

Створення, охорона, захист і комерціалізація об'єктів права інтелектуальної власності:
матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю,
присвяченої Міжнародному дню інтелектуальної власності.
(м. Київ, 25 квітня 2025 р.): ел. збірник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025)

УДК 004.738.5

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ІоТ КАС САМООБСЛУГОВУВАННЯ СУПЕРМАРКЕТІВ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

І.І.Борисенко

к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Київський
національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ORCID- 0009-0001-8645-3881

К.В.Петренко

к.е.н., доцент, Національний технічний університет України "Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

ORCID ID: 0000-0002-2322-9030

Н.Ковальчук

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ORCID- 0009-0001-0499-2452

INTELLECTUAL MODEL FOR IoT CASH REGISTERS FOR SELF- SERVICE OF SUPERMARKETS BASED ON MACHINE LEARNING

I.I. Borysenko

Ph.D., associate professor of the department of information systems and technologies,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

ORCID- 0009-0001-8645-3881

K.V.Petrenko

PhD in Economics, Associate Professor,
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Polytechnic Institute"

ORCID ID: 0000-0002-2322-9030

N.Kovalchuk

Taras Shevchenko National University of Kyiv

ORCID- 0009-0001-0499-2452

Анотація: Реалізовано інтелектуальну модель каси самообслуговування на базі логіки взаємодії компонентів системи самообслуговування та процесів, пов'язаних із базою даних. Інтелектуальна модель ілюструє послідовність операцій, що виконуються користувачем та системою під час обробки транзакції, починаючи від ініціалізації покупки до завершення операції.

Ключові слова: Інтелектуальна модель, IoT

Annotation: An intellectual model of a self-service cash register based on the logic of interaction between the components of the self-service system and processes related to the database was implemented. The intellectual model illustrates the sequence of operations performed by the user and the system during transaction processing, from the initialisation of the purchase to the completion of the transaction.

Keywords: Intellectual model, IoT

Інноваційні технологічні рішення активно впроваджуються в усі сфери життя людини, активна взаємодія між суб'єктами кіберпростору поступово перейшла і в сучасну роздрібну торгівлю. Сучасна технологія Інтернет речей використовується для підвищення якості та ефективності обслуговування клієнтів.

Інтелектуальні каси самообслуговування, що складаються з датчиків, бездротового зв'язку комунікацій, технологій сенсорних мереж та базуються на застосуванні технологій штучного інтелекту і машинного навчання, займають особливе місце. Для створення афективної інтелектуальної моделі таких кас

необхідно детально дослідити технології, структуру, функціональні можливості, а також визначити вимоги, які висуваються до таких систем у контексті сучасних супермаркетів.

Для сучасної роздрібної торгівлі, використання кас самообслуговування стає стандартом. Переваги використання очевидні: скорочення витрат на персонал, оптимізація часу обслуговування та покращення загального клієнтського досвіду. Проведення аналізу сучасних технологій, а саме Amazon Go, NCR SELFSEV CHECKOUT та Mashgin Touchless Checkout, дозволяє визначити переваги та недоліки існуючих аналогів, сформулювати критерії ефективності власної розробки, а також виокремити перспективні напрямки для подальших досліджень.

Amazon Go є одним із найбільш інноваційних та технологічно прогресивних рішень у сфері автоматизованих торговельних систем, призначених для автономного обслуговування покупців без залучення касирів чи іншого персоналу. Схематичне відображення принципу роботи технології Amazon Go відображено на Рис.1. Дане рішення побудоване на базі технологій штучного інтелекту, машинного навчання та широкого застосування IoT-компонентів, що забезпечують повну автоматизацію процесу здійснення покупок.

Клієнт здійснює авторизацію через спеціальний мобільний додаток перед входом у торговельний зал. Після цього система автоматично відслідковує переміщення покупця, а також взаємодію з товарами. Комплексна система камер та сенсорів на основі комп'ютерного зору аналізує, які саме товари покупець бере з полиці, а які повертає назад. Усі дії покупця реєструються в режимі реального часу, формуючи електронний кошик. Після того, як покупець

залишає магазин, система автоматично списує кошти з його рахунку за сформованим кошиком покупок.

Технологічні особливості Amazon Go включають:

активне застосування комп'ютерного зору для автоматичної ідентифікації товарів; інтеграцію датчиків IoT, що дозволяє в режимі реального часу відстежувати рух товарів та покупців; автоматичну систему авторизації та оплати через мобільний додаток, яка не потребує прямого контакту із терміналами чи іншими пристроями; складні алгоритми штучного інтелекту, що забезпечують високу точність та швидкість розпізнавання подій.



Рисунок 1. Схематичне відображення принципу роботи технології Amazon Go

NCR SelfServ Checkout представляє собою традиційне, проте сучасне технологічне рішення для кас самообслуговування, яке активно впроваджується у багатьох супермаркетах та інших роздрібних торговельних мережах.

Основний принцип роботи системи полягає в тому, що покупець самостійно сканує штрих-коди товарів, кладе продукцію на спеціальні вагові платформи та оплачує покупки через інтегровані платіжні термінали (Рис.2).

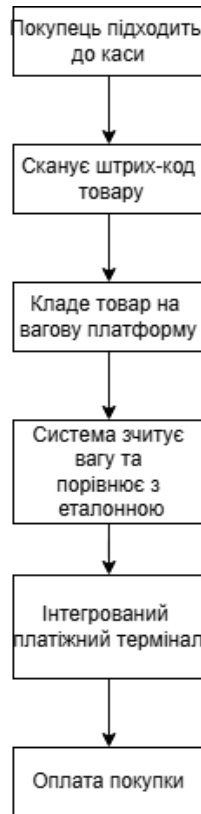


Рисунок 2 Схематичне відображення процесу покупки NCR

Технологічні особливості NCR SelfServ Checkout включають: класичні сканери штрих-кодів для ідентифікації товарів; інтегровані вагові сенсори для контролю маси товарів; сенсорний дисплей з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для взаємодії з клієнтом; термінали безготівкової оплати з підтримкою карток та мобільних платежів; системи моніторингу роботи кас, які дозволяють персоналу контролювати процес і втручатися за необхідності.

NCR SelfServ Checkout демонструє достатньо високий рівень надійності та ефективності для торговельних точок з помірними обсягами покупців, проте потребує покращення у напрямку підвищення рівня автоматизації.

Mashgin Touchless Checkout — це інтелектуальна система самообслуговування нового покоління, яка базується на технологіях комп'ютерного зору та штучного інтелекту (Рис.3). Головна відмінність цієї технології полягає у повній автоматизації процесу розпізнавання товарів, при якому покупець не здійснює жодних додаткових дій, таких як ручне сканування або введення інформації. Покупцеві достатньо розмістити обрані товари в зоні каси, після чого система автоматично їх ідентифікує та розрахує вартість покупки.



Рисунок 3 Схематичне відображення процесу покупки Mashgin Touchless Checkout

Технологічні особливості Mashgin Touchless Checkout включають: передові алгоритми комп'ютерного зору та нейронні мережі, що дозволяють миттєво розпізнавати товари за формою, розміром, кольором та упаковкою; відсутність необхідності використання штрих-кодів для ідентифікації продукції; інтегровану систему безконтактних платежів, яка забезпечує автоматичну оплату покупки; інтуїтивний сенсорний дисплей для підтвердження списку

товарів та завершення процесу покупки; мінімізацію людського фактору, що суттєво знижує ймовірність помилок.

Mashgin Touchless Checkout пропонує високу автоматизацію та ефективність процесів самообслуговування, проте вимагає ретельного технічного налаштування та значних витрат на її впровадження.

В цій роботі було здійснено комплексний аналіз та проєктування системи інтелектуальної каси самообслуговування з урахуванням сучасних технологій комп'ютерного зору, біометричної ідентифікації та IoT-компонентів. Розглянуто основні алгоритми обробки зображень для розпізнавання товарів і осіб, серед яких особливу увагу приділено моделі YOLO, яка забезпечує високу швидкість та точність розпізнавання в режимі реального часу.

Досліджено архітектуру системи та принципи інтеграції ключових апаратних і програмних компонентів: IoT-камер, вагових сенсорів, платіжних терміналів і серверної частини. Описано процеси збору, обробки та передачі даних для забезпечення безперервної та надійної роботи системи.

Спроектована структура бази даних, що включає основні таблиці для зберігання інформації про товари, транзакції, вагові параметри та історію розпізнавань. Візуалізація структури реалізована за допомогою ER-діаграми, що відображає взаємозв'язки між таблицями, а також activity-діаграми, яка демонструє послідовність обробки даних та взаємодії компонентів системи в рамках бізнес-процесу самообслуговування.

Отримані результати забезпечують глибоке розуміння архітектури та функціональної структури системи.

Аналізуючи визначення, структуру, функціональні можливості та основні вимоги до інтелектуальних кас самообслуговування, слід наголосити, що їх успішна реалізація забезпечує не тільки значні переваги для клієнтів, але й

суттєво оптимізує роботу торговельних мереж, підвищуючи їхню конкурентоспроможність в умовах сучасного ринку роздрібної торгівлі.

Структура інтелектуальних кас самообслуговування передбачає інтеграцію кількох взаємопов'язаних компонентів, що виконують різні функції в єдиному технологічному ланцюгу (Рис.4).



Рисунок 4. Схематичне відображення функціональних можливостей та основних вимог до інтелектуальної каси самообслуговування

Для детального відображення логіки взаємодії компонентів системи самообслуговування та процесів, пов'язаних із базою даних, було розроблено activity-діаграму, що є основою інтелектуальної моделі для IoT кас самообслуговування супермаркетів на основі штучного інтелекту. Вона ілюструє послідовність операцій, що виконуються користувачем та системою під час обробки транзакції, починаючи від ініціалізації покупки до завершення

операції. На відміну від ER-діаграми, яка відображає лише структуру даних, activity-діаграма дозволяє зосередитися на динаміці обробки інформації: додавання записів у таблиці, перевірку даних, виконання транзакцій та фіксацію результатів у відповідних сутностях бази даних (Рис.5).

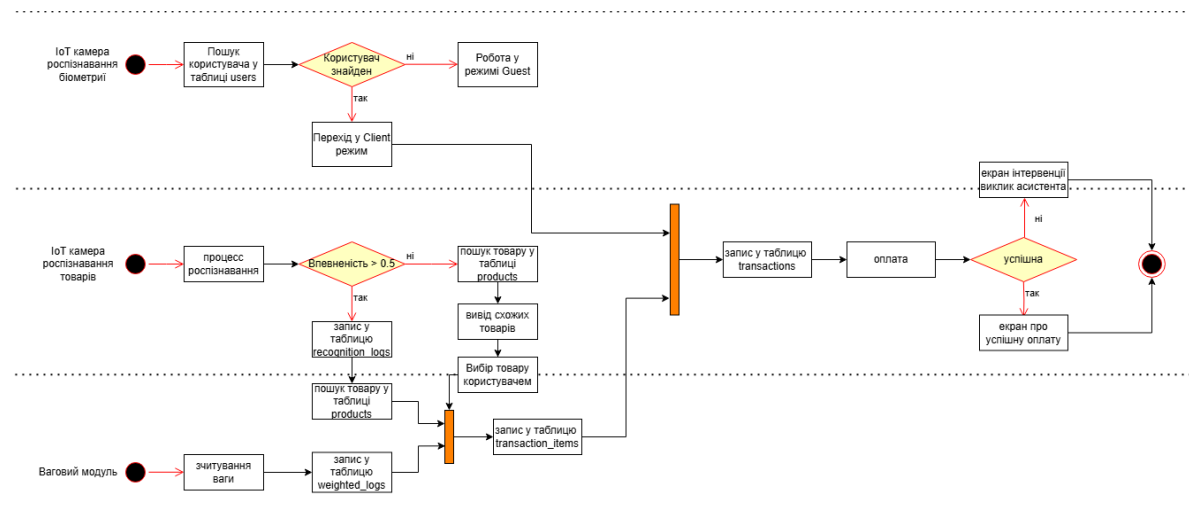


Рисунок 5. Activity-діаграма бізнес-процесу обробки транзакції в системі самообслуговування

Висновки. Проведено аналіз існуючих інтелектуальних систем самообслуговування, визначено функціональні можливості та основні вимоги до інтелектуальної каси самообслуговування. Побудовано activity-діаграма, що є основою інтелектуальної моделі для IoT кас самообслуговування супермаркетів на основі штучного інтелекту, яка чітко демонструє, яким чином бізнес-процес взаємодіє з базою даних на кожному етапі роботи системи. Зокрема, вона відображає створення записів про транзакції, фіксацію інформації про обрані товари в таблиці.

Література

1. IoT Enabled Automated Object Recognition for the Visually Impaired. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666990021000148>

Створення, охорона, захист і комерціалізація об'єктів права інтелектуальної власності:
матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю,
присвяченої Міжнародному дню інтелектуальної власності.
(м. Київ, 25 квітня 2025 р.): ел. збірник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025)

2. YOLO Object Detection Explained. URL: <https://www.datacamp.com/blog/yolo-objectdetection-explained>
3. What is Object Recognition? URL: <https://blog.roboflow.com/what-is-object-recognition/>
4. Realtime object detection in IoT (Internet of Things) devices
URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7960690>