

## ЗАСТОСУВАННЯ ВІДЕОАНАЛІТИКИ В СИСТЕМАХ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ У ВІДЕОРЯДІ

**Симбірський Геннадій Дмитрович**, доцент,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

***Анотація.** Проведений аналіз використання відеоаналітики для виявлення аномалій в відеоряді камер відеоспостереження транспортних систем. Досліджено склад сучасних інтелектуальних систем відеоспостереження та систем детектування аномалій в відеоряді на їх основі. Розроблено функціональну схему такої системи на базі інтелектуальної IP відеокамери.*

***Ключові слова:** аномалії відеоряду, відеоаналітика, системи детектування аномалій, інтелектуальні камери відеоспостереження.*

Відеоспостереження – це процес спостереження за об’єктами та процесами, що реалізується із застосуванням оптико-електронних пристроїв, призначених для візуального контролю та автоматичного аналізу [1]. Для контролю різноманітних процесів та об’єктів з метою запобігання широкому спектру ризиків та небезпек сьогодні широко використовуються системи відеоспостереження, тобто комплекс технічного обладнання та програмного забезпечення, що призначений для моніторингу перебігу та поведінки цих процесів та об’єктів.

Такими процесами та об’єктами можуть бути, наприклад, автомобілі, що рухаються по вулиці або по замиській трасі, дорожнє покриття під час контролю його стану та якості, система охорони будь-якого об’єкту, в тому числі, система “Розумний дім” та багато чого іншого. Тобто, зараз відеоспостереження використовується без перебільшення в усіх сферах людського життя та діяльності.

Аномалії у відеоряді камер спостереження за транспортними системами - це такий стан спостережуваного об’єкту, що значно відрізняється від нормального перебігу подій та процесів. Для транспортних систем звичний чи штатний перебіг подій – це рівномірний транспортний потік. Тому в цьому випадку аномалії у відеоряді камер спостереження є свідченням якихось порушень у нормальному перебігу спостережуваних процесів, тобто дорожньо-транспортних пригод. Своєчасне детектування аномалій дозволить вчасно реагувати на такі виклики та мінімізувати можливі збитки та шкоду здоров’ю людей. В такий ситуації реєстрація або детектування аномалій і є основною метою відеоспостереження.

Аномалії у відеоряді камер спостереження можуть бути також обумовлені, наприклад, несправностями апаратури або перешкодами в тракці передавання сигналу від відеокамер. Тому одним з важливих завдань систем детектування аномалій у відеоряді камер відеоспостереження є вміння відділяти корисну інформацію від непотрібної.

Метою даного дослідження є розгляд можливості використання сучасних методів відеоаналітики для пошуку та обробки аномалій у відеоряді камер відеоспостереження.

З розвитком мікропроцесорної техніки та хмарних технологій зберігання і обробки інформації важко відокремити системи детектування аномалій в відеоряді від систем відеоспостереження. Ми вважаємо, що з подальшим розвитком радіоелектроніки, інформаційних технологій, обчислювальних потужностей сучасних мікропроцесорів та математичного моделювання кожна система відеоспостереження одночасно буде і системою детектування аномалій в відеоряді.

Сучасні інтелектуальні відеокамери, наприклад, відеокамера Hikvision DS-2DF8C448I5XS-AELW [2], самі являють собою систему детектування аномалій у відеоряді, а відмінності однієї системи детектування аномалій у відеоряді від іншої, це відмінності між собою методів виявлення таких аномалій.

Можна підсумувати, що інтелектуальні відеокамери самі становляться системами детектування аномалій у відеоряді за рахунок наступних чинників:

- наявність у відеокамери модуля для первинної обробки результатів відеоспостереження;

- наявність у відеокамери модуля для зв'язку з Інтернетом, тобто можливості користування хмарними технологіями та сервісами для зберігання та обробки інформації.

Відомі два типи задач, що пов'язані з пошуком аномалій [3] у відеорядах.

1) Виявлення викидів, що визначаються як спостереження, що значно відрізняються від інших. Алгоритми для визначення таких викидів намагаються знайти, на якій ділянці відеоряду знаходиться основна маса даних. Аномальні спостереження заважають використанню цих даних і перед машинним навчанням їх прибирають. Процедура виявлення таких аномалій називають Outlier detection (виявлення викидів).

2) Виявлення аномальної поведінки в ситуації, коли є спостереження, що описують звичайні стани системи, а при появі нових даних потрібно визначити, чи є вони аномальними. Такий підхід називають Novelty detection (виявлення новизни). Він найбільше підходить для аналізу відеоряду і встановлення, чи є аномалії в новому кадрі порівняно з попередніми.

Одним із самих простих підходів, що використовуються при відеоспостереженні, є відеодетекція [1]. Відеодетектор піксельно порівнює наступний кадр з попереднім або з групою кадрів і сигналізує про змінення статичних картинок. При цьому визначають заздалегідь, чи враховувати більше або менше змін у глибині кольору, чи виключати реакції на певні зони в кадрі, визначають площу змін. Самим суттєвим недоліком відеодетекції є низька перешкодостійкість. Якщо у зоні відеодетекції, для прикладу, знаходяться гілки, що гайдаються від вітру, то точність значно знижується. І це потребує безвідривного ручного контролю у реальному часі або тривалого перегляду відеоархівів, щоб відстежити важливі події. Такі перешкоди у фіксуємому відеоряді є великою проблемою у процесі відеоспостереження.

Тобто до проблеми величезного обсягу відеоінформації, що неупинно накопичується у процесі відеоспостереження, додається проблема аналізу цієї відеоінформації. До того ж, цей аналіз потрібен бути проведений здебільшого в реальному часі, тобто під час спостережень.

Ми підійшли до моменту, коли потрібно ввести нове для цього дослідження поняття. Це відеоаналітика або аналіз відеоконтенту (Video content analysis або video content analytics (VCA)) — можливість автоматичного аналізу відеоряду для виявлення та визначення часових і просторових подій [3].

Відеоаналітика порівнює не статичні картинки і не пікселі як такі, а зміни характеру активності [1]. Вона працює з динамікою, знаходить новий рух на фоні інших рухів. Коли об'єкт потрапляє в кадр або починає рухатися, аналізується і запам'ятовується його характер активності, що стає ознакою ідентичності даного об'єкта. Реакція настає при зміні цієї закономірності руху чи на появу іншого характеру руху на кадрі, і навіть їх комбінацій при накладенні. Одне з найактуальніших завдань у системах відеоспостереження – скорочення обсягу марної інформації, видалення непотрібних даних, на відміну від інших підходів відеоаналітики, коли розпізнається потрібна для людини інформація.

Цій меті служить так звана відосемантика [1] – «короткий логічний виклад відеоінформації шляхом розкладання її на семантичні одиниці (відосюжети), кожен з

яких має свій закінчений зміст, що відрізняється і від попереднього, і від наступного відеосегмента» [4]. Відеосемантика спрацьовує не при кожному хитанні гілочки з останнього прикладу, а тільки один раз, коли змінилася погода, ставши вітряною. Наступні коливання не будуть зареєстровані, як не важлива інформація. При цьому технологія «коротких даних» вкорочує все, зокрема і самі перешкоди. У панелі видачі результатів буде повідомлення про хитання гілочки, але один раз за час вітряної погоди, це в тисячі разів менше кількох годин постійного відеозапису, зав'язаного на стандартну відеодетекцію.

Одна з перших систем відеоспостереження, що працювала по технології «коротких даних» була технологія автоматизованого спостереження під назвою Annotation of Critical Evidence (ACE) Surveillance (спостереження як анотація критичних доказів, ACE Surveillance) [4]. Вона займається вилученням та обробкою анотованих критичних ділянок відеоспостереження. Технологія ACE складається з модуля ACE Capture (захоплення) та модуля ACE Browser (браузер). ACE Capture працює наступним чином: відеосигнал з камери постійно обробляється на комп'ютері. При виявленні нового об'єкта або активності програмне забезпечення запускає сигнал тривоги. Критичні моментальні знімки даних автоматично фіксуються та зберігаються. Кожний такий знімок забезпечений текстовими анотаціями (пояснювальними підписами), що допомагають зрозуміти дані та підвищують керованість архівними даними.

Анотації до знімків включають: місцезнаходження та розмір об'єкта, що рухається, напрямок, звідки з'явився об'єкт та його швидкість. Браузер ACE відповідає за підготовку, ефективний перегляд і пошук архівних даних. Така структура системи має за мету спростити виявлення аномальних подій в величезній кількості даних відеоспостереження, що зберігаються.

Інший автор [5] дає інше визначення цьому новому науково-технічному напрямку. Відеоаналітика – це апаратно-програмне забезпечення або технологія, що використовує методи комп'ютерного зору для автоматизованого збору даних на підставі аналізу потокового відео (відеоаналізу), яка спирається на алгоритми обробки зображення і розпізнавання образів, що дозволяють аналізувати відео без прямої участі людини.

В принципі ці два визначення не протирічать одне одному. Оба констатують автоматичний характер обробки та аналізу відеоінформації з використанням обчислювальної техніки. Останнім часом використанню відеоаналітики в системах відеоспостереження приділяється дуже велика увага.

Зробимо спробу розібратися в тому, як відеоаналітика співвідноситься з пошуком аномалій у відеоряді камер спостереження. В [5] наведені базові функції відеоаналітики, на яких побудована її робота:

1) Виявлення об'єктів (object detection). Виявлення об'єктів у полі зору відеокамери проводиться за допомогою відеодетекторів руху, до того ж можливий аналіз декількох об'єктів. Якщо рух не є достатньою ознакою для локалізації об'єкта в кадрі, то іноді використовуються шаблони, у тому числі ознаки Хаара, які нам відомі з проблематики комп'ютерного зору.

2) Стеження за об'єктами (object tracking). Алгоритми стеження дозволяють отримати траєкторію руху об'єкта як у полі зору однієї камери, так і по результатам стеження декількома камерами. Наприклад, так визначаються автомобілі, що рухаються з підвищеною швидкістю.

3) Класифікація об'єктів (object classification). Системи відеоаналітики класифікують об'єкти. Наприклад, типовий класифікатор об'єктів, використовуючи ознаки форми і абсолютні розміри, розподіляє об'єкти на групи: людина, групи людей, транспортний засіб.

4) Ідентифікація об'єктів (object identification). Ідентифікація об'єктів є найбільш складним компонентом систем відеоаналітики. Сучасні системи відеоспостереження,

обладнані блоком відеоаналітики, дозволяють ідентифікувати людей за біометричними ознаками особи, або транспортні засоби за номерними знаками.

5) Виявлення (розпізнавання ситуацій). Діючи за певними алгоритмами та використовуючи ті ж операції, що в пунктах 1-4, відеоаналітичне програмне забезпечення дозволяє не лише виділяти об'єкти з потокового відео, але і розпізнавати тривожні ситуації на основі аналізу поведінки цих об'єктів. Така ситуаційна відеоаналітика може автоматично детектувати, наприклад, перетин сигнальної лінії, падіння людей, заборонену парковку, пожежі, тощо.

Наведені вище базові функції відеоаналітики для систем відеоспостереження потребують для своєї реалізації різноманітних методів. Останніми роками з'явилося доволі багато таких методів. В наступному розділі зробимо спробу їх класифікувати та проаналізувати особливості застосування.

Останній пункт вищенаведених базових функцій відеоаналітики майже повністю відповідає тим задачам, які стоять перед системами детектування аномалій у відеоряді камер спостереження. Хоча все залежить від мети створення чи придбання кожної конкретної системи відеоспостереження. З клієнтом чи з замовником такої системи обговорюються її задачі. Треба підібрати такий метод виявлення аномалій у відеоряді камер відеоспостереження чи сукупність методів, щоб він чи вони були здатні вирішувати поставлені безпекові задачі.

Вважаючи на відомості про використання програмних чи апаратних блоків відеоаналітики в системах детектування аномалій у відеоряді камер відеоспостереження наведемо функціональну схему такої системи для інтелектуальної системи детектування аномалій в відеоряді взагалі і для випадку використання теж інтелектуальної IP-відеокамери (рис. 1).

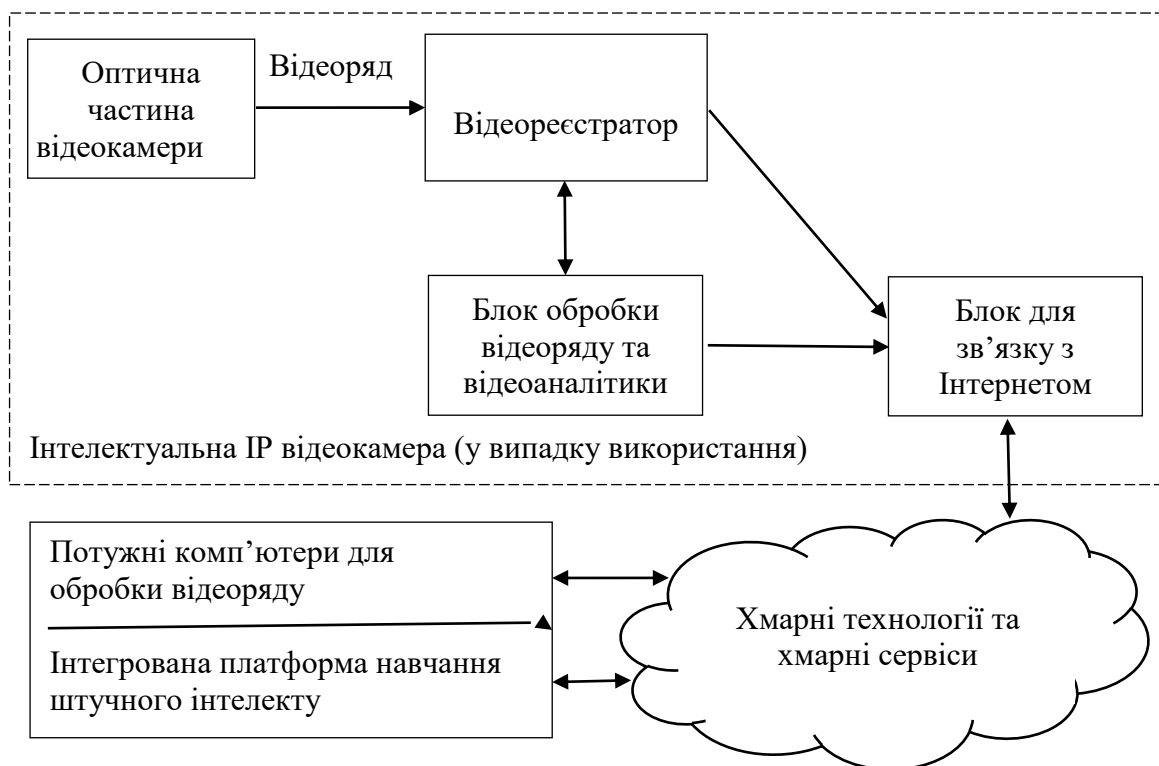


Рисунок 1 - Функціональна схема використання відеоаналітики в інтелектуальній системі детектування аномалій в відеоряді

Функціональна блок-схема інтелектуальної системи детектування аномалій в відеоряді камер відеоспостереження, що зображена на рис. 1, має універсальний характер. Вона показує склад системи детектування аномалій, яка базується на звичайній відеокамері. В цьому випадку сигнал з відеокамери, тобто відеоряд, передається на відеореєстратор для зберігання та подальших операцій. Після відеореєстрації сигнал з відеокамери передається до блоку обробки чи, якщо потрібно, до Інтернету для більш глибокої обробки, для подальшого аналізу чи зберігання. В залежності від задач системи та наявності певної апаратури в кожному конкретному випадку може бути свій склад системи детектування аномалій в відеоряді.

Сучасні інтелектуальні камери відеоспостереження можуть також мати вбудовані функції відеоаналітики. Перевага тут полягає в тому, що такі можливості аналітики у відеокамерах не залежать від смуги пропускання мережі та часу відгуку сервера. Таке рішення вигідне там, де потрібна висока оперативність та негайний відгук. Відеодані в цьому випадку зберігаються на самих відеокамерах і можуть бути вилучені для аналізу будь-коли через віддалену програму-клієнт. В тому випадку, якщо для спостереження використовується інтелектуальна IP відеокамера, вона об'єднує в собі декілька блоків зі схеми 1.6 (пунктирна лінія). Первинна обробка може бути виконана самою камерою (блок обробки відеоряду та відеоаналітики). Якщо ж потрібні більш потужні обчислювальні ресурси, наприклад, у випадку використання нейронних технологій, то використовуються хмарні ресурси.

У будь-якому варіанті використання наведена на рис. 1 система детектування аномалій в відеоряді камер відеоспостереження належить до систем інтелектуальної відеоаналітики (Intelligent Video System (IVS)). Є різні типи інтелектуального відео у сфері IVS: від простих пристроїв, які реєструють будь-який рух взагалі, що вбудовані в нижній щабель цифрових відеокамер, до розвинених систем, котрі класифікують об'єкти та їх поведінку, компенсуючи помилкові тривоги. Деякі системи відеоспостереження та детектування аномалій у відеоряді інтелектуальні за рахунок використання інтелектуальної відеокамери, а деякі – за рахунок їх глибокого навчання у нейронних мережах. Тобто методів використання відеоаналітики для виявлення аномалій у відеоряді камер відеоспостереження чимало, і для їх успішного використання потрібен відповідний аналіз цих методів.

#### Список літератури

1. Рувінська В.М. Відеоспостереження для систем безпеки: моделі, методи та запропоновані рішення / В.М. Рувінська, В.В. Девятков // Інформатика та математичні методи в моделюванні. – 2021. – Том 11, № 4. – С. 331-342.
2. PTZ роботизированная камера SpeedDome Hikvision DS-2DF8C448I5XS-AELW(T5) DarkFighter с лазерной подсветкой [https://vario.com.ua/ptz-robotizirovannaya-kamera-speeddome-hikvision-ds-2df8c448i5xs-aelwt5-darkfighter-s-lazernoy-podsvetkoy/?gclid=Cj0KCQjw4omaBhDqARIsADXULuUk4Pc554R11Rizwk\\_Fe8MZ6JRxC8HQB-AП-2Jn7yc-Jp0fShCu6QaAlqCEALw\\_wcB](https://vario.com.ua/ptz-robotizirovannaya-kamera-speeddome-hikvision-ds-2df8c448i5xs-aelwt5-darkfighter-s-lazernoy-podsvetkoy/?gclid=Cj0KCQjw4omaBhDqARIsADXULuUk4Pc554R11Rizwk_Fe8MZ6JRxC8HQB-AП-2Jn7yc-Jp0fShCu6QaAlqCEALw_wcB).
3. Відеоаналітика. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%BE%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
4. Gorodnichy D.O., Mungham T. Automated video surveillance: challenges and solutions. ACE Surveillance (Annotated Critical Evidence) case study NATO SET-125 Symposium Sensor and Technology for Defence against Terrorism. 2008. URL: [https://www.researchgate.net/publication/229040125\\_Automated\\_video\\_surveillance\\_challenges\\_and\\_solutions\\_ACE\\_Surveillance\\_Annotated\\_Critical\\_Evidence\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/229040125_Automated_video_surveillance_challenges_and_solutions_ACE_Surveillance_Annotated_Critical_Evidence_case_study).
5. Мусієнко Д.І. Проблеми сучасних систем відеоаналітики / І.Д. Мусієнко // Сучасна спеціальна техніка. – 2014. – № 2 (37). – С. 75-81.