

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу**

«На правах рукопису»
УДК 004.932

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ О.Л. Тимощук
«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

**на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 124 Системний аналіз**

**на тему: «Інтелектуальна система мерчандайзингу. Сегментація та мапінг
асортименту»**

Виконав:
студент II курсу, групи КА-62м
Литвинюк Антон Андрійович _____

Керівник:
к.т.н., доц.
Дідковська М.В. _____

Рецензент:
к.т.н., доц.
Заболотня Т.М. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ
2018

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 111 с., 48 рис., 28 табл., 2 додатки, 22 джерел.

Об'єктом дослідження є методи мерчандайзингу в товарів в торгових точках.

Предметом дослідження є методи сегментації зображень.

Мета роботи – розробка інтелектуальної системи мерчандайзингу, яка дозволить зменшити використання людського ресурсу та максимально оптимізувати процес мерчандайзингу за рахунок автоматичного моніторингу наявності товару на полицях та розробка системи сегментації та мапінгу асортименту як її складової частини системи мерчандайзингу для аналізу товару на полиці відносно планогам магазину.

В роботі розглянуто і проаналізовано сучасні системи мерчандайзингу та їх недоліки, також, розглядаються існуючі методи сегментації.

Запропоновано комбінований метод сегментації товарів на полиці відносно планограми на основі методів порогового значення, mean shift та водорозділу.

Інтелектуальна система мерчандайзингу та система сегментації та мапінгу асортименту реалізовані за допомогою мови програмування Python з використанням СУБД MySQL.

Результати даної роботи рекомендується використовувати для моніторингу якості викладки товарів на полицях та контролю наповненості полиць у торгових точках.

МЕРЧАНДАЙЗИНГ, СЕГМЕНТАЦІЯ, МАПІНГ, РИТЕЙЛ,
ВОДРОЗДІЛ, ПОРОГОВЕ ЗНАЧЕННЯ, MEAN SHIFT, ТОВАРНА ПОЛКА

ABSTRACT

Theme: “Intelligent Merchandising System. System of segmentation and mapping assortment”.

Thesis explanatory note: 111 p., 48 fig., 28 tab., 2 appendices, 22 sources.

The object of research – methods of goods merchandising in retail.

The subject of research – image segmentation techniques.

Purpose of work – development of intelligent merchandising system that will reduce the use of human resources and maximize the process of merchandising by automatically monitoring the availability of goods on shelves and developing a system of segmentation and mapping assortment as part of the merchandising system for the analysis of goods on the shelf based on the store planograms.

This paper reviewed and analyzed modern merchandising systems and their disadvantages and also analyzed existing techniques of image segmentation.

The combined method of segmentation of goods on the shelf based on the methods of threshold, mean shift and watershed was proposed .

The routing system is implemented using the Python programming language and MySql DBMS.

The results of this work are recommended for monitoring the quality of the goods on shelves and the control of the shelves availability in retail.

MERCHANDAISING, SEGMENTATION, MAPPING, RETAIL,
WATERPROOF, THRESHOLD, MEAN SHIFT, GOODS SHELVE

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	13
1.1 Аналіз актуальності задачі інтелектуальної системи мерчендайзингу.....	13
1.2 Аналіз існуючих систем мерчендайзингу.....	16
1.3 Аналіз існуючих методів сегментації зображень.....	20
1.4 Постановка задачі розробки інтелектуальної системи мерчендайзингу та системи сегментації та мапінгу асортименту.....	24
Висновки за розділом 1.....	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНІ ПІДХОДИ ТА ОСНОВИ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ.....	27
2.1 Метод порогового значення.....	27
2.1.1 Метод глобального порогового значення.....	28
2.1.1.1 Традиційні методи (Метод Оцу).....	29
2.1.1.2 Ітераційний метод.....	30
2.1.2 Метод локального порогового значення.....	31
2.1.3 Аналіз можливості застосування методу порогових значень. .	31
2.2 Метод Mean Shift.....	32
2.2.1 Опис методу Mean Shift.....	32
2.2.2 Аналіз можливості застосування методу Mean Shift.....	36
2.3 Метод водорозділу.....	37
2.3.1 Опис методу водорозділу.....	37
2.3.2 Аналіз можливості застосування методу водорозділу.....	41
2.4 Запропонований кобінований метод сегментації.....	42

2.5 Використання запропонованого комбінованого методу для сегментації товарів на полиці з використанням планограми.....	48
Висновки за розділом 2.....	50
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ.....	52
3.1 Обґрунтування вибору платформи та мови програмування.....	52
3.2 Обґрунтування вибору архітектури класифікатора.....	54
3.2.1 Архітектура глибокого мультикласового класифікатора на базі класичних згорткових мереж.....	55
3.2.2 Модифікована мережа з модулем Insertion.....	60
3.2.3 Запропонована архітектура з бінарним класифікатором.....	65
3.3 Аналіз архітектури бази даних.....	66
3.4 Аналіз архітектури програмного продукту.....	69
3.4.1 Схема модулів.....	69
Висновки за розділом 3.....	71
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ПРАКТИЧНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	72
4.1 Аналіз роботи алгоритму сегментації та мапінгу асортименту.....	72
4.2 Аналіз якості роботи системи сегментації та мапінгу асортименту.....	73
4.3 Аналіз якості роботи інтелектуальної системи мерчандайзингу....	76
4.4 Керівництво користувача.....	83
Висновки за розділом 4.....	87
РОЗДІЛ 5. СТАРТАП.....	89
5.1 Опис ідеї проекту.....	90
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	92
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап–проекту.....	92
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	99
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап–проекту.....	102
Висновки за розділом 5.....	105
ВИСНОВКИ.....	107

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	109
ДОДАТОК А ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОПОВІДІ.....	112
ДОДАТОК Б ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ.....	118

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ТТ – Торгова точка

РЦ – Розподільчий центр

OSA – On Shelf Availability

OOS – Out of Shell

ІТ – Інформаційні технології

НМ – Нейронні мережі

БД – База даних

СУБД – Система управління базами даних

ВСТУП

Магазин сьогодні – це не тільки полиці з товаром і каса на виході. Це скоріше завершальний елемент у складному ланцюжку проходження продукції від виробника до кінцевого споживача. Покупцеві в ній видно тільки вітрину магазину. За фасадом залишається робота логістів, комірників, мерчендайзерів, маркетологів, бухгалтерів і менеджерів різних напрямів. Величезна кількість товару проводиться, фасується, вантажиться, доставляється, викладається на полиці магазинів і нарешті продається. За всім цим кругообігом товару в природі потрібен нагляд. І людині не під силу впоратися без різних датчиків, штрих-кодів, магнітних міток – всього того, що допомагає автоматизувати облік переміщення товару.

Неодноразові дослідження фахівців доводять, що в середньому 50% роздрібних покупок товарів споживчого призначення не плануються покупцями заздалегідь. Найбільша ефективність впливу на рішення про покупку доводиться в момент покупки в торговому залі магазину. Вже протягом перших 5–7 секунд після того, як покупець бачить товар, він приймає рішення про його покупку [1].

Можна сказати, що хороший мерчендайзинг замінює продавця-консультанта. Правильна викладка, як невидимий продавець, буквально підштовхує клієнта до здійснення покупки. Створювався і вперше застосовувався мерчендайзинг саме в магазинах самообслуговування. Коли він зарекомендував себе як ефективний механізм продажів, то на нього почали звертати увагу маркетологи і фахівці в області продажів.

В результаті мерчендайзинг став в ряд з маркетингом і продажами. Вважається, що продажі вирішують короткострокові питання збуту продукції, тобто тут і зараз. Маркетинг вирішує питання довгострокові, тобто містить

заходи, які допомагають залучати клієнтів через якийсь час. Мерчендайзинг же займається вирішенням середньострокових завдань реалізації продукції [2].

Оскільки на сьогоднішній день активно проводиться автоматизація та оптимізація робочих та бізнес процесів в галузі роздрібної торгівлі, то мерчендайзинг є слабкою ланкою, адже для моніторингу якості та повноти викладки товару на полиці все ще залучається людський ресурс.

Важливою складовою системи мерчендайзингу є система сегментація та мапінгу товару на полиці, так як для аналізу наявності товару полиці необхідно не тільки визначити товар, а й співставити його з планограмою полиці та перевірити коректність його розміщення. Саме ідентифікація товару відносно планограми, говорить про правильну викладку, що сприяє продажам.

Саме тому ціль роботи заключається в розробці інтелектуальної системи мерчендайзингу, яка дозволить зменшити використання людського ресурсу та максимально оптимізувати процес мерчендайзингу за рахунок автоматичного моніторингу наявності товару на полицях та розробка системи сегментації та мапінгу асортименту як її складової частини системи мерчендайзингу для аналізу товару на полиці відносно планограм магазину.

Для досягнення мети розв'язані такі задачі:

1. Аналіз ринку ритейла та існуючих рішень.
2. Аналіз алгоритмів та методів сегментації зображень.
3. Розробка алгоритму сегментації зображення.
4. Розробка методу сегментації та мапінгу асортименту відносно планограм.

Об'єктом дослідження є методи мерчендайзингу в товарів в торгових точках.

Предметом дослідження є методи сегментації зображень та мапінгу даних.

Наукова новизна полягає в запропонованому підході до автоматизації мерчендайзингу, що поєднує в собі систему класифікації і систему сегментації

та мапінгу; запропонованому комбінованому методі сегментації та мапінгу, що базується на планограмі ТТ та дозволяє виділити товари на полиці для їх аналізу.

Практичним результатом є реалізація інтелектуальної системи мерчендайзингу у вигляді програмного продукту, що дозволяє проводити аналіз полиць в реальному часі з точністю 96% та дозволяє накоплювати історію наповненості полиць для подальшого статистичного аналізу, а також реалізація системи сегментації та мапінгу асортименту як окремого модулю інтелектуальної системи мерчендайзингу, яка дозволяє виділити для аналізу товари на полиці згідно планограми і є невідомою частиною загальної системи.

Робота складається з 5 розділів. В першому розділі розглядаються сучасні системи мерчендайзингу та їх недоліки, також, розглядаються існуючі методи сегментації. В другому розділі описується запропонований комбінований метод сегментації, проаналізовані методи, з яких він складається та наведено алгоритм роботи на прикладній задачі. В третьому розділі проводиться аналіз системи з точки зору архітектури та програмної реалізації. В четвертому розділі аналізується якість роботи запропонованої інтелектуальної системи мерчендайзингу. В п'ятому розділі проводиться аналіз програмного продукту як стартапу.

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз актуальності задачі інтелектуальної системи мерчендайзингу

Криза 2015–2016 років найбільше затронула галузі споживання. За 2 роки оборот роздрібної торгівлі скоротився на 15%, фактично ми відкотилися до рівня 2010–2011 років. Падіння реальних доходів населення позначилося на розвитку роздрібної торгівлі: воно триває третій рік і неминуче змінює споживчу поведінку. Для прикладу споживачі все більше уваги звертають на проведення промоактивностей.

Таке падіння ринку дало поштовх для розвитку та впровадження ІТ в галузь роздрібної торгівлі (ритейл). Продукти та системи ІТ почали активно використовуватися для автоматизації та оптимізації існуючих бізнес процесів, зменшення використання людської праці в рутинній монотонній роботі. До таких продуктів та систем можна віднести:

1. Системи лояльності – аналізують кожний чек та пропонують промоакції та спецпропозиції для конкретного сегменту покупців або ж навіть для окремого покупця.
2. Системи ціноутворення – базуючись на ціновій еластичності та ціновій політиці мережі, надають рекомендації для ціноутворення, з ціллю максимально підвищити прибутковість або ж залучити максимально широку аудиторію.
3. Системи прогнозування продажів – аналізують дані за певний історичний період та моделюють майбутні продажі з врахування промоактивностей. Вони дозволяють зменшити складські залишки та збільшити доступність товару на полиці.
4. Системи автозамовлення – базуючись на прогнозі, страховому запасі, презентаційному запасі та інших факторах, розраховують

необхідне замовлення від постачальника на РЦ та розприділяють товар з РЦ на ТТ.

Як видно з основних систем, що використовуються в ритейлі, ключовими задачами для розвитку мереж є:

- а) забезпечення доступності товару на полиці;
- б) розширення аудиторії покупців;
- в) зменшення списання товарів та товарних залишків;
- г) встановлення оптимальних цін.

Якщо більшість із задач можна вирішити аналізом історичних даних та моделюванням майбутніх подій, то доступність товару на полиці забезпечити та проконтролювати не так просто. Чому це так? Доступність товару на полиці залежить від багатьох факторів:

- а) доставка товару від постачальника;
- б) доставка товару з РЦ;
- в) коректний прогноз продажів;
- г) виставлення товару в ТТ на полиці;
- д) контроль наявності товару в ТТ на полиці;
- е) контроль умов розміщення товару в ТТ на полиці.

Задачі а) – в) можна автоматизувати, але г) – е) на даний момент часу виконують люди, а саме мерчендайзери. Саме від цих людей залежить чи є товар на полиці і чи у належній він якості. Це впливає не тільки на прибуток ТТ а і на довіру до мережі та збереження аудиторії покупців, оскільки від розміщення товару на полиці залежить якість проведення промоактивностей та якість історичних даних для аналізу.

Для оцінки наявності товару на полиці існує показник OSA – On Shelf Availability, за підвищення якого так чи інакше борються всі учасники ринку. Даний показник вимірюється у відсотках і є оберненим до такого показника, як OOS – Out of Shelf (показник втрачених продажів). Тут варто зазначити, що навіть працівники галузі роздрібної індустрії часто плутають події Out of Stock і

Out of Shelf, тим більше що у них однакова аббревіатура (OOS). Дуже важливий момент, що підкреслює відмінність даних показників, полягає в тому, що, згідно зі статистикою, близько 50% випадків Out of Shelf (а саме Out of Shelf є показником неможливості придбання товару покупцем) відбувається при ненульових залишках (тобто коли подія out of shelf вже настало, а події out of stock – ще немає) [3].

Трохи статистики від ECR (ECR («Efficient Consumer Response») – міжнародна некомерційна організація «Ефективний відгук на запити споживачів»), що характеризує важливість показників OOS і OSA для постачальників і ритейлерів:

- в середньому всього 20% позицій в статусі OOS поповнюється протягом 8 годин;
- 8,3%, середній показник OOS по індустрії в світі, не змінюється останні 8 років;
- підвищення OSA на 3% принесе ~ 1% інкрементального (зі зростаючим трендом) зростання обсягів поставок для постачальника;
- підвищення OSA на 2% принесе ~ 1% інкрементального (зі зростаючим трендом) зростання обсягів продажів для ритейлера;
- у 47% випадків при відсутності потрібного йому товару на полиці покупець не зробить покупку в цьому магазині;
- у 46% випадків при відсутності на полиці магазину потрібного йому товару покупець не зробить покупку товару даного виробника [1].

Виходячи з вище сказаного очевидно, що своєчасне виявлення нехватки товару на полиці та якнайшвидше його поповнення є однією із критичних задач для сучасного ритейлера. І саме тому використання автоматизованої інтелектуальної системи мерчендайзингу є надзвичайно актуальним для сьогоденного ритейлера.

1.2 Аналіз існуючих систем мерчендайзингу

Задачі мерчендайзингу в сфері роздрібно́ї торгівлі виконуються протягом багатьох років. Були вироблено та впроваджено безліч підходів, які проходили випробовування часом або були неефективними. На даний момент на українському ринку роздрібно́ї торгівлі можна виділити три основні системи мерчендайзингу:

1. Перша система є найпростішою та найдешевшою. Вона базується повністю на людській праці. Її суть заключається в наступному: постачальник або магазин виділяє людину, відповідальну за розміщення певного товару або заповнення полки. Дана система має право на життя в невеликих магазинах, але в великих супермаркетах з постійним потоком клієнтів вона далеко не ідеальна, оскільки необхідно занадто багато людей для контролю, або ж якщо це мерчендайзери постачальників можливі конфлікти конкурентів.

2. Друга система є більш поширеною для торгових мереж, але також базується на людському ресурсі. Вона заключається в наступному: компанія посередник, або постачальник товарів, або ритейлер розробляють програмний продукт для мобільного телефону або планшету, далі працівник зі встановленим застосунком фотографує полиці з товаром. Застосунок оброблює фотографії, проводить сегментацію та мапінг товарів і аналізує доступність товару на полицях. Після аналізу ТТ автоматично формується звіт, що відправляється відповідальному за ТТ для подальших дій. Даний метод є значно кращий за попередній але все одно не дозволяє повністю автоматизувати процес мерчендайзингу. Для прикладу такими системами є:

ShelfMatch

Розробник рішення – російська компанія Kuznetch. Це програма для автоматизованого порівняння планограм з фактичним розташуванням продукції на полицях магазинів. Технологія дозволяє контролювати розміщення десятків тисяч товарних найменувань.

За фотографії або відеозапису полки з товарами ShelfMatch автоматично визначає, які товари присутні в викладенні і чи відповідає викладка планограм, і створює аналітичний звіт.

Аналіз викладки проводиться автоматично виключно на основі вхідних (НЕ промаркованих текстом) зображень і не вимагає додаткових калькуляцій. Звіт передається в підрозділи компанії (або точково співробітникам) в електронному вигляді за допомогою мобільного додатку. Відповідь від системи приходить в реальному часі, а значить, співробітник може внести зміни в викладку відразу ж, на місці.

Intelligence retail

Ще одна російська розробка. Принцип роботи цього рішення аналогічний попередньому. В основі лежать технології SAP.

За заявами розробників, рішення по фотографії може за 10 секунд розпізнати 96% SKU, знайти відсутні товари, визначити кількість наявних, знайти цінники і порівняти ціни на них з рекомендованими постачальником, проаналізувати відповідність викладки планограмі і т.д.

Система дозволяє скоротити час аудиту одного магазину на 80%, і як наслідок мерчендайзер може обходити на третину більше точок в день. Точність даних зростає на 25% в порівнянні з ручною обробкою даних.

Також досить сильними гравцями є Trax Retail, ST-Mobi, Polka та інші. Всі вони мають в основі одну й ту ж саму ідею.

На превеликий жаль дані системи залежать від людського ресурсу і не можуть працювати в режимі реального часу. Для того щоб отримати звіт або аналітику необхідно, щоб працівник сфотографував всі полки та відправив фото на обробку. Цей процес вимагає багато часу особливо для мереж супермаркетів

та великих мереж. Також одна з проблем це підробка фотографії або заміна її не актуальну, оскільки система довіряє саме працівнику, який робить та завантажує фото, вона не має можливості перевірити наскільки фото достовірне та відповідає реальності.

3. Третій тип системи зараз вважається революційним, це так звані “розумні полиці”. Дана система заключається в наступному: в полиці вмонтовуються спеціальні датчики, які вимірюють вагу, температуру полиці. На базі отриманих даних системою робиться висновок про наповненість полиці базуючись на планограмі. Дана система реагує на зміну температури (наприклад в холодильниках) та повідомляє про це відповідних працівників, щоб уникнути псування товару. Недоліком даної системи є неможливість аналізу відповідності товару на полиці відносно асортименту планограми та значно вища вартість в порівнянні з попередніми системами.

Для прикладу можна навести Smart Shell Solution. Дана система дає можливість співробітникам компаній спостерігати з мобільних пристроїв за тим, що відбувається на полицях, помічати порушення планограм та стежити за продажами. Також дана система може автоматично формувати замовлення. Система задовільняє 80% потреб в "розумному" ритейлі задовольняються за рахунок базових функцій: контроль відсутності продукції, спостереження за температурою та наявністю електропостачання в холодильниках.

Використовуються датчики для зняття показників крутного моменту і віддаленого зняття показників за рахунок зчитування магнітних полів. Таким чином, відкривши систему і вибравши будь-який магазин на карті, працівник компанії отримує показники роботоспособності пристрою, його розташування, продаж і так далі.

Система може бути незалежним аналітиком статистики та інтегруватися в будь-яку існуючу ПО, таку як SAP. Полки можуть «самі» замовити продукцію, розсилати повідомлення за попередньо встановленими подіями.

Але на превеликий жаль система нездатна визначити коректність розміщення товару на полиці відносно планограми. Дана система призначена більше для постачальника, оскільки може надати повну інформацію про умови зберігання товару, що дозволяє постачальнику контролювати як ритейлер виконує свої зобов'язання перед ним. Для ритейлера дана система менш продуктивна, так як необхідно будувати складні планограми з врахуванням ваги товару для полиці та розбивати великі секції полиць на більш дрібні для точнішого виявлення нестачі товару.

Як видно з табл. 1.1 на сьогоднішній день важко досягнути балансу між вартістю, автоматизованістю та складністю підтримки системи мерчендайзингу. Хоча можна сказати що другий тип є найбільш оптимальним для досягнення балансу.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика систем мерчендайзингу.

Тип системи	Перший тип	Другий тип	Третій тип
Автоматизованість (по 5 бальній шкалі)	1	3	5
Вартість підтримки (по 5 бальній шкалі)	1	3	5
Вартість впровадження (по 5 бальній шкалі)	1	2	5
Складність впровадження (по 5 бальній шкалі)	3	3	3
Складність підтримки (по 5 бальній шкалі)	5	2	1

Системи мерчандайзингу другого та третього типів зазвичай складаються з багатьох підсистем, які в поєднанні дозволяють досягнути необхідного результату. Наприклад для другого типу використовуються наступні підсистеми:

- а) система створення зображення (камера телефону);
- б) система збереження зображень (база даних);
- в) система обробки зображення (системи сегментації, мапінгу);
- г) система аналізу зображення (системи класифікації);
- д) система побудови звіту.

Ключовими підсистемами є саме системи обробки та аналізу зображень. На етапі роботи цих підсистем проводиться аналіз якості викладки, наповненості полиць та відповідності викладки згідно з планограмою.

1.3 Аналіз існуючих методів сегментації зображень

Однією з основних завдань обробки та аналізу зображень є сегментація, тобто поділ зображення на області, для яких виконується певний критерій однорідності, наприклад, виділення на зображенні областей приблизно однакової яскравості. Поняття області зображення використовується для визначення зв'язкової групи елементів зображення, що мають певну загальну ознаку (властивість).

Сегментація є основним етапом для підготовки даних для розпізнавання об'єктів. На цьому етапі відбувається групування розрізнених ділянок або фрагментів зображення в область, що належить одному об'єкту, або поділ будь-якої ділянки зображення на області, що належать різним об'єктам. При цьому групування здійснюється за різними ознаками, таким як яскравість, колір, текстура і тому подібними ознаками. Застосування методу групування, з

тою чи іншою ознакою, залежить від завдання, яке необхідно вирішити [4]. Так як етап сегментації передує етапу більш високого рівня обробки зображення, то до методів сегментації застосовуються певні вимоги. У загальному випадку ці вимоги можна сформулювати наступним чином:

- а) максимальна відповідність сегментованій області реальному об'єкту;
- б) робота в режимі реального часу;
- в) низька ймовірність помилок;
- г) стійка робота в складних умовах.

Виходячи зі сформульованих вимог, проведемо аналіз найбільш часто вживаних методів, з метою виявлення їх слабких і сильних сторін.

1. Методи, що базуються на бінаризації.

Сутність цих методів полягає в зведенні зображення до бінарного використовуючи яскравість як характеристику пікселів і подальшу обробку алгоритмами виділення однорідних областей. Алгоритми засновані на принципі кластеризації [5]. Найбільш поширений алгоритм цієї групи методів це алгоритм k -середніх.

2. Методи, що базуються на пошуку границь регіонів.

Ці методи знаходять границі регіонів, а потім і самі регіони виходячи зі знайдених границь. Найчастіше для виділення границь використовується високочастотний фільтр, для бінаризації використовується k -кластеризація, а виділення регіонів на бінарному зображенні відбувається за допомогою алгоритму послідовного сканування [4].

3. Методи, що базуються на пошуку регіонів.

Дані методи знаходять регіони безпосередньо, об'єднуючи сусідні пікселі в регіони по схожості параметрів (колір, яскравість і т.д.). Будується імовірнісна модель характеристик пікселів, що визначає клас відповідний до деякого регіону і проводиться порівняння параметрів пікселів шляхом застосування порога [6]. Ці методи лежать в основі таких методів, як:

- метод злиття регіонів;
- метод розбиття і злиття регіонів;
- метод "водорозділу".

4. Методи, які використовують Марківське випадкове поле.

Дані методи засновані на припущенні, що колір кожної точки зображення залежить від кольорів деякої множини сусідніх точок. Застосування Марківського випадкового поля дозволяє враховувати відмінності в текстурі при сегментації [7].

5. Методи теорії графів

Сутність цих методів полягає в тому, що зображення представляється у вигляді зваженого графа, з вершинами в точках зображення. Вага ребра графа відображає подібність точок. Розбиття зображення моделюється розрізами графа. Зазвичай в методах теорії графів вводиться функціонал «вартості» розрізу, що відображає якість отриманої сегментації. Так задача розбиття зображення на однорідні області зводиться до оптимізаційної задачі пошуку розрізу мінімальної вартості на графі [8].

Найбільш часто вживаними методами теорії графів є:

- жадібні алгоритми;
- методи динамічного програмування;
- алгоритм Дейкстри;
- метод Normalized;
- метод Nested Cuts;
- метод сегментації SWA.

Основні переваги і недоліки, які властиві розглянутим методам, наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Переваги і недоліки методів сегментації.

№ п / п	Найменування методу	Переваги	Недоліки
1	Методи, що базуються на бінаризації	– простота реалізації; – висока швидкість обробки.	– велика ймовірність помилкової сегментації.
2	Методи, що базуються на пошуку границь регіонів	– можливість зміни порога класифікації; – низька чутливість до змін характеристик зображення.	– алгоритм не працює при розриві границі; – неточне виділення областей; – низька швидкість роботи; – багатоступінчатість методу.
3	Методи, що базуються на пошуку регіонів	– широка область застосування; – можливість зміни порога класифікації; – швидкість роботи; – стійкість до помилок на перших етапах методу; – точність сегментації.	– при роботі з великими областями зростає ймовірність помилки і знижується швидкодія.
4	Методи, які використовують Марківське випадкове поле	– висока якість сегментації по текстурі.	– складність реалізації.

Продовження таблиці 1.2

№ п / п	Найменування методу	Переваги	Недоліки
5	Методи теорії графів	– можливість окрім однорідності кольору і текстури сегментів керувати також формою сегментів, їх розміром і складністю границь.	– низька швидкість роботи; – великі витрати пам'яті.

Аналіз методів сегментації показує, що всі вони не позбавлені недоліків. Тому вибір того чи іншого методу залежить від конкретного завдання. Видно, що більшість методів орієнтоване під певні ознаки сегментації (яскравість, колір, текстура, швидкість і т.п.). Так само при виборі методу сегментації необхідно враховувати і те, що властивості об'єктів, під впливом зовнішніх факторів можуть змінюватися. Наприклад, при зміні освітленості (інтенсивності сонячного світла) змінюються характеристики яскравості об'єктів, або об'єкти мають неоднорідну яскравість або слабо виражену текстуру.

1.4 Постановка задачі розробки інтелектуальної системи мерчендайзингу та системи сегментації та мапінгу асортименту

Метою магістерської дисертації є розробка та дослідження інтелектуальної системи мерчендайзингу і системи сегментації та мапінгу асортименту як її невід'ємної частини, що дозволить підвищити доступність товару на полицях та виявлення пропусків та невідповідності на полках відносно планогам.

Проблема наявності та викладки товару на полицях є надзвичайно актуальною для ритейлу сьогодні. Відсутність товару та неправильна

викладка на полиці зумовлює не лише втрату продажів, а й відтік покупців до конкурента. Сучасні системи мерчендайзингу намагаються автоматизувати процес мерчендайзингу, але все ще не можуть відмовитися від людського ресурсу, що час від часу призводить до помилок. Повна автоматизація дозволить підвищити точність аналізу реального розміщення товару на полиці відносно планограми.

Тому в рамках цієї задачі необхідно:

По–перше, дослідити та провести аналіз існуючих систем мерчендайзингу.

По–друге, дослідити та провести аналіз існуючих систем сегментації та мапінгу.

По–третє, розробити систему сегментації та мапінгу асортименту відносно планограми.

По–четверте, розробити систему мерчендайзингу.

По–п'яте, реалізувати вищесказані системи у вигляді єдиного програмного продукту.

Висновки за розділом 1

У даному розділі було розглянуті та описані типові системи мерчендайзингу. Проаналізовано їх сильні та слабкі сторони.

Розглянуто та детально досліджено системи мерчендайзингу конкурентів. Виявлено та аргументовано їх недоліки.

Досліджено системи, що існують на ринку, їх сегмент клієнтів та можливість застосування на ринку України.

Проаналізовано методи сегментації зображень. Виділено їх недоліки та переваги. Описано основні принципи їх роботи.

Показано актуальність та перспективність розробки системи мерчендайзингу, на основі чого сформульовано постановку задачі магістерської дисертації та виділено етапи її розв'язку.

РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНІ ПІДХОДИ ТА ОСНОВИ МЕТОДІВ СЕГМЕНТАЦІЇ

В ході роботи було виділено п'ять основних задач, які необхідно вирішити для досягнення мети магістерської дисертації. Дослідження та аналіз існуючих систем та методів було проведено та описано в попередньому розділі.

Оскільки сегментація зображень є невідомою складовою системи мерчандайзингу, то в даному розділі зосередимо увагу саме на розробці методу сегментації зображень товарної полиці в торгових точках. А задачі пов'язані з розробкою загальної системи мерчандайзингу та її програмною реалізацією будуть розглянуті в наступних розділах.

В даному розділі буде описано основні математичні підходи, що використовуються в запропонованому методі сегментації. Також буде розглянуто запропонований метод сегментації та досліджено алгоритм його використання як складової системи сегментації та мапінгу.

2.1 Метод порогового значення

Існує багато методів сегментації зображень. Але з найважливіших та ключових методів є метод порогового значення. Цей метод можна описати як:

$$T = T[x, y, p(x, y), f(x, y)] \quad (2.1)$$

де T – порогове значення;

x, y – координати точки порогового значення;

$p(x, y)$, $f(x, y)$ – точки пікселів зображення в чорно–білому кольорі.

Порогове зображення $g(x, y)$ може бути визначено:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{якщо } f(x, y) > 1; \\ 0 & \text{якщо } f(x, y) \leq 0; \end{cases} \quad (2.2)$$

Метод порогового значення поділяється на два методи: глобальних порогових та локальних порогових значень, в свою чергу метод глобальних порогових значень поділяється на традиційне, ітераційне (рис. 2.1).

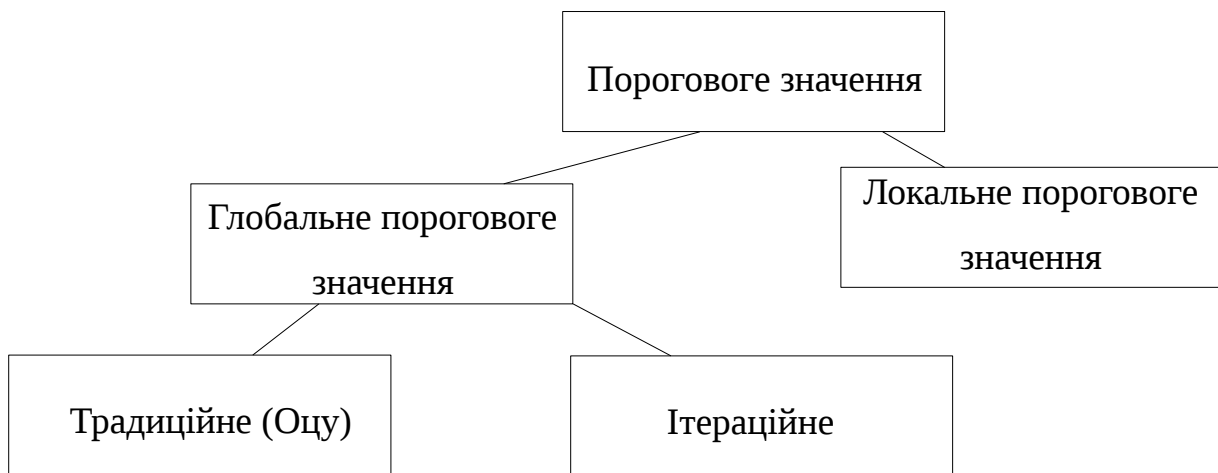


Рисунок 2.1 – Методи порогового значення

2.1.1 Метод глобального порогового значення

Глобальний метод порогового значення використовується, коли розподіл інтенсивності між об'єктами переднього плану та фону дуже відрізняється. Коли відмінності між передніми та фоновими об'єктами дуже різні, одиничне значення порогу може просто використовуватися для розрізнення обох об'єктів окремо. Таким чином, у цьому методі значення порога T залежить виключно від властивості пікселя та рівня сірого в чорнобілому зображенні. Деякі з

найпоширеніших методів глобального порогового методу – це метод Оцу, порогове значення на основі ентропії тощо.

2.1.1.1 Традиційні методи (Метод Оцу)

Як метод сегментації метод Оцу широко використовується для розпізнавання образів, бінаризації документів та комп'ютерного бачення. У багатьох випадках метод Оцу використовується як метод попередньої обробки для сегментування зображення для подальшої обробки, наприклад, аналіз об'єктів та кількісне визначення. Метод Оцу шукає поріг, який мінімізує дисперсію сегментованого зображення в межах класу і може досягти хороших результатів, коли гістограма вихідного зображення має дві різні вершини, одна належить до фону, а інша – передньому плану. Порог Оцу визначається шляхом пошуку по всьому діапазону значень пікселів зображення, доки внутрішні відхилення класу не досягнуть мінімуму. Порог, визначений методом Оцу, більш глибоко визначається класом, який має більшу дисперсію, будь то фон або передній план. Таким чином, метод Оцу може видати не оптимальні результати, коли гістограма зображення має більше двох піків або якщо один з класів має велику дисперсію.

2.1.1.2 Ітераційний метод

Ітераційний метод, базується на методі Оцу, але значно відрізняється від стандартного застосування методу. На першій ітерації ми застосовуємо метод Оцу на зображенні, щоб отримати поріг Оцу і два класи, розділених порогом. Потім, замість того, щоб класифікувати зображення на два класи, відокремлені порогом Оцу, наш метод розділяє зображення на три класи, виходячи з двох отриманих класів. Третій клас визначається як передній план, де значення пікселя більше більшого середнього значення (двох класів), а фон – значення пікселя менше меншого середнього. Третій клас називається «to-be-determined» (TBD) регіон з піксельними значеннями між середнім значеннями двох класів. На наступній ітерації метод зберігає попередні реєстри переднього плану та фону без змін і повторно застосовує метод Оцу в регіоні TBD лише для того, щоб знову поділити його на три класи подібним чином. Коли ітерація припиняється після виконання попередньо встановленого критерію, останній регіон TBD ділиться на два класи, передній план та фон, замість трьох областей. Останній передній план – це логічне об'єднання всіх раніше визначених регіонів переднього плану, а остаточний фон визначається аналогічним чином. Даний метод працює майже без параметрів, крім правила зупинки для ітераційного процесу, і має мінімальне обчислювальне навантаження.

2.1.2 Метод локального порогового значення

Поріг $T(x, y)$ – це таке значення що:

$$b(x, y) = \begin{cases} 1 \text{ якщо } I(x, y) \leq T(x, y); \\ 0 \text{ в іншому випадку;} \end{cases} \quad (2.3)$$

де $b(x, y)$ – це бінарне зображення;

$I(x, y) \in [0, 1]$ – інтенсивність пікселя в точці (x, y) зображення I .

В локальному методі порогове значення розраховується для кожного пікселя, виходячи з деяких локальних статистичних даних, таких як дисперсія або параметри розміщення пікселів сусіднього регіону. Деякі недоліки методу локального порогу залежать від розміру регіону, характеристики окремих зображень і часу. Тому деякі дослідники використовують гібридний підхід, який застосовує як глобальні, так і локальні методи визначення порогу, а деякі використовують морфологічні оператори.

2.1.3 Аналіз можливості застосування методу порогових значень

Метод порогових значень є досить простим та універсальним. Але на жаль він має ряд недоліків таких як:

- а) робота лише з зображеннями в сірому рівні;
- б) дає погані результати у випадку коли на гістограмі не має чітко виділених двох вершин.

Виходячи з цих недоліків, можна зробити висновок, що даний метод доцільно використовувати, лише коли є чітко виражені елементи на зображенні,

або визначення двох завідомо контрастних відносно один одного елементів на зображенні. Така доцільність використання методу та відносно невисока його складність дозволяє застосовувати метод порогових значень, як складову частину більш складних методів. Наприклад: визначення фону, та елементів переднього плану.

2.2 Метод Mean Shift

2.2.1 Опис методу Mean Shift

Mean Shift – це потужний і універсальний непараметричний ітеративний метод. Середнє зміщення було введено в Fukunaga та Hostetler і було розширено для застосування в інших областях, таких як Computer Vision. Метод розглядає функціональний простір як емпіричну функцію густини імовірності. Якщо вхід являє собою набір точок, то mean shift розглядає їх як вибірку з базової функції густини імовірності. Якщо у функціональному просторі присутні густі регіони (або кластери), то вони відповідають формі (або локальному максимуму) функції щільності ймовірності. Ми також можемо визначити кластери, пов'язані з даною формою, використовуючи метод mean shift.

Для кожної точки даних середній зсув асоціює його з найближчою вершиною функції густини імовірності набору даних. Для кожної точки даних середній зсув визначає вікно навколо нього та обчислює середнє значення точок даних. Потім він зміщує центр вікна на середнє і повторює алгоритм, поки не зійдеться. Після кожної ітерації ми можемо вважати, що вікно переходить у більш густу область набору даних.

Узагальнено метод Mean Shift працює наступним чином:

- 1) визначається вікно навколо кожної точки даних;
- 2) обчислюється середнє значення даних у вікні;
- 3) переміщується вікно в середнє і повторюється до збіжності.

Для роботи методу необхідно вибрати ядро та функцію оцінювання густини ядра. Ядро – це функція, яка задовольняє наступні вимоги:

1. $\int_{R^d} \varphi(x) = 1$;
2. $\varphi(x) \geq 0$.

Наведемо приклади функцій, що задовільняють цим вимогам:

1. Прямокутна

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1, a \leq x \leq b; \\ 0 \text{ в іншому випадку;} \end{cases} \quad (2.4)$$

2. Гауса

$$\varphi(x) = e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (2.5)$$

3. Епанечникова

$$\varphi(x) = \begin{cases} \frac{3}{4}(1-x^2) \text{ якщо } |x| \leq 1; \\ 0 \text{ в іншому випадку;} \end{cases} \quad (2.6)$$

Оцінка густини ядра є непараметричним способом оцінювання функції густини випадкової величини. Враховуючи ядро K , параметр пропускнуї здатності h , функція оцінки густини ядра для заданої множини точок d -розмірності, має наступний вигляд:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (2.7)$$

Метод mean shift базується на градієнтному підйомі по контуру функції густини. Загальна формула має наступний вигляд:

$$x_1 = x_0 + \eta f'(x_0) \quad (2.8)$$

Застосовуємо до функції оцінки густини ядра (2.7):

$$\nabla \hat{f}(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K' \left(\frac{x - x_i}{h} \right) \quad (2.9)$$

Прирівнюємо до 0:

$$\sum_{i=1}^n K'(x - x_i) \vec{x} = \sum_{i=1}^n K'(x - x_i) \vec{x}_i \quad (2.10)$$

В результаті маємо:

$$\vec{x} = \frac{\sum_{i=1}^n K'(x - x_i) \vec{x}_i}{\sum_{i=1}^n K'(x - x_i)} \quad (2.11)$$

Як описано вище, метод mean shift розглядає точки функціонального простору як функцію густини імовірності. Густі області в функціональному просторі відповідають місцевим максимумам. Тому для кожної точки даних ми виконуємо градієнтний підйом на функцію оцінки густини до збіжності. Стаціонарні точки, отримані під час підйому градієнта, відображають форму функції густини. Всі точки, пов'язані з однією стаціонарною точкою, належать до одного кластера.

Припустимо $g(x) = -K'(x)$, тоді маємо:

$$m(x) = \frac{\sum_{i=1}^n g(x-x_i) \vec{x}_i}{\sum_{i=1}^n g(x-x_i)} - x \quad (2.12)$$

Величина $m(x)$ називається середнім зсувом. Отже, алгоритм методу mean shift може бути визначеним наступним чином:

Для кожної точки x_i

- 1) обчислити вектор середнього зміщення $m(x_i^t)$;
- 2) перемістити вікно оцінки густини на $m(x_i^t)$;
- 3) повторити до збіжності.

Використовуючи Гаусівське ядро, як приклад:

$$1) y_i^0 = x_i$$

$$2) y_i^{t+1} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j e^{-\frac{|y_i^t - x_j|^2}{h^2}}}{\sum_{j=1}^n e^{-\frac{|y_i^t - x_j|^2}{h^2}}}$$

$$3) x_i = y_i^{t+1}$$

Класичний алгоритм методу є затратним по часу роботи. Складність алгоритму від часу роботи є $O(Tn^2)$, де T – кількість ітерацій, а n – кількість точок даних у наборі даних. Було розроблено багато вдосконалень алгоритму, щоб зробити його швидшим.

Одним з них є адаптивний mean shift, де параметр пропускної здатності змінюється для кожної точки даних. Тут параметр h розраховується за допомогою алгоритму k найближчих сусідів. Якщо $x_{i,k}$ є найближчим сусідом x_i , то пропускна здатність розраховується як

$$h_{(i)} = \|x_{(i)} - x_{(i,k)}\| \quad (2.13)$$

Тут використовується L_1 або L_2 норма, щоб знайти пропускну здатність.

2.2.2 Аналіз можливості застосування методу Mean Shift

Метод Mean Shift демонструє чудові результати для задач класифікації та сегментації по конкретним признакам, таким як колір, контрастність або яскравість. Даний метод об'єднує у групи об'єкти з близькими характеристиками та дозволяє отримати зображення з однорідними областями. Це є свого роду і недоліком і перевагою методу.

Якщо об'єкт, що присутній на зображенні, є складним та складається з декількох областей, що відрізняються між собою кольором, то метод Mean Shift не зможе об'єднати ці регіони в один і ми даний об'єкт буде складатися з декількох сегментів. Але даний метод чудово виділить однорідним по кольору об'єктом на строкатому фоні. Також даний метод можна використовувати для згладження кольорової гами на зображенні, зменшення кількості відтінків одного кольору та зменшення білків.

2.3 Метод водорозділу

2.3.1 Опис методу водорозділу

Основна ідея методу водорозділу полягає в представленні зображення як карти певної території, при цьому значення яскравості задають висоту відповідної точки над нульовим рівнем (рис. 2.2). При заповненні цієї місцевості водою утворюються басейни. При поступовому збільшенні кількості води відбувається об'єднання басейнів. Місця об'єднання басейнів відзначаються як лінії водорозділу.

Даний метод включає в себе наступні три базових концепції:

- а) виявлення та усунення розривів;
- б) порогова обробка;
- в) обробка областей.

Завдяки даним концепціям метод водорозділу дозволяє отримувати більш стабільні результати сегментації (в тому числі неперервні кордони областей). Цей підхід також дозволяє включати в процес сегментації додаткові обмеження.

Поняття водорозділу засноване на представленні зображення як тривимірної поверхні, де в якості висоти використовується рівень яскравості пікселя. У цьому випадку на поверхні можна виявити три типи точок:

- а) точки локального мінімуму;
- б) точки, що знаходяться на схилі, з яких вода зливається до центру басейну;
- в) точки, що знаходяться на гребені височини.

Лінії, утворені точками–гребенями, являють собою лінії водорозділів, тому основним завданням даного методу є саме пошук цих ліній.

Алгоритм працює із зображенням як з функцією від двох змінних:

$$f = I(x, y) \quad (2.14)$$

де x, y – координати пікселя.

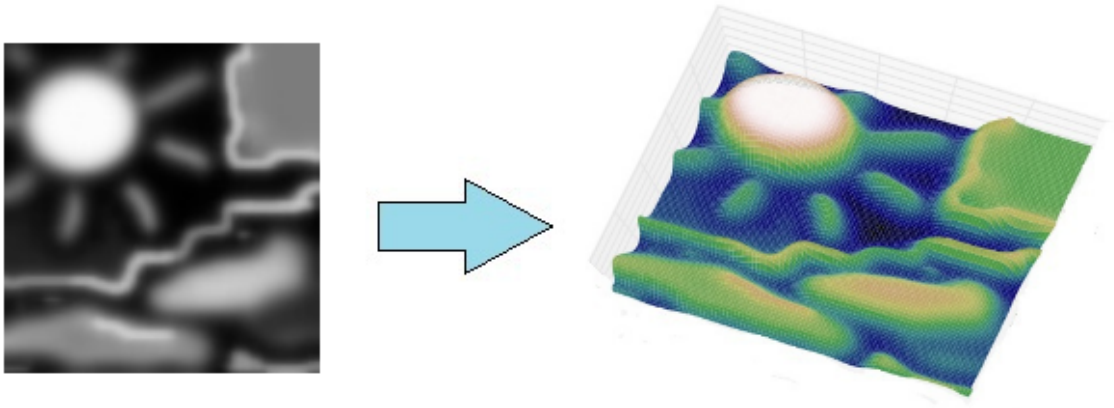


Рисунок 2.2 – Трансформація зображення в карту території

Значенням функції може бути інтенсивність або модуль градієнта. Для найбільшого контрасту можна взяти градієнт від зображення. Якщо по осі OZ відкласти абсолютне значення градієнта, то в місцях перепаду інтенсивності утворюються хребти, а в однорідних регіонах – рівнини. Після знаходження мінімумів функції f , йде процес заповнення "водою", який починається з глобального мінімуму. Як тільки рівень води досягає значення чергового локального мінімуму, починається його заповнення водою. Коли два регіони починають зливатися, будується перегородка, щоб запобігти об'єднанню областей. Вода продовжить підніматися до тих пір, поки регіони не будуть відділятися тільки штучно збудованими перегородками (рис. 2.3).

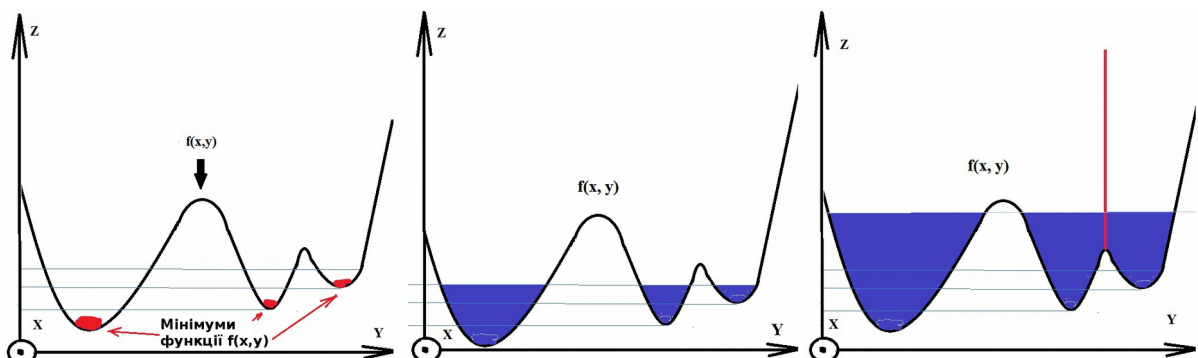


Рисунок 2.3 – Візуалізація роботи алгоритму водорозділу

Такий алгоритм може бути корисним, якщо на зображенні невелике число локальних мінімумів, в разі ж їх великої кількості виникає надлишкове розбиття на сегменти. Наприклад, якщо безпосередньо застосувати алгоритм до рис. 2.4, отримаємо багато дрібних деталей (рис. 2.5).



Рисунок 2.4 – Вихідне зображення

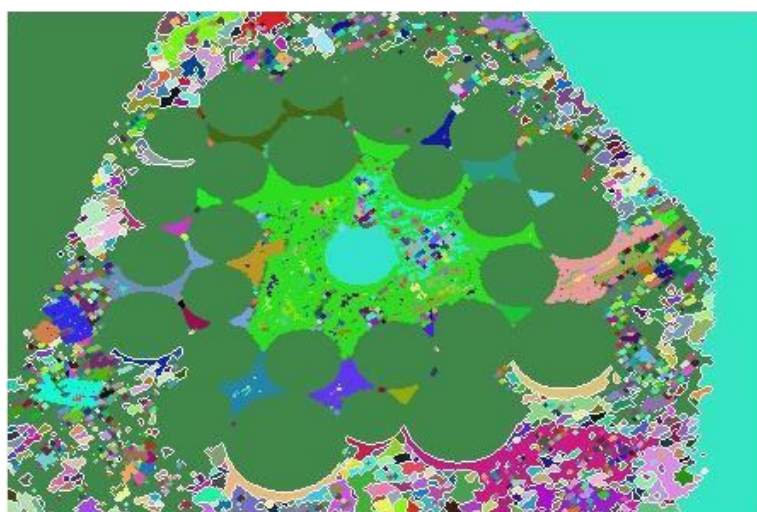


Рисунок 2.5 – Зображення після сегментації методом водорозділу

Щоб позбутися від надлишку дрібних деталей, можна задати області, які будуть прив'язані до найближчих мінімумів. Перегородка буде будуватися тільки в тому випадку, якщо відбувається об'єднання двох сегментів з маркерами, в іншому випадку буде відбуватися злиття цих сегментів. Такий підхід прибирає ефект надлишкової сегментації, але вимагає попередньої обробки зображення для виділення маркерів (рис. 2.6, 2.7).



Рисунок 2.6 – Вихідне зображення з маркерами



Рисунок 2.7 – Зображення після сегментації методом водорозділу з використанням маркерів

Маркер являє собою зв'язну компоненту, що належить зображенню. Будемо розрізняти зовнішні (відповідають фону) і внутрішні (що відносяться до об'єкта) маркери.

Процедура вибору маркера складається з двох основних етапів:

- а) попередня обробка;
- б) вироблення критеріїв, яким повинні задовольняти маркери.

Нехай внутрішній маркер визначено як область з наступними критеріями:

- а) область оточена точками з великим значенням яскравості;
- б) точки області утворюють компоненту зв'язності;
- в) всі точки області мають однакове значення яскравості.

Далі застосовуємо алгоритм сегментації по водорозділах з тим обмеженням, що в якості локальних мінімумів розглядаються тільки локальні маркери.

В результаті отримаємо зображення, набагато краще читається в порівнянні з вихідним зображенням.

Наведений випадок – найпростіший. У загальному випадку маркери можуть мати більш складний опис, що включає розміри, форму, місце розташування, відстані, текстурні і інші ознаки. Найбільшою перевагою маркерів є те, що можна використовувати апріорні знання про завдання і ефективно використовувати їх при вирішенні.

2.3.2 Аналіз можливості застосування методу водорозділу

Звичайний метод водорозділу, як правило, сегментує зображення на дуже велику кількість сегментів. Тому є необхідним використанням маркерів для більш коректних результатів. Також метод є чутливим до перепадів кольорів на зображенні та може ідентифікувати два об'єкта як один, якщо вони доторкаються один до одного.

Але основним з плюсів методу водорозділу є те, що він є лінійним. Завдяки чому може працювати в режимі реального часу навіть на мобільних пристроях. Також він є значно швидшим порівняно з іншими методами, наприклад GrabCut.

Саме тому даний метод є чудовою основою для його модифікації та розробки комбінованого методу.

2.4 Запропонований комбінований метод сегментації

При сегментації зображення полиці товарів виникають наступні властивості, що ускладнюють це завдання:

- а) товари на полиці можуть знаходитися дуже близько одне до одного (це ускладнює сегментацію окремих товарів);
- б) різноманіття кольорової гами полиць;
- в) один товар може складатися з декількох елементів, що ускладнює його ідентифікацію.

Для вирішення цих проблем запропоновано використання комбінованого методу сегментації. Даний метод на певних етапах включає в себе наступні методи: метод порогових значень, метод mean shift, метод водорозділу. Дані методи та їх алгоритми були описані вище.

Для прикладу роботи алгоритму будемо використовувати зображення на рис. 2.8.



Рисунок 2.8 – Вихідне зображення

На першому етапі необхідно згладити різноманіття кольорової гами та визначити основні елементи на зображенні. Для цього доцільно використати метод mean shift (рис. 2.9)



Рисунок 2.9 – Зображення після використання методу mean shift

Як видно з рис. 2.9 все ще залишається проблема сусідніх елементів. Для вирішення цієї задачі доцільно використати метод водорозділу. Але перед цим потрібно визначити маркери фону та об'єктів на передньому плані. Для цього будуть використовуватися наступні алгоритми: метод порогових та метод Distance transform.

Distance transform (також відомий як карта відстаней або поле відстаней) - є похідним представленням цифрового зображення. Вибір терміну залежить від точки зору об'єкта, про який йде мова: чи первинний образ перетворюється в інше представлення, або просто наділений додатковою картою або полем. Карта відображає кожен піксель зображення з відстанню до найближчого пікселя перешкоди. Найпоширеніший тип пікселів перешкод - граничний піксель у бінарному зображенні.

Оскільки обидва методи працюють з бінарними зображеннями, то переведемо зображення на рис. 2.9 в рівень сірого (рис. 2.10)

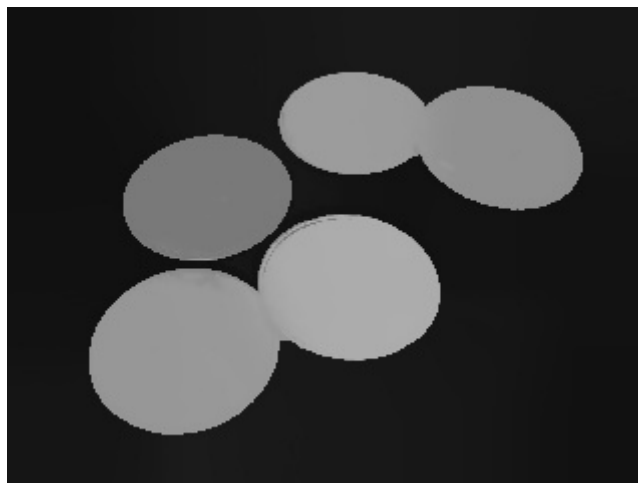


Рисунок 2.10 – Зображення перетворене в рівень сірого

Зробимо наближену оцінку елементів на зображенні. Для цього використаємо метод порогових значень методом Оцу (рис. 2.11).

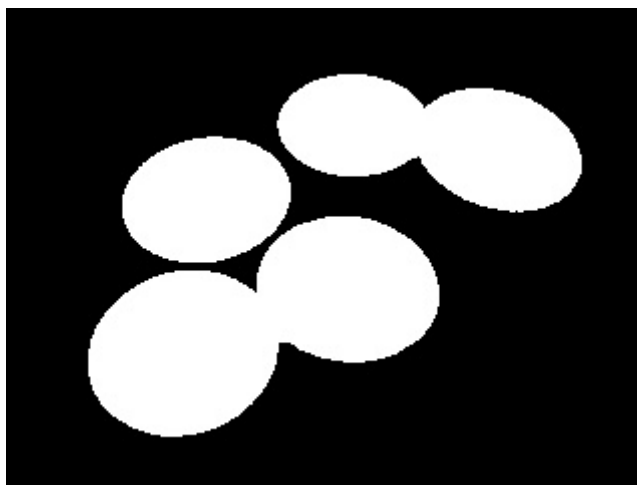


Рисунок 2.11 – Зображення після роботи методу порогових значень

Тепер необхідно визначити регіони, де ми впевнені, що це елементи переднього плану. Видаливши граничні пікселі, ми можемо бути впевнені, що біла зона це елемент переднього плану (рис. 2.12). Але це буде працювати, лише коли об'єкти не торкаються один одного. В протилежному випадку необхідно застосувати метод *distance transform*.

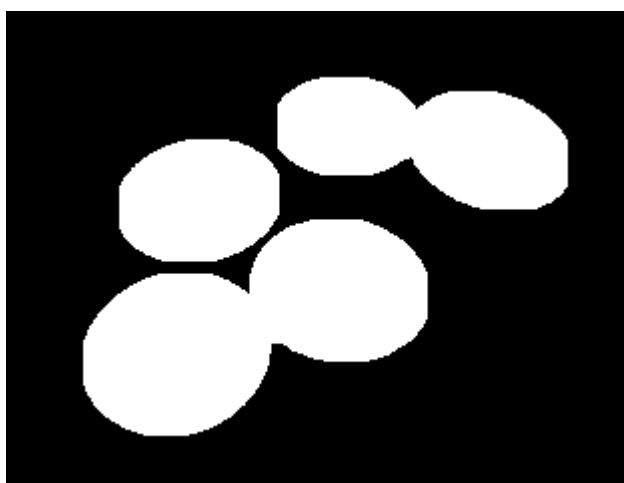


Рисунок 2.12 – Зображення з видаленими граничними пікселями

Далі необхідно знайти область, яка однозначно є фоном. Для цього ми розширюємо граничні пікселі. Розширення збільшує межі елементів до фону

(рис. 2.13). Таким чином будь-яка область у фоні в результаті дійсно є фоном, оскільки крайні межі будуть вилучені.

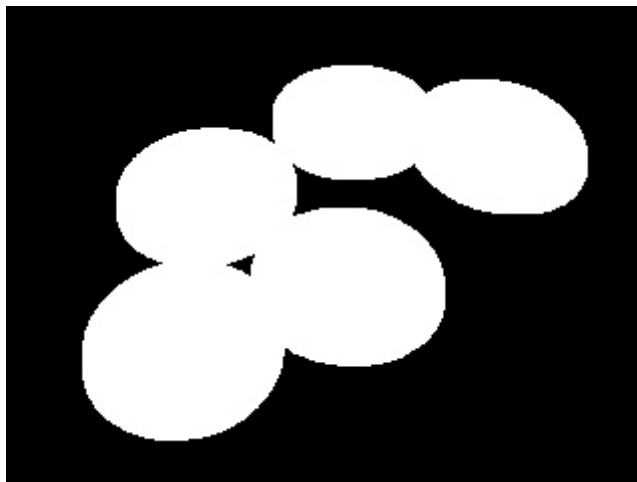


Рисунок 2.13 – Зображення з розширеними граничними пікселями (чорний колір це область фону)

Решта регіонів - це ті, у яких невідомо, чи то елементи переднього плану чи фон. Метод водорозділу повинен його розпізнати. Ці області, як правило, розташовані навколо меж елементів переднього плану, де зустрічаються передній план і фон (або навіть два різних елементи зустрічаються). Назвемо дану область кордоном. Кордон можна визначити, вирахувавши область елементів переднього плану з області фону.

Використавши метод `distance transform` (рис. 2.14) ми визначили найбільш віддалені пікселі від фону (центри елементів переднього плану). Далі застосувавши метод порогових значень отримуємо однозначні регіони елементів переднього плану (рис. 2.15).

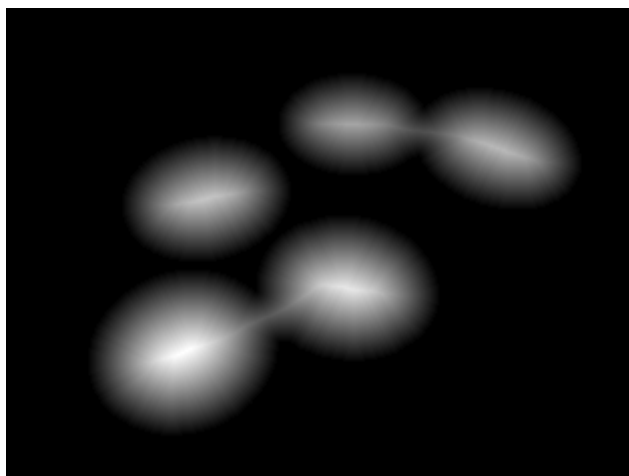


Рисунок 2.14 – Зображення після роботи методу distance transform

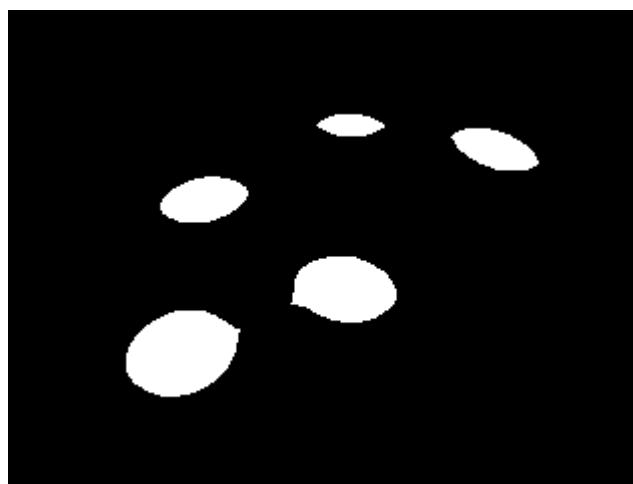


Рисунок 2.15 – Зображення після обробки методами distance transform та пороговим значенням (білі елементи це елементи переднього плану)

Визначені регіони елементів переднього плану та регіони фону, використовуємо в якості маркерів для методу водорозділу. Після визначення маркерів застосовуємо метод водорозділу. В результаті отримаємо сегментоване зображення (рис. 2.16).



Рисунок 2.16 – Зображення з сегментованими елементами

2.5 Використання запропонованого комбінованого методу для сегментації товарів на полиці з використанням планограми

При сегментації зображень полиць з товарами в ТТ виникає проблема різноманіття товарів на полиці (рис. 2.17). Це значно збільшує імовірність помилкової сегментації. Для зменшення цієї імовірності запропоновано введення попередньої обробки зображення та використання даних з планограми на цьому етапі.



Рисунок 2.17 – Зображення полиці з товарами в ТТ

Використовуючи дані з планограми про розміри полиць та розташування товарів на полицях будуємо динамічне за розмірами вікно (рис. 2.18). Розмір вікна залежить від:

- а) розмірів полиць;
- б) кількості полиць;
- в) розташування товарів на полиці;
- г) розмірів товару на полиці.



Рисунок 2.18 – Зображення полиці з динамічним вікном

Після визначення вікна відбувається аналіз зображення в ньому. На етапі аналізу складається з сегментації зображення використовуючи метод описаний у попередньому розділі та аналізу результатів.

Аналіз результатів відбувається наступним чином:

- а) якщо під час сегментації не знайдено жодного елементу, то на даному місці полиці товар відсутній;
- б) якщо елементи виявлені під час сегментації не відповідають розмірам відповідного товару з планограми (допустима похибка), то товар відсутній на полиці або його місце займає інший товар;
- в) якщо перші два пункти невірні тобто товар знаходиться на полиці відбувається його розпізнавання.

Після аналізу вікно зміщується на непроаналізовану область зображення. Цей процес повторюється поки за допомогою вікна не буде проаналізовано все зображення відповідно до планограми.

Висновки за розділом 2

У даному розділі було розглянуто та описано методи та алгоритми сегментації зображень, на яких базується запропонований метод: метод порогових значень, метод mean shift, метод водорозділу.

Досліджено метод порогових значень. Описано його варіації та алгоритми застосування.

Досліджено метод mean shift. Проаналізовано можливості застосування цього методу.

Досліджено метод водорозділу. Розглянуто алгоритм та проведено аналіз прикладних задач для використання методу.

Запропоновано комбінований метод сегментації зображень, виходячи з умов його прикладного застосування. Наведено поетапний приклад роботи запропонованого методу.

Запропоновано алгоритм застосування запропонованого методу для сегментації зображень товарних полиць у ТТ, для покращення результатів сегментації та проведення аналізу якості полиці згідно планограми.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

В даному розділі буде розглянуто наступні задачі магістерської задачі, а саме задачі пов'язані з розробкою та програмною реалізацією інтелектуальної системи мерчандайзингу. Наведемо аргументацію вибору мови програмування для реалізації системи та системи управління базами даних. Розглянемо запропоновану архітектуру бази даних, архітектуру класифікатора та архітектуру програмного продукту.

3.1 Обґрунтування вибору платформи та мови програмування

Інтелектуальна система мерчандайзингу представляє собою набір окремих модулів (підсистем), які між собою пов'язані тим чи іншим завданням. Такими модулями є:

- а) модуль управління камерами в ТТ, зчитування зображень в реальному часі;
- б) модуль роботи з БД;
- в) модуль сегментації зображень;
- г) модуль розпізнавання товарів;
- д) модуль аналізу результатів;
- е) модуль взаємодії з персоналом.

Оскільки наявна велика кількість окремих модулів, то в якості мови програмування доцільно обрати Python.

Python є інтерпретуємою мовою програмування. Він надзвичайно простий і містить невелику кількість ключових слів, в той же час він є дуже гнучким. Це мова більш високого рівня ніж Pascal, C ++ і, звичайно C, що досягається, в основному, за рахунок вбудованих високорівневих структур даних (списки, словники, тюпли).

Беззаперечною перевагою є те, що інтерпретатор Python реалізований практично на всіх платформах і операційних системах. Першою такою мовою була C, проте її типи даних на різних машинах могли займати різну кількість пам'яті і це служило деякою перешкодою при написанні переносних програми. Python ж таким недоліком не володіє.

Наступною важливою характеристикою - масштабованість мови.. Це означає, що є можливість вдосконалення мови зацікавленими програмістами. Інтерпретатор написаний на C і вихідний код доступний для будь-яких маніпуляцій. У разі необхідності, можна вставити його в свою програму і використовувати як вбудовану оболонку. Або ж, написавши на C свої доповнення до Python і скомпілювавши програму, отримати "розширений" інтерпретатор з новими можливостями.

Наступна перевага - наявність великого числа програми модулів, що забезпечують різні додаткові можливості. Такі модулі пишуться на C і на самому Python і можуть бути розроблені усіма досить кваліфікованими програмістами. Це дозволяє не витрачати час на розробку вже давно готових модулів.

В якості СУБД вирішено обрати MySQL. MySQL підтримує SQL (структурована мова запитів) і може застосовуватися в якості SQL-сервера. Це означає, що спілкуватися з сервером можна на мові SQL: клієнт посилає серверу запит, той його обробляє і віддає клієнту тільки ті дані, які були отримані в результаті цього запиту.

Основними перевагами даної СУБД є:

- а) швидкодія. Завдяки внутрішньому механізму багатопоточності швидкодія MySQL є дуже високою.
- б) безпека. Досить високий рівень безпеки забезпечується завдяки базі даних mysql, що створюється при установці пакету і містить п'ять таблиць. За допомогою цих таблиць можна описати, який користувач з якого домену з якою таблицею може працювати і які команди він може виконувати.
- в) ліцензія. Раніше ліцензування MySQL було трохи заплутаним; Зараз ця програма для некомерційних цілей поширюється безкоштовно.
- г) відкритість коду. Завдяки цьому є можливість самостійно додавати в пакет потрібні функції, розширюючи його функціональність так, як вам потрібно.
- д) надійність. Пакети MySQL є досить стабільні і їх важко вивести з ладу.
- е) переносимість. На сьогодні існують версії програми для більшості поширених комп'ютерних платформ та операційних систем.

Підсумовуючи приведену вище інформацію, варто зазначити, що реалізація інтелектуальної системи мерчандайзингу з використанням можливостей мови програмування Python та СУБД MySQL поєднує в собі гнучкість, швидкість, використання мінімально кількості пам'яті, можливість легкої модифікації та крос платформність рішення.

3.2 Обґрунтування вибору архітектури класифікатора

Вибір архітектури класифікатора був найдовшим і найскладнішим етапом в процесі розробки класифікатора. Процес вибору архітектури потребує

глибоких аналітичних знань і детального розуміння, як працює кожна з опрацьованих структур згорткових нейронних мереж. Рішення по вибору архітектури було прийнято після опрацювання більше 30 різноманітних варіацій структур і параметрів.

3.2.1 Архітектура глибокого мультикласового класифікатора на базі класичних згорткових мереж

Спочатку було прийняте рішення використовувати мультикласовий класифікатор. Беручи до уваги досягнення останніх років на конкурсах по машинній класифікації було прийняте рішення модифікувати уже існуючі рішення, які перемагали в престижному змаганні ILSVRC такі як AlexNet 2012 [17], GoogLeNet 2014 [18], ResNet (2015) [19]. Це щорічне змагання являє собою одне із найважливіших змагань по розпізнаванню зображень, його переможці створюють шедеври в цій сфері. Задачею є класифікація зображень в 1000 раніше заданих класів. Три вибрані рішення є гнучкими і дозволяють ефективно розпізнавати товари.

Після аналізу і проведення ряду експериментів було прийняте рішення модифікувати мережу AlexNet. Дана мережа є найменш глибокою і найменш вибагливою до ресурсів, це призводить до менш глибокої екстракції ознак, проте до набагато швидшого процесу навчання. Це дуже важливо, враховуючи специфічну задачу класифікації. Мережа AlexNet складається всього з 5 згорткових і 3 повнозв'язних шарів.

В запропонованій модифікації на вхід подавалось зображення розміром 512x512, що в два рази більше аналогічного показника в інших мережах. Було

додано додатковий згортковий шар на початку мережі. Структура запропонованої мережі зображена на рисунку 3.1

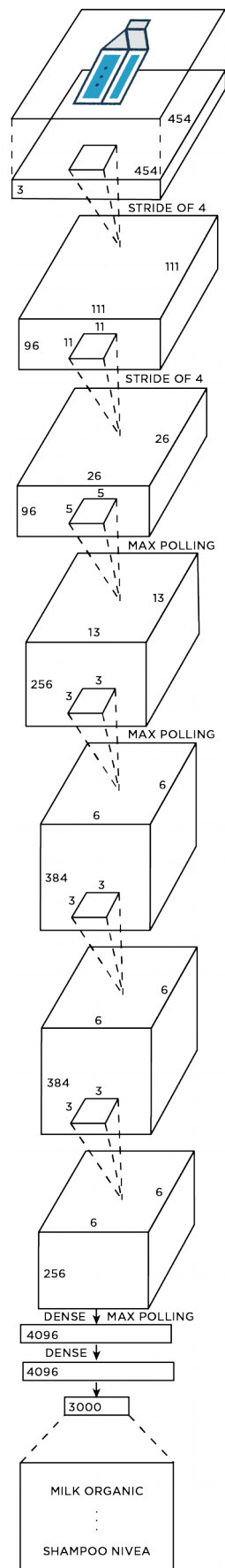


Рисунок 3.1 Структура запропонованої мережі

Також зменшено кількість параметрів до 33 мільйонів в порівнянні з 60 в AlexNet. Різні глобальні параметри було протестовано для визначення оптимальних. Для оптимізації використовувались три різні підходи: стохастичний градієнтний спуск, градієнт Нестерова і адаптивний градієнтний алгоритм. В AlexNet використовували батч в 256 зображень і швидкість навчання рівну 0.02, для запропонованої структури було вибрано батч в 128 зображень і швидкість навчання рівну 0.01. Модель навчалась протягом 150 епох.

Для навчання моделі використовувався python 3.6 з бекендом tensorflow 1.7.0. Навчання проводилось на базі GPU NVIDIA GeForce GTX 1080Ti, однієї з найпотужніших відеокарт доступних на ринку. Дана відеокарта побудована з використанням новітньої архітектури Pascal з 11 Gb GDDR5X пам'яті, пропускнуою здатністю в 11 Gbps і частотою 1582 MHz, проте навіть з такими даними вона навчала запропоновану мережу для класифікації товарів по 30 класах більше 12 годин.

Для тестування мережі було підготовано спеціальний пробний набір даних з різноманітними товарами з сфери ритейлу з інтернету. Результати роботи запропонованої мережі, а також порівняльна характеристика з трьома готовими мережами на пробному наборі наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика роботи різних мереж

Модель	Тренувальний сет		Валідаційний сет		Тестовий сет	
	Loss	Асс.	Loss	Асс.	Loss	Асс.
AlexNet SGD	0.41	89.78	0.55	81.99	0.44	84.77
AlexNet NAG	0.33	89.90	0.57	82.04	0.43	84.12

Продовження таблиці 3.1

Модель	Тренувальний сет		Валідаційний сет		Тестовий сет	
	Loss	Acc.	Loss	Acc.	Loss	Acc.
AlexNet AdaGrad	0.52	89.37	0.61	80.20	0.46	84.89
GoogLeNet SGD	0.41	90.70	0.80	80.64	0.59	86.33
GoogLeNet NAG	0.36	90.73	0.79	80.66	0.59	86.12
GoogLeNet AdaGrad	0.48	87.50	0.75	81.24	0.47	86.64
ResNet SGD	0.64	81.86	0.34	85.42	0.28	87.77
ResNet NAG	0.43	83.88	0.27	85.08	0.26	87.99
ResNet AdaGrad	0.51	83.21	0.33	83.78	0.32	86.51
Proposed SGD	0.45	88.59	0.45	80.71	0.26	86.69
Proposed NAG	0.44	88.53	0.43	81.12	0.26	86.58
Proposed AdaGrad	0.44	89.76	0.45	80.65	0.25	87.48

Попри те, що було досягнуто точності класифікації в 87,48%, що являється найкращим результатом в порівнянні з іншими роботами в подібному полі [20, 21, 22], дана структура не підходить для вирішення поставленої задачі.

В середньому в одному невеликому магазині знаходиться 6000 різних товарів, що робить використання запропонованої мережі майже неможливим в реальних умовах.

Враховуючи цей фактор від такої архітектури прийшлося відмовитись. Пошуки оптимальної архітектури продовжився з ухилом на оптимізацію швидкості навчання.

3.2.2 Модифікована мережа з модулем Inception

Після повторного аналізу трьох раніше описаних глибоких мереж було виявлено, що з мережі GoogLeNet можна взяти модуль під назвою Inception, який після відповідних модифікацій дозволив скоротити час навчання в 2 рази і розмір самої мережі в 10. В цьому підході розмір вхідного зображення склав 256x256 пікселів, як і в оригінальній GoogLeNet. Стандартний модуль Inception (Рисунок 3.2) було перероблено і запропоновано дві його модифікації для використання в запропонованій мережі (Рисунок 3.7-3.8).

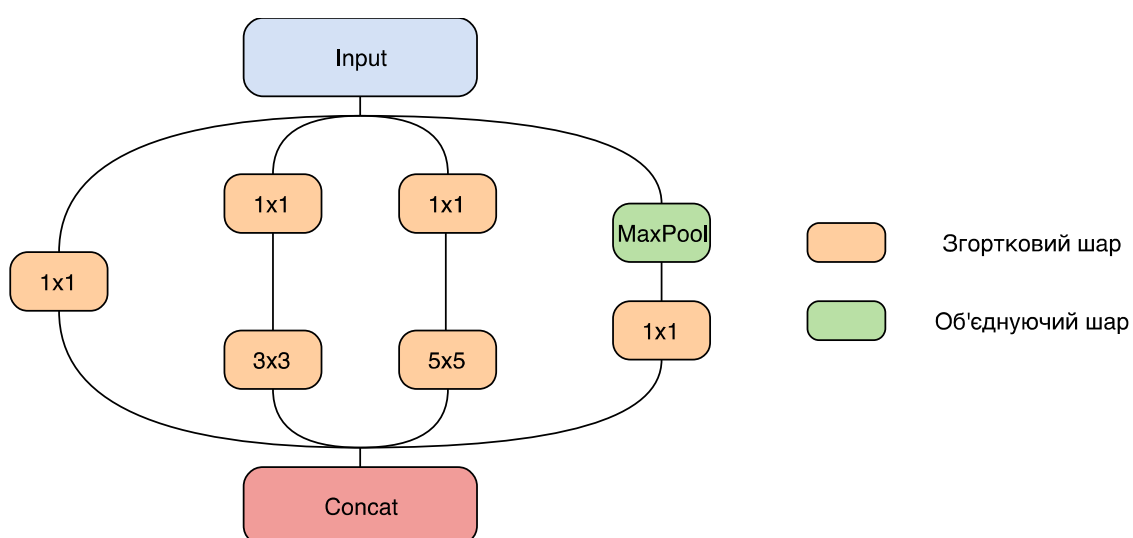


Рисунок 3.2 – Стандартний модуль Inception

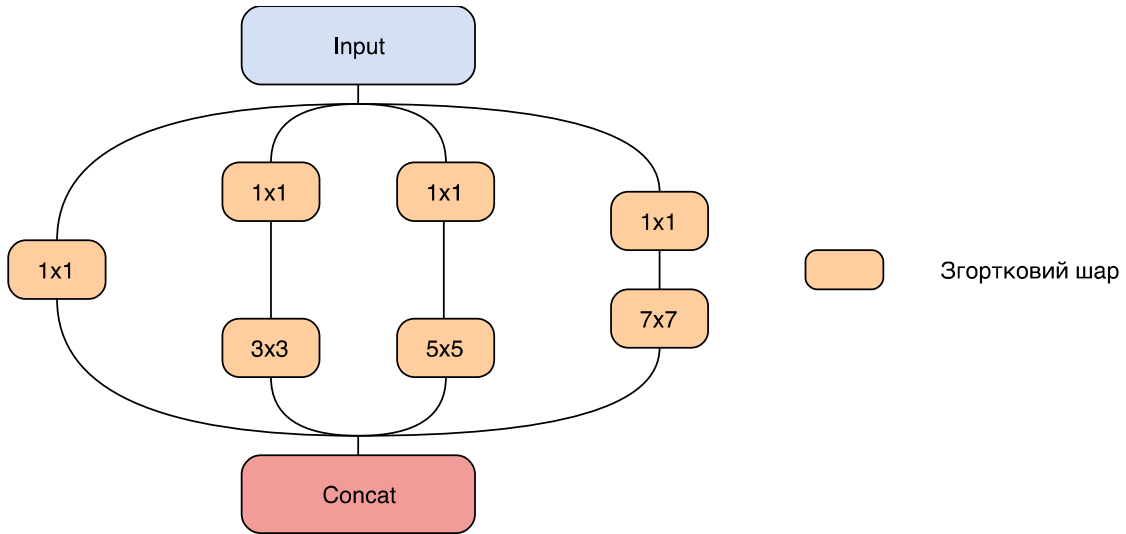


Рисунок 3.3 – Перша модифікація модуля Inception

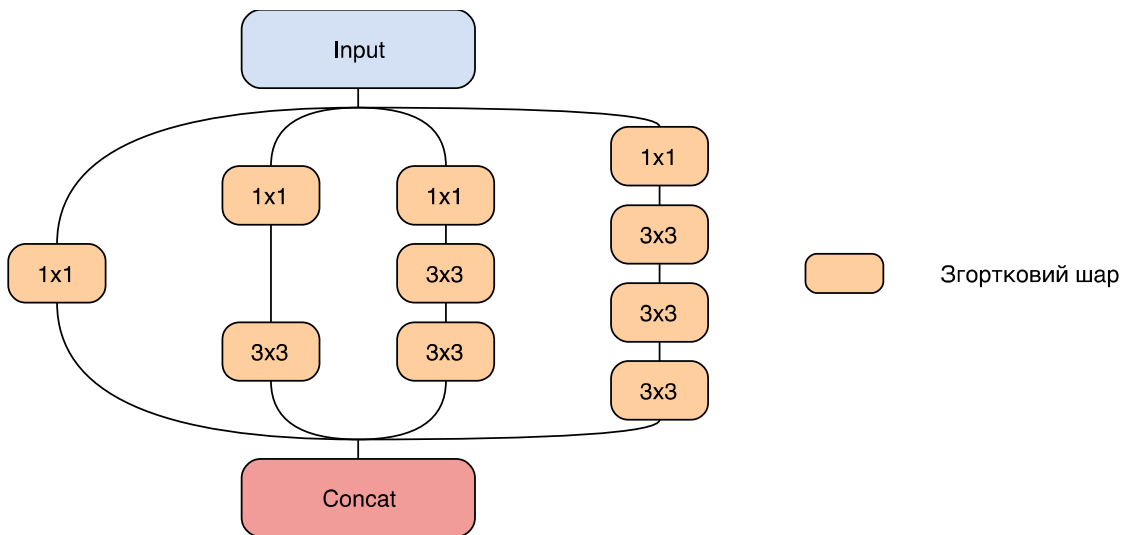


Рисунок 3.4 – Друга модифікація модуля Inception

У першій модифікації Inception згортковий шар 1×1 замінено шаром 7×7 , а об'єднуючий шар 3×3 на згортковий шар 1×1 . В другій модифікації згортковий шар 5×5 замінено на два шари 3×3 , а шар 7×7 на три шари 3×3 . Дві модифіковані версії модулів Inception були застосовані в двох модифікованих мережах.

Від мережі GoogLeNet (Рисунок 3.5) запропоновані мережі відрізняються в першу чергу використанням тільки одного модуля Inception, що дозволяє досягнути значно менших вимог до ресурсів необхідних для ефективного навчання.

Перша модифікована мережа (рисунок 3.6) повторює структуру GoogLeNet і відрізняється тільки модулем Inception. Детально шари мережі описані в Таблиці 3.2

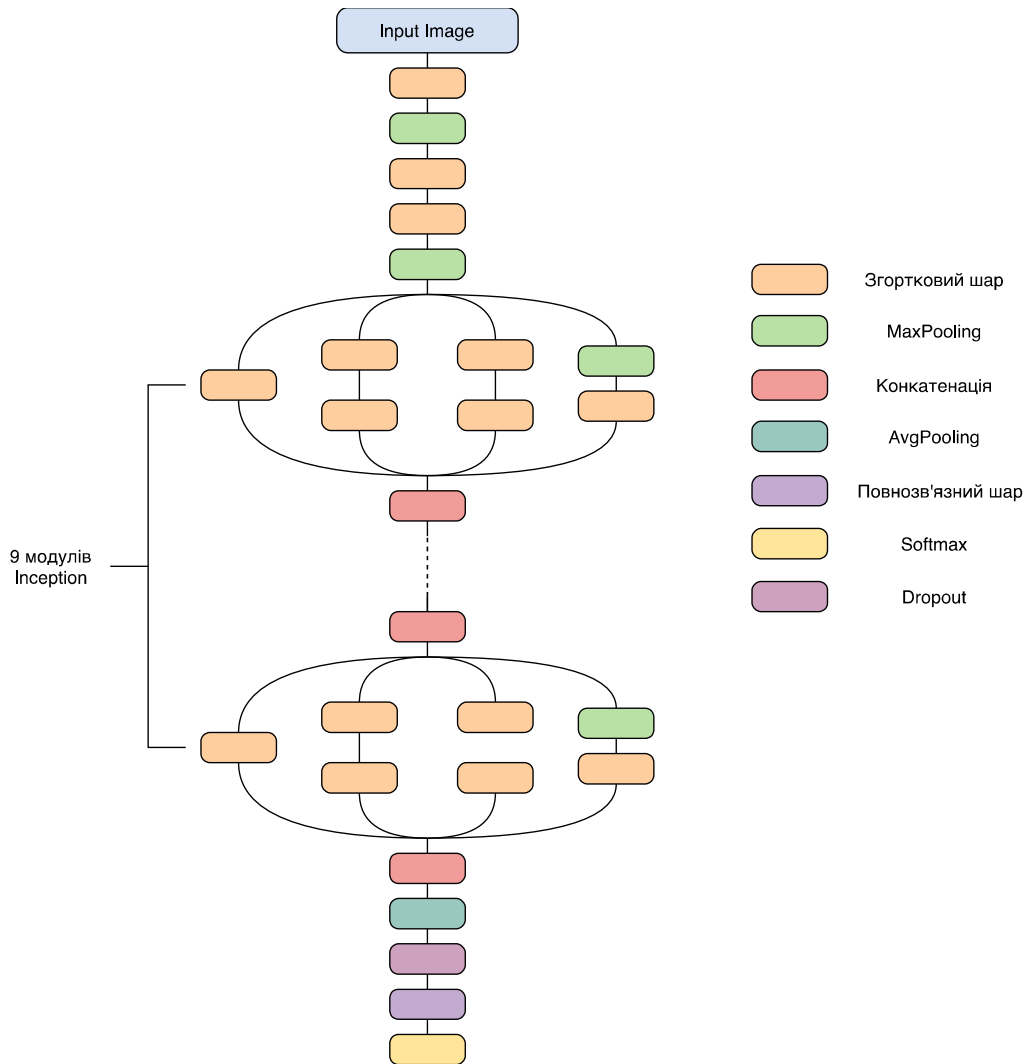


Рисунок 3.5 – Структура мережі GoogLeNet

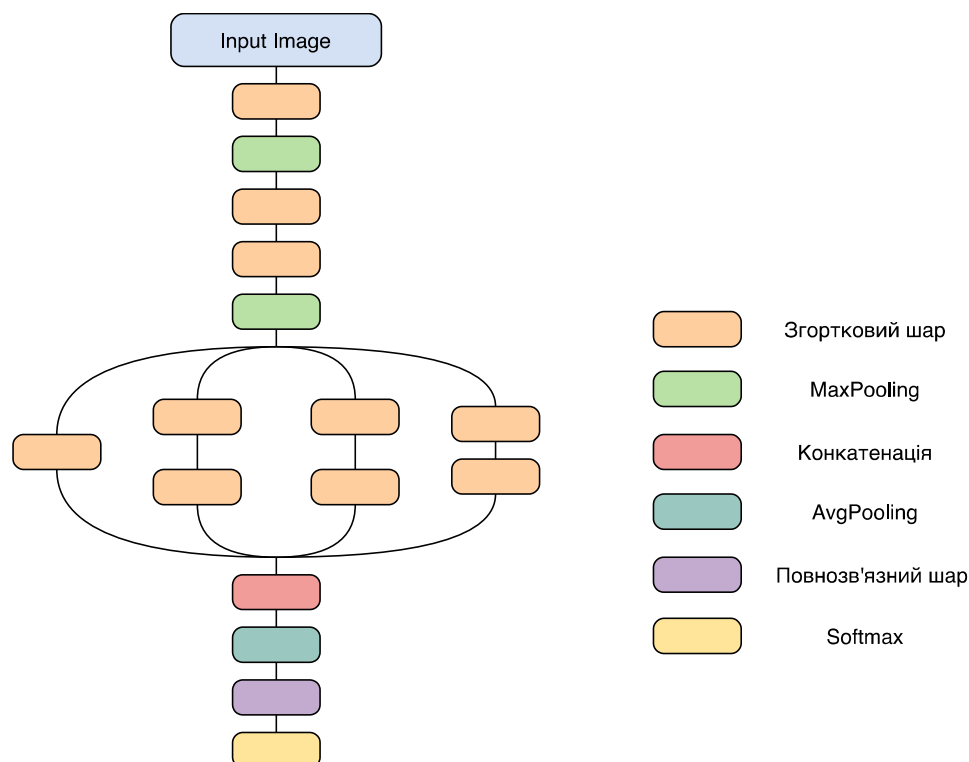


Рисунок 3.6 – Структура першої запропонованої мережі

Таблиця 3.2 – Опис шарів першої запропонованої мережі

Тип шару	Розмір ядра / крок	Вихідний розмір
Вхідне зображення	-	224 x 224 x 3
Згортковий	7 x 7 / 2	109 x 109 x 96
Об'єднуючий (макс)	3 x 3 / 2	54 x 54 x 96
Згортковий	1 x 1 / 1	54 x 54 x 96
Згортковий	5 x 5 / 2	25 x 25 x 96
Об'єднуючий (макс)	3 x 3 / 2	12 x 12 x 96
Модуль Inception ver. 1	Рисунок 3.3	12 x 12 x 256
Об'єднуючий (сер)	-	1 x 1 x 256

Друга модифікована мережа (Рисунок 3.7) відрізняється від GoogLeNet більш радикально. І в кінцевому результаті вона дає кращі результати точності чим перша, проте потребує більше часу для навчання. Детально шари мережі описані в Таблиці 3.3.

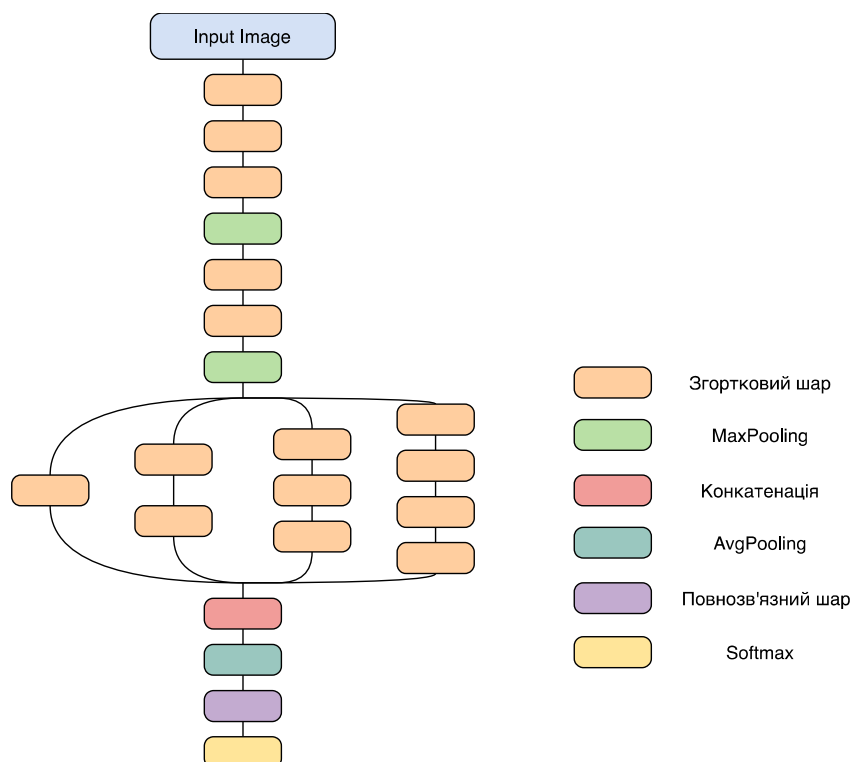


Рисунок 3.7 – Структура другої запропонованої мережі

Таблиця 3.3 – Опис шарів другої запропонованої мережі

Тип шару	Розмір ядра / крок	Вихідний розмір
Вхідне зображення	-	224 x 224 x 3
Згортковий	3 x 3/2	111 x 111 x 32
Згортковий	3 x 3/1	109 x 109 x 32
Згортковий	3 x 3/1	109 x 109 x 64
Об'єднуючий (макс)	3 x 3/2	54 x 54 x 64
Згортковий	1 x 1/1	54 x 54 x 64
Згортковий	5 x 5/2	25 x 25 x 96
Об'єднуючий (макс)	3 x 3/2	12 x 12 x 96
Модуль Insertion ver. 2	Рисунок 3.4	12 x 12 x 256
Об'єднуючий (сер)	-	1 x 1 x 256

При навчанні мереж було використано адаптивний градієнтний алгоритм для оптимізації і наступні гіперпараметри: батч розміром 64 зображення, швидкість навчання 0.01. Навчання проводилось в 100 epoch. Результати навчання запропонованих мереж і їх порівняння приведені в Таблиці 3.4. Дані результати приведені з ухилом в сторону швидкодії мережі, а не її точності, так

як перед запропонованою архітектурою ставилась саме така задача. Мережа ResNet не приймала участь в порівнянні, так як час її навчання був дуже великим і порівняння з врахуванням поставленої задачі не було доцільним.

Таблиця 3.4 – Результати роботи запропонованих мереж

Модель	Точність	Швидкість (зображень/мс)	Кількість параметрів (млн)
AlexNet	86.78	13.8	58.48
GoogLeNet	91.94	40.36	10.45
Proposed ver.1	92.07	18.21	0.87
Proposed ver.2	92.89	37.48	0.88

Результати роботи виявились набагато кращими, чим очікувалось. Друга версія мережі досягнула точності в фантастичні 92.89 процента, при цьому маючи дуже високу швидкодію. Попри суттєве покращення результатів в порівнянні з модифікацією AlexNet, нова структура також навчалась дуже довго, що унеможлилювало її використання для вирішення поставленої задачі.

3.2.3 Запропонована архітектура з бінарним класифікатором

Незважаючи на дуже високі показники точності класифікації у раніше розглянутих архітектурних рішень критична проблема залишається невирішеною. Обидва підходи дуже довго навчаються. Додатково взявши до уваги те, що в середньому в одному невеликому магазині ритейлера представлено від 4 до 6 тисяч товарних позицій використання мультикласового класифікатора для вирішення поставленої задачі стає майже неможливим.

Враховуючи всі обмеження було прийняте рішення відмовитись від складних мультикласових рішень і спробувати вирішити задачу в вигляді бінарної класифікації. Так для кожного унікального товару створюється свій простий класифікатор, який на виході визначає ймовірність приналежності товару до класу “об’єкт”. Структура класифікатора обрана максимально проста, але з врахуванням усіх особливостей і налаштована таким чином, щоб ефективно класифікувати всі представлені товари в ритейлі. Ваги кожного навченого класифікатора зберігаються в базі даних і загружаються кожний раз на вимогу. Це дозволяє швидко і ефективно класифікувати великі кількості товарів, не витрачаючи захмарних ресурсів.

3.3 Аналіз архітектури бази даних

База даних для інтелектуальної системи мерчандайзингу складається з таких основних компонент (Рисунок 3.8):

- а) база даних для навчання нейронної мережі. Зберігає набори даних по товарним групам та самих товарів для навчання та перевірки нейронної мережі для класифікації товарів (Рисунок 3.9).
- б) база даних зображень для обробки та аналізу. Оскільки система працює в реальному часі та на всіх ТТ ритейлера, то доцільно зберігати зображення для аналізу, щоб уникнути проблем вразі аварійного припинення роботи, або ж для розподілу навантаження на систему (Рисунок 3.10).
- в) база даних довідників та метаданих. Дана база даних необхідна для коректного відображення даних в інтерфейсній частині для взаємодії з клієнтів, також в ній зберігаються дані про розташування камер,

полиці та їх плани, що є необхідною інформацією для роботи системи (Рисунок 3.11).

- г) база даних результатів. В даній базі даних відбувається накопичення історичних результатів по аналізу полиць, збір статистики для подальшого використання та побудови звітності (Рисунок 3.12).

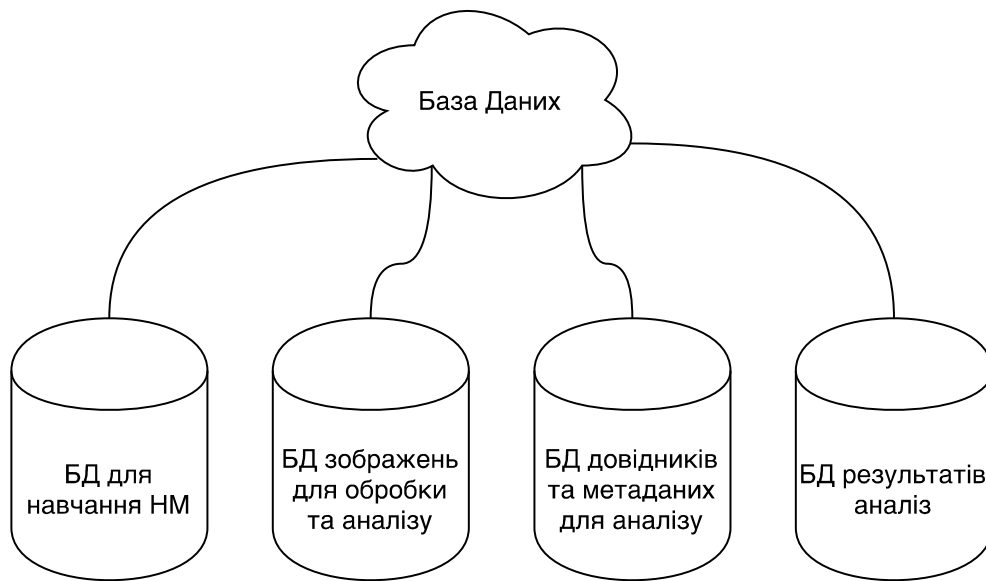


Рисунок 3.8 – Узагальнена діаграма структури БД

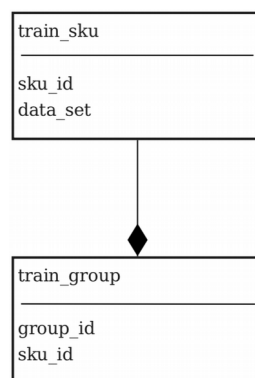


Рисунок 3.9 – Діаграма БД для навчання НМ

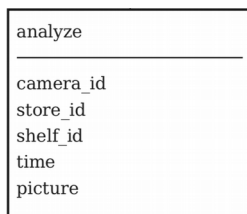


Рисунок 3.10 Діаграма БД зображень для аналізу

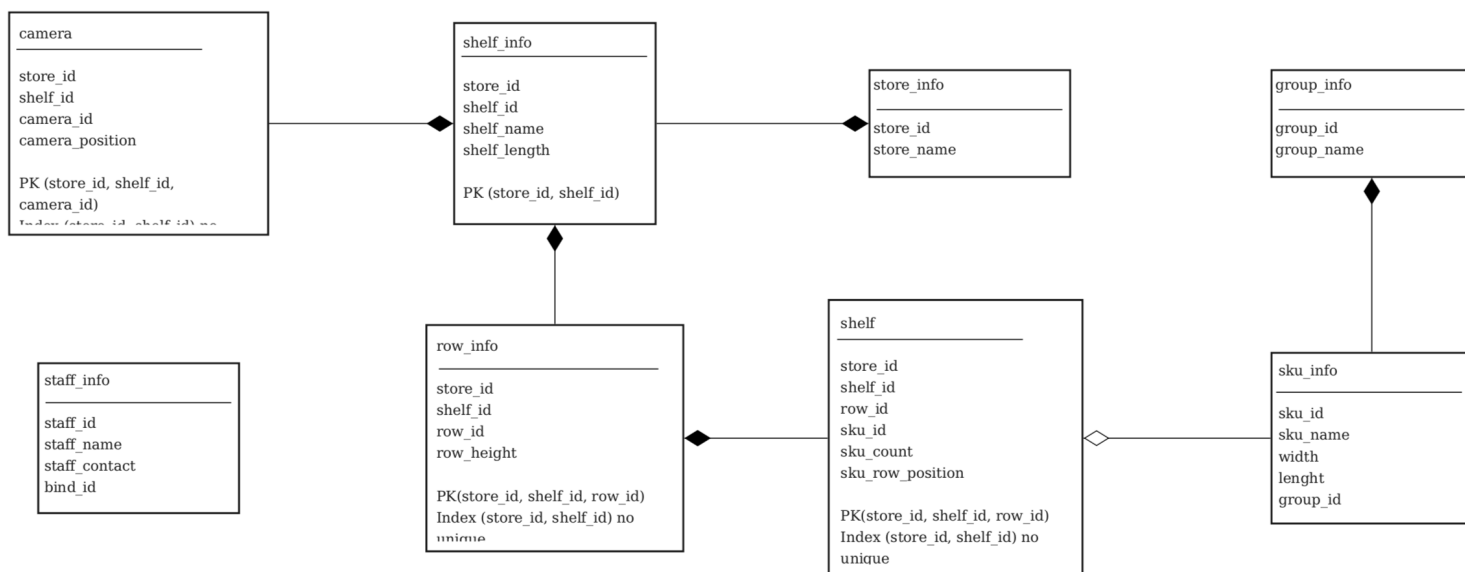
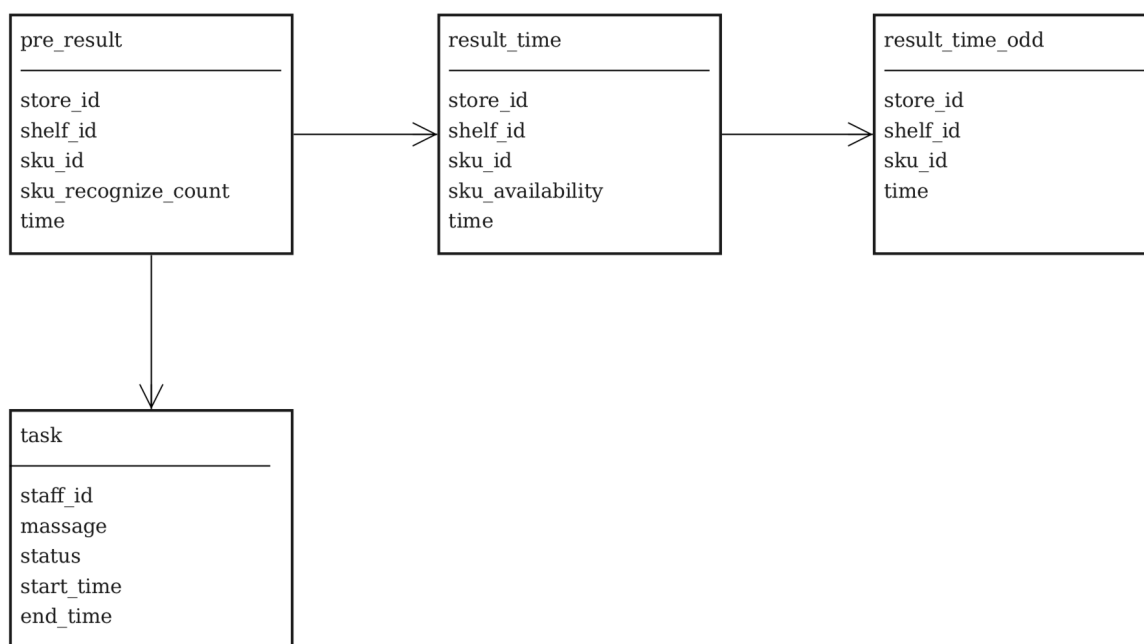


Рисунок 3.11 – Діаграма БД словників та метаданих



3.12 Діаграма БД результатів

3.4 Аналіз архітектури програмного продукту

3.4.1 Схема модулів

Програмний продукт інтелектуальної системи мерчандайзингу складається з наступних модулів (Рисунок 3.12):

- а) модуль управління камерами в ТТ, зчитування зображень в реальному часі;
- б) модуль роботи з БД;
- в) модуль сегментації зображень;
- г) модуль розпізнавання товарів;
- д) модуль аналізу результатів;
- е) модуль взаємодії з персоналом.

Модуль управління камерами в ТТ, зчитування зображень в реальному часі відповідає за управління камерами, зчитування з них зображень, співставлення зображень з камер з фізичними полицями та відправка цих даних на центральний сервер для подальшого аналізу. Даний модуль представляє собою набір камер, сервер, до якого підключені камери та бібліотеку управління камерами.



Рисунок 3.12 – Схема модулів інтелектуальної системи мерчандайзингу

Модуль роботи з базами даних є набором процедур та функцій, за допомогою яких виконується вигразка та загрузка даних в БД.

Метою модуля сегментації зображень є сегментація зображення та мапінг товарів відносно планограми. Даний модуль складається з наступних бібліотек:

- а) бібліотека мапінгу товарів;
- б) бібліотека методу Mean shift;
- в) бібліотека методу порогового значення;
- г) бібліотека методу водорозділу.

Модуль розпізнавання товарів складається з нейронної мережі та хмари класифікаторів. Даний модуль використовується для класифікації сегментів зображення відповідно товарам планограми для аналізу якості викладки товарів.

Модуль аналізу результатів представляє собою набір функцій для аналізу історичних даних про наповнення полиць, якості викладки відповідно

планограм. Результатами роботи даного модулю є статистичні дані аналізу зображень полиць та якості роботи персоналу.

Модуль взаємодії з персоналом являє собою набір веб сторінок для взаємодії з інтелектуальною системою мерчандайзингу. Дозволяє отримувати максимальний об'єм інформації, звітів необхідних для роботи з системою.

Висновки за розділом 3

В даному розділі було аргументовано вибір програмної реалізації інтелектуальної системи мерчандайзингу та мови програмування для розробки системи. Інтелектуальна система мерчандайзингу руху реалізована як набір окремих модулів за допомогою мови програмування Python. Для збереження та систематизації даних було обрано систему управління базами даних MySQL.

Описано розглянуті підходи до побудови і реалізації класифікатора, аргументовано вибір кінцевої архітектури для класифікатора.

Наведено архітектуру реалізації бази даних для інтелектуальної системи мерчандайзингу. Обгрунтовано та описано вибір даної архітектури бази даних.

Розглянуто програмну архітектуру реалізації інтелектуальної системи мерчандайзингу та наведено опис основних модулів, їх призначення та функціональні можливості.

РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ПРАКТИЧНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Аналіз роботи алгоритму сегментації та мапінгу асортименту

Складність алгоритму – це основний показник ефективності роботи та оптимальності реалізації алгоритму. Складність алгоритму дає можливість дослідити алгоритм, знайти слабкі та сильні сторони та дослідити можливості оптимізації.

Алгоритм сегментації та мапінгу є складним та комплексним алгоритмом. Для того, щоб оцінити складність результуючого алгоритму необхідно спочатку оцінити складність алгоритмів підсистем, які використовуються для побудови загального, а саме: алгоритм методу порогового значення, алгоритм методу Mean Shift та алгоритм методу водорозділу.

Алгоритм методу порогового значення розділяє пікселі на дві області відносно порогового значення – складність такого алгоритму є лінійною, тобто $O(n)$, де n – кількість пікселів в зображенні.

Алгоритм методу Mean Shift є ітераційним алгоритмом, де на кожній ітерації кожен піксель з іншим пікселем. Складність такого алгоритму роботи є $O(Tn^2)$, де T – кількість ітерацій, а n – кількість пікселів в зображенні.

Алгоритм водорозділу також є алгоритмом лінійної складності, тобто $O(n)$, де n – кількість пікселів в зображенні.

Запропонований алгоритм є послідовною комбінацією трьох вище описаних методів, тому його складність розраховується наступним чином $O(n)+O(Tn^2)+O(n)=O(n(Tn+1))$.

Оскільки запропонований алгоритм працює використовуючи динамічне вікно для розпізнавання товарів на полицях, то можна оптимізувати складність алгоритму проводячи паралельну сегментацію декількох вікон.

4.2 Аналіз якості роботи системи сегментації та мапінгу асортименту

Було проведено апробацію системи сегментації та мапінгу асортименту на 100 реальних зображеннях полиць (рис. 4.1). Дані подавалися у вигляді зображення з камери та об'єкту метаданих, що описують планограму полиці (рис. 4.2), де властивості «width», «height», «depth» описують відповідно ширину, висоту та глибину товару, властивості «x» та «y» координати розміщення на полиці.



Рисунок 4.1 – Зображення полиці в магазині

```
{
  "shelve_id": 35,
  "shelve_contents": [
    {
      "sku_id": 152,
      "width": 60,
      "height": 10,
      "depth": 10,
      "type": "wh",
      "position": {
        "x": 2554,
        "y": 1250
      }
    }
  ]
}
```

Рисунок 4.2 – Приклад запису метаданих про товар на полиці

Базуючись на даних з планурами (розмірів товару, положення товару на полиці) на зображення накладається динамічне вікно (рис. 4.3). Розміри вікна залежать від габаритів товару в плануграмі. Далі відбувається сегментація зображення товару у вікні (рис. 4.4 – 4.5).



Рисунок 4.3 – Зображення полиці з динамічним вікном (жовте для молока «Простоквашино», червоне – молоко «Яготинське»)



Рисунок 4.4 – Результат сегментації молока «Простоквашино»



Рисунок 4.5 – Результат сегментації молока «Яготинське»

В ході експерименту було розраховано, що некоректна сегментація товару відбувається в діапазоні 2-4%, серед яких 57% неповна сегментація товару (найчастіше це верхні невеликі елементи, наприклад кришечки), 25% некоректна сегментація у випадку відсутності товару та 18% надлишкова сегментація (у випадку двох схожих товарів поруч).

Така якість сегментація пояснюється якістю зображення, правильним розташуванням камери та за рахунок динамічного вікна, що базується на планограмі полиці.

4.3 Аналіз якості роботи інтелектуальної системи мерчандайзингу

Аналіз якості роботи системи полягає в наочній оцінці роботи взаємодії всіх модулів підсистем, а саме:

- модуля управління камерами в ТТ, зчитування зображень в реальному часі;
- модуля роботи з БД;
- модуля сегментації зображень;
- модуля розпізнавання товарів;
- модуля аналізу результатів;
- модуля взаємодії з персоналом.

Загальна структура процесів, які відбуваються в системі інтелектуального мерчандайзингу зображена на рисунку 4.6.

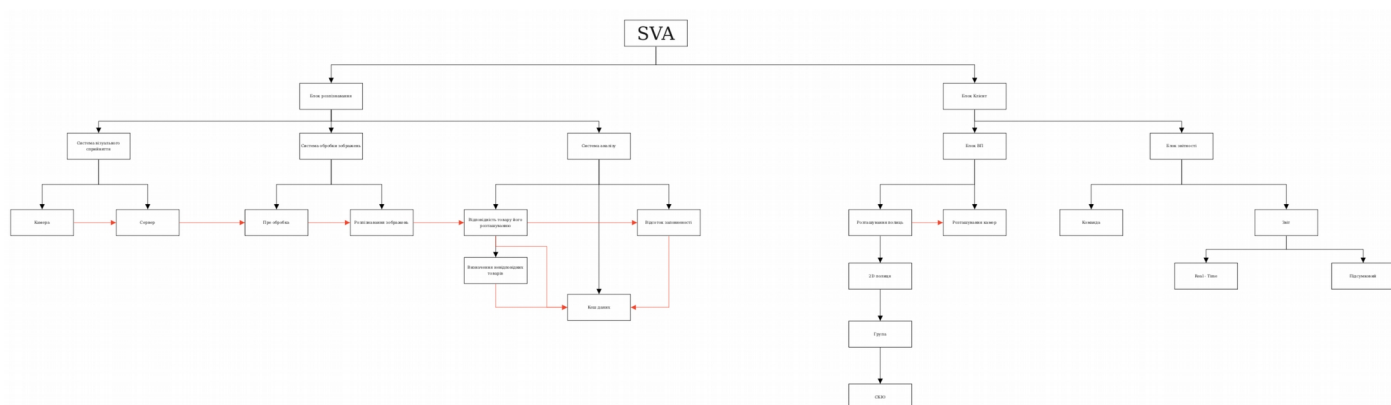


Рисунок 4.6 – Процеси в системі інтелектуального мерчандайзингу

Для того, щоб користувач міг працювати з системою розроблено спеціальний додаток «Мій кабінет». Оцінка якості роботи системи відбувається через операції з додатком «Мій кабінет». Робота з додатком дозволяє оцінити якість взаємодії системи з БД клієнта, якість мапінгу асортименту, якість

класифікації зображень і загальну якість роботи системи, базуючись на агрегованих показниках, які автоматично обраховуються.

Для оцінки якості системи було заповнено тестову частину БД, навчено класифікатор на тестовій групі товарів, а також внесено планограму магазину (розташування полиць). Планограма магазину зображена на рисунку 4.7.

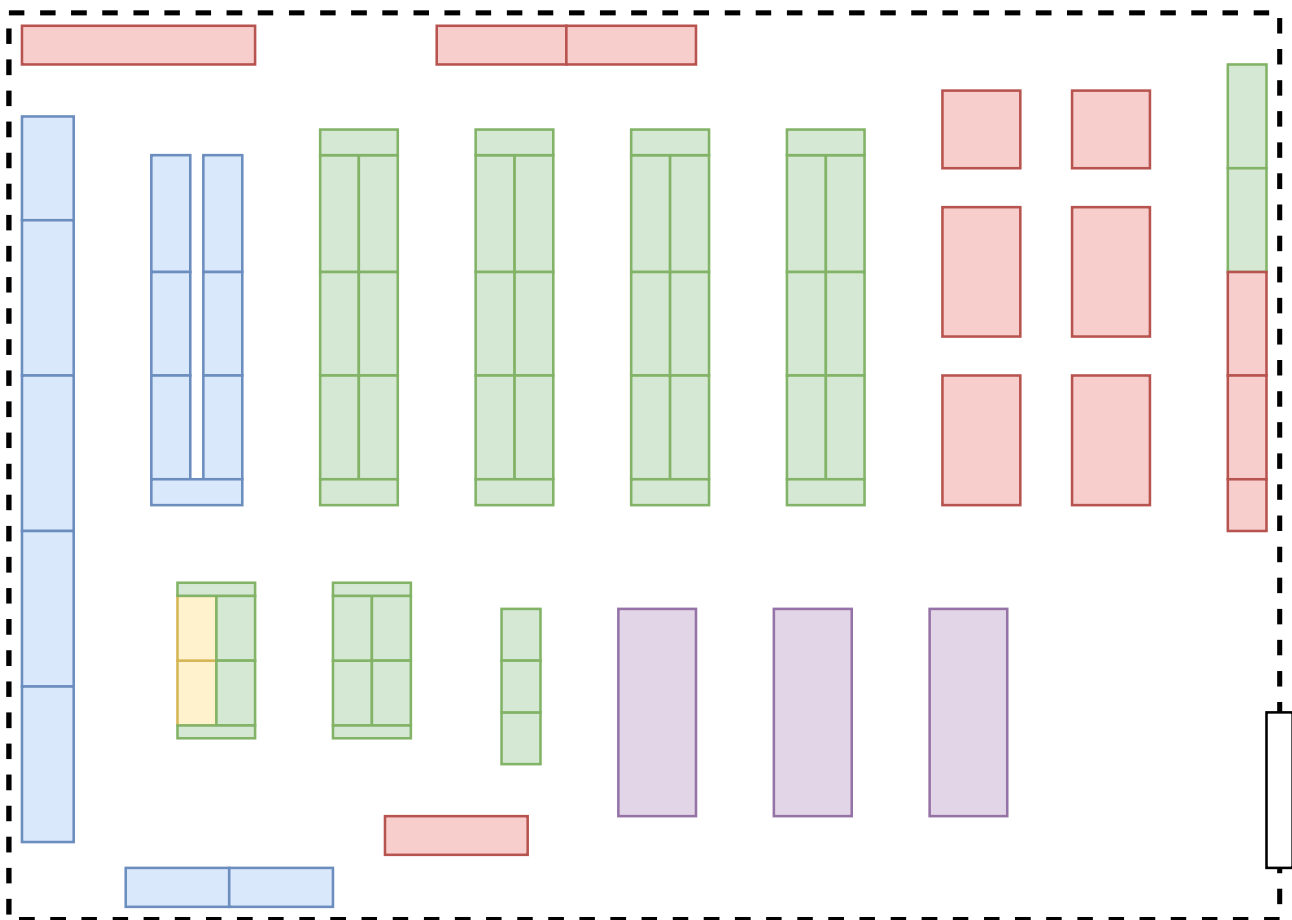


Рисунок 4.7 – Планограма магазину

На планограмі (рис. 4.7) зображено реальне розташування полиць в реальному магазині. Кольори полиць відповідають за наступне:

- а) червоний – розсіпні товари, та інші товари з якими система не працює, тому ці полиці в оцінці якості не приймають участь;
- б) синій – холодильні камери, система здатна частково працювати з товарами, які знаходяться в холодильних камерах;

- в) зелений – всі інші товари, з якими система працює в штатному режимі;
- г) білий – білим квадратом справа позначено вхід в магазин;
- д) фіолетовий – позначення кас для розрахунку за товари;
- е) жовтий – позначає яйця, система працює в штатному режимі.

На рисунку 4.8 зображено розташування камер в магазині для отримання даних щодо розташування товарів на полицях. В залежності від розмірів полиці використовується одна, дві, три або чотири камери.

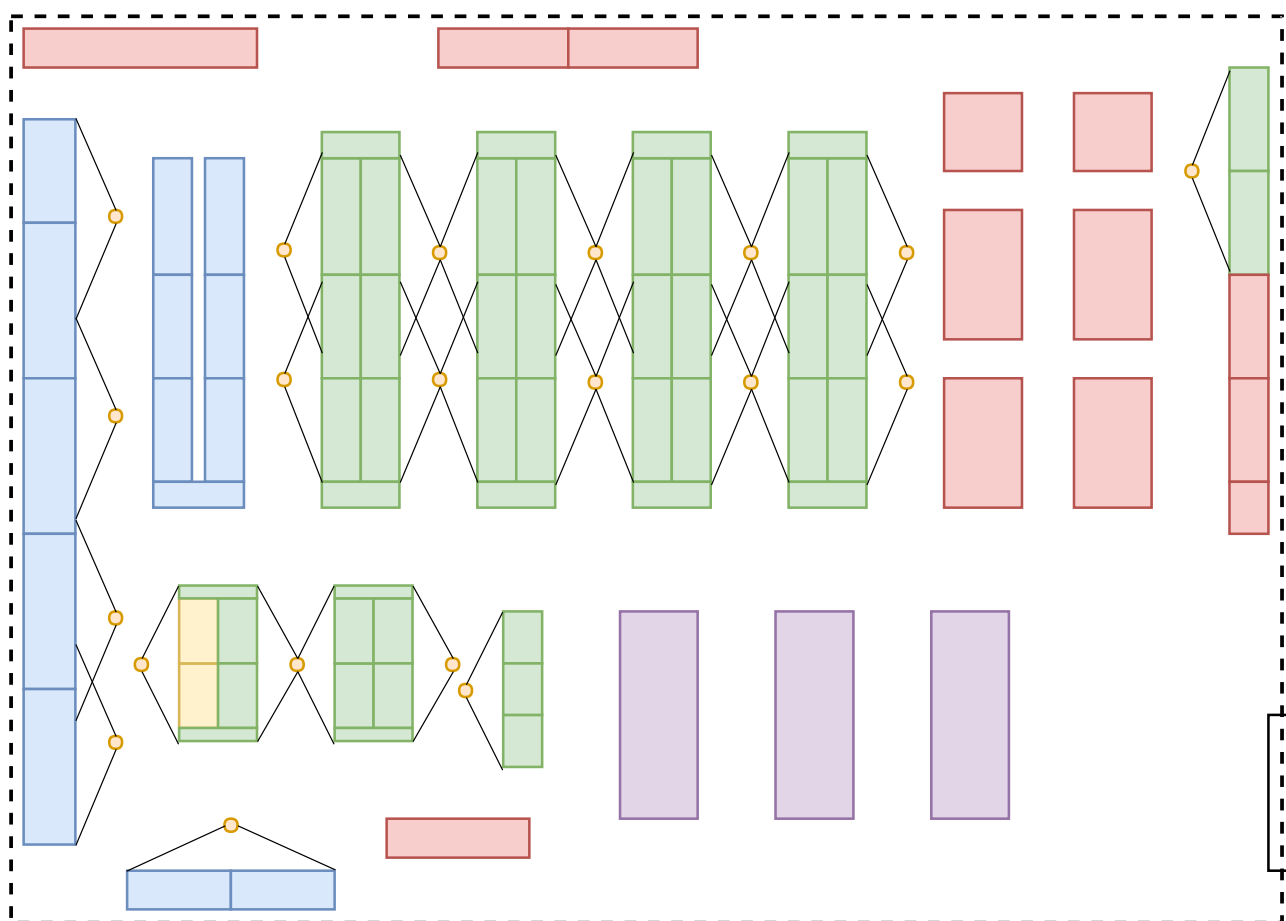


Рисунок 4.8 – Схема розташування камер

Камери розташовуються таким чином, щоб охопити весь простір полиці. Кількість камер залежить від фізичних розмірів полиці і специфіки товарів, розташованих на полиці.

Дані з камер передаються в систему. Далі система проводить автоматичне визначення знаходження товарів за допомогою системи сегментації. Стандартний вигляд полиці з товарами зображений на рисунку 4.9.



Рисунок 4.9 – Стандартний вигляд полиці

Всі наступні дії системи не відображаються для користувача. Користувач автоматично отримує дані, щодо товарів на полиці і індивідуально налаштовану аналітику. Користувач має можливість подивитись реальні дані з будь-якої камери в магазині і оцінити якість роботи системи.

Аналіз роботи системи класифікації і сегментації приведені раніше у відповідних розділах роботи.

На Рисунку 4.10 зображено вигляд системи для користувача. Зображено планограму, і аналітичні дані по магазину.

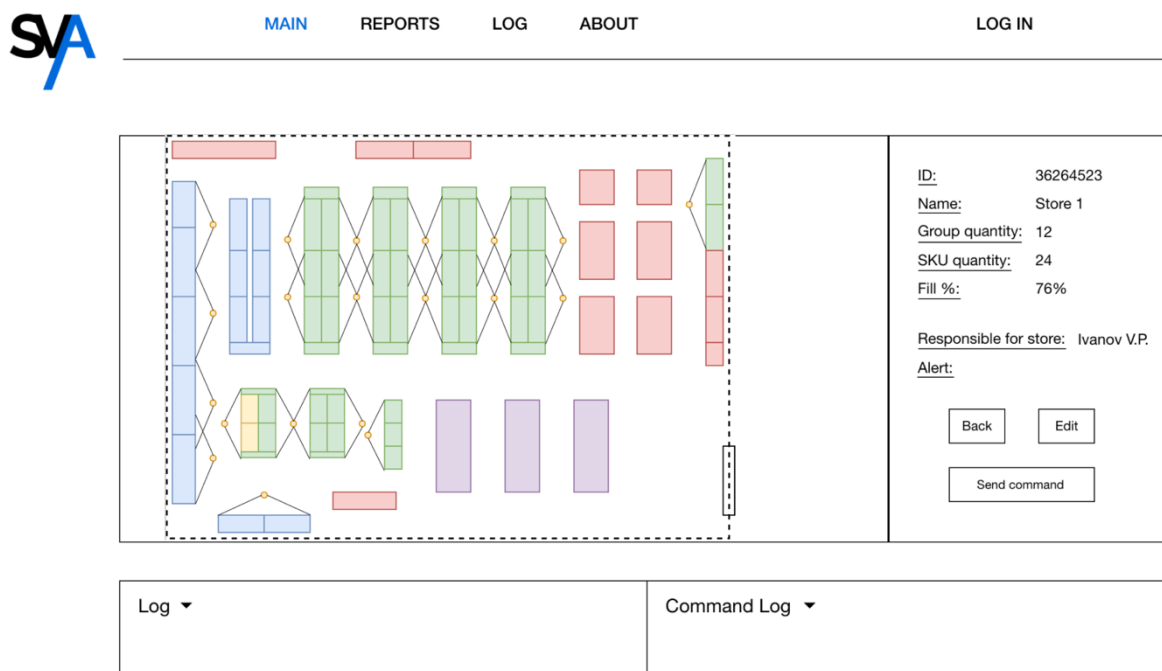


Рисунок 4.10 – Система в розрізі магазину

В системі в розрізі магазину вказано відповідального за полицю, кількість товарних груп, кількість товарних позицій, назву і унікальний ідентифікатор. Також відображається відсоток заповненості магазину. Дані отримані системою порівнювались з реальними даними по магазину. Реальні дані по заповненості товаром магазину відрізнялись від даних отриманих системою на 3-5%, що являється дуже хорошим показником.

Робота системи в розрізі одного стелажу зображена на рисунку 4.11.




	<p>ID: 36264577 Name: Shelf 1 Group quantity: 3 SKU quantity: 6 Fill %: 71%</p> <p>Responsible for shelf: Petrov I.O. Alert:</p> <p><input type="button" value="Back"/> <input type="button" value="Edit"/></p> <p><input type="button" value="Send command"/></p>
Log ▼	Command Log ▼

Рисунок 4.11 – Система в розрізі стелажу

В розрізі стелажу користувач бачить товари і відсоток заповнення. Дані отримані системою порівнювались з реальними даними по стелажу в магазині. Реальні дані по заповненості товаром стелажа відрізнялись від даних отриманих системою на 2-3%, що являється дуже хорошим показником.

Робота системи в розрізі однієї полиці зображена на рисунку 4.12.



MAIN

REPORTS

LOG

ABOUT

LOG IN

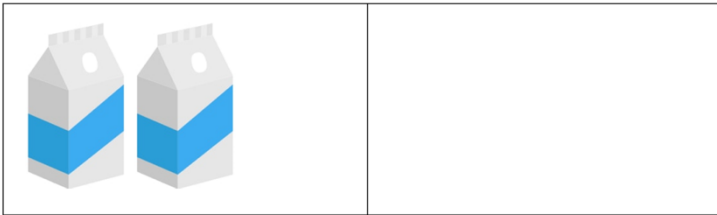
		<p>ID: 36264578 Name: Group 1 SKU quantity: 2 Fill %: 71%</p> <p>Responsible for group: Fedorov P.I. Alert:</p> <p><input type="button" value="Back"/> <input type="button" value="Edit"/></p> <p><input type="button" value="Send command"/></p>
Log ▼	Command Log ▼	

Рисунок 4.12 – Система в розрізі полиці

В розрізі полиці користувач бачить товари розташовані на полиці і відсоток заповнення. Дані отримані системою порівнювались з реальними даними по полиці в магазині. Реальні дані по заповненості товаром полиці відрізнялись від даних отриманих системою на 2-3%, що являється дуже хорошим показником.

Проаналізувавши дані, отримані системою при роботі на тестових групах товарів (було вибрано 10% усіх полиць магазину) і порівнявши їх з реальними даними в магазині було визначено, що точність роботи системи складає 95 – 97 відсотків, що являється дуже високим показником.

4.4 Керівництво користувача

Для роботи з системою розроблено спеціальний додаток “Мій кабінет” для користувача. В додатку користувач може проводити всі основні операції з системою. Дії по адмініструванню системи дозволені тільки технічним працівникам, відповідальним за коректну роботу системи. Інтерфейс побудований таким чином, що користувач не може нашкодити роботі системи.

Початкове вікно додатку мій кабінет зображене на рисунку 4.13.

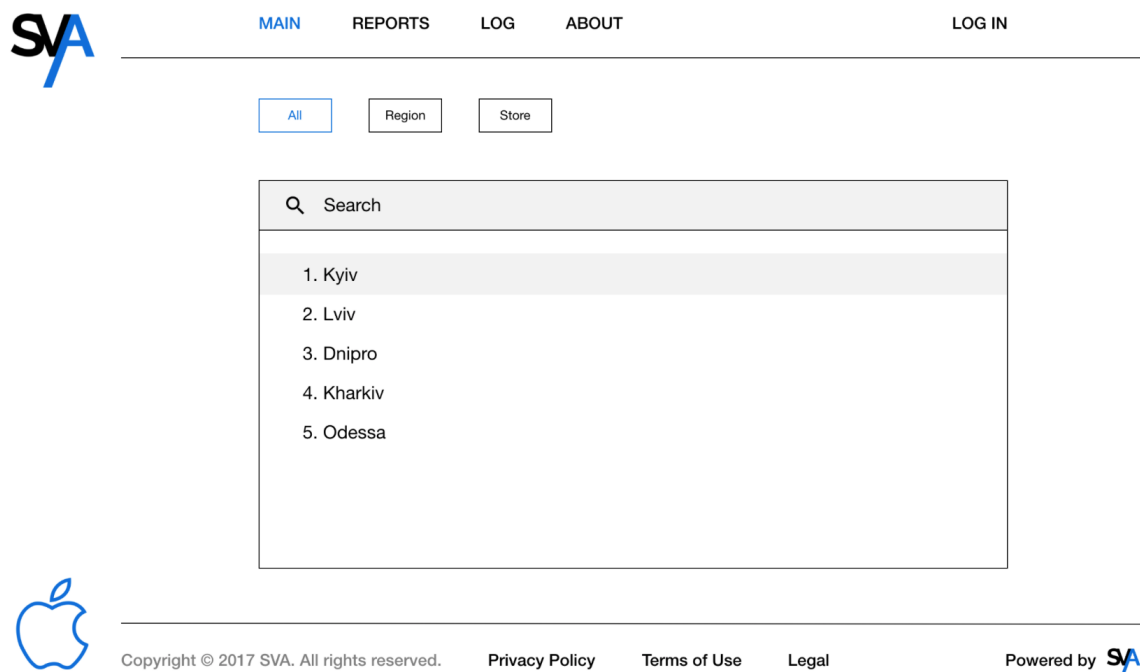


Рисунок 4.13 – Початковий екран власного кабінету

Для отримання доступу до конкретного магазину користувач повинен обрати місто, район і магазин. Вибір відбувається шляхом натискання на назву.

Після натиску на потрібну назву користувач отримує інформацію про обрану одиницю (Рисунок 4.14).

Після вибору конкретного магазину користувачу відкривається планограма (рис. 4.16). На планограмі відображаються дані про магазин.

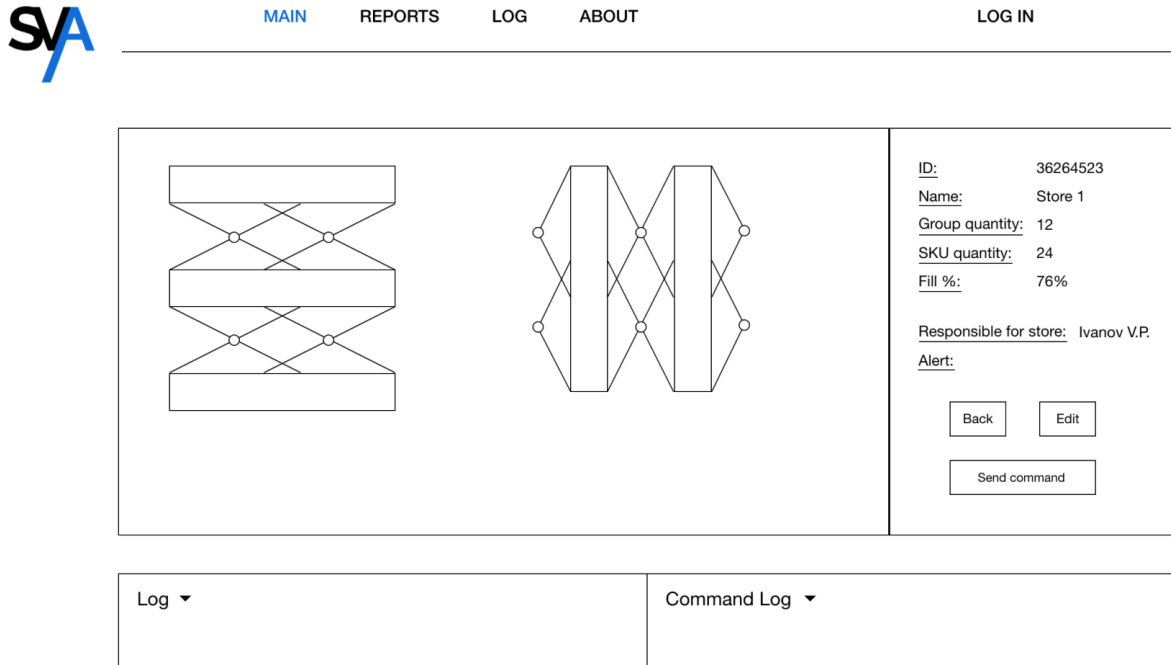


Рисунок 4.16 – Планограма магазину в кабінеті користувача

Для вибору стелажу необхідно натиснути на схематичне зображення потрібного стелажу.

В системі користувачу доступний наступний функціонал:

- а) можливість редагувати планограму;
- б) можливість в режимі реального часу отримати зображення з обраної камери;
- в) відображення даних про обраний об'єкт;
- г) відображення даних про відповідального за об'єкт;
- д) відображення сповіщень про зміни в товарній викладці;
- е) можливість відправити команду на поповнення полиці (рис. 4.17);
- ж) відображення логу роботи системи, а також логу виконання команд.



Send command

Responsible: Input Name

Input command text

Back Send command

Command Log

Рисунок 4.17 – Вікно відправки команд

Описаний вище функціонал доступний користувачу на всіх рівнях.

Для отримання детальних звітів по діяльності магазину та обслуговуючого персоналу наявний функціонал для генерації звітів.

Розділ кабінету для побудови звітів зображено на рисунку 4.18.



Category:

Keyword:

Start Date: End Date:



Рисунок 4.18 – Сторінка побудови звітів

Інтерфейс кабінету користувача розроблено з врахуванням усіх потреб реальних користувачів. Функціонал кабінету повністю покриває всі можливості системи.

Висновки за розділом 4

В даному розділі було проведено детальний аналіз запропонованого роботи алгоритму системи сегментації та мапінгу асортименту. Досліджено його складність та складність алгоритму роботи кожної підсистеми. Складність роботи алгоритму системи – $O(n(Tn+1))$, де n – кількість пікселів зображення, а T – кількість ітерацій методу mean shift. Було помічено кроки оптимізації алгоритму.

Наведено результати апробації роботи системи сегментації та мапінгу асортименту на реальних зображеннях полиць товарів. Оцінено якість роботи алгоритму сегментації, яка складає 96 – 98%, що є досить хорошим показником. Зображено кінцевий результат роботи системи, що передається для подальшого аналізу.

Наведено результати апробації роботи інтелектуальної системи мерчандайзингу на реальній даних ТТ. Описано кожний етап роботи системи. Опис роботи інтелектуальної системи мерчандайзингу супроводжується візуальним зображенням результатів роботи кожного етапу роботи системи. Проаналізовано якість роботи системи, яка складає 95 – 97%, що є досить хорошим результатом.

Описано інструкцію користувача по роботі з системою. Розглянуто можливі варіанти взаємодії користувача з інтерфейсною частиною інтелектуальної системи мерчандайзингу.

РОЗДІЛ 5. СТАРТАП

Стартап як форма малого ризикового (венчурного) підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок (із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн), і вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап-проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте створення та ринкове впровадження стартап-проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап-проекту, взята окремо, не вартує майже нічого: головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес-модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап-проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Узагальнено етапи розроблення стартап-проекту можна подати таким чином [17].

5.1 Опис ідеї проекту

Наведемо зміст ідеї та можливі базові потенційні ринки, в межах яких потрібно шукати групи потенційних клієнтів у табл. 5.2. Також проаналізуємо потенційні техніко-економічні переваги ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів (табл. 5.1), оскільки перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Таблиця 5.1 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко– економічні характерис тики ідеї	(потенційні) товари/концепц ії конкурентів (конкурентів поки немає)	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
1.	Система детекції і розпізнава ння	Система працює на базі попередньо навченого класифікатора	Неможливі сть класифікув ати об'єкт через перешкоди	Пропуск позицій класифікато ром	Дуже висока точність класифікаці ї незалежно від умов освітлення і розміщення

Продовження таблиці 5.1

№	Техніко– економічні характерис- тики ідеї	(потенційні) товари/концепц ії конкурентів (конкурентів поки немає) Для роботи системи потрібно постійно актуальні дані	W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
2.	Оновлення даних		Зміни в асортимент і можуть бути не вказані	Деякі незначні зміни не впливають на роботу	Можливість автоматичн ого підтягуванн я даних з бази рітейлера

Таблиця 5.2 – Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Система, що дозволяє моніторити наявність товарів на полицях в магазинах і перевіряє їх відповідність асортименту	Комерційний	Можливість контролювати повноту і точність асортименту магазину, що в свою чергу приводить до підвищення прибутку. Зменшення витрат на найм персоналу, мінімізація людського фактору.

5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Проведемо аудит технологій реалізацій основних ідей проекту. Для цього визначемо технології та проведемо їх аналіз табл. 5.3). Технології наведені в табл. 5.3 – обрані для технічної реалізації проекту, а саме: методи сегментації зображень і згорткові НМ та автоматичне оновлення даних з БД.

Таблиця 5.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Детекція і розпізнавання	Методи сегментації зображень і згорткові НМ	Наявні, але варто покращити	Доступні авторам проекту.
2	Оновлення даних	Автоматично з бази, попередньо оновлено вручну	Наявна можливість оновлювати дані	Доступна

5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначемо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту.

Для цього спочатку проведемо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку табл. 5.4). Далі визначемо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та сформуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи табл. 5.5).

Також проведемо аналіз ринкового середовища: факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту табл. 5.6), та факторів, що йому перешкоджають табл. 5.7). Та визначемо загальні риси конкуренції на ринку табл. 5.8) та галузі табл. 5.9).

Таблиця 5.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	1
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	1600000 ум.од
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	70%

Таблиця 5.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап–проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
	Підтримання встановленого асортименту магазину в якісній і кількісній складових.	Власники ритейл бізнесу	Відсутні	<ul style="list-style-type: none"> – Точність оцінки асортименту – Зручна звітність – Нативний інтерфейс

Таблиця 5.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Поява конкурентів	Конкуренти можуть зайняти велику долю ринку.	Розширення функціоналу, підвищення точності, підвищення лояльності.
2	Неможливість надавати якісні послуги	Клієнти можуть відмовитись від послуг в зв'язку з низькою якістю	Підвищення якості послуг, дії з повернення довіри клієнтів

Таблиця 5.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Розширення ринку ритейла	Поява нових клієнтів	Пропозиція співпраці новим гравцям
2	Поява нових технологій	Поява технологій, які дозволять оновити систему	Оновлення системи з використанням передових технологій
3	Зацікавленість зі сторони інших напрямків	Поява зацікавлених осіб в продуктів за межами сфери ритейла	Допрацювання продукту під потреби інших галузей

Таблиця 5.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції – монополія/олігополія/ монополістична/чиста	Монополія	Повністю зайняти ринок до появи конкурентів
2. За рівнем конкурентної боротьби – локальний/національний/ ...	Світовий	Зайняти світовий ринок і стати лідером в даній сфері

Продовження таблиці 5.8

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
3. За галузевою ознакою – міжгалузева/ внутрішньогалузева	Внутрішньогалузева	Пропонувати продукт найвищої якості, задовольняти побажання клієнта, оновлювати софт, з часом виходити на інші галузі
4. Конкуренція за видами товарів: – товарно–родова – товарно–видова – між бажаннями	товарно–видова	Пропонувати продукт найвищої якості, задовольняти побажання клієнта, оновлювати софт, з часом виходити
5. За характером конкурентних переваг – цінова / нецінова	Нецінова	Пропонувати продукт найвищої якості, задовольняти побажання клієнта, оновлювати софт, з часом виходити
6. За інтенсивністю – марочна/не марочна	марочна	Пропонувати продукт найвищої якості, задовольняти побажання клієнта, оновлювати софт, з часом виходити

Таблиця 5.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Навести перелік прямих конкурентів	Визначити бар'єри входження в ринок	Визначити фактори сили постачальників	Визначити фактори сили споживачів	Фактори загроз з боку замінників
Висновки:	–	– є можливість наявності продукту – конкуренти відсутні –	Не диктують.	Диктують. Є стандартні вимоги до продукту зв'язані з особливостями галузі	Замінники можуть з'явитися разом із конкурентами.

Виходячи з наведених вище даних визначимо перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 5.10) та проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 5.11).

Таблиця 5.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Першість на ринку	Відсутність конкурентів, повна монополія, можливість співпраці з усіма потенційними клієнтами
2	Високоякісний продукт	Єдине рішення, висока стабільність роботи
3	Широкі контакти в сфері рітейла	Хороші зв'язки з потенційними клієнтами

Складемо SWOT-аналіз (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) табл. 5.12) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін табл. 5.11). На основі SWOT-аналізу розробимо альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок табл. 5.13).

Таблиця 5.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «SVA»

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1–20	Рейтинг товарів– конкурентів у порівнянні з SVA						
			–3	–2	–1	0	+1	+2	+3
1	Першість на ринку	10	+						
2	Високоякісний продукт	10				+			
3	Широкі контакти в сфері рітейла	10				+			

Таблиця 5.12 – SWOT– аналіз стартап–проекту

Сильні сторони: Першість на ринку, Високоякісний продукт, Широкі контакти в сфері рітейла	Слабкі сторони:
Можливості: Розширення рітейл ринку, нові технології, зацікавленість інших галузей	Загрози: Поява конкурентів, Неможливість надавати якісний продукт

Таблиця 5.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап–проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Об'єднання з ведучими гравцями ринку рітейла	90%	6 місяців

5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розглянемо основні цільові групи потенційних споживачів табл. 5.14). Виходячи з їх аналізу цільовими групами буде обрано наступні групи: FMCG, Дрогері, АЗС, ДІУ. Сформуємо базову стратегію розвитку табл. 5.15) та виберемо стратегії конкурентної поведінки табл. 5.16).

Таблиця 5.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	FMCG	100%	високий	відсутня	дуже легко
2	Дрогері	100%	високий	відсутня	дуже легко
3	Електроніка	15% – 30%	низький	відсутня	важко
4	АЗС	75%	середній	відсутня	легко
5	Одяг	0% – 15%	низький	відсутня	дуже важко
6	DIY	50% – 100%	середній	відсутня	легко

Таблиця 5.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Об'єднання з ведучими гравцями ринку ритейла	Монополізація	монополія	Стратегія спеціалізації

Таблиця 5.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем » на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Так	Шукати нових	Конкуренти відсутні	Стратегія зайняття конкурентної ніші

Розробимо стратегію позиціонування табл. 5.17). що полягає у формуванні ринкової позиції (комплексу асоціацій), за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Таблиця 5.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/ п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспромо жні позиції власного стартап– проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Якісний продукт, який виконує заявлені функції	Задоволе ння потреб клієнтів	Першість на ринку, високоякісний продукт, зв'язки	Лідерство, якість, точність

5.5 Розроблення маркетингової програми стартап–проекту

Сформуємо маркетингову концепцію товару, який отримає споживач. Для цього підсумуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару (табл. 5.18) та розробимо трирівневу маркетингову модель товару (табл. 5.19). Товар буде захищений від копіювання за рахунок неможливості отримання доступу до вихідного коду.

Таблиця 5.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Підтримання встановленого асортименту магазину в якісній і кількісній складових.	Можливість контролювати повноту і точність асортименту магазину, що в свою чергу приводить до підвищення прибутку. Зменшення витрат на найм персоналу, мінімізація людського фактору.	Конкуренти відсутні

Таблиця 5.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Потреба Підтримання встановленого асортименту магазину в якісній і кількісній складових. Надає можливість контролювати повноту і точність асортименту магазину, що в свою чергу приводить до підвищення прибутку. Зменшення витрат на найм персоналу, мінімізація людського фактору.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Гл/Е/Ор
	1. SaaS	–	–
	Якість: тестування показало якість ефективної підтримки асортименту на рівні 97%		
	Пакування – Марка: SVA		
III. Товар із підкріпленням	–		
	–		

Визначемо цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар. Проаналізуємо ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також рівень доходів цільової групи споживачів табл. 5.20). Також визначемо оптимальну систему збуту табл. 5.21).

Таблиця 5.20 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари–замінники	Рівень цін на товари–аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	–	–	300 млн – 55 млрд в рік	5000 \$ впровадження + 1000 \$ щомісячна підтримка Верхня: 250 000 \$ впровадження + 10000\$ щомісячна підтримка

Таблиця 5.21 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	SaaS	Впровадження; надання підтримки;	Глибокий	Встановлений контакт з клієнтом.

Розробимо концепцію маркетингових комунікацій, що спираються на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів табл. 5.22)

Таблиця 5.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Бажання отримати максимум за мінімальну ціну	Прямий контакт	Підтримка асортименту магазину	Запевнити клієнта, що продукт принесе йому value	Замінімо мерчандайз ерів в рітейлі

Висновки за розділом 5

У даному розділі було проведено глибоке дослідження ринку і потенційних можливостей та загроз для розвитку продукту.

Згідно з наведеними таблицями, можемо зробити висновки, що у продукту буде попит, так як він має унікальну цінність. Продукт буде задавати ринок, тому треба буде бути готовими до появи сильних противників та активізації уже існуючих конкурентів для ефективної боротьби необхідно оперативно захопити всю цільову групу клієнтів.

У продукту є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів. Активної конкуренції поки що немає, проте уже є компанії, які активно займаються розробкою подібного програмного забезпечення. А також існують

великі гравці в сфері софту для ритейлу, які можуть захотіти перешкодити виходу продукту на ринок. Якщо не встигнути охопити весь ринок до виходу на нього конкурентів, доведеться зайняти стратегію кооперації з ритейл бізнесом.

Подальша імплементація продукту є доцільною.

ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації було реалізовано інтелектуальну систему мерчандайзингу та систему сегментації та мапінгу асортименту як її частину. Розробка такої системи є досить актуальною та перспективною задачею на сьогоднішній день.

Для реалізації поставленої задачі були виконані наступні кроки:

- досліджено існуючі системи мерчандайзингу;
- проаналізовано методи сегментації зображень;
- запропоновано та аргументовано використання комбінованого методу сегментації зображення, в умовах практичної задачі;
- описано алгоритм роботи запропонованого методу з використанням динамічного вікна, в умовах практичної задачі;
- запропоновано та аргументовано використання мови програмування Python та СУБД MySQL для програмної реалізації інтелектуальної системи мерчандайзингу та системи сегментації та мапінгу асортименту;
- розроблено програмну реалізацію системи сегментації та мапінгу асортименту;
- розроблено програмну реалізацію інтелектуальної системи мерчандайзингу;
- проаналізовано архітектуру програмного продукту та його основних модулів;
- оцінено складність алгоритму розробленої системи сегментації та мапінгу асортименту – $O(n(Tn+1))$, де n – кількість пікселів зображення, а T – кількість ітерацій методу mean shift;

- оцінено якість роботи розробленої системи сегментації та мапінгу асортименту, яка складає 96 – 98%, що є досить хорою точністю;
- оцінено якість роботи розробленої інтелектуальної системи мерчандайзингу, яка складає 95 – 97%, що є дуже хорошим результатом;
- наведено інструкцію користувача та детальних опис взаємодії користувача з програмним продуктом;
- зроблено висновки та запропоновано рекомендації щодо напрямків подальших вдосконалень.

Було розглянуто сфери застосування інтелектуальної системи мерчандайзингу та аргументовано актуальність використання даної системи. Проаналізовано існуючі аналоги та методи, що в них використовуються.

Досліджено структуру системи сегментації та мапінгу асортименту. Проведено аналіз методів, що використовуються в запропонованому методі:

- метод порогового значення;
- метод mean shift;
- метод водорозділу.

Описано запропонований комбінований метод сегментації для сегментації товарів на полицях.

Також було обґрунтовано вибір мови програмування для реалізації системи побудови маршруту руху. Досліджено та проаналізовано розроблений алгоритм роботи системи. Описано та проілюстровано роботу розробленої системи на основі реальних зображень полиць в торгових точках. Було представлено та описано архітектуру програмної реалізації системи інтелектуальної системи мерчандайзингу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Снегирева В.В. Мерчандайзинг. Курс управления ассортиментом в рознице / Снегирева В.В., Бузукова Е. А. – СПб. : Питер, 2008. - 226 с.
2. Fukunaga. The Estimation of the Gradient of a Density Function, with Applications in Pattern Recognition / Fukunaga, Hostetler // IEEE Transactions on Information Theory. – 1975. – vol 21. – P. 32-40.
3. Мерчандайзинг: искусство тореадора. / [Червак Р., Бондарчук В., Синоло Л., Бузкова Е.] – К. : Изд-во Алексея Капусты, 2003. - 306 с.
4. Форсайт, Дэвид А., Компьютерное зрение. Современных подход. / Дэвид А. Форсайт, Жан Понс – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.
5. И.С. Грузман. Цифровая обработка изображений в информационных системах: уч. пособ. / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.
6. В. Sumengen. Multi-scale edge detection and image segmentation / В. Sumengen, B.S. Manjunath – Proc. European Signal Processing Conference (EUSIPCO). – Sep. 2005. – VRL ID: P. 146.
7. Р. Гонсалес. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2006. – 1072 с.
8. Агарков А.В. Структурное описание изображений в виде графа для решения задач распознавания / А.В. Агарков // Бионика интеллекта. – 2009. – № 1(70) – С. 95-101.
9. Мерчандайзинг в розничной торговле / [Эстерлинг С, Флоттман Э., Джернинган М., Марал С.] – СПб. : Питер, 2004. - 304 с.
10. Є.П. Путятін. Методи та алгоритми комп'ютерного зору: навч. посіб. / Є.П. Путятін, В.О. Гороховатський, О.О. Матат – Х.: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 236 с.

11. Contour and Texture Analysis for Image Segmentation / [Malik Jitendra, Serge Belongie, Thomas Leung, Jianbo Shi.] // International Journal of Computer Vision. – 2001. – V.43, No.1. – P. 7-27.
12. Comaniciu D. Mean Shift: A Robust approach towards feature space analysis / Comaniciu D., Meer P. // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2002. – vol 24, No 5. – P. 45-50.
13. Yizong Cheng , Mean Shift, Mode Seeking, and Clustering / Yizong Cheng, Hostetler // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1995. – vol 17, No 8. – P. 31-37.
14. G. Bradski. Learning OpenCV / G. Bradski, A. Kaehler – Boston: The MIT Press, 2013. – 532 p.
15. Grabcut — interactive foreground extraction using iterated graph cuts / [C. Rother, V. Kolmogorov, A. Blake] – Boston: The MIT Press, 2004. – 251 p.
16. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
17. Krizhevsky A. ImageNet classification with deep convolutional neural networks / Krizhevsky A., Sutskever I. and Hinton, G. E. // Advances in neural information processing systems. – 2012, 25 – P. 197–205.
18. Szegedy C. Going deeper with convolutions / Szegedy C., Liu W., Jia Y., Sermanet P., Reed S., Anguelov D., Rabinovich A. // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2015. – P. 1–9.
19. He K. Deep Residual Learning for Image Recognition / He K., Zhang X., Ren S., Sun J. // Proceedings of the CVPR – 2016. – P. 70–78.
20. Kawano Y. Food Image Recognition with Deep Convolutional Features / Kawano Y., Yanai K. // Proceedings of the UbiComp. – 2014. – P. 89–93.

21. Yanai K. Food Image Recognition using Deep Convolutional Network with Pre-Training and Fine-Tuning / Yanai K. Kawano Y. // Proceedings of the ICMEW. – 2015. – P. 1–6.
22. Singla A. Food/Non-Food Image Classification and Food Categorization using Pre-Trained GoogLeNet Model / Singla A. Yuan L. Ebrahimi T. // Proceedings of the MADiMa'16. – 2016. – P. 3–11.

ДОДАТОК А ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДОПОВІДІ

Сегментація і маппінг асортименту

Виконав:
Студент групи КА-62м
Литвинюк Антон Андрійович

Науковий керівник:
к.т.н., доцент
Дідковська М.В.

Типи методів сегментації



- ✓ Методи, що базуються на бінаризації;
- ✓ Методи, що базуються на пошуку границь регіонів;
- ✓ Методи, що базуються на пошуку регіонів;
- ✓ Методи, які використовують Марківське поле;
- ✓ Методи теорії графів.

Аналіз методів сегментації

Найменування методу	Переваги	Недоліки
Методи, що базуються на бінаризації	<ul style="list-style-type: none"> - простота реалізації; - висока швидкість обробки. 	<ul style="list-style-type: none"> - велика ймовірність помилкової сегментації.
Методи, що базуються на пошуку границь регіонів	<ul style="list-style-type: none"> - можливість зміни порога класифікації; - низька чутливість до змін характеристик зображення. 	<ul style="list-style-type: none"> - алгоритм не працює при розриві границі; - неточне виділення областей; - низька швидкість роботи; - багатоступінчатість методу.
Методи, що базуються на пошуку регіонів	<ul style="list-style-type: none"> - широка область застосування; - можливість зміни порога класифікації; - швидкість роботи; - стійкість до помилок на перших етапах методу; - точність сегментації. 	<ul style="list-style-type: none"> - при роботі з великими областями зростає ймовірність помилки і знижується швидкодія.

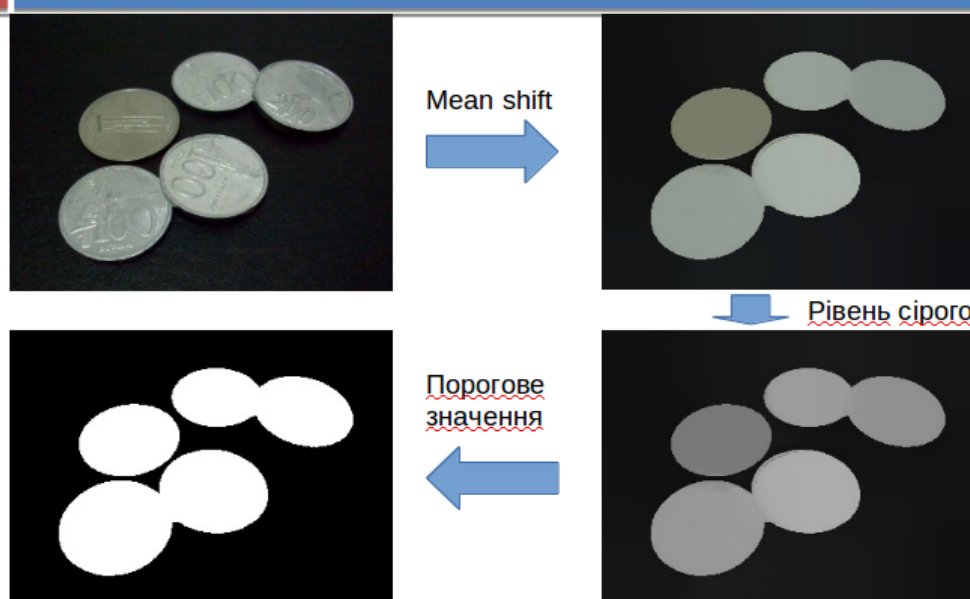
Аналіз методів сегментації

Найменування методу	Переваги	Недоліки
Методи, які використовують Марківське поле	<ul style="list-style-type: none"> - висока якість сегментації по текстурі. 	<ul style="list-style-type: none"> - складність реалізації.
Методи теорії графів	<ul style="list-style-type: none"> - можливість окрім однорідності кольору і текстури сегментів керувати також формою сегментів, їх розміром і складністю границь. 	<ul style="list-style-type: none"> - низька швидкість роботи; - великі витрати пам'яті.

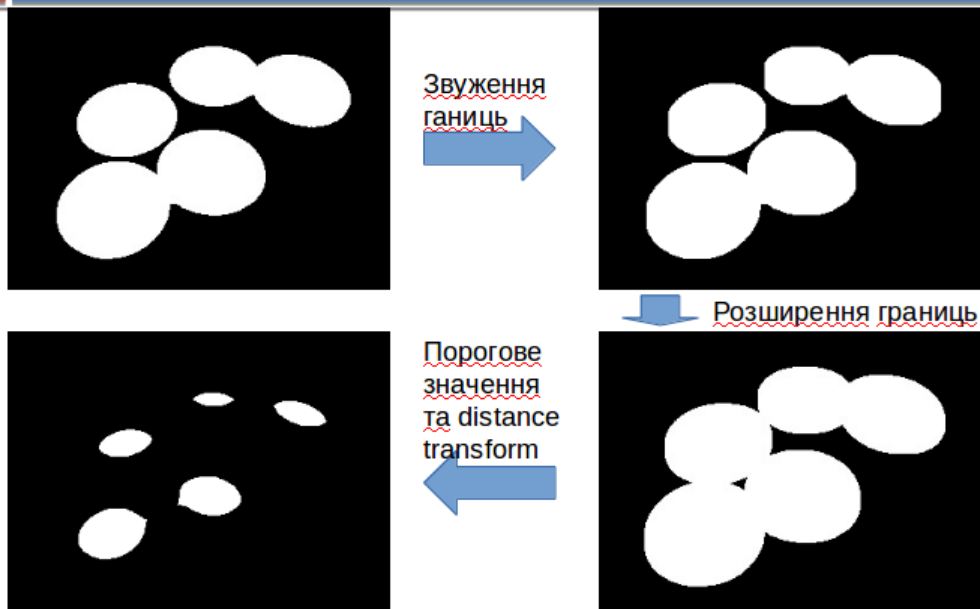
Запропонований комбінований метод сегментації

- ✓ Метод порогового значення;
- ✓ Метод mean shift;
- ✓ Метод водорозділу.

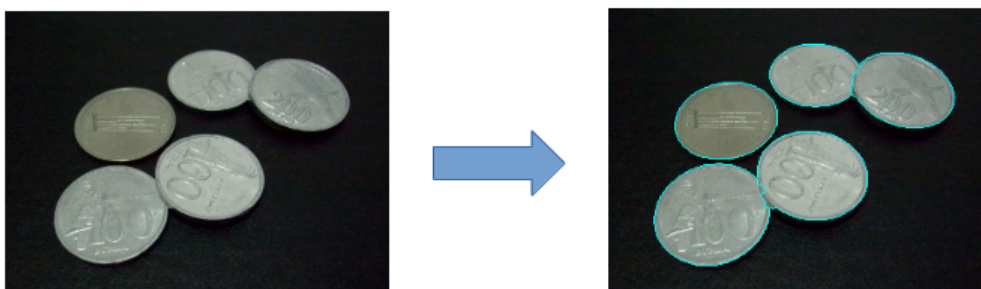
Запропонований комбінований метод сегментації



Запропонований комбінований метод сегментації



Запропонований комбінований метод сегментації



Запропонований комбінований метод сегментації з динамічним вікном



```
{  
  "shelve_id": 35,  
  "shelve_contents": [  
    {  
      "sku_id": 152,  
      "width": 60,  
      "height": 10,  
      "depth": 10,  
      "type": "wh",  
      "position": {  
        "x": 2554,  
        "y": 1250  
      }  
    }  
  ]  
}
```

Запропонований комбінований метод сегментації з динамічним вікном



Аналіз запропонованого методу

Товарна група	Точність
Молоко	96
Йогурти	95
Пиво	98
Сидр	97
Кава	99
Чай	94
Крупи	97
Соки	95
Цукор	99
Сіль	98
Мука	98
Вода сол.	95
Горілка	96
Консерви	97
Шоколад	93
Конд. Фас.	93
Сухі снід.	94
Макарони	96
Вода мін.	95
Цукерки	96
Σ	96

Аналіз запропонованого методу

Найменування методу	Швидкість (зображень/мс)	Точність
Метод порогового значення	53	45
Метод mean shift	27	67
Метод водорозділу	34	88
Метод з використанням Марківського поля	23	94
Метод з використанням теорії графів	11	97
Запропонований комбінований метод	19	96

ДОДАТОК Б ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ

```

api.js
const express = require('express');

const router = express.Router();
const controllers = require('../db_server/controllers/index.js');

const defaultParams = {
  title: 'SVA',
  version: '0.0.1',
  header: {
    main: 'main',
    reports: 'reports',
    about: 'about',
    signout: 'log out',
  },
};

/**
 * Sign in person
 *
 * req.body {name: {string}, password: {string}}
 * res.status {number} - status
 * res.send {string} - error message
 */
router.post('/signin', signIn);

router.post('/regions', getRegions);

//router.post('/stores');

//-----
function signIn(req, res) {
  controllers.persons.search({name: req.body.name, password: req.body.password}, (result) => {
    if (result.id) {
      req.session.isActive = true;
      req.session.person = result.id;
      res.status(200);
      res.end();
    }
    else if (result.error) {
      return res.status(400).send(result.error);
    }
  });
}

```

```

}
else return res.status(422).send('Incorrect name/password')
})
}

function getRegions(req, res) {
  checkPermissions(req, res, 1, 2, (req, res, roles) => {

    let isMainLevel = false;
    for (let i = 0; i < roles.length; ++i) {
      if (roles[i].levelId === 1) {
        isMainLevel = true;
        break;
      }
    }

    if (isMainLevel) {
      controllers.regions.getAll((result) => {
        if (result.regions) {
          res.status(200).send(result.regions);
        }
        else {
          res.status(400).send(result.error || 'unknown error');
        }
      });
    }

    else {
      controllers.person_roles.getRolesGoal({personId: req.session.person, roles: roles},
      (result) => {

        if (result.goals) {
          let ids = [];
          for (let i = 0; i < result.goals.length; ++i) {
            let goals = result.goals[i];
            for (let j = 0; j < goals.length; ++j) {
              ids.push(goals[i].dataValues.roleGoal);
            }
          }
          controllers.regions.getRegionsByIds(ids, (result) => {
            if (result.regions) {
              res.status(200).send(result.regions);
            }
            else {
              res.status(400).send(result.error || 'unknown error');
            }
          });
        }
        else {

```

```

res.status(400).send(result.error || 'unknown error');
}
});
}
});
}

function checkPermissions(req, res, rolePermission, levelPermission, mainFunc) {
  if (req.session.isActive) {
    controllers.person_roles.getRole({personId: req.session.person}, (result) => {
      if (result.role) {

        let role = [];
        let objRole = {};
        let objLevel = {};

        for (let i = 0; i < result.role.length; ++i) {
          let roleId = result.role[i].dataValues.roleId;
          let levelId = result.role[i].dataValues.levelId;

          if (roleId <= rolePermission && levelId <= levelPermission && (!objRole[roleId] || !objLevel[levelId])) {
            role.push(result.role[i].dataValues);
            objLevel[levelId] = true;
            objRole[roleId] = true;
          }
        }

        if (role.length > 0) {
          mainFunc(req, res, role);
        }
        else {
          res.status(400).send('no permissions');
        }

      }
      else if (result.error || !result.role) {
        res.status(400).send(result.error || 'cannot find role for person');
      }
      else {
        res.status(400).send('unknown error');
      }
    });
  }
  else {
    res.status(400).send('unauthorized');
  }
}

module.exports = router;

```

index.js

```
const express = require('express');

const router = express.Router();
const controllers = require('../db_server/controllers/index.js');

const defaultParams = {
  title: 'SVA',
  version: '0.0.1',
  header: {
    main: 'main',
    reports: 'reports',
    about: 'about',
    signout: 'log out',
  },
};

//Home page
router.get('/', (req, res) => {
  if (checkSession(req, res))
  res.render('index', Object.assign({}, defaultParams, { isActive: req.session.isActive || false }));
});

//Main page
router.get('/main', renderMain);

//Reports page
router.get('/reports', (req, res) => {
  if (checkSession(req, res))
  res.render('reports', Object.assign({}, defaultParams, { isActive: req.session.isActive || false }));
});

//About page
router.get('/about', (req, res) => {
  if (checkSession(req, res))
  res.render('about', Object.assign({}, defaultParams, { isActive: req.session.isActive || false }));
});

//Sign in page
router.get('/signin', (req, res) => {
  res.render('signin', Object.assign({}, defaultParams, { isActive: req.session.isActive || false }));
});

//Sign out
router.get('/signout', (req, res) => {
  req.session.isActive = false;
  res.redirect('signin');
```

```

});

/**
 * Check Session on active, if session is not active render sign in page
 * @param {*} req
 * @param {*} res
 *
 * @return {boolean} true if active, false in other case
 */
function checkSession(req, res) {
  if (!req.session.isActive) {
    res.redirect('/signin');
    return false;
  }
  return true;
}

function renderMain(req, res) {
  if (checkSession(req, res)) {
    controllers.person_roles.getPersonLevel(req.session.person, (result) => {
      if (result.levelId) {
        controllers.role_levels.getPageLevels(result.levelId, (result) => {
          if (Array.isArray(result)) {
            let levels = new Array(result.length);
            for (let i = 0; i < levels.length; ++i) {
              levels[i] = result[i].dataValues;
            }
            //levels = [{id, name}]
            res.render('main', Object.assign({}, defaultParams, {
              isActive: req.session.isActive || false,
              levels: levels
            }));
          }
        }
      }
    });
  }
  else {
    res.status(400).send(result.error || 'unknown error');
  }
}
}
else {
  res.status(400).send(result.error || 'unknown error');
}
});
}
}

module.exports = router;

```



```
app.js

//-----Create express app-----

const express = require('express');
const session = require('express-session');
const path = require('path');
const bodyParser = require('body-parser');
const cookieParser = require('cookie-parser');
const logger = require('morgan');

// Set up the express app
const app = express();

// Set views path
app.set('views', path.join(__dirname, 'views'));

// Log requests to the console
app.use(logger('dev'));

// Must use cookieParser before session
app.use(cookieParser());

// Initialize session
app.use(session({ secret: 'sva' }));

// Parse incoming requests data
app.use(bodyParser.json());
app.use(bodyParser.urlencoded({ extended: false }));

// Static path
app.use(express.static(path.join(__dirname, 'public')));

// Engine
app.set('views', path.join(__dirname, 'views'));
app.set('view engine', 'jade');

// Routes
const api = require('./routes/api');
const index = require('./routes/index');

app.use('/api', api);
app.use('/', index);

//-----Create server using express app-----

const http = require('http');
```

```

const port = parseInt(process.env.PORT, 10) || 8080;
app.set('port', port);

const server = http.createServer(app);
server.listen(port, function(err) {
  if (!err) {
    console.log('Server listening at port %d', port);
  } else {
    console.error('Error starting web-server on port', port, err.toString());
    process.exit(99);
  }
});

```

segmentation.py

```

import numpy as np
import cv2
from matplotlib import pyplot as plt
import numpy as np

img = getWindowImage()
img = crop(img, window)
imgSegment = cv2.pyrMeanShiftFiltering(img, 35, 60, 5)
gray = cv2.cvtColor(imgSegment, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
ret, thresh = cv2.threshold(gray, 60, 255, cv2.THRESH_BINARY + cv2.THRESH_OTSU)

# noise removal
kernel = np.ones((3, 3), np.uint8)
opening = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_OPEN, kernel, iterations=2)
# sure background area
sure_bg = cv2.dilate(opening, kernel, iterations=3)
# Finding sure foreground area
dist_transform = cv2.distanceTransform(opening, cv2.DIST_L2, 5)
cv2.normalize(dist_transform, dist_transform, 0, 1, cv2.NORM_MINMAX)
ret, sure_fg = cv2.threshold(dist_transform, 0.3 * dist_transform.max(), dist_transform.max(), 0)
if 100 * np.count_nonzero(sure_fg == 1) / float(np.count_nonzero(sure_fg != -1)) > 10:
    for i in range(int(round(sure_fg.shape[0] * 0.1)), int(round(sure_fg.shape[0] * 0.9))):
        for j in range(int(round(sure_fg.shape[1] / 2)) - 5, int(round(sure_fg.shape[1] / 2)) + 5):
            sure_fg[i][j] = 255

```

```
for i in range(int(round(sure_fg.shape[0] * 0.2)), int(round(sure_fg.shape[0] * 0.8))):
    for j in range(int(round(sure_fg.shape[1] * 0.3)), int(round(sure_fg.shape[1] * 0.7))):
        sure_fg[i][j] = 255
# Finding unknown region
sure_fg = np.uint8(sure_fg)
unknown = cv2.subtract(sure_bg, sure_fg)
# Marker labelling
ret, markers = cv2.connectedComponents(sure_fg)
# Now, mark the region of unknown with zero
markers[unknown == 255] = 0
mask = np.zeros(img.shape[:2], np.uint8)
bgdModel = np.zeros((1, 65), np.float64)
fgdModel = np.zeros((1, 65), np.float64)
mask[markers == 0] = 0
mask[markers != 0] = 1
mask[unknown == 255] = 1
# mask[markers == 0] = 0
rect = getWindow()
mask, bgdModel, fgdModel = cv2.grabCut(img, mask, rect, bgdModel, fgdModel, 5, cv2.GC_EVAL)
mask = np.where((mask == 2)|(mask == 0), 0, 1).astype('uint8')
img = img*mask[:, :, np.newaxis]
img[img == 0] = 255
return img
```