

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
Кафедра комп'ютерних наук

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

Інформаційна технологія надання рекомендацій при
обробленні фотографій

Виконав: студент 2 курсу, групи 2КН-18м
спеціальності

122 «Комп'ютерні науки»

Ткачук Д.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., проф. Яровий А.А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доц. Майданюк В.П.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ФОТОГРАФІЙ.....	8
1.1 Аналіз предметної області оброблення фотографій	8
1.2 Аналіз об'єкту проектування.....	11
1.3 Аналіз систем-аналогів надання рекомендацій при обробленні фотографій.....	13
1.4 Прикладне значення надання рекомендацій при обробленні фотографій.....	17
1.5 Висновок.....	20
2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ФОТОГРАФІЙ.....	21
2.1 Аналіз методів надання рекомендацій та їх комбінованого застосування.....	21
2.2 Обґрунтування вибору технології експертних систем для задачі надання рекомендацій при обробленні фотографій.....	25
2.3 Класифікація експертних систем.....	27
2.4 Аналіз та обґрунтування вибору моделі подання знань.....	30
2.5 Комбінування моделей подання знань та нечіткої логіки в межах інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.....	37
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ФОТОГРАФІЙ.....	41
3.1 Проектування програмних засобів	41
3.2 Структурна організація.....	44
3.3 Програмна реалізація.....	49
3.3.1 Обґрунтування вибору мови програмування	49
3.3.2 Розробка алгоритму роботи програмного продукту.....	51

3.3.3 Тестування програмного продукту і аналіз результатів.....	53
3.4 Висновок.....	60
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	61
4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	61
4.2 Прогнозування витрат на виконання наукової роботи та впровадження результатів.....	63
4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	67
4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	69
4.5 Висновок.....	72
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75
Додаток А Інструкція користувача.....	77
Додаток Б Лістинг програми.....	82
Додаток В Графічна частина.....	93

АНОТАЦІЯ

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено інформаційну технологію надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Здійснено аналіз моделей та методів надання рекомендацій при обробленні фотографій. Визначено види та класи інформаційних технологій, що вирішують задачу надання рекомендацій. Запропоновано комбіноване застосування нечіткої логіки та експертних систем в процесі надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Виконано проектування програмних засобів надання рекомендацій за методологією аналізу та проектування систем SADT. Відповідно до поставлених задач запропоновано структурну організацію програмного продукту, розроблено і описано діаграму класів та схему алгоритму роботи програми.

Здійснено програмну реалізацію інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій. Для розробки інформаційної технології було використано середовище розробки .Net Framework, мова програмування С#. Для реалізації нечіткої логіки використано бібліотеку FuzyCalc.

ANNOTATION

In the master's qualification work developed information technology to provide recommendations when processing photos.

Models and methods of providing recommendations for photo processing have been analyzed. The types and classes of information technologies that solve the problem of providing recommendations are identified. The combined application of fuzzy logic and expert systems in the process of providing recommendations for photo processing is suggested.

Design of software tools to provide guidance on the methodology of analysis and design of SADT systems. In accordance with the set tasks the structural organization of the software product is proposed, the class diagram and the algorithm of the program operation are developed and described.

1, Implemented software implementation of information technology to provide recommendations when processing photos. The .Net Framework, the C # programming language, was used to develop information technology. FuzyCalc library was used to implement fuzzy logic.

ВСТУП

Актуальність. Орган зору – один з головних аналізаторів організму, що забезпечують отримання найбільш повної динамічної інформації (колір, форма, віддаленість і тд.) про навколишній світ. Таким чином головна функція зору – пізнавальна, оскільки 90% інформації про навколишній світ людина отримує через очі, що в 30 разів більше ніж слухова інформація.

Сфера оброблення зображень значно розширюється. Даному процесу сприяє підвищення продуктивності та швидкості роботи сучасної обчислювальної техніки. Засоби оброблення зображень відіграють важливу роль в промисловості, медицині, наукових дослідженнях та в інформаційних системах.

В наш час все більше інформації концентрується саме на цифрових зображеннях, оскільки за дослідженнями, людина краще сприймає образи, на відміну від тексту. Саме тому, з часом постала проблема низької якості створюваних зображень. Відповідно з розвитком цифрових технологій з'явилась і велика кількість фоторедакторів для обробки і редагування зображень за різною спеціалізацією. Проте, наряду з поширенням таких програм з'явилась проблема передачі досвіду в обробці зображень, оскільки цим займались лише професійні спеціалісти.

Розробка інформаційної технології для надання рекомендацій при обробленні фотографій є актуальною, оскільки, наявні аналоги не здатні запропонувати повний інструментарій, який би ефективно та якісно допомагав користувачу при обробці фотографій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Магістерська робота виконана відповідно до напрямку наукових досліджень кафедри комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету 22 К1 «Розробка спеціалізованих засобів штучного інтелекту на основі інтелектуального аналізу даних та машинного навчання» та плану наукової та навчально-методичної роботи кафедри.

Мета і завдання досліджень. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення якості надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Для досягнення мети розробки необхідно виконати такі задачі:

- здійснити аналіз предметної області оброблення фотографій;
- здійснити аналіз систем-аналогів надання рекомендацій при обробленні фотографій;
- здійснити аналіз моделей та методів надання рекомендацій при обробленні фотографій;
- здійснити проектування та програмну реалізацію інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій;
- здійснити тестування та аналіз інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Об'єкт дослідження – процес надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Предмет дослідження – програмні засоби надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Удосконалено модель надання рекомендацій при обробленні фотографій, що відрізняється від існуючих комбінованим використанням продукційної моделі подання знань та нечіткої логіки, що забезпечило комплексне врахування різнорідних параметрів метаданих зображення при формуванні рекомендації.

2. Запропоновано інформаційну технологію надання рекомендацій при обробленні фотографій, що забезпечило підвищення якості надання рекомендацій при обробленні фотографій за рахунок інтеграції технології експертних систем та нечіткої логіки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що на основі проведених досліджень розроблено програмне забезпечення для надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Запропонована інформаційна технологія сприяє підвищенню якості надання рекомендацій при обробленні фотографій:

- розроблено алгоритм для ідентифікації та визначення базових характеристик зображення, що знаходяться в EXIF файлі та метаданих зображення;

- розроблено програмні засоби для визначення необхідних ключових параметрів, за якими визначається кожна характеристика зображення;

- розроблено програмне забезпечення для надання рекомендацій при обробленні фотографій, що забезпечує кращу якість фотографій після оброблення.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується коректністю постановки завдання, коректністю використання математичного апарату методів дослідження, експериментальними дослідженнями тестування програмної реалізації інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій. Адекватність розроблених математичних моделей підтверджується результатами експериментальних досліджень.

Особистий внесок магістранта. Усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботі, опублікованих у співавторстві, автору належать такі результати: розробка інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень апробовані на XLVIII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, 2019-2020 р.р[1].

Публікації. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано тези доповідей конференції [1]. За результатами магістерської кваліфікаційної роботи подано свідоцтво для реєстрації авторського права на твір (комп'ютерну програму).

1 ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ФОТОГРАФІЙ

1.1 Аналіз предметної області оброблення фотографій

Всебічне впровадження цифрової техніки перетворення, зберігання та передавання інформації зумовлює активний розвиток цифрових методів обробки сигналів. Підсилює цей процес інтеграція сучасних комп'ютерних та телекомунікаційних технологій. Особливого розвитку в умовах сьогодення набувають методи цифрової обробки зображень, оскільки вони становлять значну частину загального трафіку мультисервісних мереж .

Функціонування ефективної інформаційної технології для надання рекомендацій при обробленні фотографій є невід'ємною складовою у сфері графічного дизайну, спрямованої на забезпечення високої якості усіх зображень. Основною метою створення інформаційної технології для надання рекомендацій при обробці фотографій є збирання, збереження та обробка наданої користувачами інформації, необхідної для уточнення та деталізації усіх наступних рекомендацій.

Дана задача є актуальною, зважаючи на прогрес у сфері соціальних мереж та обміну графічною інформацією як між людьми так і між окремими сервісами.

Інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій повинна забезпечити досягнення таких основних цілей:

- підвищення рівня якості зображення, яка формується на основі зібраних даних;
- розширення варіантів рекомендацій на основі зібраних даних;
- підвищення оперативності одержання готового зображення;
- підвищення рівня якості готового зображення.

Для того щоб коректно проаналізувати зображення, необхідно чітко визначити зображення, що підлягають обробці. Більшість зображень, що ми

отримуємо є фотографіями тих чи інших об'єктів. Сама фотографія це оптичний потік, що проходить через лінзу фотоапарату та реєструється на світлочутливій матриці. Відповідно у кожного фотоапарату та кожного об'єктиву свої характеристики.

Загалом зображення має наступні основні характеристики[2]:

- розмір;
- роздільна здатність;
- глибина кольору;
- стискання;
- формат подання кольору;
- діафрагма;
- час витримки;
- швидкість ISO[3];
- фокусна відстань
- експокорекція;
- світлосила.

Дані параметри є загальними для усіх фотографій, отриманих на цифрові фотокамери, відповідно саме їх буде доцільно аналізувати в якості характеристик фотографії. Усі ці параметри доцільно отримувати з EXIF файлу.

Exchangeable image file format (офіційно Exif, відповідно до специфікацій JEIDA/JEITA/CIPA) — стандарт, що визначає формат описання допоміжної метаінформації для файлів зображень, і який використовується цифровими камерами (в тому числі і тими що у смартфонах), сканерах і іншими системами, що обробляють файли зображень записані цифровими камерами. Специфікація використовує наступні формати файлів, в які додаються спеціальні теги метаданих: JPEG і дискретне косинусне перетворення (DCT).[4]

Однією з основних проблем, що виникають при обробці зображень, є проблема підвищення розрізнюваності окремих фрагментів. До причин, погіршення якості зображень, можна віднести:

- технічні яскравіші перешкоди шумового характеру;

- недостатня або надмірна освітленість об'єктів зйомки;
- відсутність різкості при отриманні зображення;
- занадто дрібні розміри деталей, які необхідно розрізнити.

Основними джерелами яскравостних перешкод або шуму на цифровому зображенні є: процес його отримання, а також процес передачі. Робота сенсорів, що реагують на електромагнітне випромінювання у видимому спектральному діапазоні, залежить, як від зовнішніх умов в процесі отримання зображення, так і від якості самих сенсорів. Наприклад, в процесі отримання зображення за допомогою фотокамери, основними факторами, впливають на величину шуму, є рівень освітленості і температура сенсорів. В процесі передачі зображення можуть спотворюватися перешкодами, що виникають в каналах зв'язку. Наприклад, при передачі зображення з використанням бездротового зв'язку, воно може бути спотворено в результаті розряду блискавки або інших збурень в атмосфері.

Під комп'ютером в системі обробки зображень розуміють універсальну ЕМ в діапазоні від звичайного персонального комп'ютера (ПК) до суперкомп'ютера. У спеціалізованих додатках для досягнення необхідної продуктивності іноді використовуються комп'ютери спеціальної конструкції. У таких системах практично будь-який добре оснащений ПК придатний для вирішення завдань обробки зображень, що не вимагають роботи в реальному масштабі часу. Програмне забезпечення для обробки зображень складається зі спеціалізованих модулів, що виконують конкретні операції. У розвинених пакетах програм є також засоби, що дозволяють користувачеві самостійно розробляти програми, які, як мінімум, запускають в роботу спеціалізовані модулі системи. Складніші програмні пакети дозволяють комбінувати виклик цих модулів із звичайними операторами універсальних мов програмування. Наявність масової пам'яті великого об'єму обов'язкова для практичних завдань обробки зображень. Для зберігання зображення розміром 1024×1024 пікселів, в яких яскравість кожного пікселя представляється 8-бітовою величиною, потрібний один мегабайт пам'яті, якщо не використовуються засоби стиснення зображень. При роботі з тисячами

або навіть мільйонами зображень наявність достатньої зовнішньої пам'яті в системі обробки зображень може виявитися проблематичною. Цифрові запам'ятовуючі пристрої для завдань обробки зображень діляться на три основні категорії:

- тимчасова пам'ять для короткострокового використання в ході обробки;
- зовнішня пам'ять, що володіє відносно коротким часом звернення;
- архівна пам'ять, для якої характерні рідкі звернення.

До пристроїв отримання твердих копій належать лазерні і струменеві принтери, пристрої термодруку, плівкові фотокамери і цифрові пристрої, наприклад, оптичні диски. Максимальна роздільна здатність досягається при виведенні на плівку, проте для письмових і друкарських матеріалів природнішим носієм є папір. З'єднання з телекомунікаційною мережею вже стало майже основною функцією в будь-якій сьогodнішній комп'ютерній системі. Враховуючи великі об'єми даних, пов'язані із завданнями обробки зображень, найважливішим чинником для передавання зображень є пропускна спроможність мережі. У локальних мережах телекомунікації труднощів зазвичай не виникає, проте обмін інформацією з віддаленими пунктами через інтернет далеко не завжди виявляється ефективним.

1.2 Аналіз об'єкту проектування

Кожен користувач (професійний дизайнер чи звичайний любитель фотографії) при обробці будь яких фотографій користується або набутим, за час редагування та об'юробки фотографій, досвідом, а певними рекомендаціями з боку графічного редактора, яким користується користувач. Результатом досліджень проблемної області є необхідність створення інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій, яка допоможе користувачу обрати оптимальні інструменти для редагування та обробки зображень. Метою розробки інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій є створення інформаційної технології підвищеної

ефективності надання рекомендацій згідно з унікальними характеристиками зображення та підвищеної точності власне рекомендацій, а саме створення більш чітких рекомендаційних вказівок з орієнтовними значеннями необхідних параметрів.

Основними задачами, які повинна вирішувати розроблювана рекомендаційна інформаційна технологія для надання рекомендацій при обробленні фотографій є:

1. Обробка вхідних даних, що являють собою характеристика вихідного зображення, які знаходяться в EXIF файлі[4][5];
2. Визначення показників відповідності;
3. Надання рекомендацій.

Для розробки інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій потрібно виконати наступні задачі:

- Виявлення загальних принципів надання інформації;
- Формулювання правил рекомендацій верхнього рівня ієрархії;
- Вибір підходу та його обґрунтування;
- Виконання структуризації даних;
- Вибір моделі формалізації та його обґрунтування;
- Виконання формалізації проблеми;
- Розробка структури програмного забезпечення;
- Розробка алгоритму роботи системи;
- Виконання аналізу результатів тестування програми.

Процес надання рекомендацій для обробки фотографій здійснюється за допомогою порівняння еталонних значень показників із показниками користувача, на основі яких робиться висновок про відхилення від норми.

1.3 Аналіз систем-аналогів надання рекомендацій при обробленні фотографій

Більшість графічних редакторів, призначених для роботи з растровими ілюстраціями, орієнтовані не стільки на аналіз зображень, скільки на їхнє редагування. Проте в деяких графічних редакторах присутній модуль аналізу зображення на предмет дефектів та артефактів. Головними представниками даних технологій є Adobe Photoshop, GIMP та PhotoScape. Розглянемо їх по черзі.

Adobe Photoshop — графічний редактор, розроблений і поширюваний фірмою Adobe Systems. Цей продукт є лідером ринку в галузі комерційних засобів редагування растрових зображень і найвідомішим продуктом фірми Adobe. Часто цю програму називають просто Photoshop (Фотошоп). У наш час Photoshop доступний на платформах Mac OS X/Mac OS і Microsoft Windows.[6] На рисунку 1.1 зображено вікно програми Adobe Photoshop.

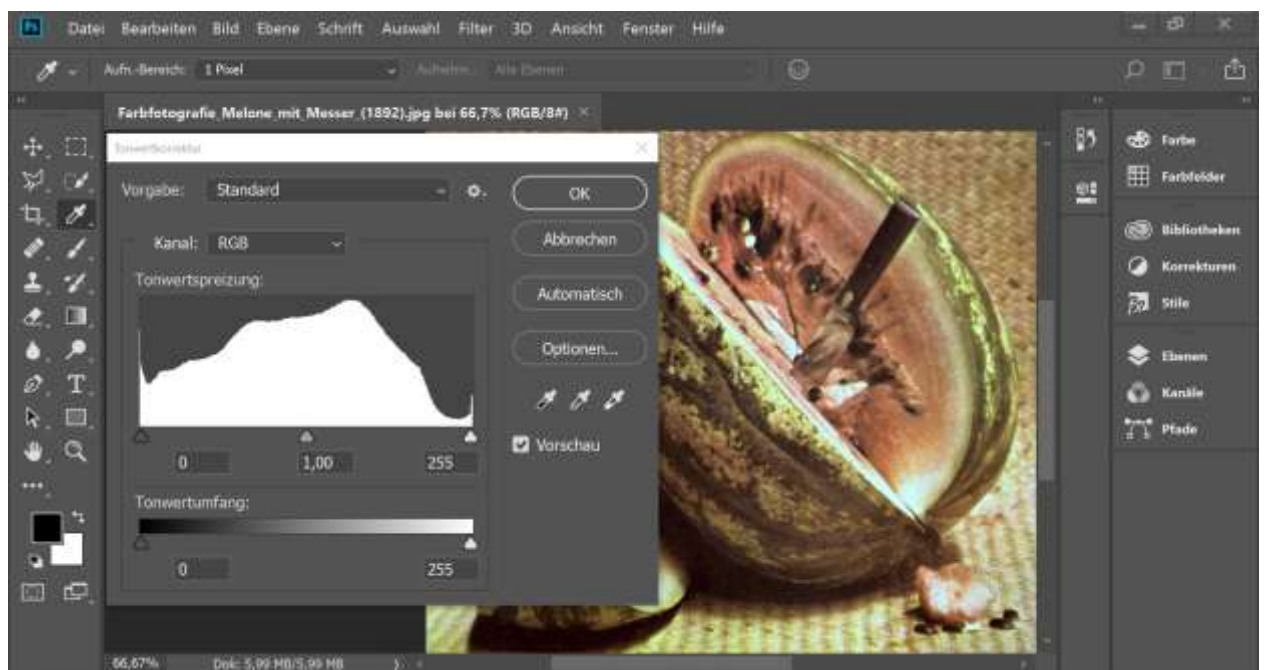


Рисунок 1.1 — Вікно програми Adobe Photoshop

Основний формат Photoshop, PSD, може бути експортований та імпортований всіма програмними продуктами, переліченими вище. Серед особливостей Adobe Photoshop можна виділити наступні:

- висока якість обробки графічних зображень;
- зручність і простота в експлуатації;

- великі можливості, які дозволяють виконувати будь-які операції створення і обробки зображень;
- широкі можливості автоматизації обробки растрових зображень, які базуються на використанні сценаріїв;
- сучасний механізм роботи з кольоровими профілями, які допускають їх втілення в файли зображень з метою автоматичної корекції кольорових параметрів при виводі на друк для різних пристроїв;
- великий набір команд фільтрації, за допомогою яких можна створювати найрізноманітніші художні ефекти.

Характерною особливістю даного продукту є наявність автоматичної корекції яскравості, експозиції та контрасту. Проте цих трьох параметрів недостатньо для отримання якісного зображення, оскільки кожна фотографія має понад 10 різних параметрів, більшість з яких потрібно корегувати при професійній обробці.

GIMP (The GNU Image Manipulation Program) — растровий графічний редактор, із деякою підтримкою векторної графіки. Проект розпочали 1995 року Spencer Kimball і Peter Mattis як навчальний проект в Берклі.[7]

Протягом тривалого часу GIMP створювався з врахуванням побажань користувачів, але в основному згідно з поглядами розробників і без залучення експертів з ергономіки. Цілісного бачення проекту спершу не було. Щоб вирішити накопичені в результаті цього проблеми, було вжито низку заходів. Вікно програми GIMP зображено на рисунку 1.2.

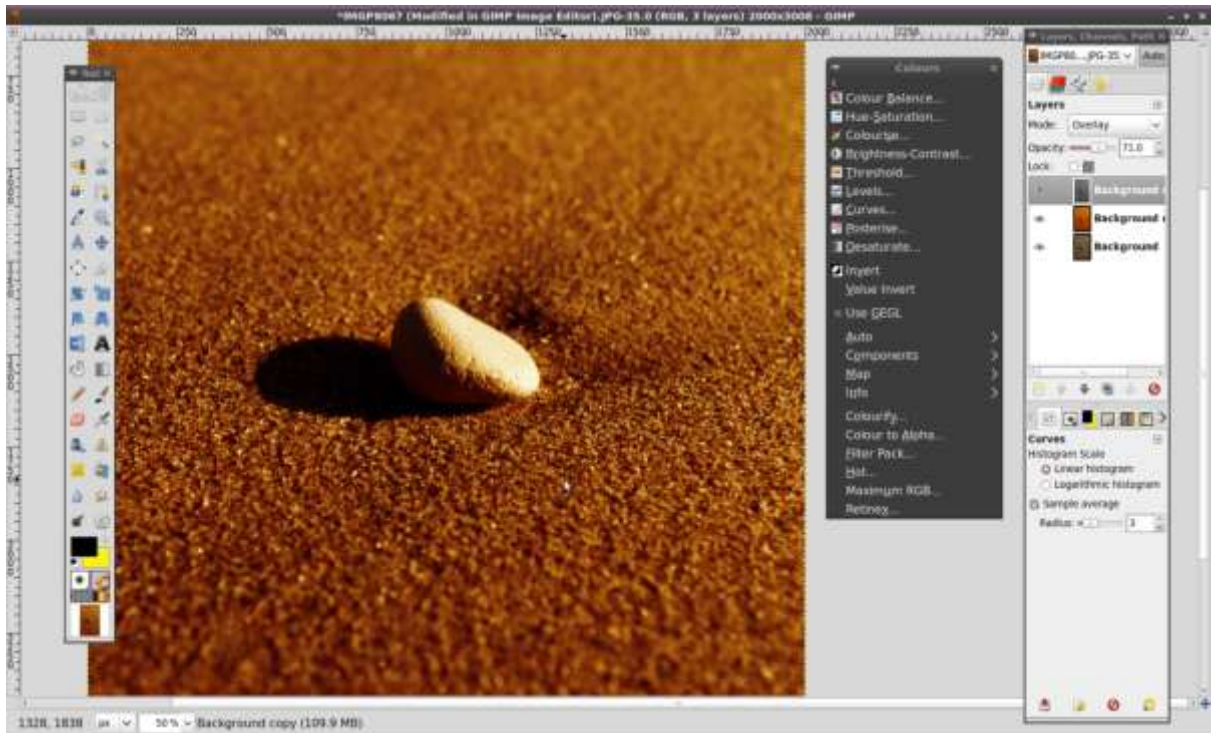


Рисунок 1.2 — Вікно програми Gimp

Переважні можливості:

- Кольори та інструменти для малювання;
- Градієнти;
- Виділення;
- Шари, канали та прозорість;
- Контури;
- Фільтри та ефекти;
- Написання скриптів.

Даний програмний засіб має функцію автокоригування, яка є сукупністю кількох коригувань, але дана функція працює без надання користувачеві необхідних даних про виконані зміни і відповідно редагування та обробка зображення може займати більше часу.

PhotoScape — безплатна програма для перегляду зображень, редагування графіки, обробки файлів у пакетному режимі та конвертації сирих RAW-файлів.[8] На рисунку 1.3 зображено вікно програми PhotoScape.

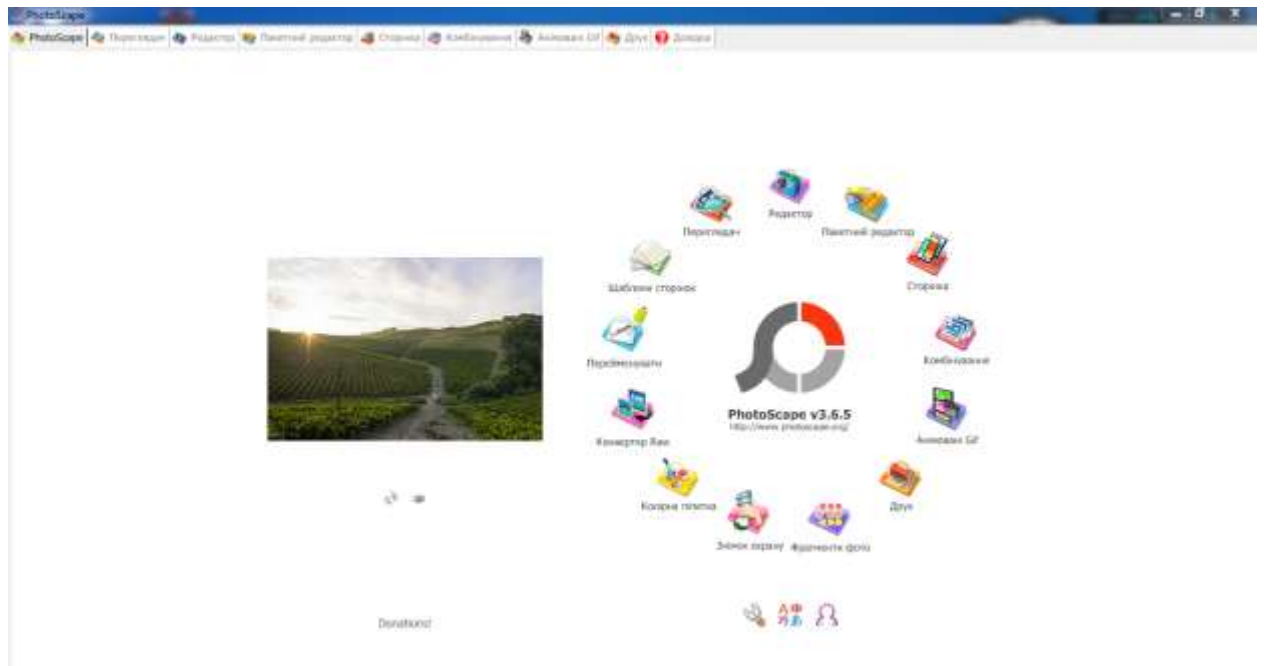


Рисунок 1.2 — Вікно програми PhotoScape

Основні можливості:

- Змінення розмірів зображень, обрізання зображень, а також змінення яскравості, насиченості кольору, балансу білого, режим мозаїки, друк тексту, змазування зображень, корекція контрастності.
- Пакедне редагування. Можливість редагування великої кількості файлів.
- Усунення ефекту червоних очей.
- Створення одного зображення з декількох фотографій.

Як і представлені аналоги, даний програмний продукт має функцію автокорекції яскравості та контрастності, проте час який іде на обробку даних та виконання власне корекції значно перевищує час, необхідний для аналогічних програмних продуктів.

Отже, наявні системи аналоги не можуть забезпечити необхідний функціонал, повноту представлення даних, та швидкість обробки інформації, що і обумовлює доцільність розробки інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.

1.4 Прикладне значення надання рекомендацій при обробленні фотографій

Для створення інформаційної технології для надання рекомендацій при обробленні фотографій необхідно використовувати програмні продукти, зокрема найпоширенішими такими програмами є:

C# – об'єктно-орієнтована мова програмування з безпечною системою типізації для платформи .NET. Розроблена Андерсом Гейлсбергом, Скотом Вілтамутом та Пітером Гольде під егідою Microsoft. Синтаксис C# близький до C++ і Java. Мова має строгу статичну типізацію, підтримує поліморфізм, переваження операторів, вказівники на функції-члени класів, атрибути, події, властивості, винятки, коментарі у форматі XML. Переїнявши багато що від своїх попередників – мов C++, Delphi, Модула і Smalltalk – C#, спираючись на практику їхнього використання, виключає деякі моделі, що зарекомендували себе як проблематичні при розробці програмних систем: так, C# не підтримує множинне спадкування класів (на відміну від C++) або виведення типів (на відміну Haskell) [9].

C# підтримує строго типізовані неявні оголошення змінних з ключовим словом `var` і неявно типізовані масиви з ключовим словом `new []`, за яким слідує ініціалізатор колекції. Підтримує суворий тип даних `Boolean`, `bool`. Вирази, які приймають умови, такі як `while` та `if`, вимагають висловлювання, що реалізує оператор `true` або `false`. [11] Хоча C++ також має тип `Boolean`, він може бути вільно перетворений в цілі числа та з них, а вирази, такі як `if(a)`, вимагають тільки того, щоб `a` був конвертований в `bool`, що дозволяє бути `a` `int`-типу або вказівником [10]. C# забороняє «ціле значення означає справжній або помилковий підхід» на тій підставі, що примус програмістів використовувати вирази, які повертають точно `bool`, можуть створювати деякі типи помилок програмування, наприклад `if (a = b)` (використання присвоювання `=` замість рівності `==`, які, хоча і не є помилкою на C або C++, все одно будуть спіймані компілятором). Методи в мові програмування є членами класу в проекті, деякі методи мають підписи, а деякі не мають підпису. Методи можуть бути

недійсними або можуть повертати щось на зразок рядка, цілого, подвійного, десяткового, float і bool. Якщо метод недійсний, це означає, що метод не повертає жодного типу даних.[12][13]

База знань - важлива компонента інформаційної технології, вона призначена для зберігання довгострокових даних, що описують розглянуту предметну область (а не поточних даних), і правил, що описують доцільні перетворення даних цієї області [14].

В якості предметної області вибирається вузька (спеціальна) прикладна область. Далі для створення ЕС в обраній області збираються факти і правила, які поміщаються в базу знань разом з механізмами виводу і спрощення. На відміну від всіх інших компонент ЕС, база знань - змінна частина системи, яка може поповнюватися і модифікуватися інженерами знань і досвіду використання ЕС, між консультаціями (а в деяких системах і в процесі консультації).

Існує кілька способів подання знань в ЕС, однак загальним для всіх них є те, що знання представлені в символній формі (елементарними компонентами представлення знань є тексти, списки та інші символні структури). Тим самим, в ЕС реалізується принцип символної природи міркувань, який полягає в тому, що процес міркування представляється як послідовність символних перетворень [15].

Існують динамічні і статичні бази знань. Динамічна база знань змінюється з часом. Її вміст залежить і від стану навколишнього. Нові факти, що додаються в базу знань, є результатом висновку, який полягає в застосуванні правил до наявних фактів. У системах з монотонним висновком факти, збережені в базі знань, статичні, тобто не змінюються в процесі рішення задачі. У системах з немонотонним висновком допускається зміна або видалення фактів з бази знань.

При проектуванні моделі подання знань слід враховувати такі фактори, як однорідність уявлення і простота розуміння. Однорідне уявлення призводить до спрощення механізму управління логічним висновком та спрощенню управління знаннями. Представлення знань має бути зрозумілим експертам і користувачам системи. В іншому випадку утруднюються придбання знань та їх оцінка. Однак

виконати цю вимогу в рівній мірі, як для простих, так і для складних завдань досить важко. Зазвичай, для нескладних завдань зупиняються на деякому середньому (компромісному) поданні, але для вирішення складних і великих завдань необхідні структурування і модульне уявлення.

Типовими моделями подання знань є:

1. Продукційна модель;
2. Модель, заснована на використанні фреймів;
3. Модель семантичної мережі;
4. Логічна модель.

Продукційна модель - модель, заснована на правилах, що дозволяє уявити знання у вигляді пропозицій

Якщо (умова), то (дія)

В якості умови і дії в правилах може бути, наприклад, припущення про наявність тієї чи іншої властивості, що приймає значення істина або брехня. При цьому термін дію слід трактувати широко: це може бути як директива до виконання будь-якої операції, рекомендація, або модифікація бази знань - припущення про наявність якого-небудь похідного властивості.

При використанні продукційної моделі база знань складається з набору правил. Програма, що управляє перебором правил, називається машиною виводу. Найчастіше висновок буває прямий (від даних до пошуку мети) або зворотний (від мети для її підтвердження - до даних). Дані - це вихідні факти, на підставі яких запускається машина виведення - програма, перебирає правила з бази.

Традиційно в поданні знань виділяють логічні моделі, засновані на класичному численні предикатів першого порядку, коли предметна область чи задача описується у вигляді набору аксіом. Основна перевага використання логіки предикатів для представлення знань полягає в тому, що володіє добре зрозумілими математичними властивостями потужний механізм виведення може бути безпосередньо запрограмований. За допомогою цих програм з відомих раніше знань можуть бути отримані нові знання [16].

1.5 Висновок

Під час обґрунтування доцільності було проведено аналіз предметної області, визначення мети, предмета та об'єкта дослідження, визначення задач надання рекомендацій при обробленні фотографій.

В ході проведення аналізу предметної області були проаналізовані сучасні системи аналогів інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій. В ході аналізу було виявлено ряд недоліків які обумовлюють доцільність розробки інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Отже, у даному розділі детально описано частину магістерської роботи, а саме аналіз предметної області, визначення мети та зарач проектування, аналіз систем аналогів та проектування програмних засобів на основі чого будуть проведені подальші дослідження, потрібні для створення інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.

2 АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ФОТОГРАФІЙ

2.1 Аналіз методів надання рекомендацій та їх комбінованого застосування

Розглянемо основні методи надання рекомендацій. Основними такими технологіями є колаборативна фільтрація або спільна фільтрація, контентна фільтрація інформації та нечітка логіка.

Колабоативна фільтрація, спільна фільтрація - це метод, який застосовують деякі системи рекомендацій. Спільна фільтрація має два значення: вузьке та загальне. Взагалі спільна фільтрація - це процес фільтрації інформації або зразків з використанням методів, що передбачають співпрацю між декількома агентами, точками огляду, джерелами даних тощо. Використання спільної фільтрації зазвичай пов'язане з дуже великими наборами даних. Методи спільної фільтрації застосовуються до різних типів даних, зокрема, таких як озвучення та моніторинг даних, що виникають в результаті дослідження великих площ; до фінансових даних, таких як установи фінансових послуг, які поєднують у собі декілька джерел фінансування; або електронна комерція та веб-додатки, орієнтовані на користувачські дані тощо. Решта цього обговорення зосереджена на спільній фільтрації даних користувачів, хоча деякі методи та підходи можуть застосовуватися у багатьох інших випадках.

Типи колабораційної фільтрації наведені на рисунку 2.1.

У новому, вужчому сенсі спільна фільтрація - це один метод прогнозування в реферальних системах, який використовує відомі переваги (оцінки) групи для прогнозування інших невідомих переваг. [17] Основне припущення про спільну фільтрацію полягає в наступному: ті, хто однаково оцінював будь-які предмети в минулому, схильні давати подібні оцінки до інших предметів у майбутньому. [18] Наприклад, за допомогою спільної фільтрації музичний додаток здатний передбачити, яку музику подобається користувачеві, маючи неповний перелік їхніх уподобань (симпатій та антипатій).[19]

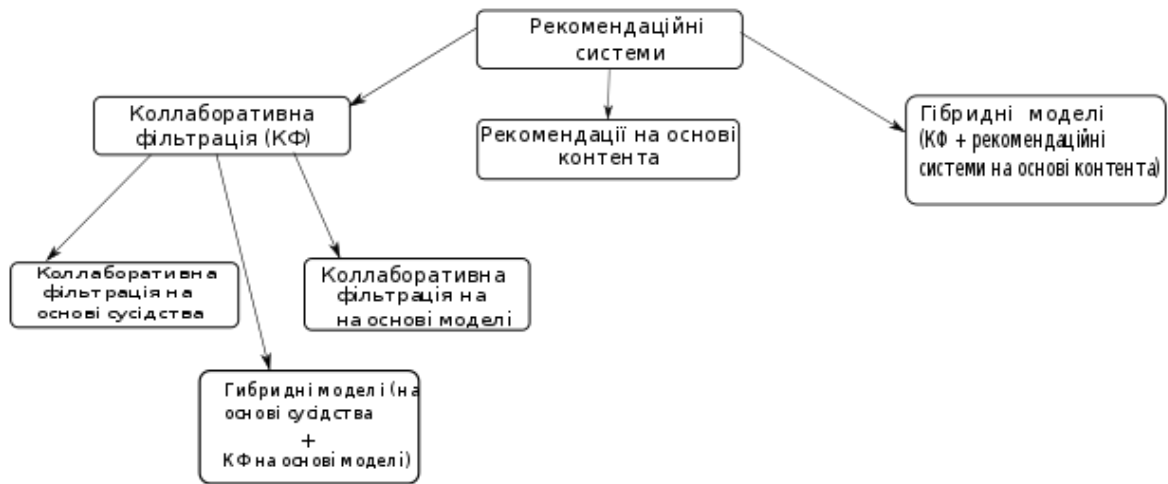


Рис. 2.1 – Типи колабораційної фільтрації

Оцінки складаються індивідуально для кожного користувача, хоча використовується інформація збирається від багатьох учасників. Це відрізняє спільну фільтрацію від більш простого підходу, даючи середню оцінку кожному об'єкту, що цікавить, наприклад, такий, який базується на кількості поданих голосів. Дослідження в цій галузі активно проводяться в наш час, що, зокрема, пов'язано з наявністю невирішених проблем у методі спільної фільтрації.

Контентна фільтрація - це система, яка виключає зайву або небажану інформацію з потоку інформації автоматичними (напівавтоматичними) або комп'ютерними методами та надає її користувачеві людини. Основне завдання - керувати інформаційним перевантаженням та збільшувати семантичне співвідношення сигнал / шум. Для цього профіль користувача відображається на деякі довідкові дані. Ці характеристики можуть походити з інформаційного елемента (контент-орієнтований підхід) або із соціального середовища користувача (підхід спільного фільтрування). У той час як фільтри обробки й передачі сигналу інформації використовуються проти синтаксичного руйнівного шуму на бітовому рівні, методи, що використовуються при фільтрації інформації, діють на семантичному рівні.

Спектр методів, що застосовуються машинами, заснований на тих же принципах, що використовуються для отримання інформації. Це по суті використовується в фільтрації електронної пошти. Таким чином, це

використовується не лише у випадку інформаційного вибуху, що вимагає використання якоїсь форми фільтра, але і для фільтрації ненавмисно або навмисно доданої псевдоінформації.

Взагалі система фільтрації набуває переваг користувачів на основі вибору тощо.

Системи рекомендацій - це активні системи фільтрації інформації, які намагаються надати користувачеві інформаційні елементи (кіно, телебачення, музика, книги, новини, веб-сторінки), які цікавлять користувача. Ці системи додають інформаційні елементи до інформації, призначеної користувачеві. Реферальні системи зазвичай використовують спільну фільтрацію або комбінацію підходів спільної фільтрування та змістовного підходу до фільтрування, хоча також існують системи рекомендацій на основі вмісту.

Нечітка логіка - це розділ математики, який є узагальненням класичної логіки та теорії множин. Вперше введений Лотфі Заде в 1965 році [20] як розділ, який вивчає об'єкти з функцією елемента, що належить до множини, яка приймає значення в інтервалі $[0, 1]$, а не лише 0 або 1. Виходячи з цієї концепції, логічні операції вводяться над нечіткими множинами, а поняття мовної змінної, з якою діють нечіткі множини.

Предметом нечіткої логіки є вивчення суджень у нечітких умовах, подібних до суджень у звичайному розумінні, та їх використання в обчислювальних системах.

Найважливішими додатками теорії нечітких множин є нечіткі логічні контролери. Їх експлуатація дещо відрізняється від роботи звичайних контролерів; Експертні знання використовуються для опису системи замість диференціальних рівнянь. Ці знання можна виразити через лінгвістичні змінні, які описуються нечіткими множинами.

Загальна структура мікроконтролера, що використовує нечітку логіку. Вона містить у своєму складі наступні складові:

- блок фазифікації;
- базу знань;

- блок рішень; блок дефазифікації.

Блок фазифікації перетворює чіткі значення, виміряні на виході об'єкта управління, у нечіткі значення, описані мовними змінними в базі знань.

Блок рішень використовує нечіткі продукційні правила (if - then), закладені в базі знань, для перетворення нечітких вхідних даних у потрібні керуючі впливи, що мають також нечіткий характер.

Блок дефазифікації перетворює нечіткі дані з виходу блоку рішень у чітку величину, що застосовується для управління об'єктом.

Всі системи з нечіткою логікою функціонують за одним принципом: показання вимірювальних приладів: фазифікуються (перетворюються у нечіткий формат), обробляються, відходять і у вигляді нормальних сигналів надсилаються в пускачі.

Коротко перелічимо відмітні переваги fuzzy-систем у порівнянні з іншими:

- здатність маніпулювати вхідними даними, які не є чітко визначеними: наприклад, значення, які постійно змінюються з часом (динамічні завдання), значення, які неможливо встановити однозначно (результати статистичних опитувань, рекламних компаній тощо); можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперування критеріями "більшість", "можливе", "переважно" і т.д.;
- можливість виконувати якісні оцінки як вводу, так і виводу: ви керуєте не тільки власними значеннями даних, але і їх ступенем вірогідності (не плутати з ймовірністю) та його розподілом;
- можливість виконувати швидке моделювання складних динамічних систем та порівнювати їх із заданим ступенем точності: по-перше, ви не витрачаєте багато часу на з'ясування точних значень змінних та складання рівнянь, що описують їх, по-друге, ви можете оцінити різні варіанти вихідних значень.

Отже, для вирішення задачі надання рекомендацій доцільно використати нечітку логіку комплексно з експертними системами. Таке поєднання інформаційних технологій надасть можливість надавати рекомендації при обробленні

фотографій.

2.2 Обґрунтування вибору технології експертних систем для задачі надання рекомендацій при обробленні фотографій

Використання технології експертних систем буде доцільним, якщо задача надання рекомендацій при обробленні фотографій буде відповідати основним критеріям вибору задач для експертних систем. Нижче наведено аналіз задачі надання рекомендацій при обробленні фотографій за основними критеріями.

До основних критеріїв вибору завдань, що реалізуються методами та засобами експертних систем, належать наступні:

1. Дані та знання повинні бути надійними, надійними, не змінюватися з часом, тобто бути стабільними в процесі вирішення проблеми: не повинні виправлятися та не повинні містити помилок та суперечностей.
2. Простір або площа можливих рішень відносно невеликі. Простір пошуку повинен бути невеликим, оскільки необхідно зосередитись на вузькій предметній області, що характеризується невеликим обсягом знань, включаючи здоровий глузд.
3. У процесі вирішення проблеми слід використовувати формальні міркування, а завдання має бути не дуже простим і не дуже складним для експерта (приблизно 30 хвилин для експерта).
4. Завдання повинно бути чітко визначено, тобто визначені цілі (або цілі), які ставлять перед експертною системою в процесі консультацій, необхідний набір евристики, який використовується в процесі вирішення проблеми людиною.

Також можна виділити додаткові (неявні) критерії вибору задач, що реалізуються методами і засобами експертних систем:

1. Існування формалізованого апарату цієї предметної області. Однією з найбільш привабливих особливостей систем ШІ є можливість автоматизувати процес міркування експертів з предметів, навіть у

додатках, де немає формалізованої теоретичної бази. Це сфери, де емпіричні асоціації використовуються для отримання бажаного результату.

2. Вибір предметної області, для якої підходить словесне міркування. Сфери, в яких знання або мають відношення до сфери відчуттів, або не можуть бути виражені і мають характер практичного досвіду, мало корисні для систем штучного інтелекту.

В контексті задачі надання рекомендацій при обробленні фотографій використання експертних систем доцільно за усіма критеріями оскільки дані і знання надійні, достовірні, не змінюються в часі, область можливих рішень відносно невелика, використовуються формальні міркування, а власне задача поставлена чітко.

Можна виділити клас задач, для яких розробка ЕС є найбільш придатною:

1. Задачі прогнозу і класифікації, які припускають велике число можливих відповідей (декілька десятків).
2. Багатопараметричні задачі, для яких важко, а іноді і неможливо визначити відповідні строгі аналітичні залежності.
3. Задачі, для вирішення яких потрібна тривала професійна підготовка.
4. Задачі обробки недостовірної інформації.

Згідно такої класифікації, задача надання рекомендацій відноситься до класу задач прогнозу і класифікації.

Використання експертних систем для задачі надання рекомендацій доцільне за такими критеріями:

- рішення задачі базується на використанні операцій із символами, тобто завдання пов'язане не стільки з обчисленнями за формулами, скільки з логічним аналізом та підбором варіантів;
- проблема не має чіткого алгоритмічного подання і покладається на використання евристики, що призводить до результатів, зберігає набір ударів, але не дає гарантії успіху;
- задача не тривіальна;

- задача має кінцеву, прийнятну розмірність, тобто не є дуже громіздкою для вирішення на ПК.

Отже, проаналізувавши основні критерії вибору задач для експертних систем, задача надання рекомендацій при обробленні фотографій відповідає усім основним критеріям, а також неявному критерію, за яким в предметній області використовується словесне міркування.

2.3 Класифікація експертних систем

Натепер клас ЕС об'єднує кілька тисяч різних програмних пакетів, які можна класифікувати за різними критеріями. Розглянемо лише класифікацію за деякими глобальними критеріями [21].

Класифікація за типом задачі, що вирішується:

1. Інтерпретація даних. Інтерпретація означає визначення значення даних, результати яких повинні бути послідовними та правильними. Зазвичай передбачається багатоваріантний аналіз даних. Це одне з традиційних завдань для ЕС.
2. Діагностика. Діагностика стосується виявлення несправності в якійсь системі. Несправність - це відхилення від норми. Таке тлумачення дозволяє розглядати з єдиної теоретичної точки зору несправності обладнання в технічних системах та хвороби живих організмів та всі види природних аномалій. Важливою специфікою є необхідність розуміння функціональної структури діагностичної системи.
3. Моніторинг. Основним завданням моніторингу є безперервна інтерпретація даних у режимі реального часу та сигналізація виведення певних параметрів понад прийнятні межі. Основні проблеми - це упущення тривожної ситуації та зворотна проблема помилкового позитивного. Складність цих проблем полягає в розмиванні симптомів "тривожних" сигналів.
4. Проектування. Підготовка специфікацій на створення об'єктів із

заздалегідь заданими властивостями. Специфікація стосується всього необхідного набору документів: малюнків, конспектів тощо. Основними проблемами тут є отримання чіткого структурного опису знань про об'єкт. Для організації ефективного дизайну необхідно сформулювати не тільки самі дизайнерські рішення, але й мотиви їх прийняття. Таким чином, два основні процеси тісно пов'язані між собою в завданнях проектування: процес прийняття рішення та процес пояснення.

5. Прогнозування. Системи прогнозування логічно впливають із можливих наслідків із заданих ситуацій. Система прогнозування зазвичай використовує параметричну динамічну модель, в якій значення параметрів пристосовуються до заданої ситуації. Наслідки цієї моделі складають основу для прогнозів із оцінкою ймовірності.

Відповідно до даної класифікації для задачі надання рекомендацій доцільно використати експертну систему інтерпретації даних оскільки саме вона передбачає багатоваріантний аналіз даних.

У загальному випадку, всі системи, основані на знаннях, можна розділити на:

- системи, які вирішують задачі аналізу,
- системи, які вирішують задачі синтезу.

Основна відмінність між завданнями аналізу та проблемами синтезу полягає в тому, що в завданнях аналізу можна перераховувати та включати в систему багато рішень, а в проблемах синтезу багато рішень потенційно будуються з розчинів компонентів або підпроблем. Завдання аналізу - інтерпретація даних, діагностика, завдання синтезу - проектування, планування. Комбіновані завдання - навчання, моніторинг, прогнозування.[21]

Задача надання рекомендацій відноситься до задачі аналізу оскільки можлива велика кількість варіантів рекомендацій заснованих на параметрах фотографій.

Класифікація за зв'язком з реальним часом:

1. Статичні ЕС – розробляються в предметних областях, в яких БЗ і дані, що інтерпретуються, не змінюються в часі, вони стабільні.

2. Квazідинамічні ЕС – інтерпретують ситуацію, яка змінюється з деяким фіксованим інтервалом часу.
3. Динамічні ЕС – працюють спільно з датчиками об'єктів у реальному часі з постійною інтерпретацією вхідних даних.

Виходячи з даної класифікації для задачі надання рекомендацій доцільно використовувати квazідинамічну експертну систему зважаючи на розвиток цифрових технологій.

Класифікація за ступенем інтеграції з іншими програмами:

1. Автономні ЕС – працюють безпосередньо в режимі консультацій з користувачем для специфічних експертних задач при рішенні яких не вимагається залучати традиційні методи обробки даних.
2. Гібридні ЕС – це програмний пакет, який об'єднує стандартні програми (такі як математична статистика, лінійне програмування, СУБД) та засоби маніпулювання знаннями. Це може бути інтелектуальна надбудова для додатків або інтегрована середовище для вирішення складної проблеми з елементами експертизи. Незважаючи на зовнішню привабливість гібридного підходу, розробка таких систем є надзвичайно складним завданням. Розробка не просто різних програм, а різних методологій створює цілий набір теоретичних і практичних труднощів.

Враховуючи те, що для задачі надання рекомендацій немає необхідності використовувати традиційні методи обробки даних, запропонована експертна система повинна бути автономною.

2.4 Аналіз та обґрунтування вибору моделі подання знань

У сфері експертних систем подання знань це систематична методика опису на машинному рівні знань, якими володіє експерт, який спеціалізується на певній предметній області. Проте подання знань зводиться не лише до кодування в сенсі, подібному до шифрування. Якщо кодуючи повідомлення, одні символи

замінюються певним способом на інші, то результат не має нічого спільного з представленням змісту повідомлення у тому сенсі, який він передбачається в теорії штучного інтелекту, навіть якщо отриманий код легко читається машиною і може зберігатися в пам'яті комп'ютера.

Таким чином, будь-яке спілкування людини зі світом технологій передбачає наявність певних попередніх знань. Наприклад, можна припустити, що якщо людина займається усуненням несправностей із цифровою схемою, то вона має деякі базові знання з електротехніки. Не потрібно підкреслювати, що комп'ютер у чистому вигляді не має жодних попередніх знань, а тому технічна експертиза - сукупність якостей, що лежать в основі високого рівня роботи людей-фахівців щодо вирішення проблем у певній вузькій області - повинна включити ці попередні знання [22].

Зрештою, подання знань передбачає певну організацію знань. Подання знань повинно дозволити здобути їх за необхідності простим і в певному сенсі природним механізмом. В такому випадку недостатньо перекладати інформацію (знання) у форму, придатну для зберігання на машинних носіях. Для того, щоб мати можливість досить швидко отримати ті елементи знань, які є необхідними для конкретної ситуації, база знань повинна мати достатні засоби індексації та контекстної адреси. Тоді додаток, заснований на знаннях, зможе контролювати послідовність застосування певних «елементів» знань, навіть не маючи точної інформації про те, як вони зберігаються.

«Подання» у праці вченого Вінстона [23] визначається як «сукупність синтаксичних та смислових угод, які дають можливість описати тему». У штучному інтелекті під "об'єктом" розуміється стан якоїсь проблемної області, наприклад, об'єктів у цій галузі, їх властивостей, взаємозв'язків, які існують між об'єктами. Існує кілька моделей представлення знань. До них належать логічна модель, продукційна, фреймова, семантичних мереж та дошки оголошень. Давайте розглянемо їх докладніше.

Логічне програмування - це відносно нове поле в програмуванні та інформатиці, засноване на ідеях та методах, запозичених з математичної логіки.

Саме слово логіка трактується як «наука про закони думки та її форми» або як «хід міркувань, умовиводів». Це слово походить від грецького слова «логос», що з одного боку означає «слово» або «мова», а з іншого - того, що виражає мову, тобто мислення. Таким чином, логіка безпосередньо пов'язана з мовою і стикається з граматиною та лінгвістикою.

Основна ідея підходу при побудові логічних моделей представлення знань - вся інформація, необхідна для вирішення прикладних задач, розглядається як сукупність фактів і тверджень, які в деякій логіці представлені як формули. Знання відображаються набором таких формул, а набуття нових знань зводиться до здійснення процедур логічного умовиводу. Логічні моделі представлення знань базуються на концепції формальної теорії, кортеж $S = \langle B, F, A, R \rangle$, де:

B — зліченна множина базових символів (алфавіт);

F — множина, елементи якої називають формулами;

A — виділена підмножина апріорі справедливих формул (аксіом);

R — зліченна множина відношень між формулами, яку називають правилами висновку. [вікі]

Продукційна модель - це така, яка заснована на правилах, що дозволяють давати знання у вигляді речення типу: ЯКЩО (умова), ТО (дія), або системи з результатами, що використовують відповідність шаблону. Під умовою розуміється деяке речення-зразок, за яким здійснюється пошук в базі знань, а під дією – дії, що виконуються при успішному результаті пошуку (вони можуть бути проміжними, які виступають далі як умови, і термінальними або цільовими, які завершають роботу системи).

Обчислювальний процес у виробничих системах суттєво відрізняється від класичної фоннейманівської схеми, прийнятої у більшості комп'ютерів, в якій програми та дані в розрахунках знаходяться в одній пам'яті.

Програма може трансформувати себе як дані, тим самим змінюючи послідовність своїх дій [24].

Продукційна система має три основні компоненти: базу правил, робочу пам'ять та механізм виводу. Для підтримки функціонування системи та

здійснення інтелектуальної взаємодії з користувачем вона включає як підсистему отримання знань, засоби комунікації на природній мові, так і підсистему пояснення.

Структуру ЕС продукційного типу подано на рисунку 2.1.

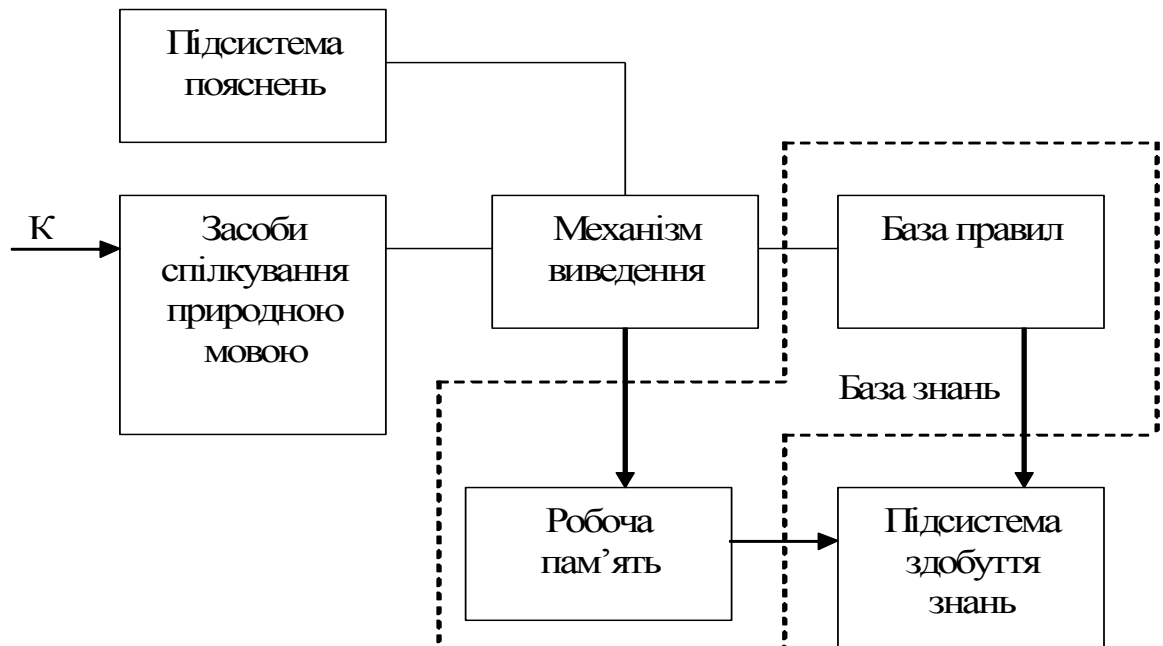


Рисунок 2.1 - Структура ЕС продукційного типу

Кожний з модулів, які управляються зразками, складається з механізмів дослідження і модифікації однієї або декількох структур даних. Системи, що створюються на основі модулів, які управляються зразками, називаються системами виведення, що управляються зразками. Функції управління в даних системах виконує інтерпретатор. З точки зору моєлі подання знань такий підхід характеризується такими особливостями:

1. Розподіл постійних знань, що зберігаються в базі знань і тимчасових знань, які зберігаються в базі даних;
2. Структурна незалежність модулів, що спрощує модифікацію та вдосконалення системи, що дуже важливо для ЕС;
3. Відокремлення системи управління від модулів, що містять певні знання про ПО. Така властивість надає можливість застосування різних систем управління до тієї ж бази знань.

Як правило, в системах які розглядаються, модуль розділяють на дві частини: умову і дію. Модулі, які мають таку структуру називають правилами, а відповідні системи, системами, що основані на правилах. Системи, які створюються із правил, в яких зіставлення і управління являються явними функціями, зафіксованими в інтерпретаторі, називають продукційними системами.

В найбільш загальному вигляді продукцією називається такий вираз:

$$(r) \quad Q ; P ; A \rightarrow B ; N,$$

де r – ім'я продукції, з допомогою якого дана продукція виділяється серед інших. Ім'я може бути представлене порядковим номером продукції або певною лексемою, що відображає її зміст, наприклад «придбання книги».

Q – характеризує сферу застосування продукції, яка легко визначається людиною. Знання людини неначе розкладені по полицях: на одній – як готувати їжу, на іншій – як добратись до роботи і т.і. Розділення знань на окремі сфери дозволяє економити час при пошуку потрібних знань.

P – умова можливості застосування ядра продукції. Як правило, це логічний вираз, частіше за все предикат. Якщо P істинно, то ядро продукції активізується. Розглянемо продукцію “Наявність грошей: якщо бажаєш купити X , то сплати в касу вартість X і віддай чек продавцю”. Якщо гроші відсутні, то умова застосування ядра продукції хибна, тобто застосувати продукцію неможливо;

N – післяумова продукції. Активізуються лише в тому випадку, якщо буде виконане ядро продукції. Описують дії і процедури, які слід виконати після виконання B . Наприклад, після покупки товару в магазині слід в описі товарів зменшити кількість даного товару на одиницю.

$A \rightarrow B$ – ядро продукції. Ядра продукцій класифікують за кількома різними ознаками. Перш за все виділяють два великих класи: детерміновані та недетерміновані ядра. В детермінованих ядрах в разі виконання умови A

обов'язково виконується дія В, а в недетермінованих дія В може і не виконуватися. Тобто, в такому випадку продукція може мати даний вигляд: ЯКЩО А, ТО можливо В, ЯКЩО А, ТО з ймовірністю р В, ЯКЩО А, ТО з великим ступенем впевненості В.

Детерміновані продукції можуть бути однозначними або альтернативними, наприклад ЯКЩО А, ТО частіше за все В, інколи С. Особливим типом є продукції прогнозу вигляду:

ЯКЩО А, ТО з ймовірністю Р можна очікувати В.

Одним з основних недоліків продукційних систем, поряд з такими перевагами, як модульність і простота реалізації та модифікації; є, поряд зі складністю перевірки несуперечності нових правил, їх недетермінованість (неоднозначність вибору однієї продукції з множини готових до виконання продукцій). Можливі два основні шляхи їх вирішення: централізований та децентралізований. В першому випадку рішення про застосування тієї чи іншої продукції приймається спеціальною системою керування, а в другому – визначається ситуацією, яка склалася на даний момент часу.

Фрейми - це структура для опису абстрактного зображення або стереотипу, що складається з характеристик цього образу (ситуації) та їх значень. Характеристики називають слотами, а значення називають заповнювачами слотів. Фрейм також називають формалізованою моделлю для відображення зображення.

Загалом, фрейми - це мінімальні структури інформації, необхідні для представлення класу об'єктів, явищ чи процесів. В основу теорії фреймів, яка також поширюється на сферу психології, лежить припущення, що сприйняття фактів людиною здійснюється шляхом порівняння отриманої інформації ззовні з конкретними елементами та значеннями, а також з рамками які визначені для кожного концептуального об'єкта в пам'яті людини. Коли людина потрапляє в нову ситуацію, він або вона витягує з пам'яті основну структуру, яку називають

фреймом. Тобто фрейм - це одиниця знань, яка запам'яталася в минулому, і деталі якої можна змінювати в міру необхідності відповідно до поточної ситуації.

Великою перевагою фреймів є їх здатність представляти очікування та інші типи припущень. Слотам фрейму можна заздалегідь присвоїти деякі значення за замовчуванням. Це дозволяє кадрам аналізувати ситуації, в яких немає опису низки деталей.

Одним з найпоширеніших методів подання знань є так звані семантичні мережі, що були створені спочатку як модель подання довгострокової пам'яті людини в психології у цифровому вигляді. В словнику термін «семантика» визначається як зміст слова, художнього твору, дії і т.і. В науці під семантикою розуміють певні відношення між символами та об'єктами, що зображають ці символи. Напочатку в психології вивчали об'єкти, які назвали семантичними із точки зору асоціативних властивостей, що накопичувались в системі навчання та поведінки людини. З розвитком когнітивної психології виникло поняття семантичних структур, що включали певні об'єкти. Пізніше було досліджено принцип дії та організації пам'яті людини, висунуті гіпотези про структуру довгострокової пам'яті і розроблені моделюючі програми, які аналізували зміст слів. Наслідком цих досліджень була поява поняття семантичної мережі.

Мережна структура була запропонована вченим Куїлліаном для опису структури довгострокової пам'яті як метод подання семантичних відношень між словами. Вона моделювала природне розуміння та використання людиною мови. Тому її основою були опис значень класу, якому належить об'єкт, його прототипу та встановлення зв'язків зі словами, що відображують властивості конкретного об'єкта.

Системи з архітектурою дошки оголошень можуть імітувати як зворотні, так і зворотні конструкції та по черзі застосовувати ці режими в процесі. Крім того, використання систем дощок оголошень призводить інженерів до знань до ієрархічної організації доменних знань та простору часткових та повних рішень. Таким чином, ця архітектура добре підходить для вирішення проблем, які характеризуються великим, але факторіальним, багатовимірним простором

рішення. Системи з подібною архітектурою вже успішно використовуються для інтерпретації даних (наприклад, графічного розпізнавання та мови), аналізу та синтезу багатокomпонентних структур (наприклад, білкових структур) та планування.

Але слід зазначити, що реалізація і впровадження систем з дошкою оголошення – досить складний процес, а самі системи вимагають значних обчислювальних ресурсів.

Якщо ми розглянемо систему, яка працює за цим принципом з погляду організації обчислювального процесу, то в системі можна виділити наступні структурні компоненти. Знання про домен розділено між незалежними джерелами, заснованими на знаннях, які працюють із планувальником. Рішення формується якоюсь глобально доступною структурою, яку ми будемо називати дошкою оголошень. Таким чином, у цій системі всі знання про "як робити" будуть представлені не як єдиний набір правил, а як набір програм. Кожен компонент цього набору може мати власний набір правил або комбінацію правил і процедур.

Функції дошки оголошень схожі з функціями робочої пам'яті у виробничих системах, але її організаційна структура набагато складніша та різноманітніша.

Аналізуючи усі вищеперераховані поділі подання знань, можна зробити висновок, що продукційну модель використати доцільніше оскільки вона заснована на правилах та має чітку циклічну архітектуру.

2.5 Комбінування моделей подання знань та нечіткої логіки в межах інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій

В результаті аналізу технологій штучного інтелекту в контексті задачі надання рекомендацій було прийнято рішення про використання нечіткої логіки комплексно з експертними системами. Основними причинами цього є необхідність використання нечітких множин при роботі зі значеннями параметрів фотографій, що містяться в EXIF-файлі, та створення на їх основі

лінгвістичних змінних, а також той факт, що вирішення задачі опирається на використання операцій з символами, тобто задача не стільки пов'язана з розрахунками за формулами, скільки з логічним аналізом і перебором варіантів.

Однією з ключових основ нечіткої логіки є блок фазифікації. Він перетворює чіткі величини, виміряні на виході об'єкта керування, у нечіткі величини, що описані лінгвістичними змінними в базі знань. Враховуючи, що усі параметри будь якої фотографії задані числовим значенням, використання нечіткої логіки, як первинного обробника вхідних даних повністю обумовлене, оскільки при подальшому аналізі простіше використовувати уже формалізовані значення.

Фазифікація – перехід від чіткого значення деякого параметра до нечіткого значення деякої лінгвістичної змінної. Для здійснення такого переходу необхідна функція приналежності, що задає конкретну лінгвістичну змінну. Процес фазифікації передбачає попередній збір експертної інформації та використання процедур її обробки для побудови функцій приналежності вхідних величин. У контексті нечіткої логіки під фазифікацією розуміється не тільки окремий етап виконання нечіткого виведення, але і власне процес або процедура знаходження значень функцій приналежності нечітких множин (термів) на основі звичайних (чітких) вхідних даних. Фазифікацію ще називають введенням нечіткості.

Розглянемо приклад процесу фазифікації трьох нечітких висловлювань в задачі надання рекомендацій при обробленні фотографій:

«показник експокорекції низький»,

«показник експокорекції середній»,

«показник експокорекції високий»

для вхідної лінгвістичної змінної – «показник експокорекції».

на рисунку 2.3 зображено графік функції належності показника експокорекції.

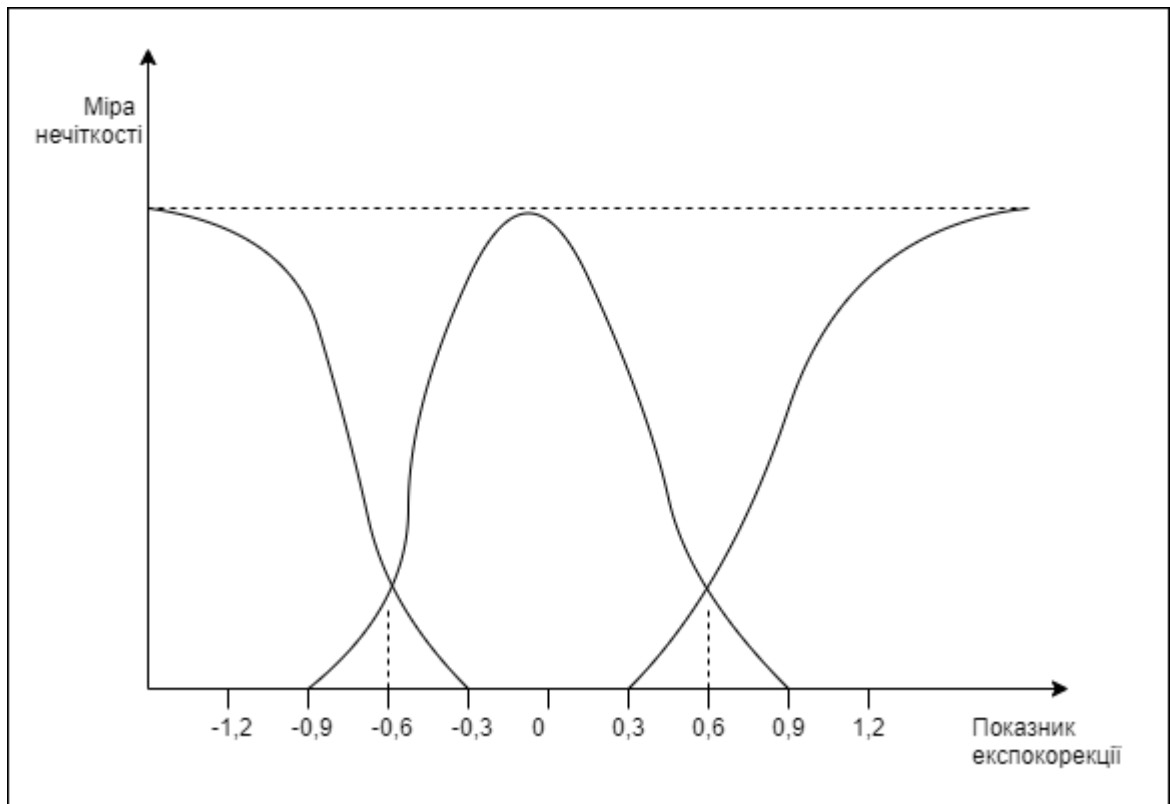


Рис 2.3 Графік функції належності показника експокорекції.

Також розглянемо процес фазифікації трьох нечітких висловлювань в задачі надання рекомендацій при обробленні фотографій:

- «показник ISO низький»,
- «показник ISO середній»,
- «показник ISO високий»

для вхідної лінгвістичної змінної – «показник ISO».

На рисунку 2.2 зображено графік функції належності показника ISO

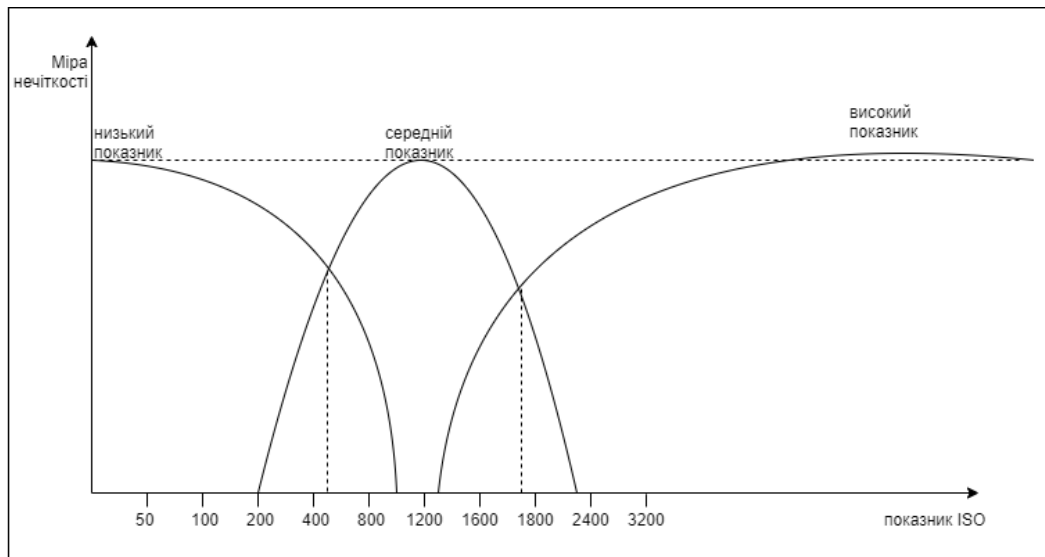


Рис 2.2 Графік функції належності показника ISO

В даному випадку «низький показник ISO» визначає діапазон від 0 (ISO вимкнено) до 800 одиниць, «середній показник ISO» від 200 до 1800 одиниць та «високий показник ISO» від 1200 до максимуму апаратних можливостей фотокамери. Згідно функції належності лінгвістичної змінної «показника ISO» значення ISO 400 одиниць, що описує діапазон низький показників, приймає значення 0,6, відповідно даний показник приймає значення 0,4 середнього показника. Базуючись на значеннях функції належності в точках які відповідають значенням ISO вхідної фотографії визначається лінгвістична змінна, що передається до експертної системи як вхідний параметр.

Оскільки експертна система, що лежить в основі головного аналізу та власне виведення даних у вигляді рекомендацій, використовує продукційну модель подання знань, яка в свою чергу оснований на правилах, що дозволяють подати знання у вигляді речення типу: **ЯКЩО** (умова), **ТО** (дія), первинна фазифікація дозволить значно скоротити набір таких правил в порівнянні з чисельними значеннями параметрів. Також, завдяки використанню комплексного підходу нечітка логіка – експертна система, досягається підвищення швидкості обробки даних, а відповідно і збільшення швидкодії усієї інформаційної технології.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ФОТОГРАФІЙ

3.1 Проектування програмних засобів

Методологія IDEF0 базується на побудові ієрархічної системи діаграм – одиничних описів фрагментів системи. Спочатку проводиться опис системи вцілому і її взаємодії з навколишнім середовищем (контекстна діаграма), після чого проводиться функціональна декомпозиція – система розбивається на підсистеми і кожна підсистема описується окремо (діаграми декомпозиції). Потім кожна підсистема розбивається на більш дрібні і так далі до досягнення потрібного ступеня деталізації. Контекстну IDEF0 діаграму для даної організації наведено на рис 3.1.

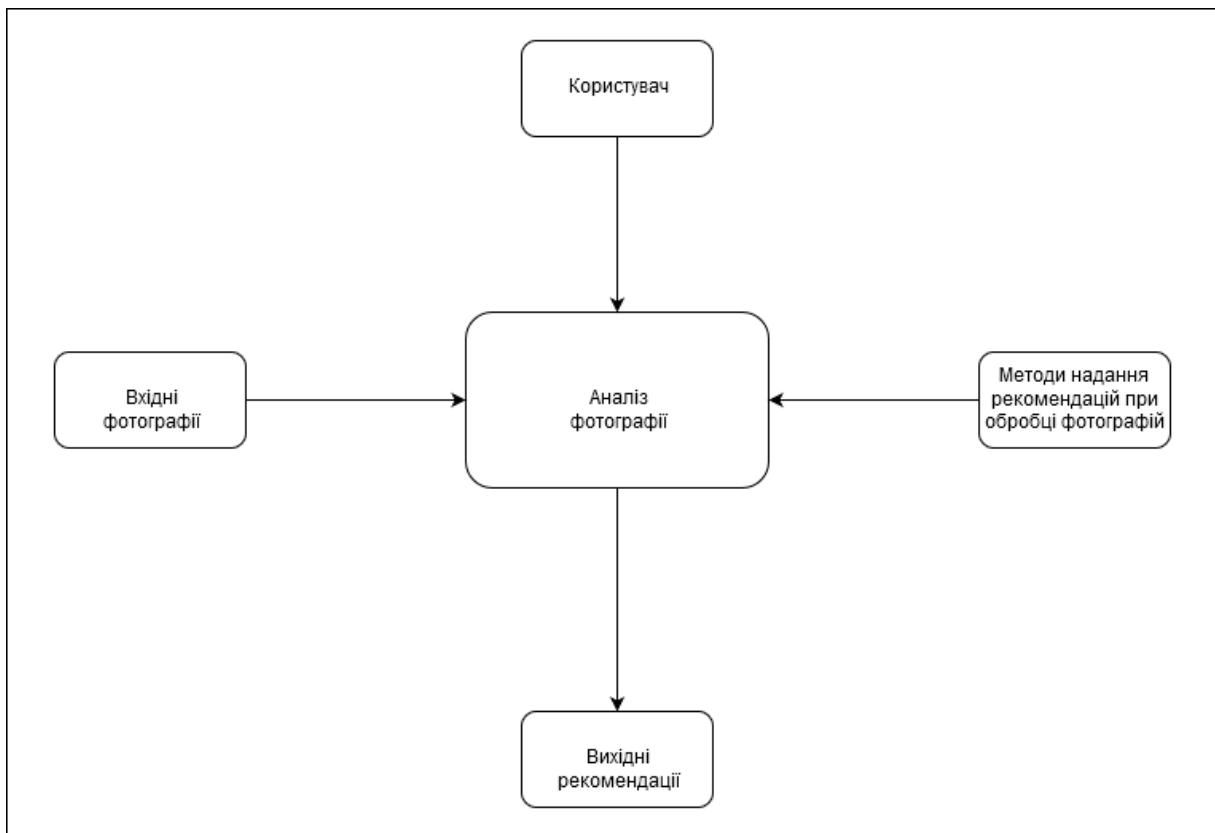


Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій

Головною задачею проектованої системи є – надання рекомендацій. Вхідними даними для цього процесу є вхідні зображення. На управлінням процесу аналізу фотографій впливають певні методи надання рекомендацій при обробленні фотографій. Механізмом керує користувач, а вихідними даними процесу аналізу є вихідні рекомендації.

Діаграма декомпозиції системи надання рекомендацій при обробленні фотографій наведено на рис 3.2. Процес надання рекомендації складається з відкриття фотографії, первинного читання EXIF-файлу, визначення відповідних значень параметрів за допомогою методів нечіткої логіки, обробка отриманих значень методами експертних систем та виведення власне рекомендацій.

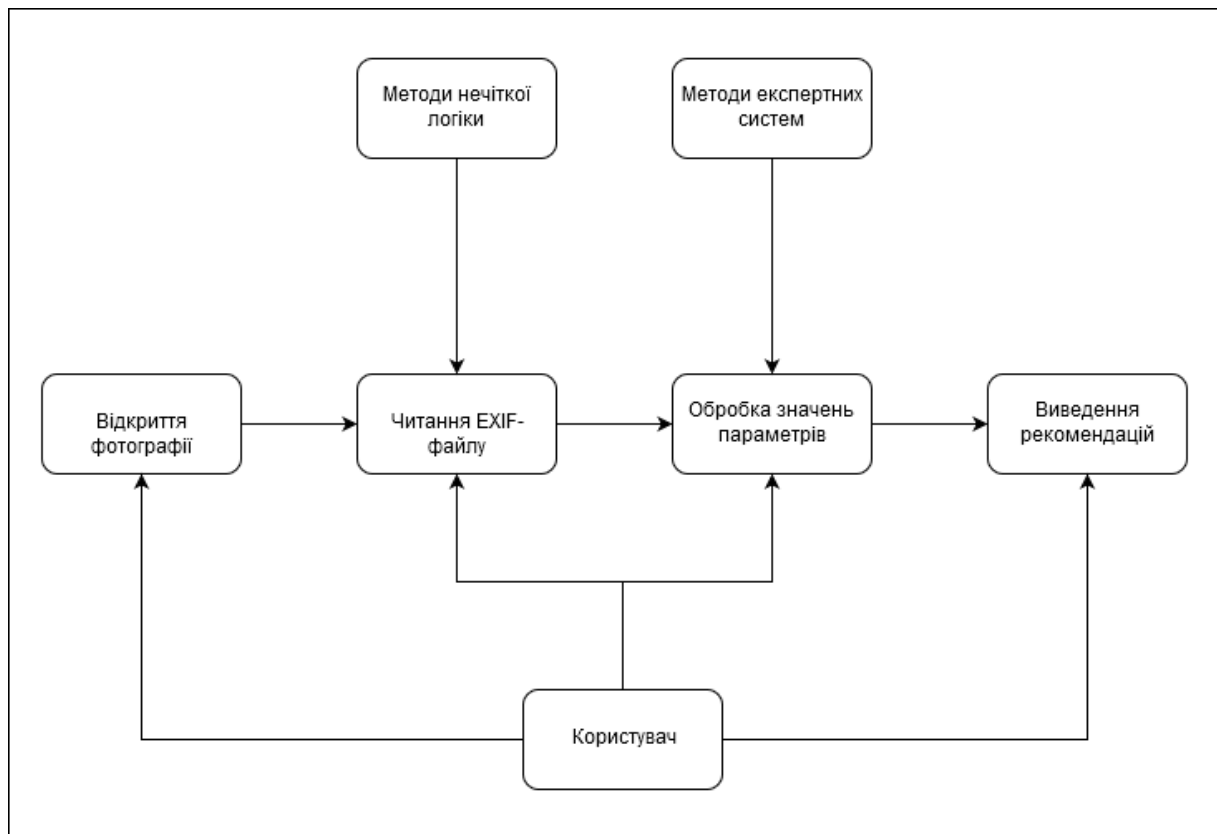


Рисунок 3.2 – Діаграма декомпозиції блоку надання рекомендацій

Стандарт опису бізнес-процесів DFD – Data Flow Diagram перекладається як діаграма потоків даних і використовується для опису процесів верхнього рівня і для опису реально існуючих в організації потоків даних. Діаграми потоків даних показують, як кожен процес перетворить свої вхідні дані у вихідні, і

виявляють відносини між цими процесами.

Контекстна DFD діаграма спроектованої системи (рис 3.3) складається з однієї роботи – аналіз фотографії та двох зовнішніх сутностей: вхідні фотографії і надані рекомендації.

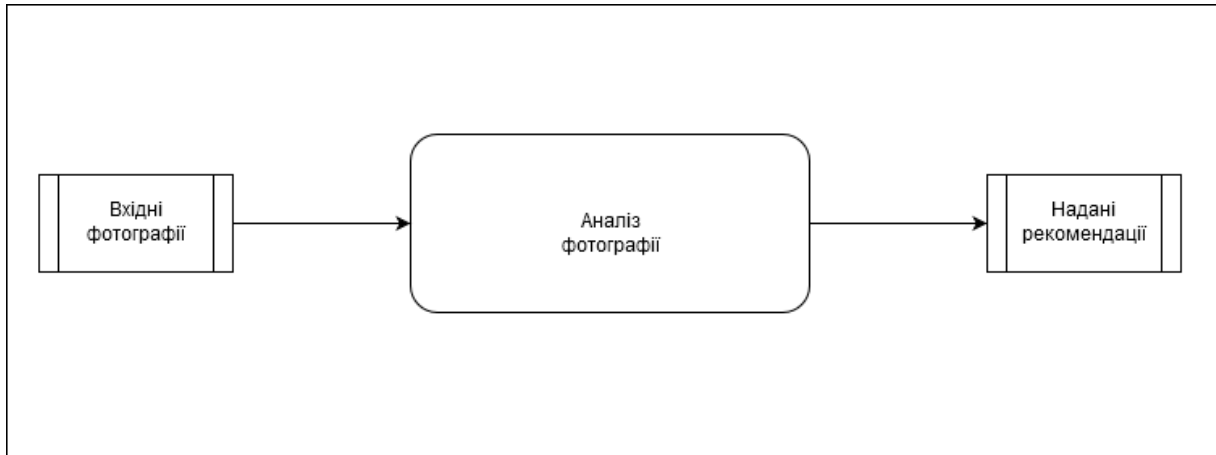


Рисунок 3.3 – Контекстна DFD діаграма системи надання рекомендацій

DFD діаграму другого рівня декомпозиції системи надання рекомендацій при обробленні фотографій наведено на рис. 3.4 На відміну від інших діаграм методології аналізу та проектування систем SADT, DFD діаграма призначена для опису існуючих в системі потоків даних, тому на ній також вказуються сховища даних, в яких знаходяться зображення до, підчас та після оброблення.

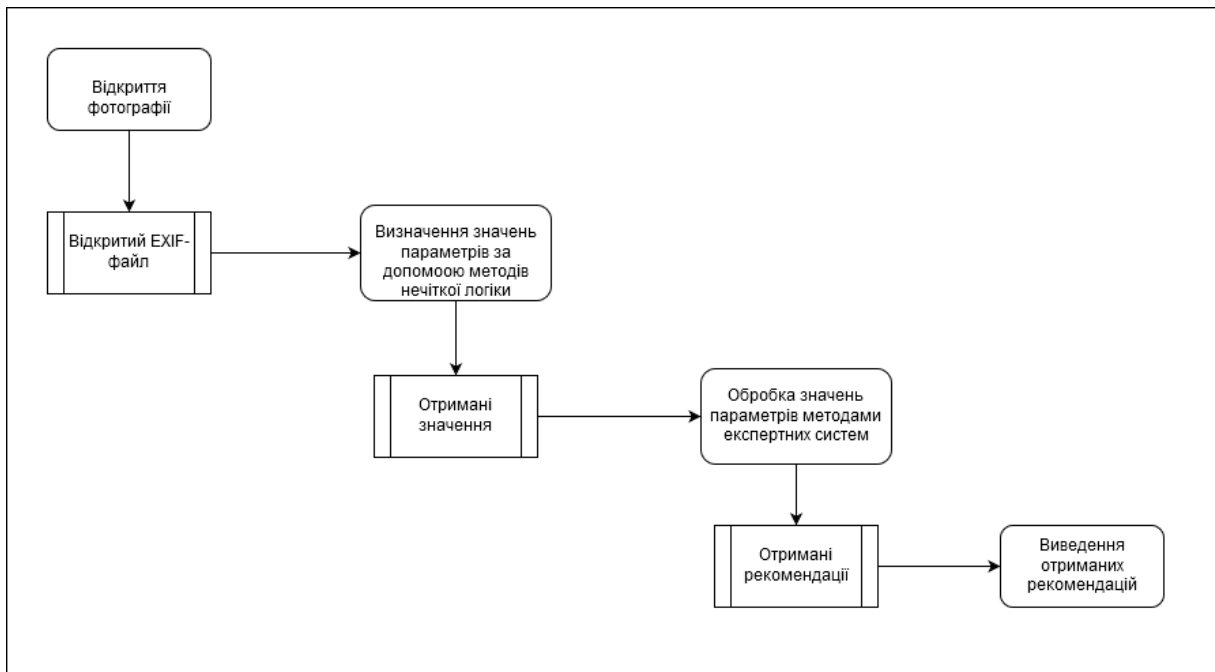


Рисунок 3.4 – DFD діаграма другого рівня декомпозиції системи надання рекомендацій при обробленні фотографій

3.2 Структурна організація

Відповідно до поставленої мети було розроблено структурну схему системи надання рекомендацій при обробленні фотографій рис. 3.5. Система складається з трьох модулів: модуль відкриття фотографій, який надає можливість обрати та завантажити зображення до системи в одному із трьох доступних форматів: .jpg, .png, .raw.; модуль фазифікації значень параметрів відповідає за обробку EXIF-файлу та його показників, що перетворюються в нечіткі лінгвістичні змінні; модуль надання рекомендацій, який відповідає за власне надання рекомендацій на основі фазифікованих даних параметрів фотографії, що аналізується.

Користуючись спроектованою структурою системи розроблено діаграму класів системи. Діаграма класів призначена для надання статичної структури моделі системи в термінології класів об'єктно-орієнтованого програмування. Діаграма класів відображує різні взаємозв'язки між окремими сутностями предметної області, такими як об'єкти й підсистеми, а також описує їхню внутрішню структуру та типи відносин [21].

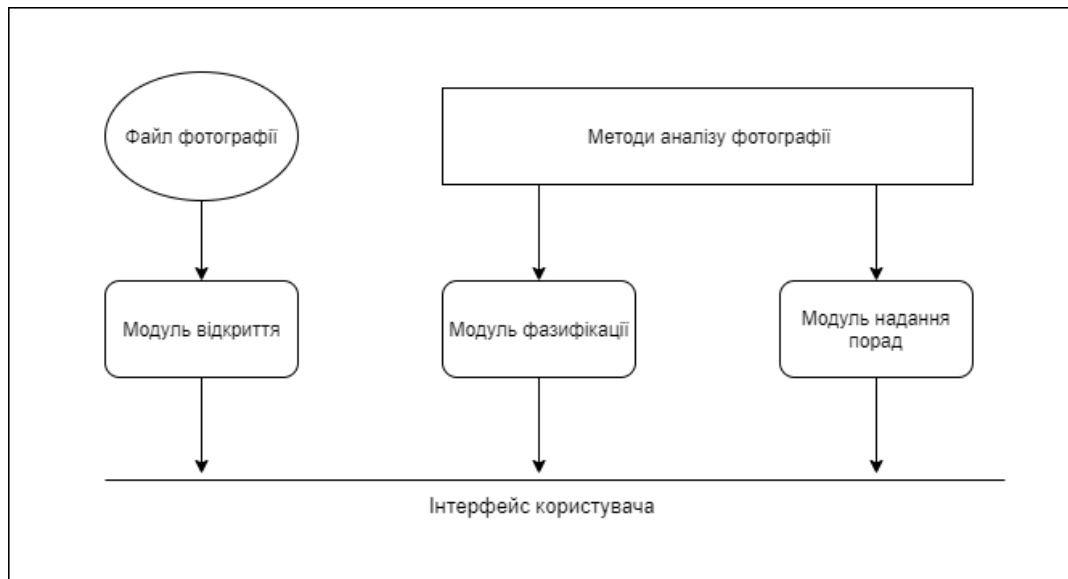


Рис. 3.5 Структурна організація інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій

Як показано на рис.3.6 система складається з чотирьох класів: *Worker*, *Input*, *FuziCalc* та *Exp_system*.

Worker – об'єднує всі функціональні блоки, відповідає за функціонування та відображення усіх елементів графічного інтерфейсу програми, має методи для зчитування та відображення зображень на всіх етапах обробки. Також клас *Worker* включає об'єкти інших трьох класів системи.

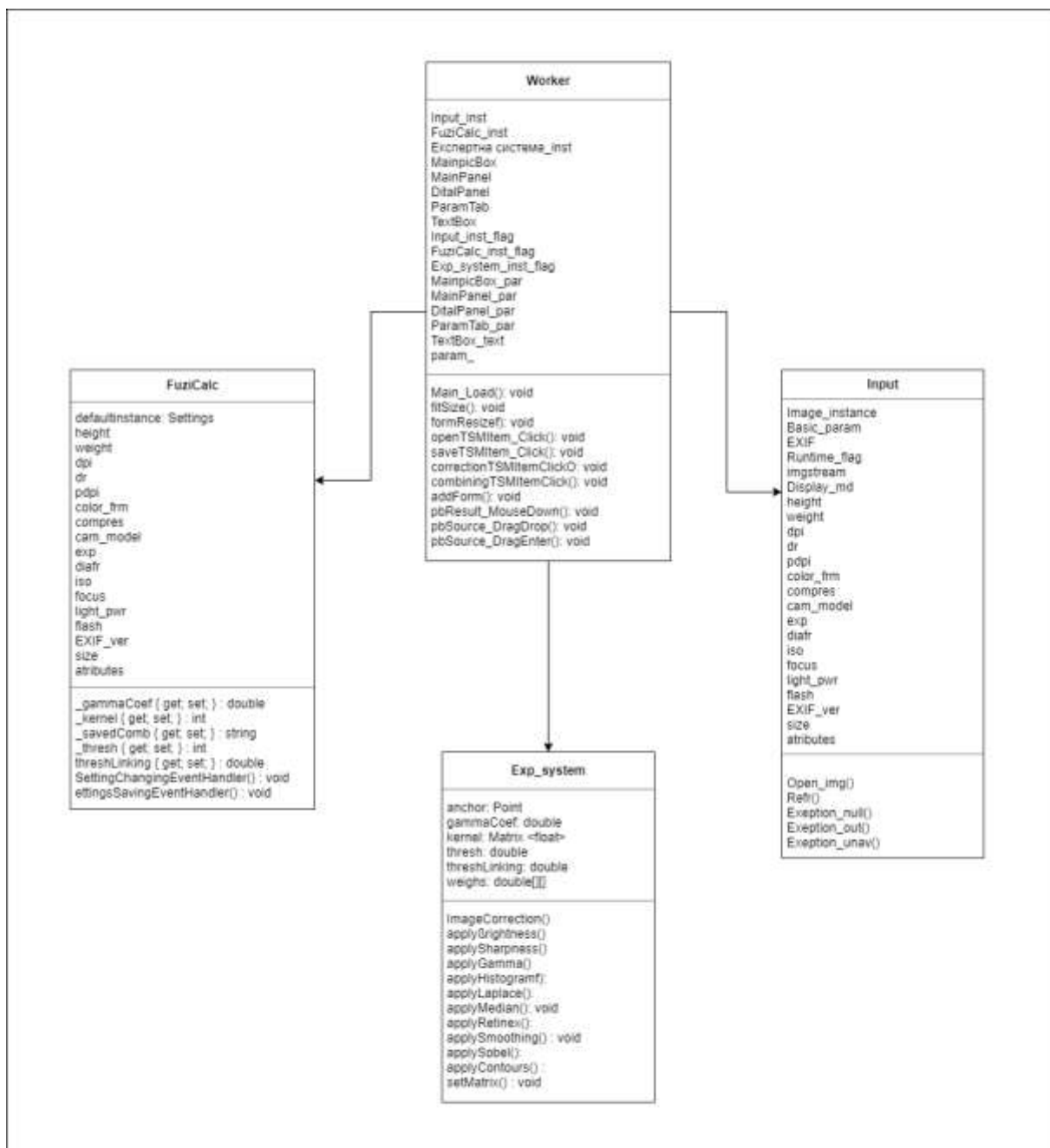


Рис 3.6 Діаграма класів інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій

Перелік і короткий опис членів класу Worker.

Поля:

Input_inst – екземпляр об'єкту Input

FuziCalc_inst - екземпляр об'єкту FuziCalc

Exp_system_inst - екземпляр об'єкту Exp_system

MainpicBox – елемент відображення головної фотографії

MainPanel – елемент відображення усіх елементів(головної панелі)

DitalPanel – панель відображення відомостей фотографії

ParamTab – елемент відображення відомостей фотографії

TextBox – елемент відображення виведених рекомендацій

Input_inst_flag – допоміжна змінна

FuziCalc_inst_flag – допоміжна змінна

Експертна система_inst_flag – допоміжна змінна

MainpicBox_par – об'єкт параметрів елемента відображення

MainPanel_par – об'єкт параметрів елемента відображення

DitalPanel_par – об'єкт параметрів елемента відображення

ParamTab_par – об'єкт параметрів елемента відображення

TextBox_text – об'єкт тексту елемента відображення

param_ - об'єкт загальних параметрів

Input – клас, який містить методи по обробці вхідних фотографій та обробці виключень при випадках невалідних завантажень. Даний клас передає власне EXIF-файл до наступного обробника, а саме FuziCalc. Нижче наведений перелік та короткі описи членів класу Input.

Image_instance – екземпляр об'єкту фотографії

Basic_param – об'єкт базових параметрів

EXIF – екземпляр об'єкту EXIF

Runtime_flag – допоміжна змінна

imgstream – потік обробки фотографії

Display_md – об'єкт відображення

height – змінна, що містить параметр висоти фотографії

weight – змінна, що містить параметр ширини фотографії

dpi – змінна, що містить параметр точковості фотографії

dr – змінна, що містить параметр динамічного діапазону фотографії

rdpi – змінна, що містить параметр одиниці динамічного діапазону фотографії

color_frm – змінна, що містить параметр кольорового представлення

фотографії

`compres` – змінна, що містить параметр зжатості фотографії(для jpeg файлів)

`cam_model` – змінна, що містить параметр моделі камери фотографії

`exp` – змінна, що містить параметр експозиції фотографії

`diafr` – змінна, що містить параметр діафрагми фотографії

`iso` – змінна, що містить параметр ISO фотографії

`focus` – змінна, що містить параметр фокусної відстані фотографії

`light_pwr` – змінна, що містить параметр світосили фотографії фотографії

`flash` – змінна, що містить параметр наявності спалаху

`EXIF_ver` – версія EXIF-файлу

`size` – змінна, що містить розмір зображення

`attributes`- додаткові атрибути зображення

`FuziCalc` – клас програмного пакету нечіткої логіки, що поширюється безкоштовно. Клас відповідає за фазифікацію даних отриманих із EXIF-файлу вхідної фотографії. Нижче наведений перелік та короткий опис атрибутів даного класу:

`defaultinstance: Settings` – системний екземпляр налаштувань пакету

`height` – фазифікований параметр висоти фотографії

`weight` – фазифікований параметр ширини фотографії

`dpi` – фазифікований параметр точковості фотографії

`dr` – фазифікований параметр динамічного діапазону фотографії

`rdpi` – фазифікований параметр одиниці динамічного діапазону фотографії

`color_frm` – фазифікований параметр кольорового представлення

фотографії

`compres` – фазифікований параметр зжатості фотографії(для jpeg файлів)

`cam_model` – фазифікований параметр моделі камери фотографії

`exp` – фазифікований параметр експозиції фотографії

`diafr` – фазифікований параметр діафрагми фотографії

`iso` – фазифікований параметр ISO фотографії

focus – фазифікований параметр фокусної відстані фотографії

light_pwr – фазифікований параметр світосили фотографії фотографії

flash – фазифікований параметр наявності спалаху

EXIF_ver – версія EXIF-файлу

size – фазифікований розмір зображення

Exp_system – клас, що відповідає за обробку фазифікованих параметрів та власне надання рекомендацій на основі цих параметрів.

3.3 Програмна реалізація

3.3.1 Обґрунтування вибору мови програмування

На сьогоднішній день найпопулярнішими мовами програмування є: C++, Java та C#.

Перевагами мови C++ є:

- продуктивність
- швидкість роботи програм на C++ практично не поступається програмам на C, хоча програмісти отримали в свої руки нові можливості і нові засоби;
- масштабованість – на мові C++ розробляють програми для самих різних платформ і систем;
- можливість роботи на низькому рівні з пам'яттю, адресами, портами. (що, при необережному використанні, може легко перетворитися на недолік.);
- можливість створення узагальнених алгоритмів для різних типів даних, їх спеціалізація, і обчислення на етапі компіляції, з використанням шаблонів.

Недоліки мови C++ проявляються у наявності безлічі можливостей, що порушують принципи типобезпеки це приводить до того, що в C++ – програмі може легко допустити важко вловиму помилку. Замість контролю з боку компілятора розробники вимушені дотримуватися вельми нетривіальних правил кодування. Більшість проблем типобезпеки C++ успадкована від C, але важливу роль в цьому питанні грає і відмова автора мови від ідеї використовувати

автоматичне управління пам'яттю. Так візитною карткою C++ стали вразливості типу "переповнювання буфера" [23].

Мова Java володіє наступними особливостями, яких немає в мові C++.

Java є типобезпечною мовою. Типобезпека гарантує відсутність в програмах помилок, що важко знайти і які пов'язані з невірною інтерпретацією пам'яті комп'ютера. Це робить процес розробки надійнішим і передбаченим, а отже швидшим. Так само це дозволяє привертати до розробки програмістів, що мають меншу кваліфікацію і мати великі групи розробників [24].

Підхід C# більш нагадує C++. Внутрішні класи в C# мають доступ тільки до статичних членів зовнішнього класу, а для доступу до нестатичних членів потрібно явно вказувати екземпляр зовнішнього класу. Локальні внутрішні класи в C# не підтримуються, обробка подій не вимагає таких класів, оскільки будується на інших механізмах [25].

Однією з головних переваг мови є її спрямованість на можливість повторного використання створених компонентів. З інших об'єктивних чинників звернемо увагу на такі:

- C# створювалася паралельно з каркасом Framework.Net і повністю враховує всі його можливості такі як FCL і CLR;

- C#, зберігши основні властивості попередніх мов, стала простішою та більш надійною. Простота й надійність, головню, пов'язані з тим, що на C#, хоча й допускаються, проте не заохочуються такі небезпечні властивості C++, як покажчики, адресація, адресна арифметика;

- завдяки каркасу Framework.Net, що став надбудовою над операційною системою Windows, програмісти C# отримують ті ж переваги роботи з віртуальною машиною, що й програмісти Java. Ефективність коду навіть підвищується, оскільки середовище CLR є компілятором проміжної мови, тоді як віртуальна Java-машина є інтерпретатором байт-коду.

Отже, мова програмування C#, у якій поєднуються потужність і гнучкість універсальних мов програмування з високою ефективністю виконавчого коду й можливістю безпосереднього доступу до апаратних ресурсів, є оптимальним

вибором для досягнення поставлених задач.

3.3.2 Розробка алгоритму роботи програмного продукту

Загальний алгоритм роботи інтелектуальної системи цифрової корекції растрових зображень наведено на рис. 3.7. Даний алгоритм складається з таких кроків:

1. Налаштування початкових параметрів системи
2. Відкриття фотографії
3. Перевірка успішності відкриття фотографії
4. Копіювання EXIF-файлу
5. Фазифікація параметрів
6. Аналіз експертною системою
7. Перевірка на наявність рекомендацій
8. Виведення рекомендацій

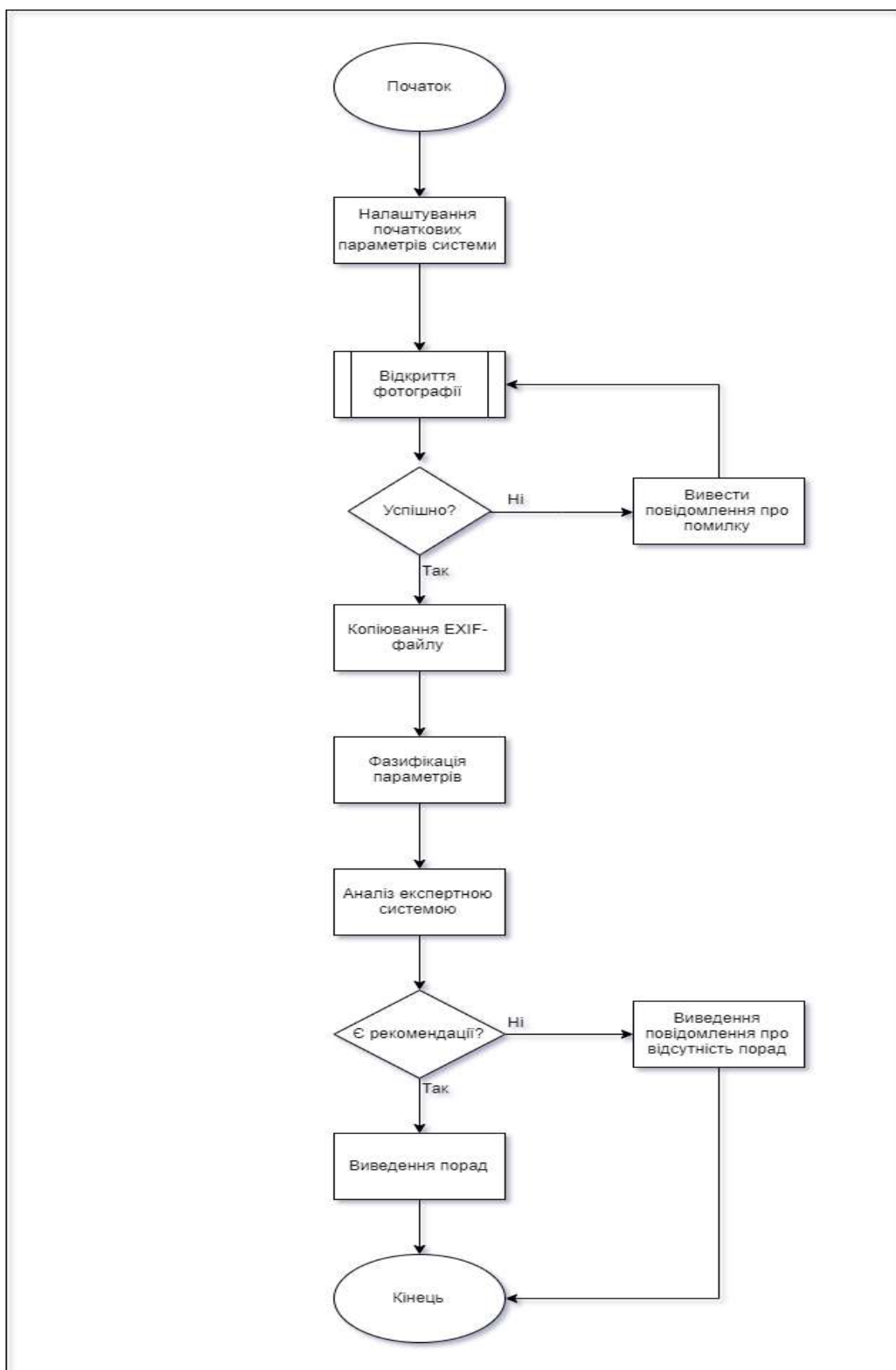


Рис 3.7 Загальний алгоритм роботи інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій

3.3.3 Тестування програмного продукту і аналіз результатів

Основними кроками при роботі з інформаційною технологією надання рекомендацій при обробленні фотографій є:

1. Користувач за допомогою графічного інтерфейсу вибирає потрібний йому функціонал системи, вводить набір вхідних значень, що представляє собою набір лінгвістичних показників.

2. Користувач оберає необхідну фотографію.

3. За допомогою відповідних методів нечіткої логіки фазифікуються дані вхідної фотографії.

4. Відбувається дефазифікація отриманих значень та розраховується значення можливості для кожного логічного висновку, що є результатом, рекомендацією.

5. Вихідні результати у вигляді значень рекомендацій стосовно обробки фотографій демонструються через графічний інтерфейс.

6. Перехід до вибору іншого функціоналу або повторення проходження тесту.

Для достовірності наданих користувачу рекомендацій, користувачу необхідно завантажити фотографію з нешкодженним EXIF файлом. Результат системи формується відповідно до проаналізованих параметрів, що знаходяться в EXIF файлі. Кожен критерій фазифікується окремо від інших, за допомогою функцій належності. Завдяки методам експертної системи надаватиметься рекомендація з редагування та обробки вхідної фотографії.

Інтерфейс програмного продукту дозволяє користувачу, який вперше користується програмою швидко ознайомитись із основним функціоналом та можливостями програми. Також простота графічного інтерфейсу обумовлена низькими затратами оперативної пам'яті ПК при роботі програми.

На рисунку 3.9 наведено головне вікно програми, що здійснює перехід між функціоналом системи.

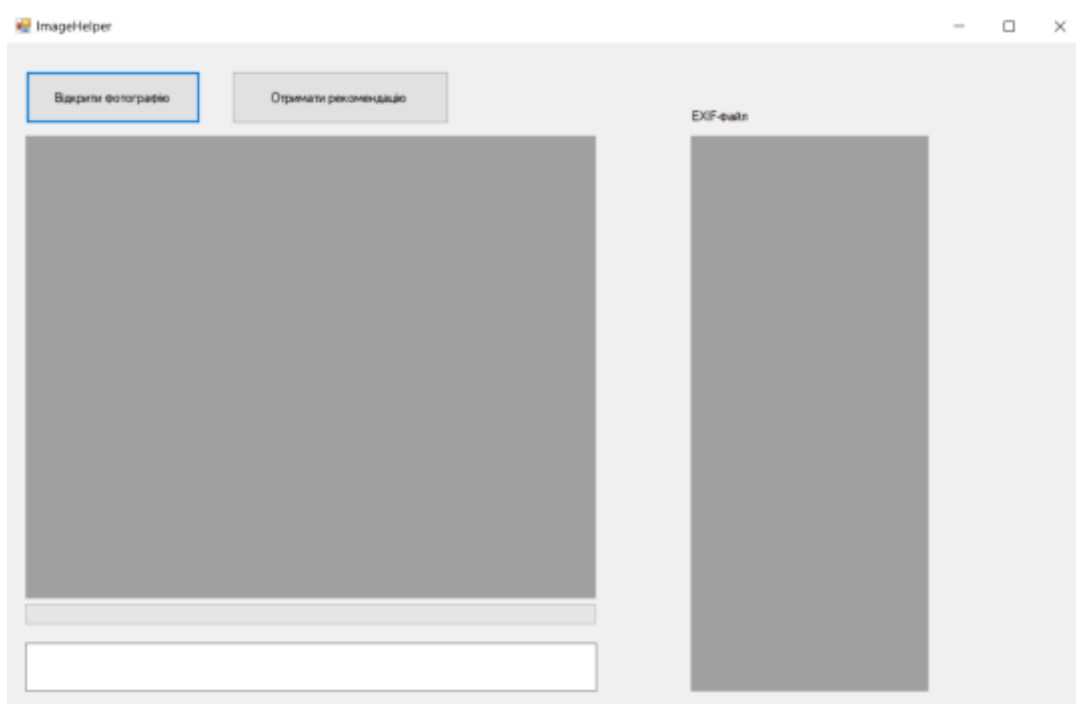


Рисунок 3.9 – Головне меню програми для надання рекомендацій при обробленні фотографій

На рисунку 3.10 наведено вікно програми на якому представлено діалогове вікно завантаження фотографії користувачем у систему для надання рекомендацій при обробленні фотографій, яке відкривається після натискання на кнопку «Обрати фотографію».

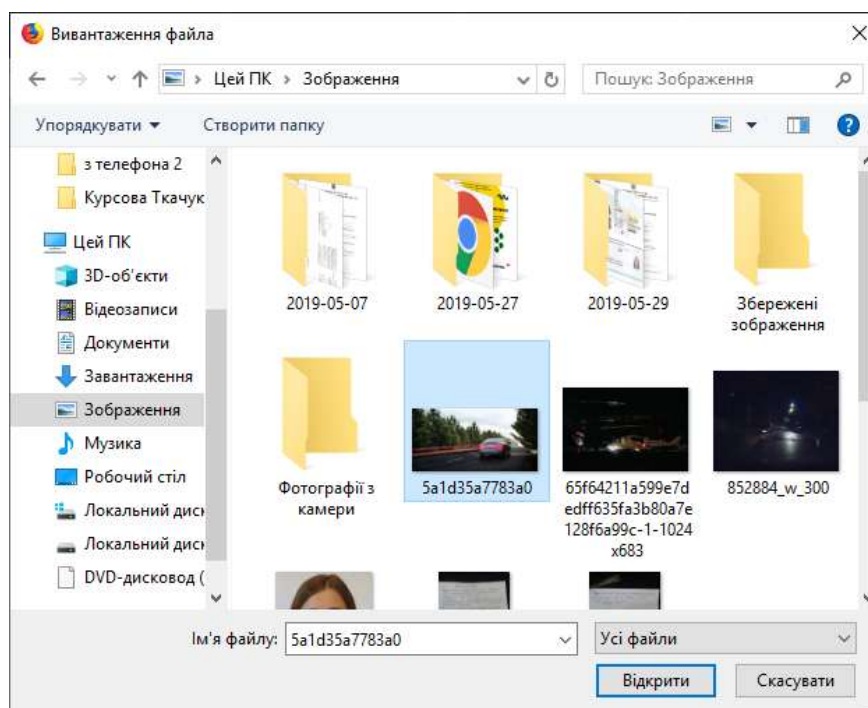


Рисунок 3.10 – Діалогове вікно для вибору вхідної фотографії

На рисунку 3.11 зображено вікно програми на якому відображається завантажена фотографія та виведено відомості з EXIF файлу вхідної фотографії.

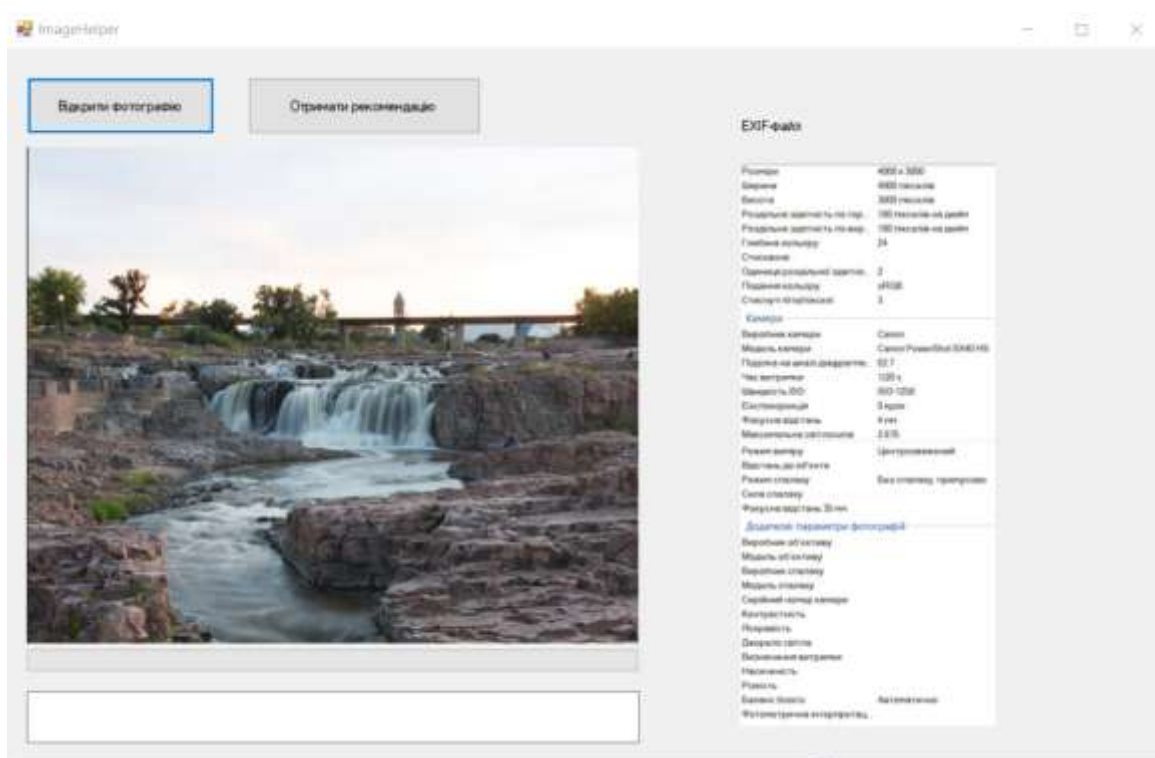


Рисунок 3.11 – Вікно програми на якому відображається завантажена фотографія та виведено відомості з EXIF файлу вхідної фотографії

Натиснувши на кнопку «Отримати рекомендації» у текстове поле під фотографією буде виведено рекомендації по обробленню фотографії. Вікно з виведеними рекомендаціями по обробленню фотографії наведено на рисунку 3.12

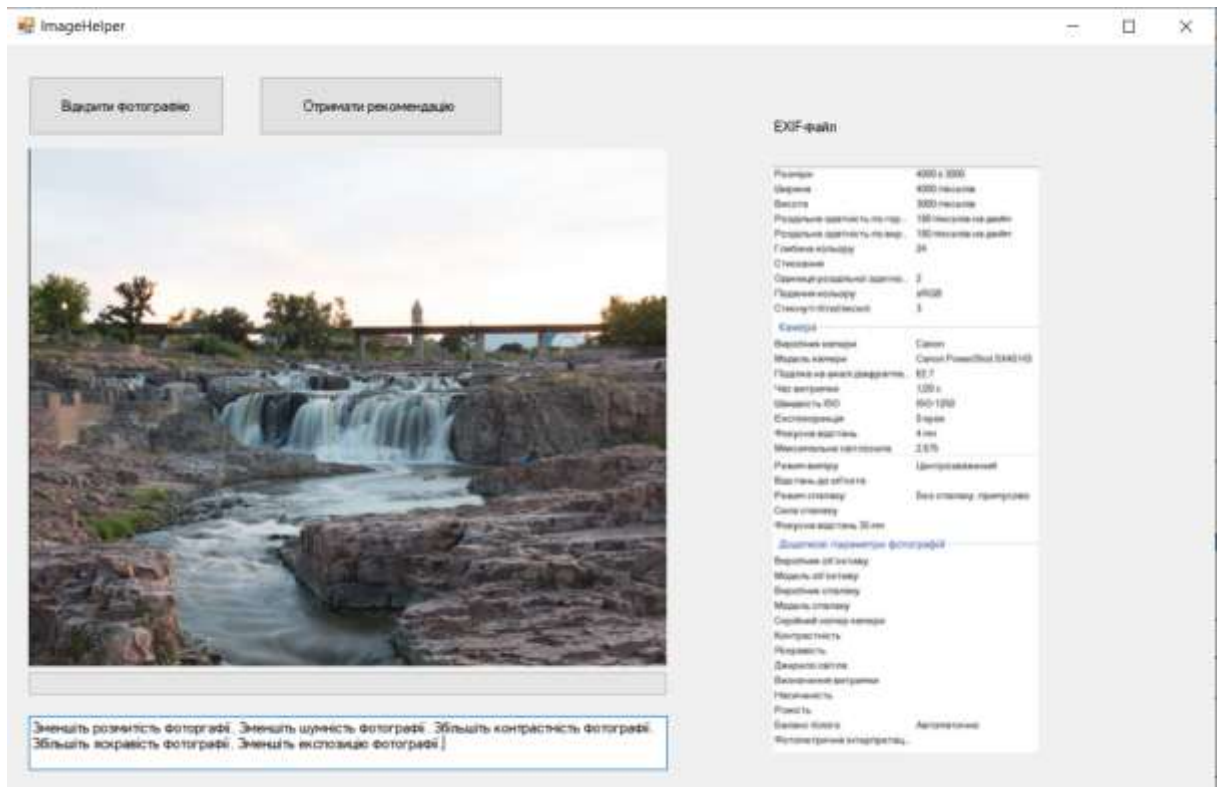


Рисунок 3.12 – Вікно з виведеними рекомендаціями по обробленню фотографії

Кожен з параметрів фазифікується і аналізується. У таблиці 3.1 наведено варіанти подібних значень для всіх необхідних параметрів. Система видає відповідні рекомендації згідно відповідності найважливіших параметрів, що знаходяться в EXIF файлі.

Дотримуючись наданих рекомендацій користувач самостійно обробляє фотографію. Як зображено на рисунку 3.13 фотографія стала значно якіснішою. Було зменшено розмитість та шумність фотографії та збільшено контрастність та яскравість, а також зменшено експозицію щоб підкреслити зміну контрастності та яскравості. Варто відзначити, що динамічний діапазон фотографії дозволив відобразити більш чіткі елементи хмар та неба в цілому. Також можна помітити кращу деталізацію скель на передньому плані, а також яскравіші та насиченіші потоки води.

Порівняння вхідної фотографії та фотографії, обробленої за наданими рекомендаціями, зображено на рисунку 3.13.



Рисунок 3.13 – Порівняння вхідної фотографії та фотографії, обробленої за наданими рекомендаціями

Таблиця 3.1 – Варіанти подібних значень для всіх необхідних параметрів необхідних при наданні рекомендацій при обробленні фотографій

Параметр	Низьке значення	Середнє значення	Високе значення	Можлива рекомендація
Розмір фотографії	100*100 пікселів	2000*1000 пікселів	4000*3000 пікселів	Обріжте фотографії
Роздільна здатність фотографії	50 пікселів на дюйм	150 пікселів на дюйм	600 пікселів на дюйм	Збільшіть роздільну здатність фотографії
Глибина кольору фотографії	8 байт	16 байт	32 байта	Зменшіть глибину кольору фотографії
Стискання фотографії	відсутнє	10	100	Змініть рівень стискання зображення
Формат подання кольору фотографії	sRGB	RGB	CMYK	Змініть формат подання кольору на RGB

Продовження таблиці 3.1

Величина діафрагми фотографії	f/1.1	f/4.5	f/8	Зменшіть розмитість фоторгафії
Час витримки фотографії	1/3200	1/20	15	Зменшіть розмиття в русі
Швидкість ISO фотографії	ISO-100	ISO-400	ISO-3200	Зменшіть шумність фотографії
Фокусна відстань фотографії	5 мм	25 мм	75 мм	Зменшіть контрастність фотографії
Експокорекція фотографії	-0.3	0	+0.3	Збільшіть яскравість фотографії
Світлосила фотографії	1.0	2.25	8.8	Зменшіть експозицію фотографії

Відповідно якщо наприклад час витримки фотографії ближчий до верхнього еталонного значення, то виведеться рекомендація «Зменшіть розмиття в русі». У випадку, коли експокорекція нижча за нормальну виводиться рекомендація «Збільшіть яскравість фотографії», проте, якщо параметр експокорекції знаходиться на високому рівні, то виведеться рекомендація «Зменшіть яскравість фотографії». Подібним чином виводяться рекомендація для параметру світлосили, фокусної відстані та розміру фотографії.

Відповідно до отриманих рекомендацій, користувач сам обирає інструменти для редагування та обробки фотографії, що зможуть виправити певні недоліки, а отже в результаті користувач отримає якісну фотографію.

З метою перевірити ефективність отриманого програмного засобу експертам було запропоновано пройти опитування, в якому порінювалась інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій із її основними аналогами. За умовами опитування кожному експерту надавалось однакові набори з 50 фотографій, що мали різні параметри, для того щоб кожен експерт міг надати комплексну оцінку, що базувалася б різних типах фоографії, що обумовило точність опитування. Критерієм оцінювання виступало «покращення якості фотографії». Опитування проводилось за стобальною

шкалою, щоб кожен експерт мав можливість точно відобразити свою оцінку тому чи іншому засобу, таким чином що: 80-100 балів – відмінно покращена фотографія; 60-80 – добре покращена фотографія; 40-60 задовільно покращена фотографія та 0-40 незадовільно покращена фотографія. В таблиці 3.2 наведені оцінки експертів за критерієм «покращення якості фотографії».

Таблиця 3.2 – Оцінки експертів за критерієм «покращення якості фотографії»

Експерт	Photoshop	Gimp	PhotoScape	Інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій
1	84	80	73	82
2	83	81	78	90
3	76	76	70	82
4	82	83	68	79
5	77	84	72	88
6	81	73	73	78
7	78	74	69	79
8	80	81	81	85
9	78	71	68	83
10	83	70	76	82
Всього	80,2	77,3	72,8	82,8

Отже, було проведено 500 тестувань на 4 різних програмних засобах, серед яких інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій отримала середню оцінку 82,8, а системи-аналоги в середньому отримали від експертів оцінку 76,7. Варто зазначити, що інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій за оцінками експертів дозволяє покращити якість фотографій на 6.1% краще ніж наявні системи-аналоги.

3.4 Висновок

В ході практичної реалізації інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій виконано проектування програмних засобів надання рекомендацій за методологією аналізу та проектування систем SADT. Згідно даної методології розроблено IDEF0 та DFD діаграми, які описують функціональні можливості та потоки даних розроблюваної системи.

Для програмної реалізації системи обрано мову програмування C#, у якій поєднуються потужність і гнучкість універсальних мов програмування з високою ефективністю виконавчого коду й можливістю безпосереднього доступу до апаратних ресурсів. Відповідно до поставлених задач визначено структурну організацію системи, розроблено і описано діаграму класів та схему алгоритму роботи програми. При тестуванні програмного продукту виявлено, що рекомендації дозволяють обробляти якісніше та швидше ніж це ж дозволяють аналоги. Проведено опитування експертів, на основі якого можна стверджувати, що інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій дозволяє покращити якість фотографій на 6.1% краще ніж наявні системи-аналоги.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Магістерська кваліфікаційна робота за темою “Інформаційна технологія надання рекомендацій при обробленні фотографій” передбачає розробку програмного продукту.

Проведемо оцінювання комерційного потенціалу даної розробки. Для проведення технологічного аудиту було залучено 3-х незалежних експертів: Яровий Андрій Анатолійович - керівник магістерської кваліфікаційної роботи, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних наук; Арсенюк Ігор, Сілагін Олексій. В таблиці 4.1 наведено критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх оцінки в балах.

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки потрібно звести в таблицю за зразком таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	1-Яровий А. А	2 Арсенюк І.О.	3 Сілагін О.В.
	Бали, виставлені експертами:		
1	4	3	4
2	3	3	2
3	4	4	3
4	4	2	3
5	3	3	4
6	2	4	2
7	4	2	3
8	3	4	3
9	3	2	3
10	4	4	3

Продовження таблиці 4.1

11	3	3	2
12	4	3	4
Сума балів	СБ ₁ =41	СБ ₂ =37	СБ ₁ =36
Середньоарифметична сума балів СБ	$\overline{СБ} \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{114}{3} = 38$		

За даними таблиці 4.1 можна зробити висновок, щодо рівня комерційного потенціалу розробки. Зважимо на результат й порівняємо його з рівнями комерційного потенціалу розробки, що представлено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Рівні комерційного потенціалу розробки.

Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 –10	Низький
11–20	Нижче середнього
21–30	Середній
31–40	Вище середнього
41–48	Високий

Рівень комерційного потенціалу розробки, становить 38 балів, що відповідає рівню «вище середнього».

Сфера впровадження інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій є досить широкою, оскільки область застосування цифрової обробки растрових зображень значно розширюється. Даному процесу сприяє підвищення продуктивності та швидкості роботи сучасної обчислювальної техніки. Засоби оброблення зображень відіграють важливу роль в промисловості, медицині, наукових дослідженнях та в інформаційних

системах.

4.2 Прогнозування витрат на виконання наукової роботи та впровадження результатів

Проведемо прогнозування витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи для розробки програмного забезпечення, яке складається з таких етапів:

1-й етап: розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу роботи;

2-й етап: розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи;

3-й етап: прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів даної роботи.

1. Виконаємо розрахунок витрат приймаючи до уваги те, що для розробки інформаційної технології було залучено одного розробника програмного забезпечення. Основна заробітна плата кожного із розробників (дослідників) Z_o , якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ [грн]}, \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (інженера, дослідника, науковця тощо), грн;

T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p = (21 \dots 23)$ дні;

t – число робочих днів роботи розробника (дослідника), розробка програмного забезпечення триває 80 днів

Зроблені розрахунки внесені до таблиці 4.3:

Таблиця 4.3 – Основна заробітна плата розробників.

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.	Примітка
Програміст	4000	181,81	80	14544,8	
Науковець	6500	295,45	80	23636	
Всього				$\sum Z_o$	38180,8

2. Додаткова заробітна плата Z_D всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховується як (10...12%) від суми основної заробітної плати розробників та робітників розраховується за формулою:

$$Z_D = 0.10 \cdot 38180,8 = 3818,08(\text{грн}).$$

3. Нарахування на заробітну плату $H_{ЗП}$ розробників та робітників, які брали участь у виконанні даного етапу роботи, розраховується за формулою:

$$H_{ЗП} = (Z_0 + Z_D) \cdot \frac{\beta}{100} [\text{грн}], \quad (4.2)$$

де Z_0 – основна заробітна плата розробника, грн.;

Z_D – додаткова заробітна плата розробника, грн.;

β – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування – 37,3%.

$$H_{ЗП} = (38180,8 + 3818,08) \cdot 0,373 = 15665,58(\text{грн})$$

4. Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень A , які використовувались під час (чи для) виконання даного етапу роботи.

Дані відрахування розраховують по кожному виду обладнання, приміщенням тощо.

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування A в цілому бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot T}{12 \cdot T_B} [\text{грн}], \quad (4.3)$$

Де $Ц$ – загальна балансова вартість всього обладнання, комп'ютерів, приміщень тощо, що використовувались для виконання даного етапу роботи, грн;

T – фактична тривалість використання, міс;

T_B – термін, використання обладнання, приміщень тощо, місяці, роки.

Зроблені розрахунки наведено в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Амортизаційні відрахування

Найменування	Балансова вартість, грн	Термін використання, роки	Фактична тривалість використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Офісне приміщення	10000	1	4	2500
Ноутбук	21000	1	4	2100
Всього				4600

5. Інформацію про матеріали, що використовуються при виготовленні даного інноваційного продукту внесено до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Матеріали, що використовуються при виготовленні даного продукту

Найменування матеріалу	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено, шт.	Вартість витраченого матеріалу з урахуванням доставки, грн
Папір (пачка)	90,00	1	99,00
Канцтовари	40,00	1	44,00
Всього			143,00

Під час розробки програмного продукту використовувались лише безкоштовні програмні засоби.

6. Витрати на силову електроенергію V_e розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot П \cdot \Phi \cdot K_{\Pi} \text{ [грн]}, \quad (4.4)$$

де V – вартість 1 кВт-год. електроенергії, 1,8 грн/кВт;

$П$ – установлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, годин;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності;

Потужність використовуваного комп'ютера становить $P=0.6$ кВт.

Фактична кількість годин роботи обладнання – 640 год (80 робочих днів по 8 годин на день).

$$B_e = 1,8 \cdot 0,6 \cdot 640 \cdot 0,6 = 414,72 \text{ (грн)}.$$

7. Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати на виконання даної частини розділу роботи В.

$$B=38180,8 + 3818,08+15665,58+4600+143+414,72 =62822,18$$

2-й етап: розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи.

$$B_{заг} = \frac{B}{\alpha} [\text{грн}], \quad (4.5)$$

$$B_{заг} = \frac{62822,18}{1} = 62822,18 [\text{грн}],$$

3-й етап. Прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів виконаної роботи. Прогнозування витрат ЗВ на виконання та впровадження виконаної роботи здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\beta} [\text{грн}], \quad (4.7)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи.

Так, як розробка знаходиться:

- на стадії розробки дослідного зразка, то $\beta \approx 0,5$
- на стадії технічного проектування, то $\beta \approx 0,2$
- на стадії розробки конструкторської документації то $\beta \approx 0,3$
- на стадії розробки технології, то $\beta \approx 0,4$
- на стадії науково-дослідних робіт, то $\beta \approx 0,1$
- на стадії промислового зразка, $\beta \approx 0,7$
- на стадії впровадження, то $\beta \approx 0,9$

$$ЗВ = \frac{62822,18}{0,7} = 89745,97 \text{ (грн)}.$$

Отже, прогноз загальних витрат на виконання та впровадження результатів становить 89745,97 грн.

4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

У даному підрозділі проведемо кількісне прогнозування, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. В умовах ринку узагальнюючим позитивним результатом, що його отримує підприємство від впровадження результатів тієї чи іншої розробки, є збільшення чистого прибутку підприємства. Зростання чистого прибутку можна оцінити у теперішній вартості грошей.

Зростання чистого прибутку забезпечить підприємству надходження додаткових коштів, які дозволять покращити фінансові результати діяльності.

Виконання даної наукової роботи та впровадження її результатів складає приблизно 1 рік.

Позитивні результати від впровадження розробки очікуються вже в перший рік впровадження.

Проведемо детальніше прогнозування позитивних результатів та кількісне їх оцінювання по роках.

Обчислимо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_{\text{я}} = \sum_1^n (\Delta\Pi_{\text{я}} \cdot N + \Pi_{\text{я}} \cdot \Delta N)_n \text{ [грн]}, \quad (4.8)$$

де $\Delta\Pi_{\text{я}}$ – покращення основного якісного показника від впровадження результатів розробки у даному році;

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

P_n – основний якісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки.

Припустимо, що внаслідок впровадження результатів наукової розробки покращується якість, що дозволяє підвищити ціну його реалізації на 10 грн, а кількість одиниць реалізованої послуги збільшиться: протягом першого року – на 200 од., протягом другого року – ще на 300 од., протягом третього року – ще на 350 од.

Орієнтовно: реалізація послуг до впровадження результатів наукової розробки складала 25 шт., а її ціна – 20рн.

Спрогнозуємо збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки у кожному році відносно базового.

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_1$ протягом першого року складе:

$$\Delta\Pi_1 = 25 \cdot 20 + (20 + 10) \cdot 200 = 40500 \text{ (грн)}.$$

Обчислимо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_2$ протягом другого року:

$$\Delta\Pi_2 = 25 \cdot 20 + (20 + 10) \cdot (200 + 300) = 100500 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_3$ протягом третього року становитиме:

$$\Delta\Pi_3 = 25 \cdot 20 + (20 + 10) \cdot (200 + 300 + 350) = 170500 \text{ (грн)}.$$

Отже, розрахунки показують, що відповідно прогнозуванню комерційний ефект від впровадження розробки виражається у значному збільшенні чистого прибутку підприємства.

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає:

1-й крок. Розрахунок теперішньої вартості інвестицій PV , що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю ми можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР, тобто $ZB = PV = 89745,97$ (грн).

2-й крок. Розрахунок очікуваного збільшення прибутку $\Delta\Pi_i$, що його отримає підприємство (організація) від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження проведено вище.

3-й крок. Будуємо вісь часу, на якій відображаємо всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів. Платежі показуємо у ті терміни, коли вони здійснюються.

Припустимо, що загальні витрати ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР (або теперішня вартість інвестицій PV) дорівнює 89745,97грн. Результати вкладених у наукову розробку інвестицій почнуть з'являтися протягом трьох років. Ці результати виявляться у тому, що у першому році підприємство отримає збільшення чистого прибутку на 40500 грн відносно базового року, у другому році – збільшення чистого прибутку на 100500 грн (відносно базового року), у третьому році – збільшення чистого прибутку на 170500 грн (відносно базового року).

Тоді рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рис. 4.1.

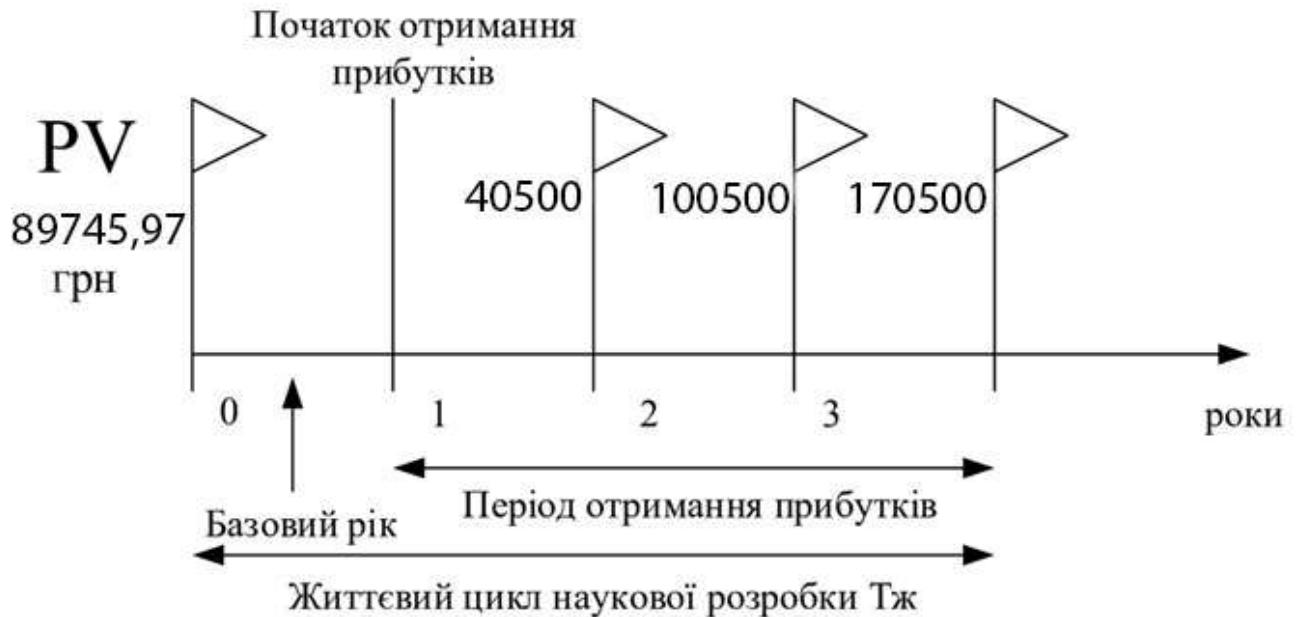


Рисунок 4.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.

Приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.10)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні - 0,1;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки „0”.

$$ПП = \frac{89745,97}{(1+0,1)^0} + \frac{40500}{(1+0,1)^3} + \frac{100500}{(1+0,1)^4} + \frac{170500}{(1+0,1)^5} = 204939.17 \text{ (грн)}.$$

$$E_{\text{абс}} = 204939.17 - 89745,97 = 115193.22 \text{ (грн)}.$$

Оскільки $E_{\text{абс}} > 0$, результат від проведення наукових досліджень щодо розробки програмного продукту та їх впровадження принесе прибуток, тобто є доцільним, але це ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даної програми.

5-й крок. Розраховують відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_v за формулою:

$$E_v = \sqrt[T_{\text{ж}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1, \quad (4.11)$$

де $E_{\text{абс}}$ – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн;

PV – теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн;

$T_{\text{ж}}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_v = \sqrt[3]{1 + \frac{115193.22}{89745,97}} - 1 = \sqrt[3]{2,2835} - 1 = 0,3562 \text{ або } 35,64\%$$

Порівняємо E_v з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{\text{мін}}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть.

Спрогнозуємо величину $\tau_{\text{мін}}$. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.12)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; $d = 0,14$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; величина $f = 0,3$.

$$\tau = 0,14 + 0,3 = 0,44$$

Припустимо, що за даних умов прибуток буде збільшуватись, то у інвестора є потенційна зацікавленість у фінансуванні даної наукової розробки.

6-й крок. Розраховують термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{ок}$ за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_6} \text{ [грн]}. \quad (4.13)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,3562} = 2,8 \text{ (роки)}.$$

Оскільки термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій менше трьох років ($T_{ок} < 3$ років), то фінансування нової розробки є доцільним.

4.5 Висновок

В даному розділі було здійснено оцінювання комерційного потенціалу розробки методів та засобів розробки інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій.

Проведено технологічний аудит з залученням трьох експертів. Аналіз експертних даних показав, що рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього. Дослідження комерційного потенціалу розробки показав, що програмний продукт за своїми характеристиками випереджає аналогічні

програмні продукти і є перспективною розробкою. Він має кращі функціональні показники, а тому є конкурентоспроможним товаром на ринку.

Згідно із розрахунками всіх статей витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи загальна вартість витрат на розробку і впровадження складає 89745,97 грн.

Розрахована абсолютна ефективність вкладених інвестицій в сумі 115193.22 грн свідчить про отримання прибутку інвестором від впровадження програмного продукту у діяльність підприємства.

Щорічна ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій складає 35,62%, що вище за мінімальну бар'єрну ставку дисконтування, яка складає 44%. Це означає потенційну зацікавленість інвесторів у фінансуванні розробки. Термін окупності складає 2,8 року, що також свідчить про доцільність фінансування.

Усе це, узятє разом, забезпечує прийняття рішення про доцільність виготовлення нового продукту.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи розроблено інформаційну технологію надання рекомендацій при обробленні фотографій. При аналізі предметної області відзначено, що оброблення фотографій має важливе значення як для професійних фотографів так і для smm-менеджерів так звичайних користувачів. Визначено основні проблеми, що виникають при обробленню зображень, технології за допомогою яких можна отримати рекомендації та вимоги до інформаційної технологій надання рекомендацій при обробленні фотографій.

В другому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було досліджено і описано основні етапи з яких складається процес надання рекомендацій. Проаналізовано основні моделі та методи надання рекомендацій при обробці фотографій. Визначено види та класи інформаційних технологій, що вирішують задачу надання рекомендацій. Запропоновано спосіб комбінованого застосування нечіткої логіки та експертних систем.

Третій розділ присвячено проектуванню та розробці програмного забезпечення інформаційної технології надання рекомендацій при обробленні фотографій. Виконано проектування програмних засобів надання рекомендацій за методологією аналізу та проектування систем SADT. Відповідно до поставлених задач визначено структурну організацію програмного продукту, розроблено і описано діаграму класів та схему алгоритму роботи програми.

Здійснено тестування розроблених програмних засобів та проаналізовано отримані результати. Тестування проведено для зображень різних форматів та розмірностей, показало, що при дотриманні вказаних рекомендацій результат оброблення більш успішний, ніж при виборі автокорекції в системах аналогах. Це підтверджує також опитування експертів. Проте деякі артефакти при ручному обробленню залишаються, але в цілому це не впливає на загальну фотографію

В ході економічного обґрунтування розробки проведено оцінювання економічного потенціалу розробки, спрогнозовано витрати на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи, спрогнозовано комерційні ефекти від реалізації результатів розробки, розраховано ефективність вкладених інвестицій та періоду їх окупності.

За результатами досліджень опубліковано тези доповіді з науково-технічних конференцій [1] на XLVIII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, 2019-2020 р.р

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткачук Д.М. Вирішення задачі про надання рекомендацій в інформаційній технології надання рекомендацій при обробленні фотографій/ Ткачук Д.М.: Збірник матеріалів XLVIII Науково-технічної конференції Вінницького національного технічного університету.– В.: ВНТУ, 2019. – С. 1-3. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2019/paper/view/8468>
2. Основні параметри фотографії. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.l-house.in.ua/blog/osnovni-parametry>
3. Що таке ISO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fotoshpora.blogspot.com/2013/11/iso.html>
4. Exchangeable image file format. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https:// devacademy.org/wiki/Exif](https://devacademy.org/wiki/Exif)
5. EXIF. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pidruchniki.com/11750427/turizm/klasifikatsiyi_turizmu
6. Adobe Photoshop – Режим доступу: <https://www.adobe.com/ua/products/photoshop.html>
7. Gimp – Режим доступу: <https://www.gimp.org/>
8. PhotoScape – Режим доступу: <http://www.photoscape.org/ps/main/index.php>
9. C# — Habrahabr. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://habrahabr.ru/post/341688/>
10. C# — Вікіпедія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.org/C#>
11. Мови програмування — Stackoverflow. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.stackoverflow.com/tags/info>

12. Нечітка логіка, нечіткі множини, м'які обчислення — часті питання [Режим доступу http://www.znannya.org/?view=fuzzy-logic-q](http://www.znannya.org/?view=fuzzy-logic-q)
13. Нечітка логіка: лекція – Режим доступу: <https://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11.htm>
14. Бази знань. Інтелектуальні інформаційні системи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5474324/>
15. Месюра В. І., Яровий А. А., Арсенюк І. Р. Експертні системи. Частина 1. Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2006. -114с.
16. Яровий А. А., Експертні системи. Частина 2. Навчальний посібник / Яровий А. А., Арсенюк І. Р, Месюра В. І. – Вінниця: ВНТУ, 2006. -106с.
17. Fleder D., Hosanagar K. [Blockbuster Culture's Next Rise or Fall: The Impact of Recommender Systems on Sales Diversity](#) (журнал) // Management Science, Vol. 55, No. 5, May 2009, pp. 697-712. — 2009. — P. 1 - 49.
18. Xiaoyuan Su and Taghi M. Khoshgoftaar. [A Survey of Collaborative Filtering Techniques A Survey of Collaborative Filtering Techniques](#) (журнал) // Hindawi Publishing Corporation, Advances in Artificial Intelligence archive, USA. — 2009. — P. 1 - 19.
19. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control* **8** (3): 338. [doi:10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
20. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ: В 3 т. – М.: Мир. – 1978
21. 8. П. Джексон. Экспертные системы. - М.: ИД «Вильямс», 2001. – 609 с.
22. Бублик Б.Н. Модели и системы обработки информации.– К.: Лыбидь, 1991 – 105 с
23. Winston P.H. Artificial Intelligence. - MA, Addison-Wesley, 1984
24. Бойко В.В., Савинков В.П. Проектирование базы данных информационных систем. – Москва: Финансы и статистика, 1989. – 347 с