

УДК 004.8:004.932

DOI: 10.31673/2412-9070.2025.019458

Д. А. БОНДАРЕНКО, аспірант;

ORCID: 0009-0005-0197-4493

А. В. ГОЛОВЧЕНКО, аспірант;

ORCID: 0009-0003-6127-0426

О. М. ТКАЛЕНКО, канд. техн. наук, доцент;

ORCID: 0000-0001-6313-5138

О. В. ПОЛОНЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент,

ORCID: 0000-0002-4906-2785

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА РОЗВИТОК СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті проаналізовано вплив штучного інтелекту на розвиток систем відеоспостереження, зосереджуючи увагу на ключових технологіях і алгоритмах, які суттєво покращують ефективність та функціональність таких систем. Розглянуто основні аспекти, такі як автоматичне виявлення об'єктів, розпізнавання облич, а також інтеграція з іншими технологіями, зокрема IoT. Виявлено переваги використання штучного інтелекту, включаючи підвищення точності аналізу даних та зменшення людського втручання. Проаналізовано етичні та правові виклики, пов'язані з впровадженням AI у відеоспостереження. Обґрунтовано, як новітні технології трансформують систему безпеки та управління, відкриваючи нові можливості для бізнесу та суспільства.

Ключові слова: цифрове відеоспостереження, машинне навчання, Інтернет-речей, штучний інтелект, CCTV.

Вступ

В епоху, коли технології розвиваються з небаченою швидкістю, штучний інтелект кардинально змінює різні галузі і однією з помітних сфер, де його вплив особливо яскраво виражений, є область камер відеоспостереження. Розглядаючи можливості ШІ у камерах CCTV, ми спостерігаємо злиття передових технологій та покращених можливостей спостереження, що відкриває нову еру розумного відеоспостереження.

Після впровадження штучного інтелекту, можливості відео з вбудованими технологіями швидко змінилися в плані обсягу та можливостей. Автоматизовані функції відеокамер з підтримкою ШІ замінили багато трудомістких завдань, які раніше виконувалися людьми. Лише кілька років тому всі види вбудованих камер потрібно було контролювати вручну. Штучний інтелект дозволяє отримувати релевантну та значущу інформацію з цифрового відео і збільшує попит на вбудовані відеопродукти, такі як інтелектуальні відеозаписи з автоматизованими функціями та смарт-камери. Поява штучного інтелекту і машинного навчання надає більше інтелекту і цінності для аналізу спостереження. Щоб автоматизувати та підтримувати аналітичні операції, ШІ для відео-аналітики застосовується на робочих місцях, у ланцюгах постачання та роздрібній торгівлі.

Інтелектуальна відео-аналітика, розумне розпізнавання осіб, моніторинг активів, інструменти автоматизації завдань та біометричне розпізнавання — це кілька прикладів застосування ШІ у сфері безпеки та спостереження. ШІ відіграє важливу роль у всіх цих аспектах, допомагаючи індустрії спостереження забезпечувати оптимальну оперативну ефективність і високий рівень безпеки.

Постановка проблеми

Впровадження штучного інтелекту у системи відеоспостереження є наслідком розвитку технологій та переходу суспільства до ери машинного навчання та технологій ШІ. Процес характеризується впровадженням штучного інтелекту, Інтернету речей (ІоТ), хмарних сервісів, систем відеоспостереження та низки інших технологій для покращення результатів діяльності. Такий перехід обіцяє ряд переваг, зокрема: підвищення гнучкості та оперативності отримання відеоданих завдяки комп'ютеризації систем відеонагляду; зростання ефективності роботи систем завдяки Інтернету речей, хмарним обчисленням та автоматизації; підвищення точності вихідних даних завдяки використанню штучного інтелекту.

Аналіз публікацій

У статті [1] автор *Maha Jouini* займався питаннями розробки та вдосконалення системи відеоспостереження з використанням технологій штучного інтелекту (ШІ) та розпізнавання облич. Основна мета роботи автора полягає у покращенні ефективності систем відеоспостереження шляхом інтеграції ШІ для розпізнавання облич у режимі реального часу.

Робота авторів *J. Bhavyasri, Dr. G.N. Kodanda Ramaiah, Dr. K. Rasadurai* у статті [2] присвячена аналізу актуальності безпеки і захисту у сучасному суспільстві. Акцент робиться на потребі в автоматизованих системах відеоспостереження через обмеження ручного моніторингу, який є витратним і неефективним.

У публікації [3] автор *R. Clarke* проаналізував застосування штучного інтелекту (ШІ) у сфері спостереження та пов'язані з цим ризики. Була підкреслена необхідність більш суворого регулювання і контролю за застосуванням ШІ у спостереженні, щоб уникнути потенційних зловживань і забезпечити ефективний захист приватності та прав громадян.

G. P. Morales Cauti, A. R. Vargas-Murillo, F. De Jesus Guevara-Soto and I. L. у статті [4] розглядають вплив штучного інтелекту (ШІ) на розвиток інтелектуальних систем відеоспостереження. Основна увага приділяється тому, як ШІ може підвищити ефективність систем безпеки через різноманітні додатки і технології.

Таким чином, можна зробити висновок, що технології ШІ значно покращують можливості систем відеоспостереження, роблячи їх більш ефективними і точними. Однак, на теперішній час реалізація цих технологій вимагає дослідження та аналіз технічних викликів і етичних питань, що потребує комплексного підходу до розробки та впровадження інтелектуальних систем безпеки.

Тому, метою даної публікації є розгляд питання впливу штучного інтелекту на розвиток систем відеоспостереження.

Основна частина

Поєднуючи відеодані з іншими джерелами інформації, найновіші рішення на основі штучного інтелекту не лише можуть розпізнавати об'єкти та події, але й розуміти складні людські поведінки та взаємодії. Результат — це величезний крок вперед — від інструментів пасивного спостереження до активних, інтелектуальних дій. Приклад такої програмної архітектури наведений на рис. 1.

Моніторинг десятків камер у режимі реального часу є виснажливою задачею для людини. Ефективно контролювати сотні камер тільки за допомогою людських операторів майже неможливо. Навіть з обмеженою кількістю відеопотоків люди мають труднощі з ідентифікацією незвичайних подій або розумінням складних патернів, особливо у довгостроковій перспективі. Коли оператори втомлюються від надмірного моніторингу, помилкові сповіщення стають звичними, а критичні події іноді пропускаються. Доволі ефективною системою є модульна система відеоспостереження, архітектура якої наведена на рис. 2.

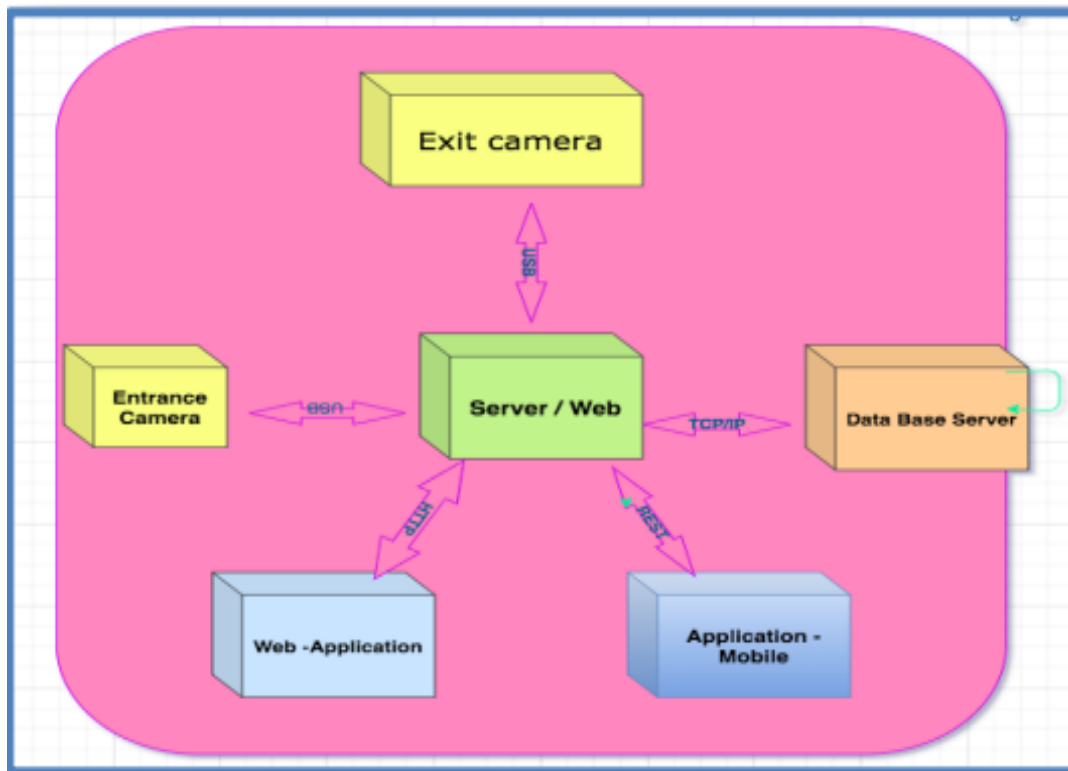


Рис. 1. Програмна архітектура системи відеоспостереження з використанням AI

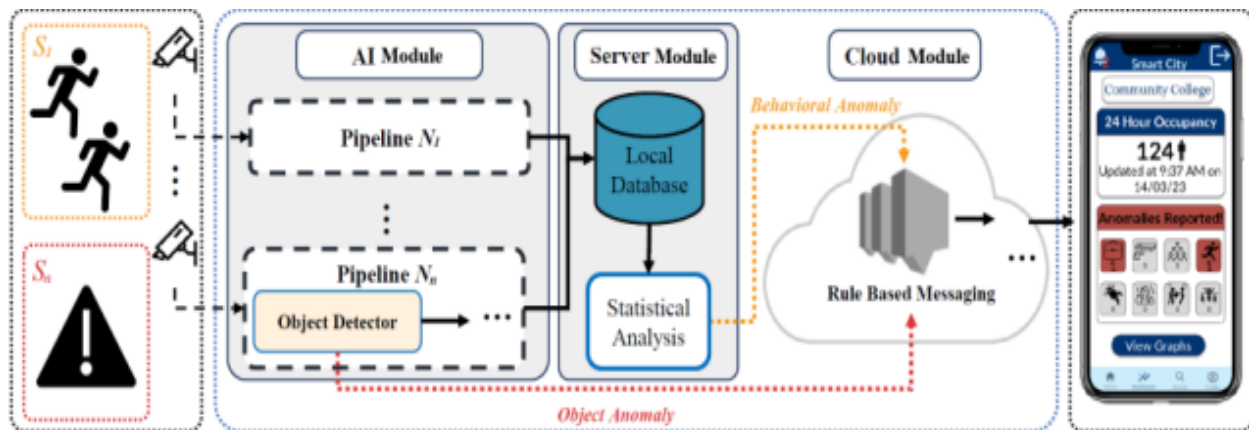


Рис. 2. Модульна система відеоспостереження на основі ШІ

Найновіші рішення відеоаналітики на основі штучного інтелекту забезпечують автоматизоване розуміння сцен, аналіз поведінки та виявлення аномалій, що зменшує навантаження на людських операторів. Постійно скануючи та моніторячи відеодані, ШІ може виявляти аномалії та привертати увагу прийняття рішень до критичних подій.

Рішення відеоаналітики на основі ШІ пропонують величезні можливості обробки даних і можуть бути інтегровані у платформу управління відео і розгорнуті на практично необмеженій кількості камер для забезпечення повного цілодобового покриття. З часом алгоритми стають ще розумнішими у розпізнаванні стандартних поведінкових патернів та ідентифікації нових загроз. Ось кілька реальних прикладів того, як аналітика на основі ШІ підвищує ефективність роботи систем безпеки:

1. Розпізнавання небезпечних людських взаємодій, таких як бійки, падіння або кримінальних дій.
2. Розуміння поведінки натовпу для виявлення ранніх ознак проблем.
3. Ідентифікація важливих об'єктів.
4. Виявлення аномалій, таких як порушення периметра.

5. Аналіз довгострокових трендів для прогнозування ризиків до того, як вони стануть інцидентами.
6. Кореляція даних з інших систем об'єкта, таких як контроль доступу, розпізнавання номерних знаків, аудіосистеми та інші сенсорні системи для єдиного рішення з безпеки.

З такими можливостями ІІІ дозволяє операторам зосередити свою увагу на найбільш важливих аспектах — використовуючи людське судження для перевірки інформації та визначення найкращої реакції.

До переваг ІІІ у відеоспостереженні можна віднести наступне: покращене спостереження та виявлення, автоматизовані сповіщення та реакції, операційна ефективність, використання та аналіз даних.

Спостереження та виявлення включає в себе аналіз у реальному часі, де ІІІ може аналізувати відеопотоки в реальному часі, швидше та точніше виявляючи незвичайні дії або поведінку, ніж людські оператори, а також розпізнавання об'єктів та облич - системи на базі ІІІ здатні розпізнавати обличчя, об'єкти та специфічну поведінку, що дозволяє точно контролювати ситуацію та ідентифікувати потенційні загрози.

До сповіщень та реакції можна віднести миттєві сповіщення, де ІІІ може надсилати миттєві сповіщення охоронцям при виявленні підозрілої активності, що забезпечує швидшу реакцію, а також автоматизовані дії — коли системи можуть бути запрограмовані на виконання автоматичних дій, таких як блокування дверей або сповіщення органів влади, що знижує час реакції та покращує результати безпеки.

Операційна ефективність характеризується зменшенням людських витрат - ІІІ може безперервно моніторити ситуацію без втоми, зменшуючи потребу в людських операторах і дозволяючи охоронцям зосередитися на більш критичних завданнях, а також масштабованістю систем ІІІ для моніторингу кількох камер та локацій одночасно, що робить їх придатними для великих установок.

Аналіз даних включає розширену аналітику ІІІ, що може надавати аналітику та інсайти з відеоданих, допомагаючи організаціям зрозуміти шаблони та тенденції в інцидентах безпеки та оптимізацію і зберігання, де ІІІ може керувати та оптимізувати зберігання відео, відзначаючи значущі події та фільтруючи нерелевантні записи, що економить місце для зберігання та кошти.

Недоліками систем відеоспостереження на основі ІІІ є: проблеми конфіденційності, етичні та правові питання, технічні обмеження та витрати на реалізацію.

Виклик конфіденційності пов'язаний з питанням спостереження - широким використанням ІІІ для спостереження, що може викликати занепокоєння щодо вторгнення у приватність та потенційного зловживання особистими даними, а також захистом даних, де забезпечення безпеки та конфіденційності даних, зібраних системами ІІІ, є критично важливим, оскільки витоки можуть мати серйозні наслідки.

Етичні та правові питання: системи ІІІ можуть успадковувати упередження з даних, на яких вони навчаються, що призводить до несправедливих або дискримінаційних практик спостереження. Підтримка та дотримання змінних законів і регуляцій щодо спостереження та конфіденційності даних можуть бути ускладненими.

Технічні обмеження включають помилкові спрацьовування, пропуски та атаки зловмисників. Системи ІІІ не є безпомилковими і можуть генерувати помилкові спрацьовування (невинні дії, помічені як підозрілі) та пропуски (реальні загрози, які не були виявлені), що може призвести до прогалин у безпеці. Також, система може бути вразливою до атак, де зловмисники маніпулюють відеовходами, щоб ввести в оману ІІІ.

Проблеми реалізації — це високі початкові витрати та складне обслуговування. Впровадження систем відеоспостереження на базі ІІІ може бути дорогим, включаючи витрати на апаратуру, програмне забезпечення та інтеграцію. Системи ІІІ потребують постійного обслуговування та оновлень, щоб залишатися ефективними, що може бути ресурсозатратним і вимагати спеціалізованих навичок.

Майбутній розвиток штучного інтелекту у відеоспостереженні

Покращення розпізнавання об'єктів та поведінки.

Однією з основних тенденцій розвитку є вдосконалення алгоритмів розпізнавання об'єктів, облич та поведінки. Завдяки прогресу в глибокому навчанні, системи стануть більш точними у виявленні різноманітних об'єктів і ситуацій. Наприклад, майбутні системи зможуть розпізнавати не лише обличчя, а й емоції, що може бути корисним для аналізу споживацької поведінки у роздрібній торгівлі.

Відеоспостереження на основі ШІ буде все більше інтегруватися з технологіями IoT. Це означає, що камери зможуть взаємодіяти з іншими пристроями — від систем освітлення до сигналізації. Наприклад, якщо камера виявить підозрілу активність, вона може автоматично включити освітлення або сповістити відповідні служби безпеки.

Майбутні системи відеоспостереження зможуть аналізувати дані у реальному часі, забезпечуючи миттєвий доступ до інформації. Це дозволить швидше реагувати на загрози та покращить управління кризовими ситуаціями. Наприклад, система може відразу ж сповістити охорону про підозрілу активність, що значно зменшить час реагування.

З розвитком хмарних технологій, відеоспостереження стане більш доступним і гнучким. Зберігання даних у хмарі дозволить зменшити витрати на інфраструктуру та забезпечить легкий доступ до відео з будь-якої точки світу. Це також полегшить масштабування систем, оскільки користувачі зможуть додавати нові камери без значних витрат на обладнання.

Завдяки новим алгоритмам машинного навчання, системи зможуть адаптуватися до змін у навколишньому середовищі та підвищувати свою ефективність з часом. Це дозволить системам не лише розпізнавати нові загрози, але й навчатися на основі минулих інцидентів, що підвищить їхню надійність.

ШІ у відеоспостереженні також буде використовувати аналітику для прогнозування потенційних загроз. Завдяки збору та аналізу даних, системи зможуть виявляти закономірності, які можуть свідчити про можливі інциденти, що дозволить організаціям вжити заходів заздалегідь.

Майбутній розвиток штучного інтелекту у відеоспостереженні відкриває нові горизонти для безпеки, ефективності та інновацій. Інтеграція з IoT, вдосконалення алгоритмів, аналіз даних у реальному часі та етичні аспекти — все це стане важливими складовими цієї еволюції. Проте, щоб реалізувати ці можливості, компанії повинні ретельно планувати впровадження технологій, враховуючи потреби суспільства та правові вимоги. Так, відеоспостереження на основі ШІ може стати потужним інструментом для створення більш безпечного та ефективного середовища.

Висновки

Оскільки штучний інтелект продовжує розвиватися, перспективи смарт-систем відеоспостереження очевидні. Поєднання відеокамер на базі ШІ з технологією 5G, обробкою даних та новими сенсорними технологіями значно розширить можливості цих систем. Обробка даних у режимі реального часу та швидка комунікація стануть критично важливими для оперативного та точного реагування на виклики безпеки.

Штучний інтелект справді змінив світ камер відеоспостереження, перетворивши їх із звичайних спостерігачів на розумних та активних охоронців безпеки. З розвитком цих технологій синергія між ШІ та відеоспостереженням допоможе створити безпечніше майбутнє для людей, підприємств і спільнот. Хоча етичні питання, пов'язані з цими інноваціями, потребують більш ретельного дослідження, важко заперечити позитивний вплив, який ШІ має на ефективність та можливості систем відеоспостереження у нашому світі.

Список літератури

1. Maha Jouini. "The impact of Artificial intelligence on surveillance camera system "Facial recognition growth." *American Journal of Engineering Research (AJER)*, vol. 9(12), 2020, pp. 146-151.
2. J. Bhavyasri, Dr. G.N. Kodanda Ramaiah, Dr. K. Rasadurai. "AI Based Smart Surveillance System". *International Journal of Scientific Research in Science Engineering and Technology*, vol. 10, 2023, pp. 10-15.
3. R. Clarke. "Responsible application of artificial intelligence to surveillance: What prospects?", *Information Polity* 27 (2022), pp. 175–191.
4. G. P. Morales Cauti, A. R. Vargas-Murillo, F. De Jesus Guevara-Soto and I. L. Ypanaque-Pereira, "Intelligent Video Surveillance: Artificial Intelligence and its Applications on Security Systems," *2023 4th International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, Trichy, India, 2023, pp. 986-991.
5. Jain AK, Klare B, Park U (2011) Face recognition: some challenges in forensics. In: *2011 IEEE international conference on automatic face & gesture recognition (FG)*. IEEE, pp 726–733.

D. Bondarenko, A. Holovchenko, O. Tkalenko, O. Polonevich

RESEARCH ON THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE DEVELOPMENT OF VIDEO SURVEILLANCE SYSTEMS

This paper presents the analysis on the impact of artificial intelligence on the development of video surveillance systems, focusing on key technologies and algorithms that significantly enhance the efficiency and functionality of such systems. The main aspects are examined, including automatic object detection, facial recognition, and integration with other technologies, particularly IoT. The advantages of using artificial intelligence are highlighted, including increased data analysis accuracy and reduced human intervention. Ethical and legal challenges associated with the implementation of AI in video surveillance are also discussed. The article contributes to understanding how cutting-edge technologies are transforming security and management systems, opening new opportunities for businesses and society.

Intelligent video analytics, smart facial recognition, asset monitoring, task automation tools, and biometric recognition are just a few examples of AI applications in the field of security and surveillance. AI plays a crucial role in all these aspects, helping the surveillance industry achieve optimal operational efficiency and a high level of security.

The implementation of artificial intelligence in video surveillance systems is a result of technological advancements and the transition of society into the era of machine learning and AI technologies. This process is characterized by the integration of artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), cloud services, video surveillance systems, and a range of other technologies to improve operational outcomes. Such a transition promises several advantages, including: increased flexibility and responsiveness in obtaining video data through the computerization of surveillance systems; enhanced efficiency of systems due to the Internet of Things, cloud computing, and automation; and improved accuracy of output data through the use of artificial intelligence.

Keywords: digital video surveillance, machine learning, Internet of Things, artificial intelligence, CCTV.