



УДК 004.2

**INFORMATION TECHNOLOGY IN CUSTOMER SERVICE: USE OF
COMPUTER VISION AND DECISION SUPPORT SYSTEMS
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОБСЛУГОВУВАННІ КЛІЄНТІВ:
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ТА СИСТЕМ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Bisikalo O.V. / Бісікало О. В.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.***Romanets V.O. / Романець В.О.***postgraduate student / аспірант.**Vinnitsia national technical university,**Vinnitsia, Khmelnytsky highway 95, 21021**Вінницький національний технічний університет,**м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, 21021*

Анотація. У роботі розглядається використання систем підтримки прийняття управлінських рішень, зокрема з застосуванням технологій комп'ютерного зору. Адже це є перспективним напрямком підвищення ефективності обслуговування клієнтів у сучасних установах. Відкриваються нові можливості для забезпечення безпеки обслуговування, оптимізації завантаженості робочих місць у нештатних ситуаціях, якщо менеджер здійснює оперативний контроль та моніторинг стану робочих місць працівників. Це дозволяє застосовувати оперативну інформацію для прийняття рішення щодо оптимізації робочого графіку працівників, що обслуговують клієнтів, давати обґрунтовані оцінки завантаження окремих точок обслуговування та, за необхідності, негайно вживати відповідних адміністративних заходів.

У результаті дослідження розглянуто різні види технологій та їх поєднання для єдиної системи контролю обслуговування клієнтів. Основу складає програмована система розпізнавання та відстеження відвідувачів. Використання системи підтримки прийняття рішень на базі даних з відео передбачає використання технологій виявлення та розпізнавання об'єктів Yolo, а також методу відстеження об'єктів DeepSORT. Обґрунтовано автоматизацію процесів з використанням системи підтримки прийняття рішень на основі результатів використання технологій комп'ютерного зору (методів YOLO та DeepSort) з метою підвищення точності та швидкості обробки оперативної інформації.

Ключові слова: системи підтримки прийняття рішень, оперативний контроль, комп'ютерний зір, штучний інтелект, DeepSORT, виявлення об'єктів, відстеження об'єктів, згорткові нейронні мережі.

Вступ.

Практично будь-який процес контролю може виконуватися або людьми, або комп'ютерами. Але різні задачі вимагають різних підходів. Для вирішення деяких задач варто замінити та автоматизувати частину процесів з обробки інформації, залишивши менеджеру можливість приймати остаточне рішення, зокрема у певних випадках слід передати інформацію одразу виконавцю і менеджеру, залишивши за останнім функцію моніторингу. В інших випадках, коли комп'ютерна система працює з високою швидкістю та точністю, можна дати можливість системі управляти процесами самостійно, залишивши людям тільки функцію моніторингу та виконання відповідно.

В системах контролю за банківсько-фінансовою діяльністю, зважаючи на можливі ризики, комп'ютерне регулювання зазвичай має рекомендаційний



характер, а остаточне прийняття рішення залишається за управлінцем. Але потрібно передбачити варіативність при налаштуванні системи контролю, уможливаючи автоматизовану реакцію системи та процесу передачі результату її роботи як безпосередньої вказівки персоналу. Використання такого підходу дозволить підвищити як точність і швидкість обробки оперативної інформації, так і передачу рішення (вказівки) виконавцям.

Зазначена система може бути підсистемою для більш складної системи підтримки прийняття рішень, крім того, вона може бути використана практично у будь-якому масштабі банківської установи, і, що не менш важливо, її використання не обмежується виключно роботою з чергою в зоні роботи з клієнтами банку, а може бути екстрапольоване на інші об'єкти зі схожими задачами [1-3].

Основний текст

Ризики в процесах прийняття рішень людиною в умовах постійного навантаження монотонною роботою можуть виявитися важливими та вплинути на якість та наслідки рішень. Враховуючи це, опис цих ризиків у більш об'ємному вигляді виглядатиме так:

- Постійне навантаження та монотонна робота можуть спричинити втому та втрату концентрації, що може негативно вплинути на здатність приймати обґрунтовані рішення. Довготривала монотонність може впливати на психологічний стан та загальну продуктивність.
- Крім того, постійна рутинність може спричинити втрату мотивації та інтересу до роботи. Це може вплинути на здатність приділяти достатньо часу та уваги прийняттю важливих рішень.
- Навантаження може призводити до використання шаблонних підходів. Однак це може призвести до втрати гнучкості та неспроможності адаптуватися до нових ситуацій.
- Більш того, недостатність часу на вивчення нових питань чи аналіз альтернативних шляхів може спричинити недостатність інформації для прийняття обґрунтованих рішень.

Щоб запобігти цим ризикам, важливо регулярно оптимізувати робочий процес та шукати можливості для вдосконалення. Розвиток інформаційних технологій дозволив використання різних алгоритмів та методів в такій діяльності. Одним з них є системи підтримки прийняття рішень (СППР).

СППР - це комп'ютерні програми та системи, призначені для надання допомоги прийняттю рішень у різноманітних областях. Вони використовують аналітичні, моделювальні та інші обчислювальні методи для надання користувачеві інформації, яка може бути використана для аналізу альтернатив та вибору оптимального рішення[4].

Основні компоненти СППР включають:

- Джерело даних: Це місце, звідки надходить вся необхідна інформація для аналізу. Це може бути база даних, електронні таблиці, текстові файли тощо.
- Модулі аналізу та обробки даних: Ці модулі використовують різні методи аналізу, статистичні алгоритми та інші інструменти обробки даних.



- Моделі та алгоритми прийняття рішень: СППР може включати в себе різні моделі та алгоритми для визначення оптимального рішення. Це може бути, наприклад, аналіз ефективності, методи оптимізації, тощо.
- Інтерфейс користувача: Це частина системи, через яку користувач може взаємодіяти з СППР. Це може бути графічний інтерфейс, командний рядок або веб-інтерфейс.
- Система візуалізації результатів: Деякі СППР надають можливість візуалізувати результати аналізу за допомогою графіків, діаграм та інших візуальних засобів.

СППР можуть бути використані в різних галузях, таких як управління бізнесом, медицина, фінанси, інженерія та інші. Вони допомагають приймати обґрунтовані рішення на основі аналізу великої кількості даних та врахування різних критеріїв.

У випадку коли менеджер здійснює контроль та моніторинг стану робочих місць працівників і касирів без фактичного перебування поряд не обійтись без відеонагляду.

Використання ж технологій комп'ютерного зору на основі даних з відеонагляду в поєднанні з СППР здатно суттєво знизити навантаженість на менеджера та покращити показники роботи. Адже практично будь-який процес контролю може виконуватися або людьми, або комп'ютерами.

В якості джерела даних необхідно використовувати систему, що здатна не тільки передати зображення, а й розпізнати та відслідкувати клієнтів(об'єкти) на цьому зображенні в режимі реального часу. Саме для цього необхідно використати технології комп'ютерного зору.

Комп'ютерний зір є ключовою галуззю штучного інтелекту, що спрямована на надання комп'ютерам можливості аналізувати та інтерпретувати візуальну інформацію, схоже на спосіб, як це роблять люди.

Основні принципи комп'ютерного зору:

1. Попередня обробка зображення:

Перед тим як комп'ютер може виявити об'єкти на зображенні, вихідне зображення піддається попередній обробці (зменшення шуму, підвищення контрастності та виокремлення граней).

2. Виділення особливих ознак:

Це може бути різноманітність кольорів, текстур, форм або інших характеристик, які допомагають ідентифікувати об'єкти.

3. Класифікація об'єктів:

На основі виділених ознак, комп'ютер використовує навчені моделі для класифікації цих ознак та визначення, до якого конкретного класу об'єктів вони відносяться.

Згорткові нейронні мережі (CNN) – це базовий підхід до застосування нейронних мереж для задач комп'ютерного зору в наш час – епоху глибокого навчання [5]. Згортковий підхід до розпізнавання об'єктів на зображеннях в першу чергу полягає у застосуванні паттернів (шаблонів – від англ. pattern), які необхідно розпізнати. Як паттерн можна вважати такі компоненти зображення об'єкта як вертикальні та горизонтальні контури, круглі фігури тощо. Саме



застосування таких паттернів дозволяє нам розпізнати об'єкт на зображенні за допомогою операції згортки.

У контексті глибокого навчання вхідні зображення та їх подальші модифікації подаються через ряд фільтрів, для отримання певного результату. Числа у матрицях фільтрів обраховуються нейронною мережею самостійно, що згодом призводить до фокусування на певних шаблонах, що і полягає в основі детекції об'єктів певного типу (класу), а саме – класифікації.

Класифікація зображень – найпоширеніша задача в області досліджень комп'ютерного зору. Класифікація та локалізація (виявлення) об'єктів – задача, яка базується на класифікації об'єктів на зображенні та обчислення їх координат та положення на фреймі [6].

На сьогоднішній день існує велика кількість методів виявлення об'єктів. Методи виявлення об'єктів мають свої переваги та недоліки, але найбільш важливими характеристиками є швидкість обробки та якість виявлення. Найкращі методи з точки зору критерію якості AP (average precision) на наборі COCO test-dev наведені на рисунку 1 [7].

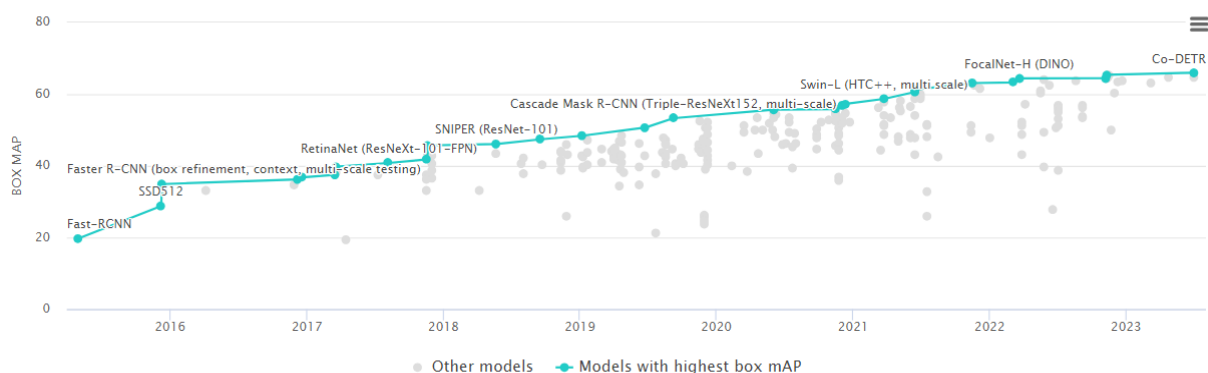


Рисунок 1 – Сучасні методи виявлення об'єктів

Джерело: [7]

На рисунку 2 представлені результати тестування методів виявлення об'єктів які працюють в режимі реального часу [8]. Як видно з рисунку гарно зарекомендували себе методи сімейства YOLO.

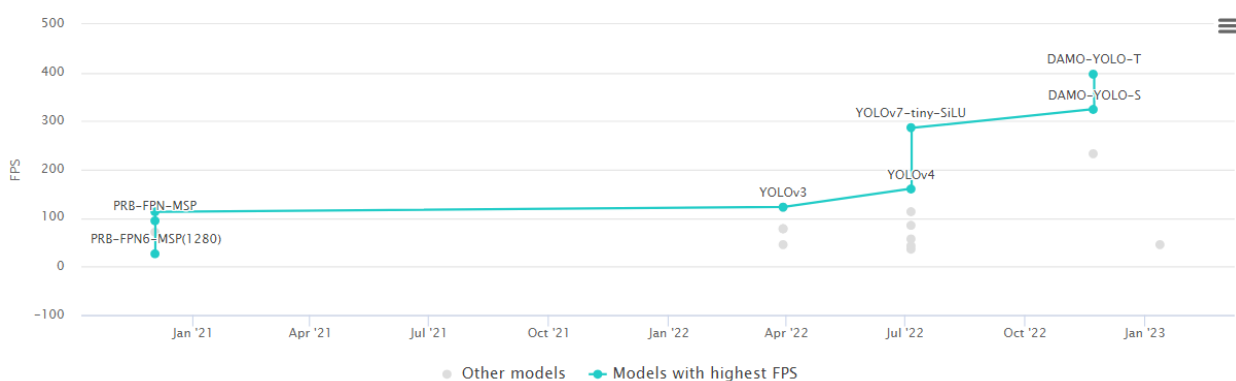


Рисунок 2 – Сучасні методи виявлення об'єктів що працюють у режимі реального часу

Джерело: [8]



Аналізуючи дані рисунку 2 можна зробити висновок, що оптимальним з точки зору швидкості обробки та якості виявлення буде метод Yolo. Швидкісні характеристики методу дозволяють методу відстеження працювати в режимі реального часу, а якість виявлення дозволить в подальшому збільшити якість відстеження [9-12]. Ажн крім виявлення і розпізнавання клієнтів, необхідно ще й засоби для того щоб відслідковувати її впродовж перебування в установі.

Ціллю методів що відстежують декілька об'єктів (Multi Object Tracking — MOT) є оцінка траєкторій об'єктів у кожному кадрі відео, знаходячи їх розташування та зберігаючи значення ідентифікаторів на наступних кадрах відео. Методи MOT можна класифікувати на офлайн та онлайн. Офлайн методи MOT використовують для створення траєкторій як попередні так і наступні кадри, в той час як онлайн методи MOT для оцінки поточного розташування використовують лише інформацію доступну до поточного кадру. Хоча в офлайн методах є деякі переваги при обробці складних траєкторій, вони не можуть бути застосовані при роботі у режимі реального часу [13].

В останні роки найкращі результати показують методи MOT які основані на детекторах об'єктів [14]. В таких підходах детектор об'єктів (як правило використовується швидкий детектор об'єктів з сімейства Yolo чи SDD) в кожному кадрі знаходить об'єкти інтересу, а також застосовуються інші алгоритми для розуміння який об'єкт на новому кадрі належить якому з попереднього кадру. В результаті аналізу найбільш успішних методів відстеження, а саме: Tracktor++, TrackR-CNN, JDE та DeepSORT, зроблені наступні висновки:

- Tracktor++ - це високошвидкісний алгоритм виявлення та відстеження, спроектований спеціально для використання у відео.

Особливості:

Висока швидкодія: Демонструє грану продуктивність в реальному часі. Ефективно впорається з ситуаціями, коли на кадрі знаходиться багато об'єктів.

Сфери застосування: Може бути використаний в системах відеоспостереження, автономних транспортних засобах та інших додатках, де потрібне точне та швидке відстеження об'єктів.

Складність впровадження: Середня. Tracktor++ є високопродуктивним алгоритмом, але для його ефективного впровадження може знадобитися відповідна апаратна підтримка. Також, впровадження в реальних умовах може вимагати додаткового тюнінгу параметрів.

- TrackR-CNN базується на архітектурі R-CNN та використовує глибоке навчання для відстеження об'єктів.

Особливості:

Використовує потужність глибокого навчання для точного виявлення та відстеження об'єктів. Дозволяє відстежувати об'єкти навіть при швидкому русі.

Сфери застосування: Застосовується в системах відеоспостереження, автономних автомобілях, віртуальній реальності та інших сферах.

Складність впровадження: Висока. TrackR-CNN використовує глибоке навчання, що може вимагати велику кількість даних для тренування та значних обчислювальних ресурсів. Впровадження та налаштування може бути



трудомістким.

- JDE використовує підхід "з'єднання виявлення та вбудовування" для відстеження об'єктів.

Особливості:

Комбінація виявлення та вбудовування: Інтегрує виявлення та відстеження в єдиний процес, що дозволяє отримувати точні та надійні результати. Дозволяє відстежувати багато об'єктів одночасно.

Сфери застосування: Використовується в системах відеоспостереження, дронів та автономних транспортних засобів.

Складність впровадження: Середня. JDE поєднує виявлення та вбудовування в єдиний процес, що може спростити впровадження. Проте, налаштування параметрів та оптимізація можуть вимагати певного рівня експертизи.

- DeepSORT (Deep Simple Online and Realtime Tracking) - це поєднання Deep Learning та SORT алгоритму для точного відстеження об'єктів в реальному часі.

Особливості:

Використання Deep Learning: Використовує нейронні мережі для точного виявлення та відстеження. Забезпечує швидке відстеження в реальному часі.

Сфери застосування: Використовується в системах відеоспостереження, автономних автомобілях та інших сферах.

Пояснення: DeepSORT поєднує Deep Learning та SORT алгоритм, що може зробити його впровадження ефективнішим у порівнянні з деякими іншими алгоритмами.

Отже метод DeepSORT може бути обраний для подальшої роботи, так як він підходить для задач поставлених у роботі як з точки зору швидкості, якості виконання так і з точки зору складності впровадження.

Висновки.

У результаті дослідження було розглянуто технології розпізнавання та відстеження об'єктів на відео, системи підтримки прийняття рішень та їх використання, спосіб їх поєднання в цілях використання у єдиній системі контролю за обслуговуванням клієнтів установи, в основу якого покладено програмну систему розпізнавання та відслідковування відвідувачів. Метод передбачає використання системи підтримки прийняття рішень на основі даних з відео установи за допомогою технології виявлення та розпізнавання об'єктів Yolo та методі відстеження об'єктів DeepSORT.

Було аргументовано причини автоматизації процесів з використанням СППР, що базується на результатах використання технологій комп'ютерного зору(методів YOLO та DeepSort) в контексті підвищення як точності, так і швидкості обробки оперативної інформації.

Література:

1. Ткачук Л. М. Інформаційне забезпечення оцінки ефективності діяльності банку [Електронний ресурс] / Л. М. Ткачук, В. О. Романець // Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 22-24 березня



2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2017. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fm/all-fm-2017/paper/view/2514>.

2. Ткачук Л. М. Особливості застосування інформаційно-аналітичної системи оцінювання ефективності діяльності комерційних банків / Л.М. Ткачук, А.П. Ткачук, В.О.Романець // Освіта і наука без кордонів – 2017 : матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. 2017, т. 13. С. 36–38.

3. Ткачук Л. М. Методичні підходи до оцінки ефективності діяльності банківської установи [Електронний ресурс] / Л. М. Ткачук, В. О. Романець // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fm/all-fm-2018/paper/view/5282>.

4. Decision Support System (DSS): What It Is and How Businesses Use Them URL:<https://www.investopedia.com/terms/d/decision-support-system.asp>

5. An Analysis Of Convolutional Neural Networks For Image Classification. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918309335>

6. Image Recognition with Deep Neural Networks and its Use Cases. URL: <https://www.altexsoft.com/blog/image-recognition-neural-networks-use-cases/>

7. Object Detection on COCO test-dev [Електронний ресурс]. URL: <https://paperswithcode.com/sota/object-detection-on-coco>.

8. Real-Time Object Detection on COCO [Електронний ресурс]. URL: <https://paperswithcode.com/sota/real-time-object-detection-on-coco>.

9. Yolo object detection with OpenCV. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.pyimagesearch.com/2018/11/12/yolo-object-detection-with-opencv/>

10. Darknet: Open Source Neural Networks. [Електронний ресурс]. URL: <https://pjreddie.com/darknet/>.

11. Deep Learning based Object Detection using YOLOv3 with OpenCV (Python/C++). – [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.learnopencv.com/deep-learning-based-object-detection-using-yolov3-with-opencv-python-c/>

12. How to implement YOLOv3 from scratch in PyTorch. – [Електронний ресурс]. URL: <https://www.kdnuggets.com/2018/05/implement-yolo-v3-object-detector-pytorch-part-1.html>

13. The Multiple Object Tracking Benchmark [Електронний ресурс]. URL: <https://motchallenge.net/>

14. The Multiple Object Tracking Benchmark [Електронний ресурс]. URL: <https://motchallenge.net/>

Abstract. *This article explores the integration of object detection and tracking technologies to optimize customer service in retail environments. The study emphasizes the need for efficient decision support systems (DSS) to streamline operations and improve decision-making. Leveraging advancements in computer vision, the combination of YOLO object detection and DeepSORT object tracking methods emerges as a powerful solution.*

The article begins by elucidating the significance of DSS in mitigating time constraints for comprehensive analysis and decision-making. It highlights the components of DSS, including data sources, data processing modules, decision-making algorithms, user interfaces, and result



visualization systems.

Subsequently, the paper delves into the domain of computer vision, elucidating its fundamental principles. It underscores the preprocessing of images, extraction of distinctive features, and object classification using Convolutional Neural Networks (CNNs) as pivotal techniques.

Moving forward, the study evaluates modern methods for object detection, particularly those based on object detectors. Notable algorithms such as Tracktor++, TrackR-CNN, JDE, and DeepSORT are scrutinized for their efficacy in real-time object tracking scenarios.

The article culminates with a comprehensive comparison of the evaluated methods. Among them, DeepSORT, an amalgamation of Deep Learning and SORT algorithm, emerges as the optimal choice due to its exceptional speed and accuracy in real-time tracking applications.

In conclusion, this research advocates for the integration of YOLO-based object detection and DeepSORT tracking methods to enhance customer service in retail establishments. The proposed system, empowered by advanced decision support and computer vision technologies, demonstrates promising potential for revolutionizing customer experience and operational efficiency.

Key words: decision support systems, operational control, computer vision, artificial intelligence, DeepSORT, object detection, object tracking, convolutional neural networks.

Статья отправлена: 25.09.2023 г.

© Романец В. О.