

ДОДАТОК Ж

Лістинг програмного модуля для розрахунку коефіцієнта кореляції між зображеннями

```

#include <stdio.h>
#include <iostream>
#include "opencv2/core/core.hpp"
#include <opencv2/legacy/legacy.hpp>
#include <opencv2/nonfree/features2d.hpp>
#include "opencv2/highgui/highgui.hpp"
using namespace cv;
void readme();
/** @function main */
int main( int argc, char** argv )
{
    if( argc != 3 )
    {
        readme(); return -1; }
    Mat img_1 = imread( argv[1], CV_LOAD_IMAGE_GRAYSCALE );
    Mat img_2 = imread( argv[2], CV_LOAD_IMAGE_GRAYSCALE );
    if( !img_1.data || !img_2.data )
    {
        std::cout<< " --(!) Error reading images " << std::endl; return -1; }
    //-- Step 1: Detect the keypoints using SURF Detector
    int minHessian = 400;
    SurfFeatureDetector detector( minHessian );
    std::vector<KeyPoint> keypoints_1, keypoints_2;
    detector.detect( img_1, keypoints_1 );
    detector.detect( img_2, keypoints_2 );
    //-- Step 2: Calculate descriptors (feature vectors)
    SurfDescriptorExtractor extractor;
    Mat descriptors_1, descriptors_2;
    extractor.compute( img_1, keypoints_1, descriptors_1 );

```

```

extractor.compute( img_2, keypoints_2, descriptors_2 );
//-- Step 3: Matching descriptor vectors using FLANN matcher
FlannBasedMatcher matcher;
std::vector< DMatch > matches;
matcher.match( descriptors_1, descriptors_2, matches );
double max_dist = 0; double min_dist = 100;
//-- Quick calculation of max and min distances between keypoints
for( int i = 0; i < descriptors_1.rows; i++ )
{ double dist = matches[i].distance;
  if( dist < min_dist ) min_dist = dist;
  if( dist > max_dist ) max_dist = dist;
}
printf("-- Max dist : %f \n", max_dist );
printf("-- Min dist : %f \n", min_dist );
//-- Draw only "good" matches (i.e. whose distance is less than 2*min_dist )
//-- PS.- radiusMatch can also be used here.
std::vector< DMatch > good_matches;
for( int i = 0; i < descriptors_1.rows; i++ )
{ if( matches[i].distance < 2*min_dist )
  { good_matches.push_back( matches[i]); }
}
//-- Draw only "good" matches
Mat img_matches;
drawMatches( img_1, keypoints_1, img_2, keypoints_2,
             good_matches, img_matches, Scalar::all(-1), Scalar::all(-1),
             vector<char>(),
DrawMatchesFlags::NOT_DRAW_SINGLE_POINTS );
//-- Show detected matches
imshow( "Good Matches", img_matches );
for( int i = 0; i < good_matches.size(); i++ )

```

```

    { printf( "-- Good Match [%d] Keypoint 1: %d -- Keypoint 2: %d \n", i,
good_matches[i].queryIdx, good_matches[i].trainIdx ); }
    waitKey(0);
    return 0;
}
/** @function readme */
void readme()
{ std::cout << " Usage: ./SURF_FlannMatcher <img1> <img2>" << std::endl;
}

/// Function Headers
void MatchingMethod( int, void* );
/** @function main */
int main( int argc, char** argv )
{
    /// Load image and template
    img = imread( argv[1], 1 );
    templ = imread( argv[2], 1 );
    /// Create windows
    namedWindow( image_window, CV_WINDOW_AUTOSIZE );
    namedWindow( result_window, CV_WINDOW_AUTOSIZE );
    /// Create Trackbar
    char* trackbar_label = "Method: \n 0: SQDIFF \n 1: SQDIFF NORMED \n 2:
TM CCORR \n 3: TM CCORR NORMED \n 4: TM COEFF \n 5: TM COEFF
NORMED";
    createTrackbar( trackbar_label, image_window, &match_method,
max_Trackbar, MatchingMethod );
    MatchingMethod( 0, 0 );
    waitKey(0);
    return 0;
}

```

```

/**
 * @function MatchingMethod
 * @brief Trackbar callback
 */
void MatchingMethod( int, void* )
{
    /// Source image to display
    Mat img_display;
    img.copyTo( img_display );
    /// Create the result matrix
    int result_cols = img.cols - templ.cols + 1;
    int result_rows = img.rows - templ.rows + 1;
    result.create( result_cols, result_rows, CV_32FC1 );
    /// Do the Matching and Normalize
    matchTemplate( img, templ, result, match_method );
    normalize( result, result, 0, 1, NORM_MINMAX, -1, Mat() );
    /// Localizing the best match with minMaxLoc
    double minVal; double maxVal; Point minLoc; Point maxLoc;
    Point matchLoc;
    minMaxLoc( result, &minVal, &maxVal, &minLoc, &maxLoc, Mat() );
    /// For SQDIFF and SQDIFF_NORMED, the best matches are lower values.
    For all the other methods, the higher the better
    if( match_method == CV_TM_SQDIFF || match_method ==
CV_TM_SQDIFF_NORMED )
        { matchLoc = minLoc; }
    else
        { matchLoc = maxLoc; }
    /// Show me what you got
    rectangle( img_display, matchLoc, Point( matchLoc.x + templ.cols ,
matchLoc.y + templ.rows ), Scalar::all(0), 2, 8, 0 );

```

```
rectangle( result, matchLoc, Point( matchLoc.x + templ.cols , matchLoc.y +  
templ.rows ), Scalar::all(0), 2, 8, 0 );  
imshow( image_window, img_display );  
imshow( result_window, result );  
return;  
}
```

ДОДАТОК И
ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Методи та програмно-апаратні засоби оцінювання якості
телевізійних зображень

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота
 (БДР, МКР)

Підрозділ кафедра обчислювальної техніки
 (кафедра, факультет)

Показники звіту подібності
Unicheck

Оригінальність 93,7 Схожість 6,3

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Захарченко С.М.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Руденко В.О.
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Кадук О.В.
 (підпис) (прізвище, ініціали)