

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

Редванський Денис Юрійович

**Програмний додаток розпізнавання цифрової
інформації на поштових конвертах / Software application
for the digital information recognition on postcards**

напрямок підготовки: 6.050102 - Комп'ютерна інженерія
фахове спрямування - Комп'ютерні системи та мережі
Бакалаврська робота

Виконав студент групи КСМз-41/2
Д.Ю. Редванський

Науковий керівник:
Батько Ю.М.

Тернопіль - 2018

РЕЗЮМЕ

Дипломний проект містить 58 сторінок пояснюючої записки, 15 рисунків, 7 таблицю, 2 додатків. Обсяг графічного матеріалу 2 аркуші формату А3.

Метою дипломної роботи є розробка програмного додатку розпізнавання індексів на поштових конвертах.

Методи досліджень базуються на теорії алгоритмів (для аналізу розроблених методів та алгоритмів), алгоритмах сегментації (для обробки цифрових зображень, а саме розбиття їх на однорідні області), технологій об'єктно-орієнтованого програмування (для програмної реалізації розробленої бібліотеки).

В дипломній роботі на основі аналізу існуючих алгоритмів сегментації та алгоритмів попередньої обробки цифрових зображень була спроектована структура та програмно реалізований програмний додаток розпізнавання текстової інформації на поштових конвертах. В якості вхідних даних було обрано цифрові зображення.

Проведено тестування розробленого програмного додатку на мові програмування Object Pascal, що підтвердило доцільність використання внутрішніх бібліотек середовища розробки Delphi для створення програмних додатків обробки та аналізу цифрових зображень.

Розроблений програмний продукт є ефективним засобом з простим інтерфейсом, що дозволяє вирішувати проблему обробки та аналізу цифрових зображень та може бути використаний при побудові програмних систем.

Ключові слова: СЕГМЕНТАЦІЯ, ПОШТОВИЙ ІНДЕКС, ПОПЕРЕДНЯ ОБРОБКА, ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК, РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.

RESUME

Diploma project contains 58 pages of explanatory notes, 15 figures, 7 table 2 applications. Volume of graphic material 2 leaves of format A3.

The meta of thesis is to develop a comprehensive application for index recognition on postal envelopes.

Research methods are based on the theory of algorithms (for the analysis of developed methods and algorithms), segmentation algorithms (for processing digital images, namely, their breakdown into homogeneous areas), technology object-oriented programming (for the software implementation of the developed library).

In the dissertation work on the basis of analysis existing algorithms for segmentation and algorithms of preliminary processing of digital images a structure and software program implemented application of recognition of text information on post envelopes was designed. Digital input was selected as input.

The testing of the developed software application in the Object Pascal programming language has been tested, which proved the expediency of using Delphi internal libraries to create software applications for processing and analysis of digital images.

The developed software product is an effective tool with a simple interface that allows you to solve the problem of processing and analysis of digital images and can be used in the construction of software systems.

Keywords: SEGMENTATION, POST INDEX, PREPROCESSING, SOFTWARE APPLICATION, IMAGE RECOGNITION.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	9
Вступ.....	10
1 Технології та програмні засоби обробки символної інформації	12
1.1 Цифрові зображення їх характеристики та класифікація	12
1.2 Кодування символно-цифрових даних на зображеннях	16
1.3 Аналіз програмних засобів розпізнавання символно-цифрових даних... ..	20
1.4 Висновки та постановка задачі	24
2 Проектування програми розпізнавання цифрових символів на зображеннях. ..	25
2.1 Алгоритми кодування інформації на основі контурних функції	25
2.2 Алгоритми розпізнавання цифрових послідовностей на зображеннях	29
2.3 Моделювання програмного засобу розпізнавання цифрової інформації.. ..	33
3 Програмна реалізація програми розпізнавання поштових індексів на конвертах.....	36
3.1 Опис структури програмного додатку	36
3.2 Реалізація алгоритмів обробки поштових індексів.....	41
3.3 Тестування програмної системи обробки поштових індексів.....	44
4 Техніко-економічний розділ	47
4.1 Розрахунок витрат на розробку програмного додатку.....	47
4.2 Визначення експлуатаційних витрат.....	52
4.3 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	56
Висновки	58
Список використаних джерел	59
Додаток А Вихідний програмний код класу розпізнавання зображень Помилка! Закладку не визначено.	

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Редванський Д.Ю.			Програмний додаток розпізнавання цифрової інформації на поштових конвертах	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Батько Ю.М.					8	58
Консульт.		Паздрій І.Р.				ТНЕУ, ФКІТ, КСМЗ-41/2		
Н. Контр.		Гураль І.В.						
Затвердив		Березький О.М.						

Додаток Б Довідка про використання результатів дипломного проекту
 **Помилка! Закладку не визначено.**

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Редванський Д.Ю.			Програмний додаток розпізнавання цифрової інформації на поштових конвертах	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Батько Ю.М.					8	58
Консульт.		Паздрій І.Р.				ТНЕУ, ФКІТ, КСМЗ-41/2		
Н. Контр.		Гураль І.В.						
Затвердив		Березький О.М.						

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ОС	–	Операційна система
БД	–	База даних
ПЗ	–	Програмне забезпечення
GDI	–	Graphics Device Interface

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Поштовим індексом називається послідовність літер або цифр, яка додається до поштовою адресою. Головним завданням індексу є додаткове позначення поштового відділення. Завдяки йому співробітникам пошти легше сортувати кореспонденцію. Індеси на сьогоднішній день використовують майже всі поштові служби країни.

Вперше поняття поштовий індекс почало використовуватись на території України ще у 1932 році. Воно мало такі вид - «число-буква-число». У Західній Німеччині в 1962 році була введена перша система поштової індексації. Після цього в повоєнні роки її активно стали впроваджувати і в інших країнах. Саме німецька система поштової індексації послужила для інших країн прикладом. Проте широкого розповсюдження поштовий індекс знайшов тільки в другій половині 20 століття. На сьогоднішній день поштові індекси значаться в адресних системах 192 країн по всьому світу. Саме ці країни є членами Всесвітнього Поштового Союзу.

Різні країни світу використовують абсолютно різні схеми оформлення та розміщення поштового індексу на пересилається кореспонденції.

В Європі поштовий індекс стоїть перед назвою населеного пункту і часто містить в собі буквений код цієї країни. В Америці спочатку зазначається населений пункт, а тільки потім - його поштовий індекс. В Європейському Союзі 1 або 2-літерний код завжди слід перед назвою населеного пункту, хоча часто перед ним знаходиться буква, що позначає країну-одержувача.

У більшості випадків індекс присвоюється певній місцевості, іноді він може позначати код підприємства з величезними обсягами вхідної кореспонденції. Це робиться для спрощення пересилання та отримання цим підприємством листів або посилок. Це можуть бути як державні установи різного рівня, так і великі корпорації з величезними обсягами кореспонденції. Різні країни світу практикують цю схему.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У разі наявності автоматизованих систем розпізнавання індексу використовується спеціальний шаблон під назвою «кодовий штамп». У більшості випадків це трафарет або сітка для вказівки на ній числових даних. Така індексна сітка може бути вказана на конвертах або поштових картках. Все, що залишається відправнику - це правильно вписати потрібні цифри. У разі виникнення сумніву в правильності зазначених чисел і відсутності часу або можливості перевірити код, найкраще написати індекс міста або населеного пункту, куди відсилається поштове відправлення. У цьому випадку співробітники поштової служби за адресою зможуть легко вказати індекс того відділення зв'язку, куди пересилається лист або посилка.

Використання поштових індексів дозволяє автоматизувати процес аналізу поштових листівок по посилок, що в значній мірі призводить до зменшення часу доставки кореспонденції до кінцевого адресата.

Проте, розпізнавання символів може мати і некоректний результат. Неправильне розпізнавання поштових індексів призводить або до відправки кореспонденції на невірний адрес, або до необхідності повторного аналізу коду за допомогою співробітників. Дані помилки збільшують час доставки кореспонденції та фінансові витрати на опрацювання пошти.

Тому задача створення програмного додатку розпізнавання поштових індексів на конвертах є актуальною.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБКИ СИМВОЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Цифрові зображення їх характеристики та класифікація

Цифрове зображення - масив даних, отриманий шляхом дискретизації (аналого-цифрового перетворення) оригіналу.

Будучи закодованим за допомогою особливого алгоритму та збереженим на носій, цей масив даних стає файлом. У сучасному процесі поліграфічного виробництва всі ілюстраційні матеріали та елементи оформлення представляються у вигляді цифрових зображень різних типів. Цифрові зображення за способом дискретизації оригіналу поділяються на растрові, векторні і змішаного типу.

До растрових зображень відносяться двомірні масиви даних (матриці пікселів), кожен елемент яких представляє ділянку оригіналу з усередненими колірними показниками.

Растрові зображення отримують двома способами. По-перше – це сканування оригіналу - проводиться за допомогою особливого пристрою - сканера - в якому кожен оптичний елемент обчислюється на основі характеристик яскравості та кольору оригіналу. Ці характеристики перетворюються в двійковий код кольору та надсилаються в комірки двомірного масиву даних (матриці пікселів). Другий спосіб отримання растрового зображення - проектування оригіналу через систему лінз (об'єктивів). Цей спосіб аналого-цифрового перетворення характерний для цифрових фотоапаратів або відеокамер.

Основні характеристики растрового зображення - розмір і глибина кольору.

Розмір зображення записується в пікселях і показує кількість рядків та стовпців матриці, що використовуються для зберігання зображення. Розмір цифрового зображення можна довільно змінювати, змінюючи фізичний розмір

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

картинки при друці, при цьому розмір матриці пікселів залишатиметься незмінним.

Глибина кольору - це характеристика, що визначає якість відтворення кольору, кількість відтінків, які можуть відображати елементи матриці пікселів. Кожен елемент масиву даних (матриці) описує собою число в двійковій системі числення. Його розмірність визначається в бітах. Глибина кольору - це кількість біт на піксель зображення. Зображення з глибиною кольору 16 біт/піксель може відтворювати 65535 кольорів, а 24 біт/піксель дозволяють отримати вже 16777215 відтінків, що цілком достатньо для поліграфічного виробництва.

При аналого-цифровому перетворенні завжди відбувається втрата деякої кількості інформації, оскільки дискретизація завжди проводиться шляхом усереднення та узагальнення потоку вхідної аналогової інформації. А отже, основний недолік растрових цифрових зображень - неможливість їх масштабування без втрати якості. Основна сфера застосування растрових зображень - це фотографічні ілюстрації. Растрові зображення використовуються у всіх випадках, коли необхідно відтворити аналоговий оригінал, будь то фотографія, малюнок, складний елемент оформлення, який нерационально переводити в вектори.

Іншим видом цифрових зображень є векторні зображення. Найменшими елементами векторного зображення є вектор і крива Безьє. Вектор в комп'ютерній графіці - це відрізок, що з'єднує дві точки з заданими координатами. Основним елементом, що управляє кривою Безьє є вузол (node), також званий контрольною точкою (CP, control point) або контрольною вершиною (CV, control vertex). Ступінь кривизни лінії визначаються координатами вузла та двох керуючих точок.

Контур зображення в цифровому вигляді – це масив даних, що містить координати контрольних і керуючих точок, а також характеристики кривої в цілому - її товщину, колір, напрямок, а якщо крива замкнута - то і колір, а також тип заливки.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Примітиви - це прості геометричні форми, які в масиві даних кодуються цілком, без поділу на криві Безьє або вектори, умовним кодом тієї чи іншої геометричної фігури, а також кодами розміру фігури, її координатами, кодами типу та кольору заливки фігури, товщини та кольору контура, а також іншими характеристиками.

Інформація про текст, що становить частину зображення, як правило, буває представлена у вигляді ASCII кодів символів, що супроводжуються цифровою інформацією про візуальних характеристиках текстового блоку - гарнітури шрифту, накреслення, кольору контуру та заливки, способу заливки, методу вирівнювання тексту в блоці тощо.

Векторні зображення отримують двома способами - шляхом ручного трасування оригіналу або шляхом автоматичного трасування.

При ручному трасуванні художник або дизайнер фактично «з нуля» створює зображення, як би «обводячи» наявні контури, за допомогою графічного редактора задаючи вектора, криві Безьє та графічні примітиви.

Автоматичне трасування оригіналу проводиться за допомогою програмного забезпечення, яке за допомогою інтелектуальних алгоритмів розпізнає контури оригіналу, представленого у вигляді растрових зображень та на основі отриманої інформації відтворює лінії, заливки тощо. Таким чином, щоб в результаті утворилось векторне зображення, максимально подібне до оригіналу.

Основна перевага векторного зображення - це можливість масштабування без втрати якості. Іншою перевагою векторних зображень є порівняно невеликий розмір файлів для їх зберігання. Це значно спрощує передачу векторних зображень по електронних каналах зв'язку. Головний недолік векторних зображень - це те, що вони майже завжди відтворюють оригінал в спрощеному вигляді. Деякі деталі оригіналу буває неможливо відтворити в векторному зображенні.

Особливого поширення векторні зображення отримали в рекламній продукції завдяки можливості якісного поліграфічного відтворення чітких ліній, яскравих кольорів, рівних заливок і геометрично правильних контурів.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Цифрові зображення змішаного типу - це масиви даних, що містять інформацію як у вигляді матриці пікселів, так і у вигляді опису векторів, кривих Безьє, примітивів і текстових блоків. В основі вертикальної структури векторно-растрових зображень лежить поняття шару (layer). Шар - це область даних, що містить інформацію про окремий елемент вертикальної структури зображення. Векторно-растрові зображення отримують з вихідних векторних і растрових елементів шляхом зведення за допомогою графічних редакторів. Також умовно до зображень змішаного типу слід віднести результати роботи програм комп'ютерної верстки, в яких в якості основного векторного елемента виступають текстові блоки. Зображення змішаного типу поєднують в собі переваги і недоліки тих типів зображень, які присутні в них у вигляді елементів (шарів). Основною перевагою зображень змішаного типу є можливість вільного редагування кожного шару окремо, а основним недоліком - великий обсяг масиву даних і, відповідно, кінцевого файлу.

Окремою групою цифрових зображень є фрактальна та 3D-зображення.

На рисунку 1.1 наведено класифікацію сучасних цифрових зображень.



Рисунок 1.1 – Класифікація цифрових зображень

1.2 Кодування символно-цифрових даних на зображеннях

Для задання символно-цифрової інформації на цифрових зображеннях використовують ряд підходів, а саме:

- Графічний - заснований на використанні спеціальних малюнків або знаків. Прикладом графічного кодування є азбука Морзе, створена американським винахідником Самюелем Морзе в 1837 році для телеграфічного кодування повідомлень. В азбуці Морзе кожна буква або знак представлені комбінацією крапок і тире або послідовністю коротких і довгих сигналів. До сьогоденішнього часу в морській практиці використовуються сигнали азбуки Морзе, наприклад, сигнал лиха – SOS (...---...).

- Символьний - на основі символів (букв) того ж алфавіту, що й вихідний текст. Спосіб використовується, наприклад, в криптографії при створенні зашифрованих повідомлень. Одним з перших застосувань способу є кодування англійського алфавіту, запропоноване в 1580 році Френсісом Беконом. Шифр Бекона виконаний на основі двійкового 5-ти розрядного коду або двохсимвольного алфавіту, що складається з букв А і В. Для створення повідомлень на основі запропонованої Беконом системи потрібно однорядковий алфавіт, але при цьому довжина самого повідомлення зростає в 5 разів, оскільки кожна буква замінюється набором з 5 символів.

- Числовий - заснований на кодуванні символів за допомогою чисел. Широкого поширення спосіб отримав завдяки розвитку комп'ютерної техніки та мережі інтернет. У комп'ютері для кодування букв використовується два числа: 0 і 1. На відміну від шифру Бекона, де досить 5-розрядного представлення, в комп'ютерній техніці прийнято 8-розрядне або 8-бітове представлення символів. Послідовність з 8 біт утворює 1 байт, байт використовується для кодування одного символу. Число можливих комбінацій 0 і 1 в межах байта обчислюється за формулою $2^8 = 256$. Це означає, що за допомогою одного байта шляхом зміни послідовності записи нулів і одиниць можна закодувати 256 різних символів.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Числову систему кодування комп'ютерних символів слід розглядати як систему загального користування. При створенні такої системи кодування використовуються загальновідомі підходи та принципи.

Таким чином числовий спосіб реалізується для кодування комп'ютерного тексту. При кодуванні використовуються набір характеристик, серед яких:

- Гарнітура шрифту (Type family) - сукупність шрифтів, об'єднаних спільними стильовими ознаками. Гарнітура має умовну назву, наприклад, звичайна, літературна, плакатна тощо.

- Кегль шрифту - висота прямокутника, в який вписаний будь-який знак даного алфавіту; виражається в друкарських пунктах (1 пт = 1/72 дюйма). У комп'ютерному меню кегль позначений словом "Розмір".

- Нарис шрифту - насиченість та товщина штрихів, висота знаків і характер заповнення; відхилення від вертикального положення. У комп'ютерному меню виділяють наступні види накреслення: звичайний, курсив, напівжирний, напівжирний курсив.

- Видозміну шрифту - зміна форми окремих знаків шрифту, наприклад, виділення великих літер, підрядкових індексів, підкреслень тощо.

- Кернінг (kerning) - інтервал між окремими символами в слові, виражається в пунктах, розрізняють звичайний, ущільнений та розріджений інтервал.

- Зсув - зміщення символів у вертикальному напрямку, розрізняють зміщення вгору та вниз, одиницею виміру зсуву є пункт.

Характеристики шрифту, як правило, вибирається відповідно до поставлених задач, наприклад, для дітей молодшого віку необхідні чіткі, прості по малюнку шрифти 12-16 пт, для дорослого читача - шрифти 8-10 пт, в довідкових і газетних виданнях кегль шрифту може бути ще менше.

У 1971 році Міністерство зв'язку ввело в обіг поштові індекси. Іншими словами, кожному поштовому відділенню був привласнений свій унікальний шестизначний числовий індекс, а на конвертах з'явився спеціальний шаблон - так званий кодовий штамп (рисунок 1.2), що містить заготовки для шести цифр:

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

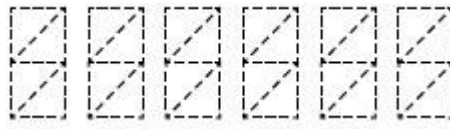


Рисунок 1.2 – Приклад заготовки для кодового штампу

Для отворення необхідного коду необхідно обвести синім або чорним кольором потрібні лінії, щоб утворилися цифри. Але обводити не як кому подобається, а відповідно до зразка (рисунок 1.3), який був на зворотному боці конверта:

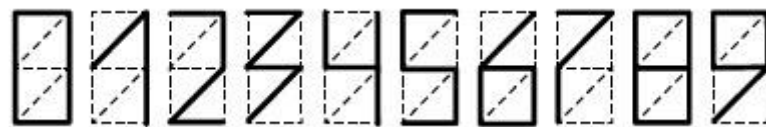


Рисунок 1.3 – Приклад заповнення цифр індексів на конвертах

При обробці кореспонденції конверти пропускалися через сортувальний автомат з оптичним датчиком, який і розпізнавав надпис та автоматично розподіляє конверти по напрямках. Сортувальний автомат може, хоча і з дуже малою ймовірністю, помилятися, причому не тільки чи навіть не стільки через несправність самої техніки, скільки через недбалість людини при заповненні кодового штампа (викривлені лінії, занадто блідий колір тощо). Якщо автомат помилиться при розпізнаванні будь-якої цифри, то це може привести до одного з двох результатів. Розпізнане пристроєм помилкове зображення не співпаде з жодною з можливих цифр. В такому випадку лист буде перенаправлено на ручне сортування, а затримка при проходженні кореспонденції виявиться не дуже великою.

Невірно розпізнане зображення співпаде з якоюсь з інших цифр. В даному випадку лист буде відправлений у інше поштове відділення. ЩО призведе до збільшення часу доставки листа.

Тому, при розробці системи індексів основним завданням було зведення до мінімуму ймовірності прийняти одну цифру за іншу.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Для виявлення можливих варіантів написання цифр поштових індексів розглянемо найбільш ймовірні варіанти написання цифр. Результати дослідження наведено на рисунку 1.4:

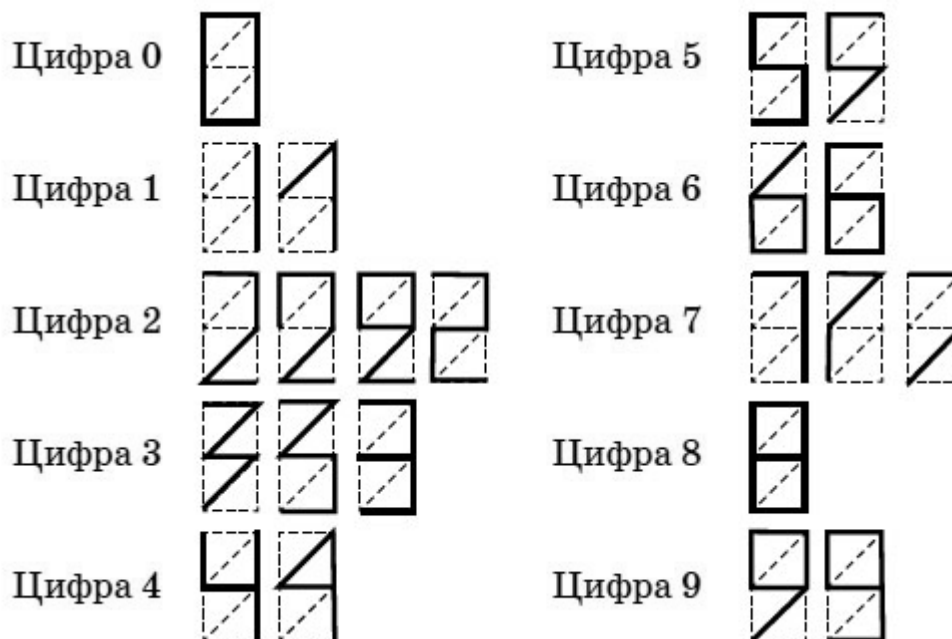


Рисунок 1.4 – Варіанти написання різних цифр на поштовому індексі

Виділимо поняття «відстань між кодуваннями», яке дорівнює кількості незбіжних відрізків при зображенні різних цифр. Наприклад, прийняте в даний час зображення цифр 2 та 5. Відстань між кодуваннями цих цифр дорівнює 5, так як у них є 5 незбіжних відрізків (тобто таких, що в одній з цифр відповідний відрізок проведений, а в іншій - немає). В іншому випадку відстань між кодуваннями цифр 0 і 8 одно лише 1, бо у них розбіжність має місце в єдиному відрізку - середньому горизонтальному.

Позначимо через p ймовірність прийняття автоматом проведеного відрізка за «непроведений» або навпаки. Тоді ймовірність правильного розпізнавання одного відрізка дорівнює $1-p$. Ймовірність же прийняти одну цифру за іншу дорівнює $p^k(1-p)^{9-k}$, де k - відстань між кодуваннями цифр, а 9 - загальна кількість відрізків. Тобто, що помилково розпізнати одну цифру відносно іншої, необхідно, щоб рівно k відрізків (якраз ті, в яких зображення розрізняються) були сприйняті з помилкою, а решта $9-k$ відрізків автомат прочитав вірно. Таким чином, пристрій приймає двійку за п'ятірку (або ж

п'ятірку за двійку) з ймовірністю $p^5(1-p)^4$. А вісімка та нуль мають шанси бути переплутаними з ймовірністю $p(1-p)^8$.

1.3 Аналіз програмних засобів розпізнавання символно-цифрових даних

За способом задання вхідних даних задачі розпізнавання рукописного тексту діляться на завдання розпізнавання двовимірних картинок (чорно-білих, сірих або навіть кольорових) і завдання розпізнавання траєкторій (параметризованих кривих на площині). Картинки виходять в результаті сканування реального тексту, написаного на чому завгодно, а траєкторії виходять в процесі "рукописання" будь-яким пристроєм, який передає на комп'ютер свої координати і/або швидкість. Справжні рукописи, тобто зв'язний текст, науковий, художній тощо, написаний від руки, розпізнавати програмно досить складно, через велику кількість варіацій написання текстів. Розпізнавати з достатнім ступенем надійності можна тільки дуже прості або дуже масові тексти, що мають обмежений словник або навіть алфавіт і заздалегідь відому додаткову структуру.

Оцифрована траєкторія істотно компактніша ніж оцифрована картинка, а корисної інформації містить набагато більше. Іншими словами, це розпізнавання того, що ще тільки буде написано. Вже існують системи, досить добре розпізнають простий текст, проте залишаються проблеми швидкості, а також розпізнавання текстів з нетривіальною структурою: з таблицями, формулами, картинками, переходами з однієї мови тощо.

Серед основних промислових завдання розпізнавання рукописного тексту слід виділити наступні:

Розпізнавання послідовностей цифр або слів. Це - не самостійне завдання, а частина майже будь-якого іншого завдання. Від розпізнавання воно відрізняється тим, що алфавіт в ній дуже обмежений (і до того ж загальний для

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більшості мов) і єдина додаткова інформація - це допустиме значення числа або кількість цифр в ньому.

Розпізнавання поштових адрес. Правильно написаний поштовий адрес складається з поштового індексу, власне адреси та імені отримувача. Порядок написання індексу, адреси та імені стандартизований, хоча в різних країнах стандарти різні. Найголовніше в адресі - поштовий індекс. Іноді одного тільки індексу досить для доставки листи. Індекс - це послідовність цифр (іноді не тільки цифр) зазвичай задовгі (іноді можливо кілька варіантів). Якщо індекс розпізнано надійно, можливі значення країни та міста, а також назва вулиці і номер будинку визначені однозначно, то доставка відбудеться швидко.

Розпізнавання банківських чеків. Людина, що належить сучасній європейсько-американській цивілізації, не тільки посилає паперові листи, але користується послугами банківських чеків, що, як правило, написані від руки. При обробці пред'явленого чека виникають задачі розпізнавання:

- скільки грошей потрібно видати;
- з якого рахунку в якому банку їх потрібно перевести.

Ці завдання – це розпізнавання друкованого цифрового або алфавітно-цифрового коду - вирішена досить добре.

Розпізнавання бюрократичних форм. Крім поштових адрес і банківських чеків є величезна кількість різноманітних форм, заповнених, як правило, від руки.

Індксація рукописних документів. Існують величезні бази даних, що складаються з масивів картинок - відсканованих образів паперових документів, переважно рукописних (а інакше їх можна було б повністю розпізнати і викинути) - і додаткової інформації, призначеної для пошуку потрібних документів (і частково дублює зміст документів).

Серед програм, що вирішують задачу розпізнавання цифрово-буквенної інформації слід відмітити наступні:

ABBYY FineReader - це професійне програмне забезпечення, за допомогою якого можна розпізнавати текст з графічного файлу та переводити

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

його в різні формати з можливістю редагування. Програма точно визначає текст і структурно його переводить в потрібний формат. Вона дозволяє не передруковувати текст в ручну, а це, в свою чергу, скорочує витрати на обробку. Дане ПЗ використовується в фірмах і організаціях, які постійно працюють з паперовою документацією. abbyu finereader конвертує файли з форматів pdf, tiff, jpeg в формати pdf, doc, xls, txt та інші. переваги: висока якість розпізнавання текстів, широкий вибір вхідних та вихідних форматів документів, простий і зрозумілий призначений для користувача інтерфейс. Недоліки: ця програма платна, немає відкритого доступу до вихідного коду програми.

Free online ocr service - це безкоштовний он-лайн сервіс для розпізнавання тексту з різних форматів. Його легко і просто використовувати будь-якому користувачеві, тому що немає необхідності завантажувати та встановлювати програму на комп'ютер. Даний продукт підтримує безліч мов для розпізнавання. Є можливість перевести текст в один з трьох форматів: Microsoft Word, Microsoft Excel і Text Plain. В основному, для швидкого розпізнавання тексту цих форматів досить. Плюси: простота у використанні, швидкий доступ з будь-якого пристрою з виходом в інтернет, безліч мов для розпізнавання. Мінуси: на відміну від завантажених програм для оптичного розпізнавання тексту, даний продукт не має таких широких функціональних можливостей.

CuneiForm - це програма, яка використовується для розпізнавання тексту документів і подальшого перекладу в редагований вигляд. Даний продукт безкоштовний і доступний будь-якому користувачеві. В результаті роботи програми можна отримати файл в потрібному форматі з відредагованим текстом. Даний програмний продукт не підтримує одні з основних форматів файлів, такі як Microsoft Word (розширення .doc) та Acrobat Reader DC (розширення .pdf). Отже, даний продукт буде програвати за можливостями використання тому ж abbyu finereader. ocr cuneiform є низькоякісним програмним продуктом для розпізнавання оптичного тексту. Основну частину слів переводить в незрозумілий набір символів або взагалі не розпізнає. В середньому, кількість розпізнаних слів становить 12,8, що свідчить про дуже

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

низьку якість. Плюси: дана програма безкоштовна, є доступ до вихідного коду програми. Мінуси: низька якість розпізнавання.

Для порівняння функціональних можливостей програмного забезпечення було проведено ряд тестів для 10 різнотипних документів, які містять цифрово-буквенну інформацію. Результати проведених тестів наведено на рисунку 1.5:



Рисунок 1.5 - Співвідношення слів без помилок до загальної кількості слів для різних програм по розпізнаванню тексту

Виходячи з результатів аналізу, можна зробити висновок, що програма Abbyu Finereader є найкращим продуктом для оптичного розпізнавання графічних файлів, що містять текстову інформацію. Дана програма має широкий спектр можливостей та функціональних переваг. Сервіс free online ocr service також непоганий для швидкого розпізнавання тексту на картинці, проте не підходить для автоматизації бізнес-процесу через наявність в нього мінімального програмного функціоналу. Програмне забезпечення OCR CuneiForm виявилось низькоякісним продуктом і не рекомендується для задач розпізнавання де якість та точність розпізнавання відіграють високу роль. На основі проведеного аналізу було виділено основні структурні блоки програмного додатку розпізнавання поштових індексів.

1.4 Висновки та постановка задачі

В даному розділі проаналізовано задачі, що ставляться перед розробниками програмних засобів розпізнавання текстової інформації на рукованих носіях даних. Проведено дослідження та класифікацію існуючих типів цифрових зображень, а також виділено їх основні характеристики. Проаналізовано способикодування інформації на поштових конвертах та виділено основні характерні ознаки друкованих символів. Розглянуто сучасні програмні системи для розпізнавання цифрових документів з друкованою інформацією, виділено їх основні переваги та недоліки.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- 1) Провести аналіз та класифікацію сучасних типів цифрових зображень.
- 2) Провести дослідження технологій кодування цифрової інформації на поштових конвертах.
- 3) Проаналізувати існуючі програмні засоби розпізнавання та обробки текстової інформації на друкованих носіях даних.
- 4) Проаналізувати існуючі алгоритми розпізнавання текстової інформації.
- 5) Спроекувати структуру програмного засобу розпізнавання індексу на поштових конвертах.
- 6) Реалізувати програмний додаток розпізнавання поштового індексу, провести його тестування й порівняти з програмами аналогами.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЦИФРОВИХ СИМВОЛІВ НА ЗОБРАЖЕННЯХ

2.1 Алгоритми кодування інформації на основі контурних функції

Розпізнавання зорових образів широко використовується в автоматичних системах діагностики, безпеки, управління і багатьох інших. Однією з центральних проблем розпізнавання зорових образів є ідентифікація об'єкта на зображенні. Проблема ідентифікації може ставитися як завдання точної ідентифікації об'єкта, наприклад, в дактилоскопії, або в вигляді завдання класифікації, тобто віднесення об'єкта до одного з відомих системі класів.

Зазвичай в алгоритмах ідентифікації використовуються не самі зображення, а ознаки об'єктів. Залежно від постановки завдання та типу зображень (наприклад, кольорове або монохромне) застосовують різні набори ознак. При пошуку та ідентифікації об'єктів найбільш інформативними ознаками є ознаки форми. До таких ознак належать співвідношення характерних розмірів і характеристики контурів як самого об'єкта, так і його елементів.

Для вирішення багатьох завдань розпізнавання виявляється досить виділити та описати контури об'єктів і їх елементів. Одним з найбільш потужних засобів опису контурів, як кривих довільної форми, є сплайни і, зокрема, криві Безьє. Однак в описі контуру може міститися довільне число кривих, що ускладнює використання таких описів в задачах розпізнавання, наприклад, за допомогою нейронних мереж.

До алгоритму кодування висуваються дві основні вимоги. Перше - збереження інваріантності одержуваного коду до афінних перетворень об'єкта. Проблема обумовлена тим, що хоча опис у вигляді кривих і не змінює відносні показники контуру при масштабуванні та поворотах об'єкта в площині зображення, але масштаб контуру, представленого описом, заздалегідь не відомий.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Друга вимога - однаковість уявлення контурів об'єктів одного класу (або конкретного об'єкта, при точній ідентифікації). Дана проблема викликана неточностями у виборі типів кривих і неточністю алгоритмів при апроксимації контурів.

Якщо не накладати певні обмеження на криві, що використовуються при описі контурів, то знадобиться код нескінченної довжини для точного опису довільного контуру. Під кодом нескінченної довжини в даному випадку мається на увазі, що при виборі будь-якого фіксованої кількості параметрів опису контуру завжди можна або побудувати контур, вимагає більшої кількості кривих з постійним числом параметрів, або описати той ж контур кривими з великим числом параметрів (керуючих точок).

В задачах розпізнавання зорових образів вимога однакового уявлення може бути виконано, якщо на криві, що використовуються в описі контуру, накладені такі обмеження:

1) при кодуванні будь-яких об'єктів використовуються криві з фіксованим числом керуючих точок;

2) загальна довжина контуру, або найбільший розмір об'єкта, обмеженого контуром, повинен бути більше деякої заданої величини, вимірюваної в одиницях дискретизації зображення.

Наприклад, розмір об'єкта повинен бути не менше 20 пікселів.

Відстані між опорними точками в кривих (в найпростішому випадку відстань між якірними точками) більше деякої величини δ , яка задається або як частка від загальної довжини контуру, або як відсоток від найбільшого розміру об'єкта. Наприклад, відстань між якірними точками в кривих має бути не менше 0,05 від максимальної величини об'єкта. Очевидно, що для реальних завдань яку не може бути менше кроку растра на зображенні.

Останні два обмеження покликані забезпечити стійкість опису контурів до шумів на зображенні та неточностей самого алгоритму апроксимації. Ці обмеження істотно залежать від розв'язуваної задачі та якості вихідних зображень.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

При дослідженні контурів і формування за кодом інформативних ознак розглядається ієрархічна система ознак. Первинні ознаки відображають геометричні властивості ліній: пряма-крива, опукла-увігнута, плавна-злам тощо.

Вторинні ознаки виходять в результаті аналізу первинних. Прикладами вторинних ознак є: ранг, що характеризує складність контуру та рівний числу фрагментів в ньому; ступінь прямолінійності, яка визначає зміст в лінії контуру прямолінійних фрагментів; ступінь угнутості; ступінь порізаності; характер кривизни тощо.

Третій тип ознак відображають відносини між конфігурацією оброблюваного об'єкта та іншою фігурою. Прикладами таких ознак будуть площа, компактність, подовжена. В якості ознак більш високого рівня вводяться транспозиційні ознаки, що характеризують взаємне положення фігур і міру їх подібності.

Розглянуті ознаки інваріантні відносно перетворень перенесення і повороту.

Вважається, що основний показник складності - кількість фрагментів в контурі. Менш важливими, але достатніми характеристиками складності є коефіцієнт форми та число кутів. Точки нульової кривизни, знайдена по скелету фігури, - це інформативні ознаки, які визначаються по контуру фігури. В якості системи таких ознак приймається сукупність відносин довжин і кутів нахилу прямолінійних відрізків контуру.

Лінії контуру зазвичай кодуються при обході його за годинниковою стрілкою. Елементарний вектор (ЕВ) - вектор, що з'єднує центри або вузли сусідніх контурних осередків сітківки, проведений в напрямку обходу. Номер цього ЕВ, відраховується від точки виявлення контуру. Елементарний напрямок (ЕН) - аргумент ЕВ. Клітка заповнюється, якщо площа зображення в ній не менше 50% площі.

Розглянемо приклади способів кодування контурів.

- Кодування за трьома ознаками: довжина поточного ЕВ, напрямку повороту при переході до наступного ЕВ і кут між сусідніми ЕВ.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кодування поточного ЕВ трьохрозрядним двійковим кодом (числа від 0 до 7). Даний код був запропонований Фріменом і отримав широке поширення в задачах обробки зображень.

- Р - уявлення контуру базується на проведенні в області зображень ряду рівновіддалених перетинів паралельно до координатної осі та визначенні координат точок перетину з контуром. Контур в кожному перетині задається вектором, двома обов'язковими компонентами якого є екстремальні значення координат його точок. Дане кодування використовується при виведенні зображення для визначення факту перетину зображень, обчислення деяких геометричних характеристик. У той же час Р - уявлення ускладнює оцінку зв'язності сусідніх контурних точок.

- Кодування поточного ЕВ двома його проекціями на осі координат - двомірний код. Це кодування, як і кодування на основі коду Фрімена, прийнято в якості базового для подальшого розгляду.

- Полігональне представлення контуру отримується при апроксимації контуру лінійними сегментами. Кодування контурів полягає в фіксації координат кінців цих сегментів. Даний спосіб набув широкого поширення завдяки компактності одержуваних описів. При цьому виникає проблема сегментації, подібна з проблемою дискретизації сигналів, і для реальних контурів вона зазвичай пов'язана з втратою інформації.

- Завдання точок контуру радіус-векторами, випущеними з центру ваги фігури. Дане кодування інваріантне до групи лінійних перетворень зображення. Даний спосіб кодування за допомогою додаткової статистичної обробки дозволяє сформувати достатню статистику для прийняття рішення про клас зображення по його формі.

- Подання лінії контуру у вигляді функції комплексної змінної. Контур, як безперервна замкнута крива в комплексній площині, задається її координатою, що залежить від поточної довжини l . Завдання контуру у вигляді залежності кута дотичній від функції поточної довжини l інваріантної до переносу, але залежить від повороту та зміни масштабу.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Завдання EV контуру в площині квадратної сітківки за допомогою комплексних чисел. Комплекснозначних код контуру – це, узагальнення ланцюгового коду Фрімена на площині комплексних змінних з квадратною сіткою. Замість номерів, що кодують поточні EV контуру, кожному EV ставиться у відповідність координата його кінцевої точки в системі відліку, суміщеної з початком вектора.

Таким чином зберігання інформації про об'єкт у вигляді кодованої контурної функції значно зменшує необхідну кількість пам'яті для зберігання даних. Дозволяє обробляти об'єкти не звертаючи увагу на афінні претворення. Та проводити аналіз даних більш простими алгоритмами.

2.2 Алгоритми розпізнавання цифрових послідовностей на зображеннях

В даний час виділяють три базові принципи технологій розпізнавання тексту, зокрема це:

Принцип цілісності, згідно з яким текст розглядається як ціле, що складається з зв'язкових частин. Зв'язок частин виражається в просторових відносинах між ними, а самі частини отримують тлумачення тільки в складі передбачуваного цілого. Перевага системи даного типу виражається в здатності точніше класифікувати даний об'єкт, виключаючи з розгляду відразу множини гіпотез, що не збігаються хоча б з одним положенням принципу.

Принцип цілеспрямованості: будь-яка інтерпретація даних переслідує певну мету. Отже, розпізнавання має являти собою процес висунення гіпотез про цілий об'єкт і цілеспрямовано їх перевіряти.

Принцип адаптивності передбачає здатність системи до навчання. Отримана при розпізнаванні інформація упорядковується, зберігається і використовується згодом при вирішенні аналогічних завдань.

Використання даних принципів, є невід'ємною частиною при розробці програми розпізнавання текстів.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розпізнаванні символних об'єктів на поштових конвертах можна використовувати різні групи алгоритмів. Серед основних методів аналізу текстової інформації слід виділити методи порівняння.

Сучасні методи порівняння зображення діляться на дві категорії:

- порівняння з еталоном;
- порівняння за критеріями.

Порівняння за критеріями найбільш трудомістким, тому що розробити алгоритмічне завдання по визначенню характерних рис символу складно, та й ефективність подібного алгоритму буде невеликою. Пов'язано це зі схожістю символів, а якщо розпізнавати текст з файлів з низьким рівнем розширення під час сканування, то витрат на відточування подібного алгоритму буде в рази більше. Також при розпізнаванні зображень даним підходом можна використовувати інформацію про крайні точки та точки вигинів на наявність чорної області. Недоліки розпізнавання за допомогою даних алгоритмів - це невідповідності зображень (а також наявності шуму, сторонніх об'єктів тощо), тому дані алгоритми малоефективні. Проте вони на відмінно справляються з вузьким колом завдань.

Порівняння з еталоном - завдання більш просте, проте більш ефективне. Тут все максимально просто - створити еталонне зображення та порівняти їх. Методів порівняння досить багато - попиксельне, накладення, накладення зі зміщенням та інші. Одним з найпростіших та найпростіших алгоритмів порівняння є алгоритм порівняння за шаблоном. Суть даного алгоритму полягає в почерговому порівнянні двох відповідних пікселів двох чорно-білих зображень. Оскільки два пікселя повинні бути відповідними, то картинка повинні бути однакові за розміром.

Порівняння дуже довгий алгоритм, тому виникає необхідність в оптимізації алгоритмів. Наприклад, на порівняння двох картинок скажімо 100x100 пікселів необхідно 10 000 операцій порівняння. При порівнянні невеликих груп пікселів, наприклад квадрати 8x8 пікселів, розрізнити в них букву досить складно навіть людині, тому, чим більше пікселів використовується, тим більша ймовірність правильності розпізнавання і тим

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більший часу вимагає алгоритм. Експериментальним шляхом було доведено, що оптимальний розмір - 16x16 пікселів.

Іншим підходом до розпізнавання текстової інформації є метод нейронних мереж, оскільки його технології можна використовувати в обох випадках.

Більшість самонавчаючихся алгоритмів, за своєю реалізацією, можна розділити на три класи:

- 1) алгоритми, що самонавчаються з використанням корекції неправильно розпізнаних символів та з занесенням результатів в базу даних;
- 2) алгоритми, що самонавчаються з використанням клітинних автоматів;
- 3) алгоритми, що самонавчаються з використанням нейронних мереж.

Для простоти аналізують тільки чорно-білі зображення. Нехай малюнок складається всього з двох пікселів. Тоді множина всіх об'єктів, яку можна буде зобразити (універсальна множина), складається з чотирьох об'єктів: (0,0), (0,1), (1,0), (1,1), де 1 - чорний піксель, 0 – білий (рисунок 2.1).

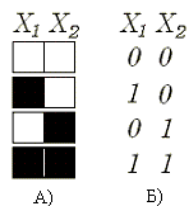


Рисунок 2.1 – Приклад заповнення універсальної матриці

Всі об'єкти універсальної множини можна розмістити в вершинах одиничного квадрата, таким чином, множину фігур, зображених на двухпіксельному полі, можна порівнювати з множиною точок в двовимірному просторі. Ребру цього квадрата буде відповідати перехід від одного зображення до іншого. Для переходу від (1,1) до (0,0) потрібно буде пройти два ребра, для переходу від (0,1) до (0,0) - одне. Відзначимо, що число ребер в нашому переході - це кількість незбіжних пікселів двох зображень. Отож, відстань від одного малюнка до іншого дорівнює числу незбіжних пікселів в них.

У випадку, якщо малюнок складається з трьох пікселів. Коди зображень тоді будуть складатися з трьох значень, універсальна множина - з восьми елементів, які розмістяться в вершинах одиничного куба. Але принципово нічого не зміниться, і відстань обчислюється так само. Відповідно при збільшені кількості точок на зображенні універсальна множина також буде автоматично збільшуватись, при цьому уявляти відповідні n -мірні куби нелегко, але сенс від цього не змінюється абсолютно. Основна ідея полягає в тому, що в цьому багатовимірному кубі зображення, відповідні якогось певного образу, лежать недалеко один від одного. Ця ідея отримала назву "Гіпотеза про компактності образів" (рисунок 2.2).

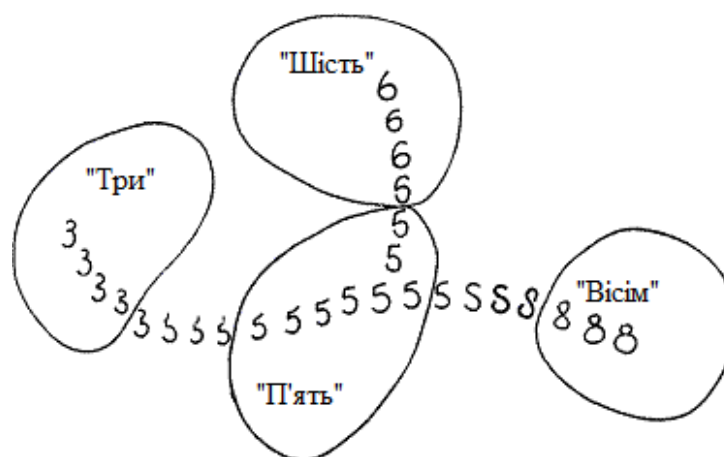


Рисунок 2.2 – Приклад подібності образів на зображенні

Отже, в кінцевому результаті потрібно універсальну множину розбити на "частини", компактні множини, кожній з яких відповідає деякий образ.

Реалізація даного підходу достатньо проста. Програмі в процесі навчання повідомляються зображення (точки багатовимірному куба) і вказівки, до якого образу кожне зображення відноситься. При розпізнаванні програма просто дивиться, в яку з відомих компактних областей потрапило вхідне зображення. Швидше за все, всі зазначені машині зображення ляжуть більш-менш компактно, тому універсальну множину можна буде розділити.

2.3 Моделювання програмного засобу розпізнавання цифрової інформації

У процесі розробки програмного додатку для виділення ключових елементів та функціональних можливостей майбутньої програми було проведено моделювання з використанням апарату UML-діаграм. Оскільки, UML - це мова для візуалізації, специфікації, конструювання та документування артефактів програмних систем. Мова складається зі словника та правил. Моделювання необхідно для розуміння системи. При цьому єдиною моделі ніколи не буває достатньо. Навпаки, для розуміння будь-якої нетривіальної системи доводиться розробляти велику кількість взаємопов'язаних моделей. У застосуванні до програмних систем це означає, що необхідна мова, за допомогою якого можна з різних точок зору описати уявлення архітектури системи протягом циклу її розробки. Написання моделей на UML переслідує одну просту мету - полегшення процесу передачі інформації про систему: явна модель полегшує спілкування.

Деякі особливості системи найкраще моделювати у вигляді тексту, інші - графічно. Насправді у всіх цікавих системах існують структури, які неможливо уявити за допомогою одного лише мови програмування. UML - графічна мова, що дозволяє вирішити другу з означених проблем. UML - це не просто набір графічних символів. За кожним з них стоїть добре певна семантика. Це означає, що модель, написана одним розробником, може бути однозначно інтерпретована іншим - або навіть інструментальною програмою.

В даному контексті це гарантує побудову точних, недвозначних і повних моделей. UML дозволяє специфікувати всі істотні рішення, що стосуються аналізу, проектування і реалізації, які повинні прийматися в процесі розробки і розгортання системи програмного забезпечення.

Крім прямого відображення в мови програмування UML в силу своєї виразності і однозначності дозволяє безпосередньо виконувати моделі, імітувати поведінку систем і контролювати діючі системи.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

В результаті проведення моделювання було розроблено діаграму прицидентів (рисунок 2.3) та діаграму послідовностей (рисунок 2.4).

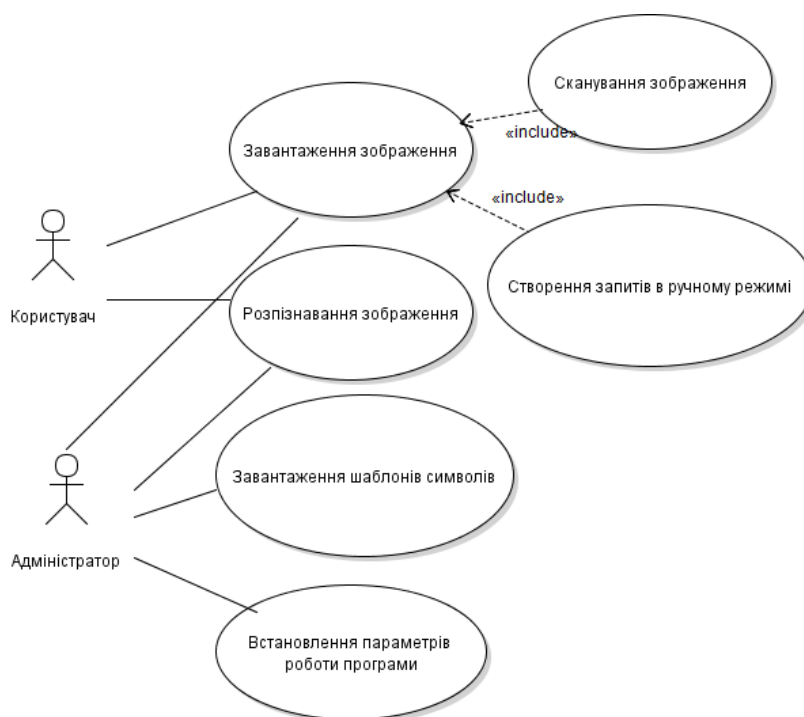


Рисунок 2.3 – Діаграма прецедентів програми для розпізнавання індексів на поштових конвертах

На представленій діаграмі виділено два типи користувачів, що взаємодітимуть з програмним додатком, а саме “Користувач” та “Адміністратор”.

В функціональні можливості групи “Користувач” входять прості задачі по взаємодії з програмою. Основні функції, які можуть активувати учасники даної групи це: завантаження цифрового зображення та активація процесу розпізнавання текстової інформації на вхідному зображенні. Дана група користувачів програмним продуктом мають обмежені можливості для налаштування параметрів роботи програми. Дані обмеження були накладені у зв'язку зі зменшенням можливості пошкодження програмного додатку при використанні недосвідченими користувачами.

В групу користувачів “Адміністратор” включені виконавці з досвідом роботи та знанням принципів функціонування та внутрішньою структурою програмного додатку. Серед їх основних завдань: підтримка функціонування

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ				

програмного додатку на високому рівні, встановлення та оновлення нових шаблонів та шрифтів в базу програми, проводити перевірку правильності функціонування ПЗ, проводити навчання нових користувачів з програмним додатком.

При роботі з програмним продуктом важливим є етап взаємодії користувачів з програмою через розроблений інтерфейс. При цьому користувач повинен зробити мінімальну кількість звернень до програми. На рисунку 2.4 наведено діаграму послідовності взаємодії "Користувача" з програмою.

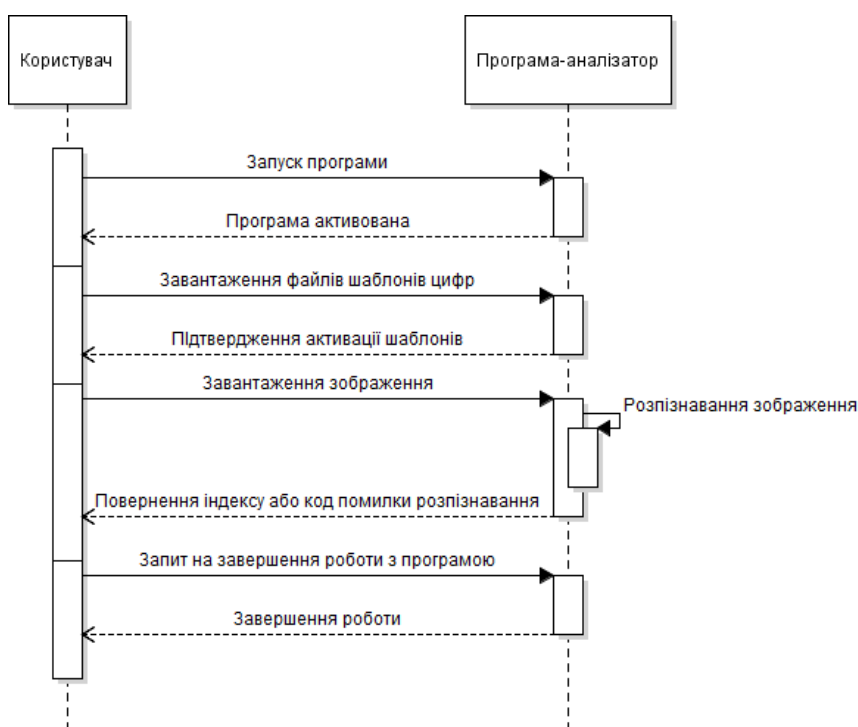


Рисунок 2.4 – Діаграма послідовності програми для розпізнавання індексів на поштових конвертах

Дана послідовність простих кроків надає "Користувачеві" можливість у досить короткий час отримати необхідну інформацію, а саме поштовий індекс з відповідної цифрової копії листа. При реалізації програми передбачено використання графічних інтерфейсів, що додатково прискорить процес взаємодії користувача з програмою.

3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОШТОВИХ ІНДЕКСІВ НА КОНВЕРТАХ

3.1 Опис структури програмного додатку

Для написання програмного засобу розпізнавання друкованих символів на поштових конвертах було використано середовище розробки прикладних програмних додатків Delphi 7. Даний програмний продукт поєднує велику кількість розроблених стандартних класів та бібліотек для роботи з графічними файлами. Дотого ж, в даному програмному середовищі є можливість роботи з GDI інтерфейсом. GDI розшифровується як Graphics Device Interface, і являє собою інтерфейс, який Windows використовує для малювання 2D графіки. Даний спосіб відображення графіки дозволяє опрацьовувати прості зображення та створювати прості графічні зображення. GDI, зазвичай, не використовують для створення складних та багат шарових графічних ефектів, для цього є DirectX, OpenGL, або будь-які графічні бібліотеки (такі як: DelphiX, FastLib, DIBUltra, Graphics32). З GDI тісно пов'язана ще одна аббревіатура - DC ("Device Context" - контекст пристрою). Це те, на чому програма виводить графічну інформацію, і в Delphi контекст пристрою представлений як TCanvas. Ідея контексту пристрою полягає в тому, що це універсальний пристрій виведення, тому можна використовувати однакові функції як для екрану, так і для принтера.

Всі графічні функції в Delphi є надбудовами над стандартними GDI функціями Windows. Типи функцій GDI:

- функції які отримують, створюють, звільняють або знищують контекст пристрою (BeginPaint, GetDC, CreateDC);
- функції які отримують інформацію про пристрій (GetTextMetrics);
- функції малювання (TextOut);
- функції які встановлюють/отримують атрибути контексту пристрою (SetTextColor використовується для того щоб встановити певний колір тексту виведеного з допомогою TextOut);

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- функції які працюють з об'єктами GDI (CreatePen).

У GDI існують п'ять типів контексту пристрою - пов'язаний з дисплеєм (Display DC), принтером (Printer DC), контекст віртуального пристрою в пам'яті (Memory DC), контекст метафайлу (Metafile DC) і спеціальний вид контексту - інформаційний (Information DC).

Перші чотири типи контексту пристрою - display, printer, memory і metafile надають уніфікований інтерфейс для виводу графічної інформації на різнотипні пристрої, звільняючи додаток (і його розробника) від необхідності піклується про те, куди саме виробляється вивід графіки. Інформаційний контекст для виведення графіки не використовується, він служить виключно для отримання інформації про параметри. А відрізняються вони тим, що Display DC служить для виведення на екран, Printer DC для друку на принтер або графічний пристрій, Memory DC служить для створення растрових зображень в пам'яті з можливістю швидкого їх копіювання в інші типи контекстів (і назад), Metafile DC потрібен для виведення графіки в метафайл. Метафайл - це сховище послідовності команд GDI, кожна з яких описує одну графічну функцію. На відміну від растрових файлів, що зберігають графічну інформацію безпосередньо у вигляді масиву пікселів, метафайл її зберігає у вигляді послідовності команд, яка створює результуючий малюнок.

Дані функціональні можливості програмного середовища в повній мірі дозволяють реалізувати розроблену структуру програмного додатку та забезпечити виконання всіх задач, які поставлені перед автором.

Для створення програмного додатку було використано модульну архітектуру програмного додатку. Переваги даного типу архітектурного рішення полягає в можливості простої реалізації, можливостях більш детального тестування окремих функціональних блоків програмної розробки. А також, одна з головних переваг, це можливість нарощування програми, як в горизонтальному напрямку (додавання реалізації нових алгоритмів для окремих типів задач) так і в вертикальному, дозволяючи розробникам в подальшому додавати в програму нові функції. Приклад структури програмного додатку наведено на рисунку 3.1.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

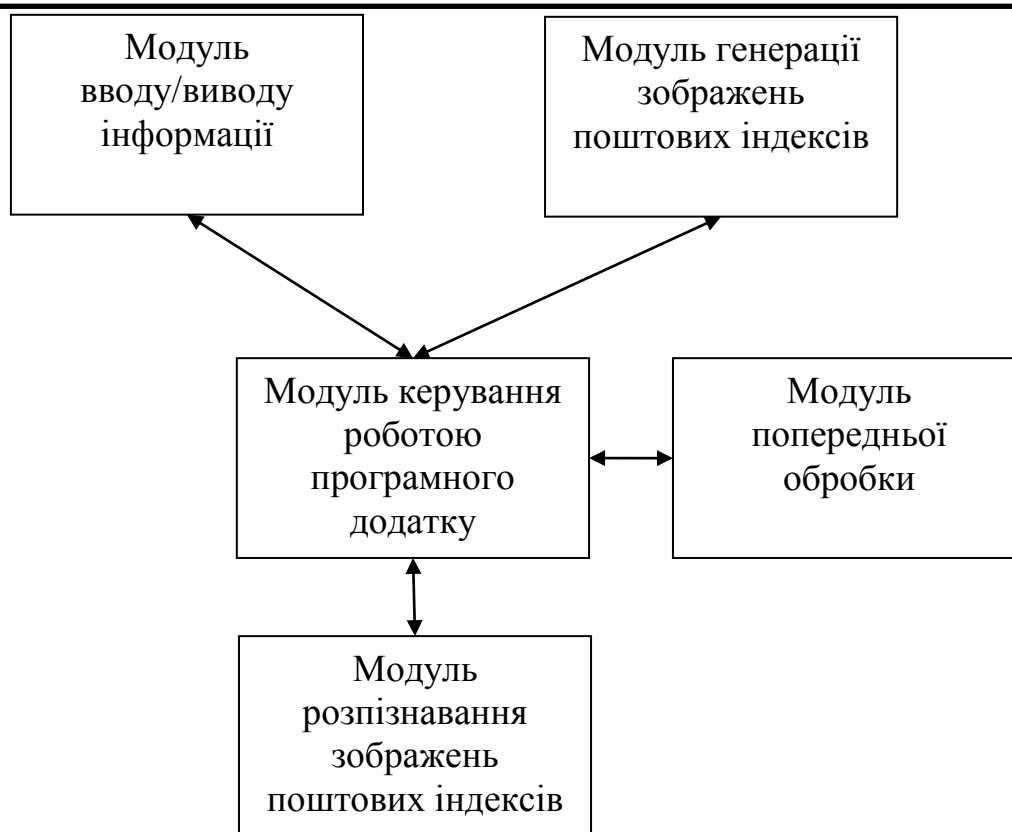


Рисунок 3.1 – Структура програмного додатку розпізнавання індексів на поштових конвертах

Структура програмного додатку містить ряд основних функціональних модулів, а саме:

“Модуль вводу/виводу інформації ” – складова частина архітектури програмного додатку, що містить функції для отримання нових вхідних зображень та збереження зображень, що містять поштові індекси на носії інформації. Функції даного модуля дозволяють опрацьовувати графічні файли з найбільш поширеними типами кодування, а саме *.bmp та *.jpg. Опрацювання зображень інших типів можливе після попередньої обробки по зміні типу кодування в за допомогою зовнішнього програмного забезпечення. Результатом роботи даного модуля є завантажене зображення з подальшим його відображенням у відповідній області головного вікна програмного додатку, при використанні функцій отримання зображення. Іншим результатом роботи даного модуля є збереження згенерованого, за заданими параметрами, поштового індексу у вигляді графічного файла з розширенням *.bmp. Місце

зберігання згенерованого файлу користувач обирає у відповідному діалоговому вікні.

“Модуль генерації зображень поштових індексів” – один з допоміжних блоків програмного додатку, що призначений для генерації поштових індексів згідно параметрів, які задає користувач. Функції даного модуля носять допоміжний характер та призначені в більшості випадків для створення заготовок зображень з прикладами поштових індексів створених за деякими шаблонами. Зображення даного типу призначенні для демонстрації роботоздатності програмного додатку або для навчання роботи з програмою нових користувачів. Результатом роботи модуля є цифрове зображення поштового індексу, яке за допомогою функції роботи з файлами можна зберегти на носії інформації.

“Модуль попередньої обробки” – допоміжний модуль програмного додатку призначений для запуску функцій підготовки та попередньої обробки при отриманні вхідного файлу. Серед основних завдань даного блоку функцій виконання підготовчих маніпуляцій перед етапом розпізнавання символів на зображенні. Наприклад, сегментація вхідного зображення на елементарні блоки, що містять корисну інформацію (частини зображень на яких розташовані цифри). Складністю роботи даного етапу є те, що зображення цифр можуть розташовуватись не в чітко горизонтальному положенні, а наприклад знаходиться на різній висоті відносно нижнього краю вхідного зображення. Результатом роботи даного модуля є розбите на окремі прямокутні області вхідне зображення, що містять корисну інформацію.

“Модуль розпізнавання зображень поштових індексів” – один з основних модулів програмного додатку, в якому реалізовані функції розпізнавання цифрових кодів з вхідного цифрового зображення на основі порівняння з шаблоном. Результатом роботи даного модуля є розпізнаний поштовий індекс, який надається користувачеві для візуального співставлення з вхідним зображенням.

“Модуль керування роботою програмного додатку”- програмний блок, що відповідає з організацію взаємодії між окремими модулями системи. В

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

основному функції даного блоку призначенні для перевірки коректності переданої інформації між отриманими функціями, перевірка можливості завантаження/зберігання робочих файлів тощо. Результатом правильної роботи даного модуля є коректна робота цілого програмного додатку.

Для спрощення роботи з програмним додатком спроектовано та реалізовано графічний інтерфейс користувача (рисунок 3.2).

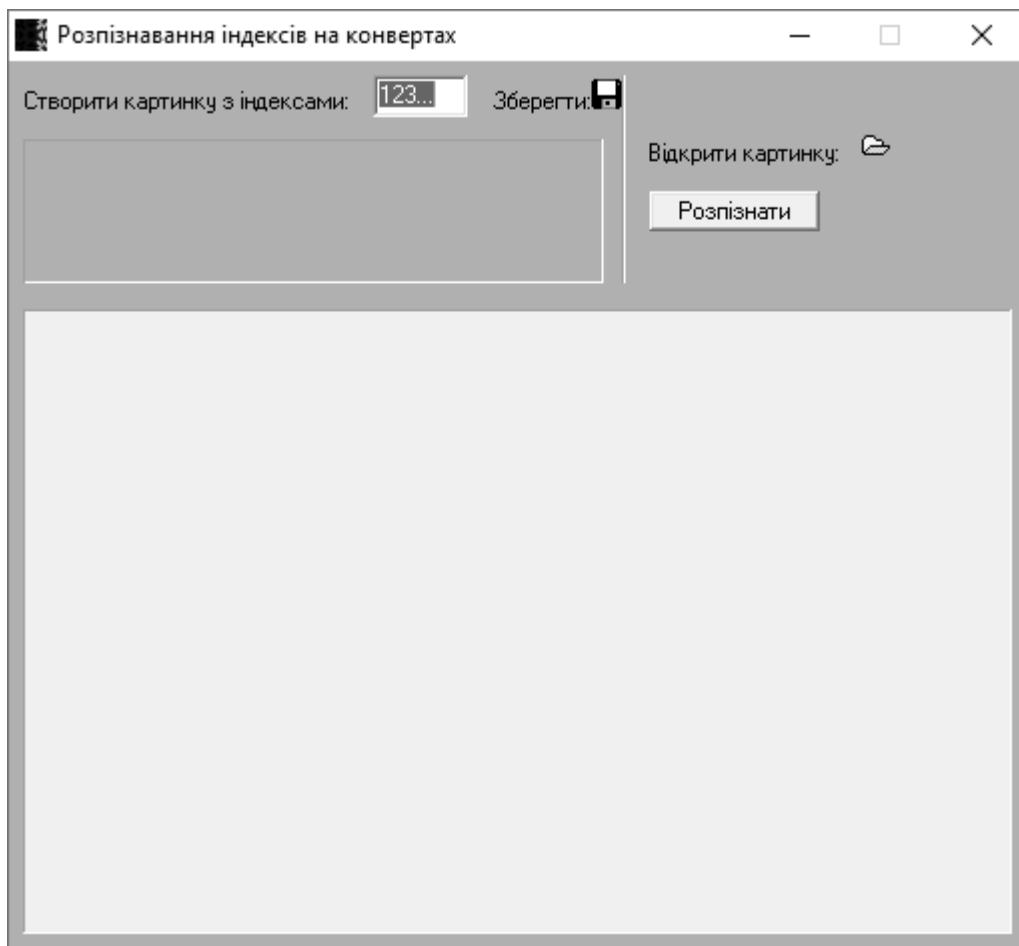


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд програмного додатку розпізнавання поштових індексів на конвертах

Головне вікно програмного додатку містить декілька окремих візуальних областей, що забезпечують зрозумілість та простоту роботи з програмою. Серед основних елементів відмітимо основне великий полотно для відображення вхідного зображення, а також на ньому демонструється результат розбиття вхідного зображення на окремі інформативні блоки. Також в верхній частині розміщені активні елементи для генерації зображен з поштовими кодами.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Іншим елементом головного вікна є керуючий елемент для активації функції розпізнання. Розроблений графічний інтерфейс є простим та інтуїтивно зрозумілим як для досвідчених користувачів так і для новачків.

3.2 Реалізація алгоритмів обробки поштових індексів

Алгоритми попередньої обробки. Одним з головних завдань, що ставляться перед алгоритмами попередньої обробки є визначення наявності або відсутності на вхідному зображенні шуканого індексу. Даний процес реалізується шляхом покрокового трасування вхідного зображення з метою виділення областей, що містять чорний колір. Приклад програми коду, що реалізує даний алгоритм наведено нижче:

```
with Image2.Picture do
for i := 2 to Bitmap.Width - 3 do
begin
if (not Parcel1(i - 2)) and (not Parcel1(i-1)) and Parcel1(i) and Parcel1(i+1) then q1 := i;
if Parcel1(i - 1) and Parcel1(i) and (not Parcel1(i + 1)) and (not Parcel1(i + 2))
then
for j := 2 to Bitmap.Height - 3 do
begin
if (not Parce2(j - 2,q1,i)) and (not Parce2(j - 1,q1,i)) and Parce2(j,q1,i) and Parce2(j +
1,q1,i) then q2 := j;
if Parce2(j - 1,q1,i) and Parce2(j,q1,i) and (not Parce2(j + 1,q1,i)) and (not Parce2(j +
2,q1,i))
then
str1 := str1 + Parce3(q1,q2,i,j);
end;
end;
```

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

В результаті виконання даної частини програмного коду на вхідному зображенні будуть виділені прямокутні області, що містять цифри. Приклад виділення такої області наведено на рисунку 3.3.

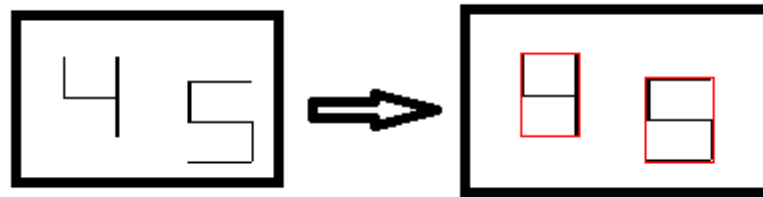


Рисунок 3.3 – Приклад виділення прямокутних областей з розміщеними в них цифрами індекса

Отже, для знаходження поштового індекса необхідно також перекодувати вхідне зображення в чорно-білий формат і шукаються всі об'єкти через порівняння з крайніми пікселями можливого символу. Навколо кожного знайденого символу будується рамка червоного кольору, саме по цій рамці відбувається зміна розміру зображення (функція `StretchBlt`) і його копіювання для порівняння.

Функції розпізнавання цифр на зображенні. В цілому проблема розпізнавання образів складається з двох частин: навчання та розпізнавання. Навчання здійснюється шляхом показу окремих об'єктів із зазначенням їх тотожності того чи іншого класу. В результаті навчання система повинна навчитись реагувати однаковими реакціями на всі об'єкти одного образу та відмінними - на всі об'єкти різних образів. Дуже важливо, що процес навчання повинен закінчуватись тільки шляхом показів кінцевого числа об'єктів без будь-яких інших підказок. Важливо, що в процесі навчання вказуються тільки самі об'єкти та їх приналежність класу. Після процесу навчання настає черга процесу розпізнавання нових об'єктів, який характеризує дії вже навченої системи. Автоматизація цих процедур і становить основну проблему навчання розпізнаванню образів. У випадку, коли людина сама розгадує, а потім нав'язує

машині правило класифікації, проблема розпізнавання вирішується частково, так як основну частину проблеми (навчання) людина бере на себе.

Перед початком етапу розпізнавання в програм виділений масив, що буде описувати всі можливі цифри поштових індексів:

```
mas: array[0..9, 0..8] of byte =  
(((1),(1),(1),(0),(0),(1),(0),(1),(1)),  
(0),(0),(1),(1),(0),(0),(0),(1),(0)),  
(0),(1),(1),(0),(0),(0),(1),(0),(1)),  
(0),(1),(0),(1),(1),(0),(1),(0),(0)),  
(1),(0),(1),(0),(1),(0),(0),(1),(0)),  
(1),(1),(0),(0),(1),(0),(0),(1),(1)),  
(0),(0),(0),(1),(1),(1),(0),(1),(1)),  
(0),(1),(0),(1),(0),(1),(0),(0),(0)),  
(1),(1),(1),(0),(1),(1),(0),(1),(1)),  
(1),(1),(1),(0),(1),(0),(1),(0),(0)));
```

Після створення відповідного масиву кодування, в програмі реалізовано функцію порівняння частин вхідного зображення з відповідними масками зображень. Приклад визначення цифр "0" та "1" приведено далі:

```
if (Pixels[0,10] = clBlack) or  
(Pixels[0,11] = clBlack) or  
(Pixels[0,9 ] = clBlack) or  
(Pixels[1,10] = clBlack)  
then Include(tmpset,0);  
if (Pixels[10,0] = clBlack) or  
(Pixels[ 9,0] = clBlack) or  
(Pixels[11,0] = clBlack) or  
(Pixels[10,1] = clBlack)  
then Include(tmpset,1);
```

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Попіксельне порівняння частин зображень з шаблонними представленнями дозволяє швидко та з високою точністю проводити розпізнавання символів поштових індексів на зображеннях.

3.3 Тестування програмної системи обробки поштових індексів

Для проведення тестування розробленого програмного додатку використовувалась робоча станція з наступними технічними параметрами:

- корпус Zalman Z1 Black + блок живлення Chieftec APS-550SB;
- жорсткий диск WD Caviar 1000GB WD10EZRZ;
- відеокарта Asus PH-GTX1060-3G;
- оперативна пам'ять, Kingston HyperX DDR4 2x4Gb 2400GHz ;
- процесор AMD Ryzen 3 2200G BOX 120;
- материнська плата Asus B350M-E 90.

Характеристики монітора:

- діагональ дисплея 21.5";
- максимальна роздільна здатність дисплея 1920 x 1080;
- тип матриці TN;
- час реакції матриці 5 мс;
- частота оновлення 60 Гц;
- інтерфейси HDMI, VGA;
- відношення сторін 16: 9.

Технічні характеристики робочої станції є достатніми для проведення тестування розробленого програмного додатку та отримання достовірних даних про коректність роботи, швидкість опрацювання зображень.

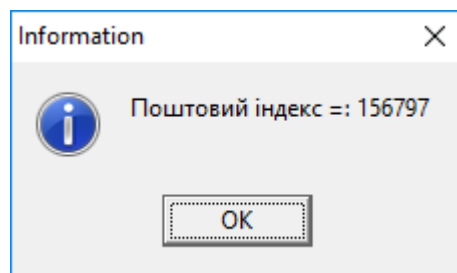
При проведенні тестування було використано декількі груп зображень, що містять поштові індекси, проте відрізняються складністю розташування цифр на них. Перша група зображень, це зображення цифри на яких розташовані з

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

незначними відхиленнями від стандартного розташування. Приклад такого зображення та результати його обробки наведено на рисунку 3.4:



а)

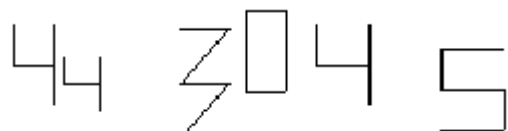


б)

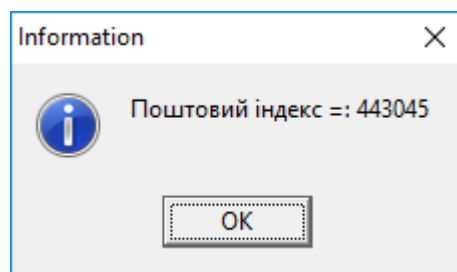
Рисунок 3.4 – Приклад розпізнавання зображення з простим індексом (а) та відповідь програмного додатку (б)

Зображення даного типу розпізнаються з похибкою рівною 0, оскільки вони практично повторюють описи цифр, що знаходяться шаблоні.

Іншим типом вхідних зображень є зображення з деякими спотвореннями поштового індексу, наприклад різний розмір цифр. Приклад розпізнавання зображень даного типу наведено на рисунку 3.5:



а)



б)

Рисунок 3.5 – Приклад розпізнавання зображення з індексом середньої спотвореності(а) та відповідь програмного додатку (б)

Зображення даного типу розпізнаються з похибкою 0%, оскільки вони практично повторюють описи цифр, що знаходяться шаблоні, а незначні спотворення компенсуються на етапі попередньої обробки зображення.

Третім типом вхідних зображень є зображення з великими спотвореннями поштового індексу, наприклад різний розмір цифр, розміщення цифр носить

більш хаотичний характер, а також цифри можуть записуватись не за класичним шаблоном. Приклад розпізнавання зображень даного типу наведено на рисунку 3.6

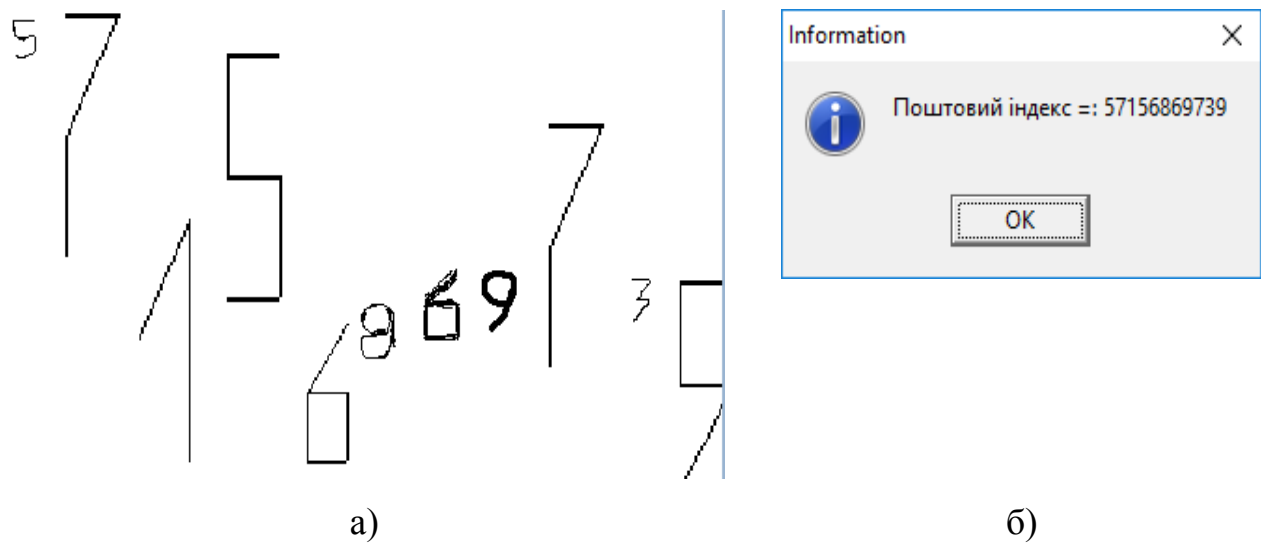


Рисунок 3.6 – Приклад розпізнавання зображення з простим індексом (а) та відповідь програмного додатку (б)

Зображення даного типу розпізнаються з похибкою 0,01%, оскільки вони містять елементи, що іноді важко описати за допомогою шаблону, проте алгоритми попередньої обробки дозволяють значно зменшити спотворення на вхідному зображенні.

Програмний додаток відповідає базовим принципам технології розпізнавання тексту. Для досягнення мети привиконанні послевлених завдань було використані алгоритми розпізнавання на основі шаблонів, оскільки в даному випадку вони показують найбільш швидкий результат та допустиму точність розпізнавання. У додатку була реалізована фільтрація зображення, що дозволило збільшити чіткість і якість розпізнається зображення. В процесі виконання сегментації результатом є весь текст, представлений зображеннями букв цього тексту. В процесі роботи над додатком вдалося досягти результатів розпізнавання тексту, на рівні тих, що показують аналогічні програми розпізнавання тесту.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою техніко – економічного розділу дипломної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності програмного додатку розпізнавання поштових індексів на конвертах та прийняття рішення про його подальший розвиток і впровадження або ж недоцільність проведення відповідної розробки. Для проведення даного дослідження необхідно провести ряд розрахунків.

4.1 Розрахунок витрат на розробку програмного додатку

Витрати на розробку і впровадження програмного додатку розпізнавання індексів на поштових конвертах (K) включають:

$$K = K_1 + K_2,$$

де K_1 - витрати на розробку апаратного та програмного забезпечення грн.;

K_2 - витрати на відлагодження і дослідну експлуатацію програми рішення задачі на комп'ютері, грн.

Витрати на розробку апаратних та програмних засобів включають:

- витрати на оплату праці розробників ($B_{оп}$);
- витрати на відрахування у спеціальні державні фонди ($B_{ф}$);
- витрати на матеріали та комплектуючі (Π_b);
- накладні витрати (H);
- інші витрати (I_b);
- витрати на використання комп'ютерної техніки ($B_{КТ}$).

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на оплату праці.

Витрати на оплату праці включають заробітну плату (ЗП) всіх категорій працівників, безпосередньо зайнятих на всіх етапах проектування. Розмір ЗП обчислюється на основі трудоемності відповідних робіт у людино-днях та середньої ЗП відповідних категорій працівників.

У розробці проектного рішення задіяні наступні спеціалісти - розробники, а саме: керівник проекту; студент-дипломант; консультант техніко-економічного розділу (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 - Вихідні дані для розрахунку витрат на оплату праці

№п/п	Посада виконавців	Місячний оклад, грн.
1	Керівник ДП, викладач	5286
2	Консультант техніко-економічного розділу, доцент	6026
3	Студент	1100

Витрати на оплату праці розробників проекту визначаються за формулою (4.1):

$$B_{ОП} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M n_{ij} \cdot t_{ij} \cdot C_{ij} , \quad (4.1)$$

де n_{ij} – чисельність розробників i -ої спеціальності j -го тарифного розряду, осіб;

t_{ij} – затрачений час на розробку проекту співробітником i -ої спеціальності j -го тарифного розряду, год;

C_{ij} – годинна ставка працівника i -ої спеціальності j -го тарифного розряду, грн.,

Середньо годинна ставка працівника може бути розрахована за формулою (4.2):

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$C_{ij} = \frac{C_{ij}^0(1+h)}{PЧ_i}, \quad (4.2)$$

де C_{ij} – основна місячна заробітна плата розробника і-ої спеціальності j-го тарифного розряду, грн.;

h – коефіцієнт, що визначає розмір додаткової заробітної плати (при умові наявності доплат);

$PЧ_i$ - місячний фонд робочого часу працівника і-ої спеціальності j-го тарифного розряду, год. (приймаємо 168 год.).

Коефіцієнт h , який визначає розмір додаткової заробітної плати, для керівника та консультанта техніко-економічного розділу дорівнює 0,47.

Результати розрахунку записують до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок витрат на оплату праці

№ п/п	Посада виконавців	Час розробки, год	Погодинна заробітна плата, грн/год.	Витрати на розробку, грн
1	Керівник ДП, старший викладач	16	46,25	740
2	Консультант техніко-економічного розділу, доцент	2	52,73	105,46
3	Студент	144	6,55	943,2
Разом				1788,66

Відрахування на соціальні заходи.

Величину відрахувань у спеціальні державні фонди визначають у відсотковому співвідношенні від суми основної та додаткової заробітних плат. Згідно діючого нормативного законодавства сума відрахувань у спеціальні державні фонди складає 20,5% від суми заробітної плати:

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$B_{\phi} = \frac{20,5}{100} \cdot 1788,66 = 366,68 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на матеріали та комплектуючі.

Загальна сума витрат на матеріальні ресурси (B_M) визначається за формулою (4.3):

$$B_M = \sum_{i=1}^n K_i \cdot C_i, \quad (4.3)$$

де K_i - витрата i -го типу матеріалу, натуральні одиниці вимірювання;

C_i - ціна за одиницю i -го типу матеріалу, грн.;

i - тип матеріального ресурсу;

n - кількість типів матеріальних ресурсів.

Таблиця 4.3 - Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Факт. витрачено матеріалів	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн	Транспортні витрати (10% від суми)	Загальна сума, грн	
	Допоміжна література	шт	1	600	600	60	660	
	Папір (формат А4)	уп	2	80	160	16	176	
	Ручка кулькова	шт	2	10	20	2	22	
	Олівець простий	шт	2	10	20	2	22	
	Диски CD-R	шт	2	15	30	3	33	
	Зошит, 96 арк	шт	1	50	50	5	55	
	Тонер для принтера	уп	1	90	90	9	99	
	Канцелярські маркери	шт	2	20	40	4	44	
Р а з о м								1111,00

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Витрати на використання комп'ютерної техніки.

Витрати на використання комп'ютерної техніки (V_{KT}) включають витрати на амортизацію комп'ютерної техніки, витрати на користування програмним забезпеченням, витрати на електроенергію, що споживається комп'ютером. За даними обчислювального центру ТНЕУ для комп'ютера типу IBM PC/ATX вартість години роботи становить 6 грн. Середній щоденний час роботи на комп'ютері – 2 години. Розрахунок витрат на використання комп'ютерної техніки приведений в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4- Розрахунок витрат на використання комп'ютерної техніки

№ п/п	Назва етапів робіт, при виконанні яких використовується комп'ютер	Час використання комп'ютера, год.	Витрати на використання комп'ютера грн.
1	Проведення досліджень та оформлення їх результатів	60	360
2	Оформлення техніко-економічного розділу	8	48
3	Оформлення ДП	12	72
Разом		80	480

Накладні витрати.

Накладні витрати проектних організацій включають три групи видатків: витрати на управління, загальногосподарські витрати, невиробничі витрати. Вони розраховуються за встановленими відсотками до витрат на оплату праці. Середньостатистичний відсоток накладних витрат приймемо 150% від заробітної плати:

$$H = 1,5 \cdot 1788,66 = 4346,46 \text{ (грн).}$$

Інші витрати.

Інші витрати є витратами, які не враховані в попередніх статтях. Вони становлять 10% від заробітної плати:

$$I_B = 1788,66 \cdot 0,1 = 178,87 \text{ (грн).}$$

Витрати на розробку програмного забезпечення складають:

$$K_1 = V_{OP} + V_{\Phi} + V_M + H + I_B + V_{KT},$$

$$K_1 = 1788,66 + 366,68 + 1111,00 + 4349,49 + 178,87 + 480,00 = 8274,7 \text{ (грн).}$$

Витрати на відлагодження і дослідну експлуатацію програмного продукту визначаємо за формулою (4.4):

$$K_2 = S_{m.g.} \cdot t_{eid} \quad (4.4)$$

де $S_{m.g.}$ - вартість однієї машино-години роботи ПК, грн./год;

t_{eid} - комп'ютерний час, витрачений на відлагодження і дослідну експлуатацію створеного програмного продукту, год.

Загальна кількість днів роботи на комп'ютері дорівнює 30 днів. Середній щоденний час роботи на комп'ютері – 2 години. Вартість години роботи комп'ютера дорівнює 6 грн., тому $K_2 = 6 \cdot 60 = 360$ грн.

4.2 Визначення експлуатаційних витрат

Для оцінки економічної ефективності розроблювальної системи моніторингу слід порівняти її з аналогом, тобто існуючим програмним забезпеченням ідентичного функціонального призначення.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатаційні одноразові витрати по програмному забезпеченню і аналогу включають вартість підготовки даних і вартість роботи комп'ютера (за час дії програми):

$$E_{\Pi} = E_{1\Pi} + E_{2\Pi},$$

де E_{Π} - одноразові експлуатаційні витрати на ПЗ (аналог), грн.;

$E_{1\Pi}$ - вартість підготовки даних для експлуатації ПЗ (аналог), грн.;

$E_{2\Pi}$ - вартість роботи комп'ютера для виконання проектного рішення (аналог), грн.

Річні експлуатаційні витрати $V_{E\Pi}$ визначаються за формулою:

$$V_{E\Pi} = E_{\Pi} * N_{\Pi},$$

де N_{Π} - періодичність експлуатації ПЗ (аналог), раз/рік.

Вартість підготовки даних для роботи на комп'ютері визначається за формулою:

$$E_{1\Pi} = \sum_{l=1}^n n_i t_i c_i,$$

де i - категорії працівників, які приймають участь у підготовці даних ($i=1,2,\dots,n$);

n_i - кількість працівників i -ої категорії, осіб.;

t_i - трудомісткість роботи співробітників i -ої категорії по підготовці даних, год.;

c_i - середнього годинна ставка працівника i -ої категорії з врахуванням додаткової заробітної плати, що знаходиться із співвідношення:

$$c_i = \frac{c_i^0 (1+b)}{m},$$

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де c_i^0 - основна місячна заробітна плата працівника і-ої категорії, грн.;

b - коефіцієнт, який враховує додаткову заробітну плату (прийmemo 0,57);

m - кількість робочих годин у місяці, год.

Для роботи з даними як для проектного рішення так і аналогу потрібен один працівник, основна місячна заробітна плата якого складає: $c = 3723$ грн.

Тоді:

$$c_1 = \frac{3723(1 + 0,57)}{22 * 8} = 33,21 \text{ грн/год}$$

Трудомісткість підготовки даних для проектного рішення складає 1 год., для аналога 1,5 год.

Таблиця 4.5- Розрахунок витрат на підготовку даних та реалізацію проектного рішення на комп'ютері

№	Час роботи співробітників, год.	Середньогодинна заробітна плата, грн./год.	Витрати, грн.
	Проектне рішення		
1	1	33,21	33,21
	Аналог		
1	1,5	33,21	66,42

Витрати на експлуатацію комп'ютера визначається за формулою:

$$E_{2\Pi} = t * S_{MG}$$

де t - витрати машинного часу для реалізації рішення (аналогу), год.;

S_{MG} - вартість однієї години роботи комп'ютера, грн./год.

$$E_{2\Pi} = 1 * 6 = 6 \text{ грн.}; E_{2A} = 1,5 * 6 = 9 \text{ грн.}$$

$$E_{\Pi} = 33,21 + 6 = 39,21 \text{ грн.}; E_A = 66,42 + 9 = 75,42 \text{ грн.}$$

$$B_{E\Pi} = 39,21 * 252 = 9880,92 \text{ грн.}; B_{EA} = 75,42 * 252 = 19005,84 \text{ грн.}$$

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Обчислення накладних витрат.

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління підприємства (фірми) та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 60–100 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_B = 0,7 * B_{OP}, \quad (4.7)$$

де H_B – накладні витрати.

$$H_B = 0,7 * 5845,11 = 4091,58 \text{ грн.}$$

Складання кошторису витрат та визначення собівартості.

Результати проведених розрахунків зведемо у таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 - Кошторис витрат

№ п/п	Найменування витрат	Сума витрат, грн.
1	Витрати на оплату праці	1788,66
2	Відрахування у спеціальні державні фонди	366,68
3	Витрати на матеріали та комплектуючі	1111,00
4	Накладні витрати на розробку	4346,46
5	Інші витрати	178,87
6	Витрати на відлагодження і дослідну експлуатацію програмного продукту	360
7	Накладні витрати експлуатацію	4091,58
8	Річні експлуатаційні витрати	19005,84
Разом		31249,09

Розрахунок ціни проекту.

Договірна ціна (C_D) для проектних рішень розраховується за формулою (4.8):

$$C_D = B_{KC} \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (4.8)$$

де B_{KC} – кошторисна вартість, грн.;

p - середній рівень рентабельності, % (приймаємо 19% за погодженням з керівником).

$$C_D = 31249,09 \cdot (1 + 0,19) = 37186,42 \text{ грн.}$$

4.3 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Економічна ефективність (E_P) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_P = \frac{\Pi}{B_{KC}}, \quad (4.9)$$

де Π – прибуток, грн.;

B_{KC} – кошторисна вартість, грн..

$$E_P = 5937,33 \text{ грн.} / 31249,09 \text{ грн.} = 0,2.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_P = \frac{1}{E_P} . \quad (4.10)$$

Тобто: $T_P = 1/0,2 = 5р.$

Прийнятним вважається термін окупності близький до 7 років.

Розраховані економічні показники проекту занесемо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Економічні показники розробки

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	31249,09
2.	Плановий прибуток, грн.	5937,33
3.	Ціна, грн.	37186,42
4.	Економічна ефективність	0,2
5.	Термін окупності, рік	5

Враховуючи основні економічні показники з таблиці 4.7, можна зробити висновок, що при економічній ефективності 0,2 та терміні окупності – 5 роки проводити роботи по впровадженню даного програмного є доцільним та економічно вигідним.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ВИСНОВКИ

На основі аналізу сучасних цифрових бібліотек для розробки програмних засобів по створенню та обробці цифрових зображень можна зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз та класифікацію сучасних типів цифрових зображень, на основі типів їх застосування для вирішення відповідних завдань, що дозволило виділити тип зображень які найкраще підійдуть для використання в програмному додатку.

2. Здійснено дослідження технологій кодування цифрової інформації на поштових конвертах, що дозволило виділити основні технологічні особливості запису поштових індексів.

3. Проведено аналіз програмні засоби розпізнавання та обробки текстової інформації, що дозволяють цифрові символи, що дозволило визначити основні вимоги які ставляться перед розробниками програмного забезпечення даного класу.

4. Проведено аналіз алгоритмів розпізнавання текстової інформації, що дозволило класифікувати відомі алгоритми, виділити їх переваги та недоліки та обрати алгоритми які необхідно реалізувати в програмному додатку;

5. Спроектовано структуру програмного засобу розпізнавання індексу на поштових конвертах, на основі модульного підходу, що дозволило програмно реалізувати додаток по розпізнавання текстової інформації;

6. Реалізовано програмний додаток розпізнавання поштового індексу та проведено його тестування з програмами-аналогами.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баженова И.Ю. Язык программирования Delphi// И.Ю. Баженова/- АО "Диалог-МИФИ", 1997. – 366с.
2. Бартлетт Н. Программирование на Delphi Путеводитель // Н. Бартлетт А. Лесли, С. Симкин /.- The Cogniolis Group,Inc.,1996, Издательство НИПФ "ДиаСофт Лтд.",1996. – 116с.
3. Вебер Дж. Технология С++в подлиннике // Дж. Вебер /- QUE Corporation, 1996, "ВНУ-Санкт-Петербург",1997. – 256с.
4. Волш А. И. Основы программирования на С++для World Wide Web // А. И. Волш /- IDG Books Worldwide,Inc.,1996, - Издательство "Диалектика",1996. – 458с.
5. Марков А. С. «Базы данных. Введение в теорию и методологию // А. С. Марков, К.Ю. Лисовский / - Финансы и статистика»-2006,-Р. 24-35.
6. Абрамов С. А. Задачи по программированию // С. А. Абрамов, Г. Г. Гнездилова, Е. Н. Капустина, М. И. Селюн/ — М.: Наука, 1988. – 256с.
7. Березин Б.И., Начальный курс Delphi // Б.И.Березин, С.Б.Березин / — М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1996. – 331с.
8. Бондарев В.М. Основы программирования // В.М. Бондарев, В.И. Рублинецкий, Е.Г. Качко / — Харьков: Фолио, Ростов н/Д: Феникс, 1997. – 446с.
9. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. // Н. Вирт /— М.: Мир, 1989. - 345с.
- 10.Гладков В. П. Задачи по информатике на вступительном экзамене в вуз и их решения: Учебное пособие // В. П. Гладков / — Пермь: Перм. техн. ун-т, 1994. – 516с.
- 11.Грогоно П. Программирование на языке Delphi // П. Грогоно / —М.: Мир, 1982. – 216с.
- 12.Дагене В.А. 100 задач по программированию // В.А.Дагене, Г.К. Григас, К.Ф. Аугутис /— М.: Просвещение, 1993. – 106с.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

13. Джамса К. Библиотека программиста Java // К. Джамса /- Jamsa Press, 1996, ООО "Попурри", 1996. – 656с.

14. Марков А. С. «Базы данных. Введение в теорию и методологию // А. С. Марков, К.Ю. Лисовский / - Финансы и статистика»-2006,-Р. 24-35.

15. Заварыкин В.М. Основы информатики и вычислительной техники // В.М. Заварыкин, В.Г. Житомирский, М.П. Лапчик / — М.: Просвещение, 1989. – 556с.

16. Касаткин В. Н. Информация. Алгоритмы. ЭВМ // В. Н. Касаткин / — М.: Просвещение, 1991. – 219с.

17. Кен А. Язык программирования Delphi // А. Кен, Дж. Гослинг /.- Addison-Wesley Longman, U.S.A., 1996, Издательство "Питер-Пресс", 1997. – 378с.

18. Керниган Б. Язык программирования Delphi // Б. Керниган, Д. Ритчи / Пер. с англ. — М.: Финансы и статистика, 1992. – 391с.

19. Ляхович В.Ф. Руководство к решению задач по основам информатики и вычислительной техники // В.Ф. Ляхович/ — М.: Высшая школа, 1994. – 127с.

20. Мейнджер Дж. Delphi Основы программирования // Дж. Мейнджер /- McGraw-Hill, Inc., 1996, Издательская группа BHV, Киев, 1997. – 346с.

21. Миков А. И. Информатика. Введение в компьютерные науки // А. И. Миков / — Пермь: Изд-во ПГУ, 1998. – 442с.

22. Могилев А. В. Информатика: Учеб. пособие для студ. пед. вузов // А. В. Могилев, Е. К. Хеннера./ — М.: Изд. центр «Академия», 1999. – 629с.

23. Нотон П. JAVA:Справ.руководство// П.Нотон, А.Тихонова.- М.:БИНОМ:Восточ.Кн.Компания,1996:Восточ.Кн.Компания. - 447с.

24. Нотон П. Полный справочник по Java // П. Нотон, Г. Шилдт//.- McGraw-Hill, 1997, Издательство "Диалектика", 1997. – 556с.

25. Ренеган Э.Дж. 1001 адрес WEB для программистов :Новейший путеводитель программиста по ресурсам World Wide Web:Пер.// Э.Дж. Ренеган /с англ..-Минск:Попурри,1997.-512с.ил.

26. Родли Дж. Создание Java-апплетов // Дж. Родли / - The Coriolis Group, Inc., 1996, Издательство НИПФ "ДиаСофт Лтд.", 1996. – 466с.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Секреты программирования для Internet на Java // М.Томас, П. Пратик, А. Хадсон, Д. Болл/ - Ventana Press, Ventana Communications Group, U.S.A., 1996, Издательство "Питер Пресс", 1997. – 396с.

28. Семакина И. Г. Информатика. Задачник-практикум: В 2 т. // И. Г. Семакина, Е.К.Хеннера/ — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 1999. – 476с.

29. Сокольский М.В. Все об Intranet и Internet // М.В. Сокольский / - М.:Элиот, 1998. - 254с.ил.

30. Тассел Д. Стил, разработка, эффективность, отладка и испытание программ // Д. Тассел / — М.: Мир, 1981. – 56с.

31. Тюрин Ю.Н. Анализ данных на компьютере./ Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров, В.Э.Фигурнова. - М.: ИНФРА-М, Финансы и статистика, 1995. - 384с.

32. Флэнэген Д. Java in a Nutshell / Д. Флэнэген /- O'Reilly & Associates, Inc., 1997, Издательская группа BHV, Киев, 1998. – 473с.

33. Чен М.С. Программирование на C++:1001 совет:Наиболее полное руководство по Java и Visual J++ :Пер.с англ.// М.С.Чен, С.В. Грифис, Э.Ф. Изи./ -Минск:Попурри,1997.- 640с.ил.+ Прил.(1диск.).

34. Эферган М. C++: справочник // М. Эферган /.- QUE Corporation, 1997, Издательство "Питер Ком", 1998. – 256с.

35. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту з освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр” напряму підготовки 6.050102 «Комп’ютерна інженерія» фахового спрямування «Комп’ютерні системи та мережі» / О.М. Березький, Л.О.Дубчак, Р.Б. Трембач, Г.М. Мельник, Ю.М. Батько, С.В. Івасьєв / Під ред. О.М. Березького. Тернопіль: ТНЕУ, 2014.–65 с.

36. Методичні вказівки до написання техніко-економічного розділу дипломних проектів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки 6.050102 комп’ютерна інженерія/ І.Р. Паздрій – Тернопіль: ТНЕУ, 2014. – 37 с.

					ДР.КСМ.110843/16.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61