

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ
КАФЕДРА СИСТЕМ ІНФОРМАЦІЙНОГО ТА КІБЕРНЕТИЧНОГО
ЗАХИСТУ

“ На правах рукопису”
УДК 004.932

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри СІКЗ
_____ Шуклін Г.В.
“ ____ ” _____ 2020 р.

МАГІСТЕРСЬКА АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА

зі спеціальності 125 Кібербезпека

на тему: **МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ТРИВОЖНИХ ПОДІЙ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ**

Студент групи СЗДМ-61 Кременський Микола Сергійович

(підпис)

Науковий керівник: д.т.н., проф. Крючкова Лариса Петрівна

(підпис)

Нормоконтроль: рович _____

(підпис)

Київ – 2020

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри СІКЗ
к.т.н. Шуклін Г.В
“ ___ ” _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську атестаційну роботу

студенту Кременському Миколі Сергійовичу

1. Тема роботи: Методи виявлення тривожних подій в інтелектуальних системах відеоспостереження, керівник Крючкова Лариса Петрівна, д.т.н., проф., затверджені наказом вищого навчального закладу від від “___” _____ 2019 року № ____.

2. Термін здачі студентом оформленої роботи “___” _____ 20__ р.

3. Об’єкт дослідження: процес виявлення тривожних подій в інтелектуальних системах відеоспостереження.

4. Предмет дослідження: методи і алгоритми виявлення в реальному часі тривожних подій в процесі функціонування систем відеоспостереження на об’єктах інформаційної діяльності.

5. Мета роботи: розробка методів та алгоритмів виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

6. Перелік питань, які мають бути розроблені:

1. Виконати аналітичний огляд існуючих відеокамер, призначених для відеоспостереження на об’єктах інформаційної діяльності.
2. Розглянути методи визначення зон огляду відеокамер.
3. Розглянути методи виявлення тривожних подій.
4. Розробити методи і алгоритми виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

7. Перелік публікацій:

8. Перелік ілюстративного матеріалу:

1. Презентація виконана на слайдах для подання за допомогою оверхедів (світлопроекторів) та комп’ютерних засобів.

9. Дата видачі завдання “___” вересня 2019 р.

Керівник: Крючкова Лариса Петрівна _____

Завдання прийняв до виконання: Кременський Микола Сергійович _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ ЗП	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	2	3	4
1	Уточнення постановки завдання	до.	Виконано
2	Аналіз літератури	до.	Виконано
3	Обґрунтування вибору рішення	до	Виконано
4	Збір даних	до	Виконано
5	Написання першого розділу роботи	до.	Виконано
6	Написання другого розділу роботи	до	Виконано
7	Написання третього розділу роботи	до	Виконано
8	Написання четвертого розділу роботи	до	Виконано
9	Підготовка ілюстративного матеріалу	до	Виконано
10	Отримання рецензій	до	Виконано
11	Захист в ДЕК		

Студент

М.С. Кременський

Науковий керівник

Л.П. Крючкова

АНОТАЦІЯ

В роботі виконано аналітичний огляд існуючих відеокамер, призначених для відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності, розглянуто методи визначення зон огляду відеокамер, методи виявлення тривожних подій та методи оцінки ефективності систем відеоспостереження.

На основі виконаних досліджень запропоновано методи і алгоритми виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета, зроблено відповідні висновки.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, що містять 17 рисунки, 1 таблицю, висновків та списку використаних джерел, що містить 28 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 74 аркуші.

АННОТАЦИЯ

В работе выполнен аналитический обзор существующих видеокамер, предназначенных для видеонаблюдения на объектах информационной деятельности, рассмотрены методы определения зон обзора видеокамер, методы выявления тревожных событий и методы оценки эффективности систем видеонаблюдения.

На основе выполненных исследований предложены методы и алгоритмы обнаружения в реальном времени четырех типов тревожных событий: движение в запрещенном направлении, пребывание в стерильной зоне, оставление предмета и перебрасывание предмета, сделаны соответствующие выводы.

Работа состоит из введения, четырех глав, содержащих 17 рисунков, 1 таблицу, заключения и списка использованных источников, содержащего 28 наименований. Общий объем работы составляет 74 листов.

ANNOTATION

In this work, an analytical review of existing cameras designed for video surveillance at information activity sites was carried out, methods for determining camera viewing areas, methods for detecting alarm events and methods for evaluating the effectiveness of video surveillance systems were considered.

Based on the studies performed, methods and algorithms for detecting four types of alarm events in real time have been proposed: movement in the forbidden direction, staying in the sterile zone, leaving the object and moving the object, and drawing appropriate conclusions.

The work consists of an introduction, four chapters containing 17 drawings, 1 table, conclusions and a list of sources used, containing 28 titles. The total amount of work is 74 pages.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена розробці методів та алгоритмів виявлення в реальному часі тривожних подій в процесі відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності.

В роботі виконано аналітичний огляд існуючих відеокамер, призначених для відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності, розглянуто методи визначення зон огляду відеокамер, методи виявлення тривожних подій та методи оцінки ефективності систем відеоспостереження.

На основі виконаних досліджень запропоновано методи і алгоритми виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета, зроблено відповідні висновки.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, що містять 17 рисунки, 1 таблиць, висновків та списку використаних джерел, що містить 28 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 74 аркуші.

Об'єктом дослідження в роботі є процес виявлення тривожних подій в інтелектуальних системах відеоспостереження.

Предмет дослідження – методи і алгоритми виявлення в реальному часі тривожних подій в процесі функціонування систем відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності.

Мета роботи – розробка методів та алгоритмів виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

Як результат у роботі запропоновано методи і алгоритми виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

Галузь застосування: результати досліджень можуть використовуватись в навчальному процесі для підготовки студентів відповідного напрямку, в реалізації ліцензованими підприємствами відповідного напрямку, а також в розробці нових методів побудови інтелектуальних систем відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності.

Ключові слова: Інтелектуальні системи відеоспостереження, цифрова обробка зображень, зона огляду, тривожні події, виявлення об'єктів, відслідковування об'єктів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ	15
1.1 Історія створення засобів відеоспостереження.....	15
1.2 Завдання, функції та сфери застосування систем інтелектуального відеоспостереження.....	20
1.3 Основні призначення систем відеоспостереження.....	24
1.4 Мета і завдання дослідження.....	29
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ОГЛЯДУ ВІДЕОКАМЕР	31
2.1 Розрахунок фокусної відстані і максимального кута зору камери	31
2.2 Розрахунок мертвої зони відеокамери	33
2.3 Формати стиснення відеозображень	35
2.4 Дальність дії телевізійної системи спостереження в атмосфері.....	38
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ І АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТРИВОЖНИХ ПОДІЙ	44
3.1 Огляд існуючих алгоритмів	44
3.2 Алгоритмів відстеження об'єктів за допомогою поворотних камер	48
3.3 Алгоритми виявлення потенційно тривожних сценаріїв руху об'єкта.....	54
РОЗДІЛ 4 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ	63
4.1 Міжнародні стандарти у сфері відеоспостереження.	63
4.2 Критерії оцінки ефективності систем відеоспостереження	64
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ОІД – об'єкт інформаційної діяльності

СВС – система відеоспостереження

ІСВС – інтелектуальна система відеоспостереження

ППР – підтримка прийняття рішень

ПЗЗ – прилад із зарядним зв'язком

ВСТУП

Відеоспостереження стало цілком звичайним явищем в нашому повсякденному житті. Перебуваючи в міському середовищі, заходячи в супермаркети і офіси, їдучи по автострадах, перебуваючи у залах очікування вокзалів та аеропортів, ми багаторазово потрапляємо в об'єктиви численних камер відеоспостереження.

Сам факт присутності камер відеоспостереження може відлякати потенційного правопорушника. У разі виникнення правопорушення в подальшому наявні відеозаписи можуть надати неоціненну допомогу в затриманні злочинця.

Розширення задач відеоспостереження вимагає від технічних засобів не тільки здійснення моніторингу, а й автоматичного розпізнавання і реєстрації нештатних ситуацій. Підвищення якості відеокамер, зростання швидкодії обчислювальних платформ, розвиток алгоритмів аналізу зображень – все це дозволяє створювати системи моніторингу з принципово новими можливостями і споживчими якостями.

Чим далі, тим більше об'єктів обладнуються системами відеоспостереження. Такі системи генерують величезну кількість інформації, яка повинна бути відфільтрована для виявлення потенційно загрозливих ситуацій або для подальшого вилучення інформації з записаного архіву даних. Якщо допустити, що ці завдання виконуються людиною-оператором, то кількість таких операторів має бути досить значною для обслуговування великої кількості точок зняття інформації. Крім того, людині притаманне збільшення почуття втоми та зниження з часом концентрації уваги, що в свою чергу призводить до часткової втрати інформації про події. Цілком логічно, що було б дуже цікаво частину роботи людини-оператора перекласти на системи автоматичного аналізу інформації (відеоаналітики), що надходять від групи відеокамер, звільнивши таким чином людину від досить монотонної роботи.

Основні задачі відеоаналітики:

Виявлення об'єктів. Виявлення об'єктів в полі зору відеокамери (проводиться за допомогою відеодетектора руху). Можливість виділення і незалежного аналізу декількох об'єктів одночасно (може проводитися за допомогою шаблонів).

Стеження за об'єктами. Алгоритми стеження дозволяють отримати траєкторію руху об'єкта як в полі зору однієї камери так і узагальнену траєкторію за даними відразу декількох камер. Стеження необхідно, щоб проаналізувати поведінку об'єкта за його траєкторією, наприклад рух об'єкта проти течії або перевищення швидкості.

Класифікація об'єктів. Необхідна для фільтрації оперативних повідомлень або результатів пошуку. Наприклад відрізнити людину від групи, легковий автомобіль від вантажного. Більш складні класифікатори можуть визначати стать людини.

Ідентифікація об'єктів. Найбільш складний компонент систем відеоаналітики. Сучасні системи дозволяють ідентифікувати людей за біометричними ознаками особи або транспортний засіб – за номерними знаками.

Виявлення ситуацій. Відеоаналітика дозволяє не тільки виділяти об'єкти з потокового відео, а й розпізнавати тривожні ситуації на основі аналізу поведінки даного об'єкта. Також ситуаційна відеоаналітика може автоматично виявляти перетин сигнальної лінії, падіння людей, заборонену парковку, виникнення пожежі, бійки, велике скупчення людей.

Прогнозування поведінки об'єкта або виникнення ситуації. Інтелектуальне стиснення відеоконтенту з урахуванням інтересу споживача (наприклад, система передає тільки відео, що містить тривожні ситуації або знижує кількість передаваних кадрів до сервера, якщо в полі зору камери нічого не відбувається і збільшує, якщо починається якийсь рух).

Ранжування подій відеоаналітики. Видалення персональних даних з відеоряду, наприклад, за допомогою детектора осіб і номерних знаків.

Основні типи відеоаналітики:

Периметральна відеоаналітика. Застосовується для охорони ділянок і периметрів, виявлення вторгнення і перетину сигнальної лінії в «стерильній зоні».

Ситуаційна відеоаналітика. Застосовується для розпізнавання тривожних ситуацій, пов'язаних з поведінкою людей або з рухом транспортних засобів. Ситуаційна відеоаналітика може працювати на основі правил, заданих користувачем (наприклад, заборонена парковка в заданій зоні), або на основі накопиченої статистики (наприклад, виявлення в парку в два рази більше людей, ніж зазвичай в цей час доби і в цей день тижня).

Бізнес-аналітика. Застосовується для управління організацією, оцінки продуктивності персоналу, оптимізації бізнес-процесів і досліджень поведінки клієнтів. Особливість бізнес-аналітики – розвинені засоби узагальнення даних і підготовки звітів, іноді з можливістю виключення персональних даних.

Біометрична відеоаналітика. Застосовується для ідентифікації та супроводу осіб за біометричними ознаками особи. Класична біометрія використовує «чорний» і «білий» списки для порівняння зображень людей. Біометрична відеоаналітика може працювати за більш складними сценаріями, наприклад, здійснювати профайлінг людей або зіставлення спостережень множини камер в територіально-розподіленій мережі відеоспостереження.

Номерна відеоаналітика. Застосовується для розпізнавання реєстраційних знаків автомобілів а також для аналізу їхнього руху за даними множини камер.

Багатокамерна відеоаналітика. Застосовується для супроводу об'єктів за допомогою множини камер. Результатом роботи багатокамерної відеоаналітики є траєкторія руху об'єкта на плані всієї території спостереження.

Технологічна відеоаналітика. Застосовується для моніторингу технологічних процесів, забезпечення якості виробництва, підвищення продуктивності.

Відеоаналітика високої чіткості. Застосовується для відеоаналізу потоків понад один мегапіксель (720p, 1080p і вище). Як правило, в системах

відеоспостереження високої чіткості (HD) використовуються принципово нові алгоритми, що використовують багатомасштабне представлення відеоданих.

Тамперінг-сигналізація. Реалізує безперервний моніторинг працездатності обладнання з метою виявлення технічних несправностей, а також фактів несанкціонованого втручання в систему відеоспостереження. Тамперінг-сигналізація спрацьовує при забрудненні об'єктива, затемненні або засвіченні зображення, розвороту або відключення відеокамери.

Головні переваги відеоаналітики перед звичайними системами відеоспостереження полягають в автоматичному виділенні метаданих з потокового відео без участі оператора. Отримані метадані можуть бути використані для швидкого пошуку в відеоархіві, розсилки тривожних сповіщень та збору статистики.

У порівнянні з «ручним відеоспостереженням», відеоаналітика дозволяє зменшити вартість відеомоніторингу і людського фактора в частині виявлення об'єктів та часу реагування.

Так як значна частина відеоданих (більше 99%) в системах відеоспостереження не представляє інтересу для користувачів, відеоаналітика дозволяє кардинальним чином зменшити навантаження на канали зв'язку і систему архівування за рахунок фільтрації непотрібних відеоданих.

Метою магістерської роботи є розробка методів та алгоритмів виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішено такі завдання:

- виконано аналітичний огляд існуючих відеокамер, призначених для відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності;
- розглянуто методи визначення зон огляду відеокамер;
- розглянуто методи виявлення тривожних подій;

- запропоновано методи і алгоритми виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета;
- розглянуто методи оцінки ефективності систем відеоспостереження.

Об'єктом дослідження в роботі є процес виявлення тривожних подій в інтелектуальних системах відеоспостереження.

Предмет дослідження – методи та алгоритми виявлення в реальному часі тривожних подій в процесі функціонування систем відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності.

Методи дослідження. В роботі використано методи дискретної математики, розпізнавання образів, теорії вимірювань, терії прийняття рішень, теорії ймовірностей.

Наукова новизна результатів

Як результат у роботі запропоновано методи і алгоритми виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

Галузь застосування: результати досліджень можуть використовуватись в навчальному процесі для підготовки студентів відповідного напрямку, в реалізації ліцензованими підприємствами відповідного напрямку, а також в розробці нових методів побудови інтелектуальних систем відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності.

Структура магістерської роботи

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, що містять 17 рисунки, 1 таблицю, висновків та списку використаних джерел, що містить 28 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 74 аркуші.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

Відеоспостереження – це процес візуального контролю (спостереження) за об'єктом і подіями, що відбуваються на його території, за допомогою спеціалізованого обладнання, об'єднаного у відповідну систему [1].

Під об'єктом відеоспостереження розуміється контрольована системою відеоспостереження територія, в тому числі приміщення будівель і споруд, прилегла територія тощо [2].

Система відеоспостереження – це програмно-апаратний комплекс (відеокамери, об'єктиви, монітори, реєстратори тощо), призначений для організації відеоконтролю як на локальних, так і на територіально-розподілених об'єктах [3].

Мета системи відеоспостереження – забезпечення безпеки об'єкта (внутрішніх і зовнішніх приміщень, прилеглої території та ін.), людей, матеріальних та інтелектуальних цінностей, шляхом цілодобового візуального контролю і моніторингу подій в режимі реального часу і аналізу архівних даних [4].

1.1. Історія створення засобів відеоспостереження

Системи відеоспостереження, як і багато інших технічних засобів прийшли у наше життя з військової сфери і стали невід'ємною частиною цивільного повсякдення як засоби контролю і безпеки. Першим застосував камери спостереження німецький інженер Вальтер Брух, який в 1942 році встановив Closed Circuit Television – систему телебачення замкнутого контуру (CCTV) для компанії Siemens. Система призначалася для моніторингу несправностей та позаштатних ситуацій при запусках ракет «V- 2» на випробувальному полігоні. У даній системі запис відео не проводився, тому оператору доводилося

невідлучно сидіти перед монітором. У 1951 році з'явилися пристрої, що фіксують відеозображення на магнітну плівку – Video Tape Recorder (VTR). Використовувані в той час бобінні магнітофони Sony і Ampex були досить складними в застосуванні і досить дорогими. Перший відеоманітофон був здатний записувати звук і зображення на магнітну стрічку за допомогою магнітних головок. І тільки в 1970 році, поява відеоманітофонів VCR (Video Cassette Recording) призвела до збільшення популярності систем відеоспостереження.

Наприкінці 60-х років були винайдені дистанційно керовані поворотні механізми для камер, що дозволило збільшити зони огляду камер при одночасному зменшенні їх кількості. Тоді ж було запатентована та запропонована ринку безпекових послуг домашня система безпеки (відеодомофон), що дозволяла спостерігати на екрані телевізора людину, що знаходиться за дверима в зоні спостереження і дистанційно відкривати замок.

Чим більше становилося пропозицій безпекових рішень, чим менше ставала їх вартість, тим ширше відеонагляд став застосовуватися для контролю громадських місць, автомобільних та залізничних шляхів, транспортних розв'язок, важливих об'єктів інфраструктури, де було необхідно забезпечити дистанційний контроль. У 1956 році в Гамбурзі (Федеративна Республіка Німеччина) поліція вперше провела випробування системи, названої "Zauberspiegel" ("чарівне дзеркало"). Поліцейський інспектор спостерігав на моніторі рух транспорту на перехресті і керував потоком автомобілів, перемикаючи сигнали світлофора. У 1960 році поліція Лондона встановила відеокамери на Трафальгарській площі, для спостереження за натовпом, що зібрався подивитися на офіційний візит королівської сім'ї Тайланду. Велика користь систем відеоспостереження була доведена в США, на прикладі міста Оліен, в якому камери були встановлені вздовж центральної алеї, а всі дані надходили до поліцейської дільниці. Здавалося б, невелика кількість відеокамер не суттєво вплине на злочинність в цілому місті, але цього було достатньо для того, щоб вивести невелике місто в списки лідерів по боротьбі зі злочинністю.

Слід зазначити, що запис зображення не звільняв оператора від необхідності брати участь в процесі виявлення тривожних подій. Розпізнавання осіб, визначення місця розташування об'єктів та траєкторій їх переміщення – всі ці функції повинна була виконувати людина, спостерігаючи за зображеннями на моніторі в режимі реального часу, або вивчаючи постфактум архів відео. Оператори систем відеоспостереження виконували монотонну роботу протягом тривалого часу, звідки виникає проблема втоми і зниження концентрації уваги. Встановлено [4], що при безперервному спостереженні протягом 12 хвилин оператор починає пропускати 45% потенційно тривожних подій, а якщо час спостереження збільшити до 22 хвилин, то відсоток пропуску зростає до 95%. Тому важливим завданням є аналіз відеоінформації без прямої участі людини.

З появою мультиплексорів, що дозволяють показувати зображення з декількох камер на одному моніторі і записувати його на одну касету, відеоспостереження стало більш зручним. У 80-х роках набувають поширення камери, засновані на ПЗЗ-матриці (ПЗЗ, прилад із зарядним зв'язком – загальне позначення класу напівпровідникових приладів, в яких застосовується технологія керованого переносу заряду в об'ємі напівпровідника). Дозвіл матриць перших ПЗЗ-камер залишав бажати кращого, але вони були меншими за розмірами та їх світлочутливість була у декілька разів вища, ніж у попередніх моделей камер.



Рис. 1.1 Система моніторингу в центральному пункті управління Мюнхенської поліції, 1973 рік

В кінці 1990-х з'явилися і стали набирати популярність повністю цифрові системи відеоспостереження, зокрема, IP і SDI, а аналогові системи "навчилися" записувати сигнал на цифровий носій. У камерах стали також застосовувати більш дешеві, ніж ПЗЗ, КМОП-матриці (комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник).

Перша в світі IP-камера була представлена в 1996 році компанією Axis. Камера Axis Neteye 200 передавала зображення зі швидкістю 1 кадр / с і дозволом 320x240. Вартість її становила близько 1300 доларів [5].



Рис. 1.1 Перша IP-камера в світі Neteye 200 [5]

У 2005 році стали з'являтися системи відеоспостереження нового типу – повністю засновані на цифрових технологіях. Між усіма елементами системи відеосигнал передається в цифровій формі. Ці системи отримали назву "IP-відеоспостереження". До складу таких систем входять мережеві камери або IP-камери, програмно-апаратні комплекси для аналізу відеозображення і для обробки і зберігання сигналу.



Рис. 1.3 Зовнішній вигляд сучасних відеокамер

1.2. Завдання, функції та сфери застосування систем інтелектуального відеоспостереження

Основні завдання системи відеоспостереження [6]:

- Забезпечення безпечного стану об'єкта і всього, що в нього входить – людей, обладнання, цінностей нематеріального характеру.
- Охорона інформації, розголошення якої може зашкодити організації та персоналу. Це заходи по недопущенню на об'єкт сторонніх осіб, які можуть завдати шкоди інформаційній безпеці комерційного або державного підприємства чи установи.
- Боротьба з тероризмом, бандитизмом і крадіжками з проникненням. Сама наявність камер відеоспостереження являє собою захід мінімізації ризиків настання таких подій.
- Оперативне інформування про появу позаштатних ситуацій від проникнення осіб зі зброєю, до вибухів, пожеж, раптових руйнувань і та ін.
- Акумулявання даних візуального контролю в спеціалізовані архіви з можливістю їх подальшого аналізу.
- Інші, в тому числі спеціалізовані завдання, які залежать від індивідуальних характеристик систем і устаткування.

Залежно від цілей використання системи відеоспостереження інтелектуальна обробка відеосигналу може виконувати одну або декілька функцій [7]:

- Виявлення об'єкта. Для первинного виявлення широко використовується програмний та апаратний детектор руху відеокамери. Основна відмінність від детекторів руху систем тривожної сигналізації полягає в можливості виявлення одночасно декількох об'єктів і їх локалізації в кадрі.
- Стеження / супровід об'єктів. Використовувані програми дозволяють отримати траєкторію руху об'єкта при використанні декількох статичних

або комбінації статичної та поворотної PTZ камери. При цьому аналізується не тільки напрямок руху, а й швидкість. Ця функція часто використовується як фільтр, виключаючи можливість повторної реєстрації порушення одним і тим же об'єктом, який переміщується із зони дії однієї камери в іншу.

- Класифікація і статистичний аналіз. Розширені інтелектуальні системи відеоспостереження можуть класифікувати окремі об'єкти або події, використовуючи статистичні фільтри. Наприклад, класифікувати людину, групу людей або автомобіль, використовуючи фільтр розміру і форми аналізованого об'єкта. На основі даних, що надходять, система може з високим ступенем точності визначити не тільки статеву приналежність, а й приблизну вікову групу людини або марку транспортного засобу.
- Ідентифікація (розпізнавання). Є найцікавіших і однією з найскладніших функцій. Крім того, вона пред'являє високі вимоги, як до використовуваних алгоритмів, так і до експлуатаційних параметрів застосовуваної техніки. У поєднанні з системами відеоспостереження широко застосовуються інші способи ідентифікації СКУД: електронний пропуск, магнітна карта, відбитки пальців і т.п.
- Виявлення тривожних ситуацій. Здійснюється на основі аналізу потокового відео, де зображена ситуація на контрольованому об'єкті. Основними критеріями для аналізу є: перетин контрольної лінії; різка зміна положення об'єкта в просторі (падіння, стрибок і т.п.), виникнення загоряння, в'їзд на заборонене місце парковки та ін.

Призначення і сфери застосування систем відеоспостереження:

Промисловість: відеоспостереження на підприємстві

- Здійснення безперервного цілодобового відеоспостереження, охорона території;
- Координування централізованого поста охорони з допомогою мереж Internet і Ethernet;

- Контроль прохідних і транспортних вузлів;
- Моніторинг дій співробітників на робочих місцях, складах і в цехах, з метою запобігання крадіжок і псування майна, для подальшого розгляду позаштатних ситуацій.

Житлові будинки, будівлі, комплекси

- Забезпечення безпеки на дворовому і прибудинкових просторах, дитячому майданчику, автостоянці;
- Ведення цілодобового відеоспостереження за сходовими майданчиками і ліфтовими холами;
- Збереження відеоархіву;
- Фіксування системою відеоспостереження квартири всього, що відбувається в ній, від контролю поведінки домашнього персоналу – няні, гувернантки, доглядальниці, до охоронної функції.

Банківські установи

- Здійснення цілодобового відеоспостереження. Забезпечення безпеки кас, операційної зони;
- Відеоспостереження за прилеглою територією;
- Забезпечення безпеки клієнтів і службовців банку;
- Синхронізація зображень з декількох камер;
- Організація централізованого поста охорони з допомогою мереж Internet і Ethernet;
- Ведення відеоархіву, а також організація ефективної роботи з ним.

Офісний комплекс: система відеоспостереження для офісу

- Організація роботи центрального поста охорони, включаючи передачу відео на його монітори;
- Контроль відбувається в офісі для забезпечення безпеки відвідувачів і персоналу офісу;
- Здійснення зовнішнього відеоспостереження, забезпечення безпеки на прилеглий території, автостоянці (в тому числі система стеження за авто);

- Налаштування включення відеокамер при тривожному сигналі.

Готелі

- Забезпечення безпеки проживання постояльців і збереження їх майна;
- Здійснення внутрішнього відеоспостереження в службових приміщеннях і холах;
- Контроль роботи обслуговуючого персоналу готелю;
- Налаштування включення відеокамер на запис при певних подіях (наприклад, закінчення терміну дії карти доступу).

Торгові комплекси: система відеоспостереження для магазину

- Здійснення цілодобового відеоспостереження, забезпечення безпеки на прилеглий території і автостоянці (можливість gps gprs моніторингу транспорту);
- Запобігання фактів шахрайства персоналу магазину і крадіжок покупцями;
- Організація роботи контрольного поста охорони;
- Відстеження приймання і зберігання товару в підсобних приміщеннях;
- Налаштування відеокамер на включення при певних подіях (наприклад, спрацьовування охоронних датчиків).

Вищі навчальні заклади

- Монтаж і установка відеоспостереження в аудиторіях та інших приміщеннях;
- Здійснення цілодобового відеоспостереження, контроль над входами в навчальні корпуси, внутрішніми приміщеннями та над прилеглою територією;
- Підвищення загального рівня безпеки та дисципліни, посилення контролю за збереженням майна;
- Ведення відеоархіву;
- Запис лекцій в відео та аудіоформаті для дистанційного навчання.

Медичні заклади

- Здійснення цілодобового внутрішнього і зовнішнього відеоспостереження за територією, входами і внутрішніми приміщеннями;
- Запис ходу проведення хірургічних операцій;
- Підвищення загального рівня безпеки медичного персоналу та пацієнтів, а також зниження можливості розкрадання з лікарні препаратів;
- Ведення відеоархіву.

Транспортні розв'язки

- Здійснення цілодобового відеоспостереження в громадських місцях (вокзали, адміністративні будівлі, технічні приміщення і т.д.), а так само на основних перехрестях і автострадах;
- Контроль завантаженості автотрас з урахуванням трафіку;
- Контроль здійснення розвантажувально-навантажувальних роботи;
- Фіксування порушень та дорожньо-транспортних пригод;
- Запис, ведення і зберігання відеоархіву.

Автобуси і маршрутні таксі

- Gps і grps моніторинг транспорту;
- Запис злочинних дій в салонах;
- Відстеження пасажиропотоку;
- Здійснення контролю над роботою водія.

1.3. Основні призначення систем відеоспостереження

Типові рішення систем відеоспостереження призначені для допомоги в адаптації до об'єктів різного призначення відеосистеми на основі ТБ камер і програмно-апаратних рішень.

Основні параметри ТБ камер систем відеоспостереження для підвищення безпеки об'єктів – просторова й тимчасова роздільна здатність, чутливість. Для розпізнавання підозрілих предметів і людей необхідно високу просторову роздільну здатність, а для розпізнавання номерів автомобілів в потоці

автотранспорту високу тимчасовий дозвіл камер. При низьких рівнях освітленості для вирішення завдань відеоаналітики контрольованих зон об'єктів потрібна висока чутливість відеокамер.

Теоретично збільшення як просторової і тимчасової роздільної здатності, так і чутливості ТВ камер систем відеоспостереження дозволяє підвищити безпеку об'єктів. На практиці ж одночасне поліпшення всіх параметрів камер проблематично через специфіку процесу перетворення "світло - сигнал".

Наприклад, в камерах з ПЗЗ матрицею для досягнення високої чутливості необхідно збільшення площі елемента ПЗЗ матриці і часу накопичення зарядів. Наслідком цього є зниження як просторової, так і тимчасової роздільної здатності відеокамер. Тому для ефективного підвищення безпеки об'єкта кожен камеру системи відеоспостереження слід вибирати виходячи з пріоритетного завдання відеоаналітики вразливою зони об'єкта. Для ефективного вирішення різних завдань відеоаналітики вразливих зон об'єктів необхідна велика номенклатура відеокамер, як в широкому діапазоні чутливості, так і просторової і тимчасової роздільної здатності.

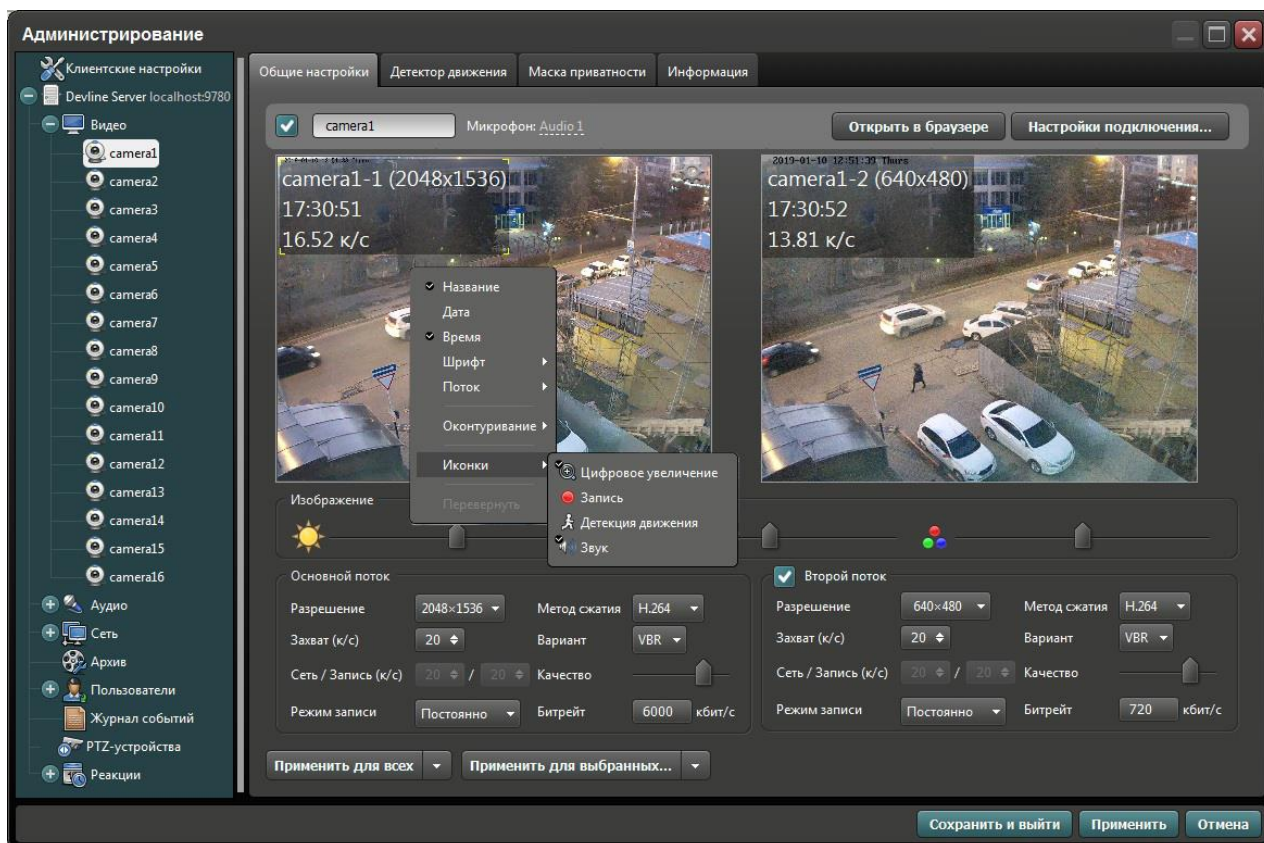


Рис. 1.4 Вигляд вікна інтерфейса програми відеоспостереження

Класифікація камер відеоспостереження.

Класифікація камер за умовами експлуатації [8]

Вуличні (Зовнішні). Даний тип камер повинен мати захист від проникнення пилу і вологи всередину, а також від іншого несприятливого впливу навколишнього середовища. Тому зовнішні камери мають мати клас захисту від IP65 до IP68 – тобто бути стійкими до атмосферних явищ, та мати високу захищеність корпусу. Розміщуються під захисним карнизом або без нього. Деякі вуличні відеокамери мають антивандальні властивості, які захищають не тільки від людського фактору, а і від механічних пошкоджень, викликаних об'єктивними причинами (падаючий з даху сніг, великі вітрові навантаження та ін.). За формою камери бувають: купольні, циліндричні або поворотні.



Рис. 1.5 Види зовнішніх камер відеоспостереження.

Внутрішні (в приміщенні). До корпусу камери не пред'являється вимог щодо особливого захисту (до IP44). Найчастіше він виготовляється з пластика. Через великий вибір технічних характеристик і опцій даний тип камер підходить для вирішення практично будь-яких завдань, які стоять перед системою відеоспостереження. Перевагою є легкість монтажу внутрішніх камер, який можна здійснити на будь-якій будівельній конструкції. Широко використовуються такі види як: купольні, кубічні, циліндричні і безкорпусні.



Рис. 1.6 Приклади камер відеоспостереження для застосування всередині приміщення.

Класифікація камер за технологією перетворення сигналу в зображення.

IP (цифрові). Відбувається передача і прийом даних по локальній мережі або через глобальний Інтернет (UTP, Wi-Fi, 3G / 4G, CDMA). До недоліків можна віднести високу ціну і неможливість суміщення з аналоговими камерами,

можливість затримки зображення до 300 мс. Суттєвим недоліком, зокрема, Wi-Fi-камер є низька захищеність до електромагнітного шуму. Такі камери можуть втратити працездатність в разі використання зловмисником потужного генератора електромагнітного шуму. Безумовне перевагою є передача зображення на будь-які відстані, дистанційне керування.

Аналогові (CVBS). Перетворюють зображення в аналогові електричні сигнали, які передаються на пристрій реєстрації або відображення відеоінформації. На сьогодні ця технологія вже є морально застарілою, використання такого обладнання у нових проектах систем відеоспостереження не виправдано економічно.

AHD (Analog High Definition). Передача HD / Full HD відеозображення по коаксіальному кабелю на відстані до 500 метрів без втрат якості і затримок. Технологія AHD має відкритий протокол, що дозволяє великій кількості компаній виробляти обладнання даного стандарту. Також можна відзначити високу стійкість розглянутих систем до до зашумлення сигналу, що спрощує їх застосування на виробничих підприємствах з високим рівнем електромагнітних завад.

CVI (Composite Video Interface). Характеризується збільшеною матрицею, завдяки чому всі чутливі елементи щільно розташовані один біля одного, і це впливає на роздільну здатність відеозображення. Оскільки дана технологія запатентована, і виробникам доводиться викуповувати ліцензію на використання, вона нечасто використовується іншими розробниками.

TVI (Transport Video Interface). Основні переваги: висока роздільна здатність (720p і 1080p з частотою 25 або 50 кадр / с), можливість передачі по одному кабелю відео, аудіо та керуючих сигналів, відсутність затримок при передачі зображення. TVI-відеообладнання використовує мегапіксельні CMOS-сенсори. Спеціальний чіп передачі (Transmitting Chip) перетворює сигнал камери у високочастотний сигнал для передачі по фізичному каналу. На стороні прийому цей сигнал розпізнається спеціалізованим чіпом прийому (Receiving Chip), і передається на процесор обробки.

Таблиця 1.1 Приклад характеристик відеокамер.

			
Модель	DH-IPC-HFW1431SP	Oltec HDA-912D	DH-IPC-HFW81230EP-Z
Тип камер	IP камера	HDTVI	IP камера
Установка	Вулична, внутрішня	Внутрішня	Вулична
Роздільна здатність, Мп	4	2	12
Фокусна відстань, мм	2.8	3.6	4-12
Ступінь захисту	IP67	IP66	IP67
Чутливість, Лк	0.08	< 0.001	0.01
Формат стиснення	H.265 / H.264	H.264	H.265 / H.264

1.4. Мета і завдання дослідження

Метою магістерської роботи є розробка методів і алгоритмів виявлення в реальному часі чотирьох типів тривожних подій:

- рух в забороненому напрямку;
- перебування в стерильній зоні;
- залишення предмета ;
- перекидання предмета.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналітичний огляд існуючих відеокамер, призначених для відеоспостереження на об'єктах;
- розглянути методи визначення зон огляду відеокамер;
- розглянути методи виявлення тривожних подій;

- розробити методи і алгоритми виявлення в реальному часі вищезгаданих чотирьох типів тривожних подій;
- розглянути методи оцінки ефективності систем відеоспостереження.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ОГЛЯДУ ВІДЕОКАМЕР

2.1. Розрахунок фокусної відстані і максимального кута зору камери

Кут огляду є одним з основних критеріїв при виборі камери відеоспостереження, оскільки визначає контрольовану нею зону спостереження. Залежить цей кут від фокусної відстані об'єктива камери і формату (розміру) її матриці.

Розрахувати фокусну відстань можна наступним чином [9]:

$$f = \frac{h * S}{H} \text{ або } f = \frac{v * S}{V} \quad (2.1)$$

де f - фокусна відстань, мм;

h - розмір матриці по горизонталі, мм;

H - розмір об'єкта спостереження по горизонталі, м;

S - відстань до об'єкту, м;

v - розмір вертикальної сторони матриці, мм;

V - розмір об'єкта спостереження по вертикалі, м.

При визначенні кута огляду відеокамери, слід враховувати основні функції оптичних елементів:

- зменшення фокусної відстані веде до збільшення кута огляду;
- чим менше діагональ розміру CCD матриці (скор. від англ. CCD, «charge-coupled device»), тим менше кут огляду (при однакових лінзах).

Кут огляду камери відеоспостереження складається геометричними зонами. З цієї умови можна встановити кут огляду камери в такий спосіб:

$$a = 2 \arctg \left(\frac{h}{2 * f} \right) \quad (2.2)$$

де a - кут зору відеокамери по горизонталі.

Для визначення вертикального кута огляду камери необхідно провести додаткові розрахунки. Так як камера спостереження розташовується над об'єктом спостереження, то графічно схему її розташування на ОІД можна представити, як показано на рис. 2.1.

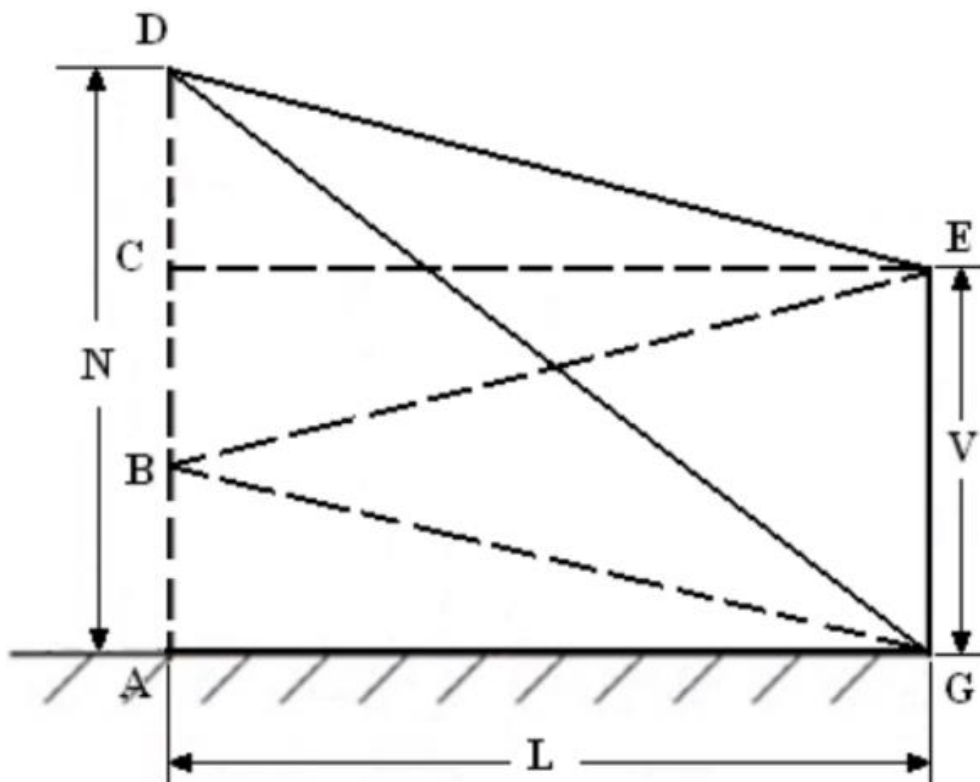


Рис. 2.1 Розташування відеокамери на ОІД

В цьому випадку, $N > V$, а значення кута GDE буде залежати від співвідношення між N і L , де N - висота підвісу, L - відстань до об'єкту спостереження.

Позначимо кут GDE як φ , тоді

$$\varphi = \angle GDE = \angle CDE - \angle ADG \quad (2.3)$$

При цьому, з трикутника CDE випливає, що

$$\angle CDE = 90^\circ - \angle CED = 90^\circ \arctg\left(\frac{CD}{CE}\right) = 90^\circ \arctg\left(\frac{N - V}{L}\right) \quad (2.4)$$

Так, з іншого трикутника ADG можна отримати такий вираз:

$$\angle ADC = 90^\circ - \angle AGD = 90^\circ \arctg\left(\frac{AD}{AG}\right) = 90^\circ \arctg\left(\frac{N}{L}\right) \quad (2.5)$$

Шляхом підстановки виразів (2.4) і (2.5) в (2.3) можна отримати такий вираз:

$$\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{N}{L}\right) - \operatorname{arctg}\left(\frac{N-V}{L}\right) \quad (2.6)$$

де N - висота підвісу відеокамери, м;

V - висота зони огляду, м;

L - відстань до об'єкта спостереження.

2.2. Розрахунок мертвої зони відеокамери

Крім кута огляду камери спостереження, існує також умовна мертва зона камери, де частина сектора огляду камери по горизонталі недоступна для спостереження за рухомими об'єктами (рисунок 2.1).

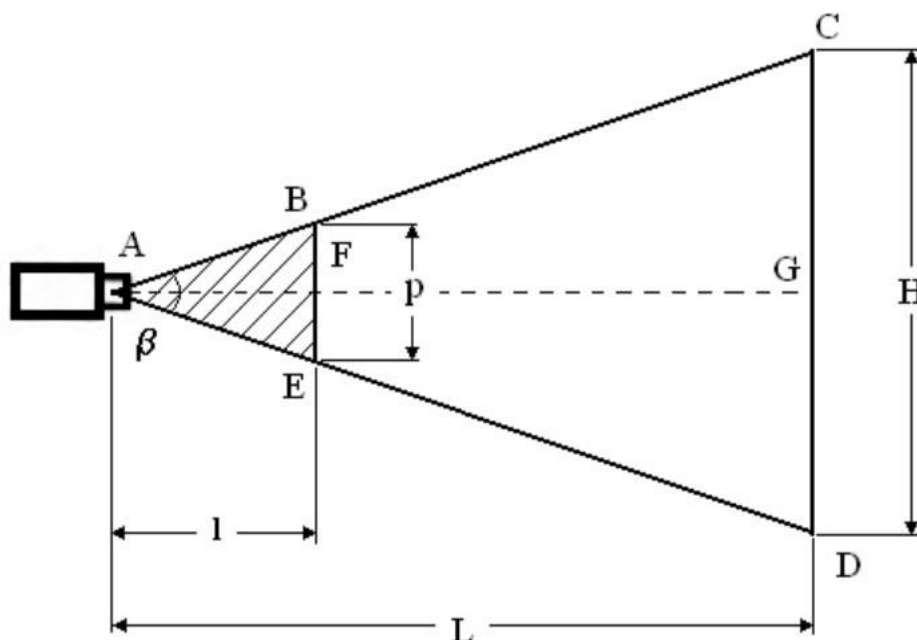


Рис. 2.2 Розрахунок мертвої зони

Рисунок 2.2 показує, що найбільш короткий шлях, для перетину сектора є відрізок BE , який має деяку довжину p , яка паралельна площині спостереження CD . L - відстань до об'єкта спостереження. Відрізок BE знаходиться на відстані l від місця підвісу камери спостереження. Таким чином, для визначення даного відстані, необхідно знайти відрізок AF :

$$AF = \frac{BF}{\operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right)} = \frac{BE}{\operatorname{arctg}\left(\frac{\beta}{2}\right)}, \quad (2.7)$$

Переходячи від геометричних величин до фактичних, маємо такий вираз для умовної мертвої зони відеокамери:

$$l = \frac{p}{2} * \operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\right), \quad (2.8)$$

Очевидним фактом є те, що при збільшенні кута огляди відеокамери, тобто установки ширококутного об'єктиву, довжина p буде більше, таким чином, площа трикутника умовної мертвої зони буде зменшуватися.

Крім умовної мертвої зони по горизонталі, також ще одним параметром відеокамери буде визначення мертвої зони під відеокамерою. Для цих цілей необхідно розглянути на геометричній площині наступний приклад (рисунок 2.3).

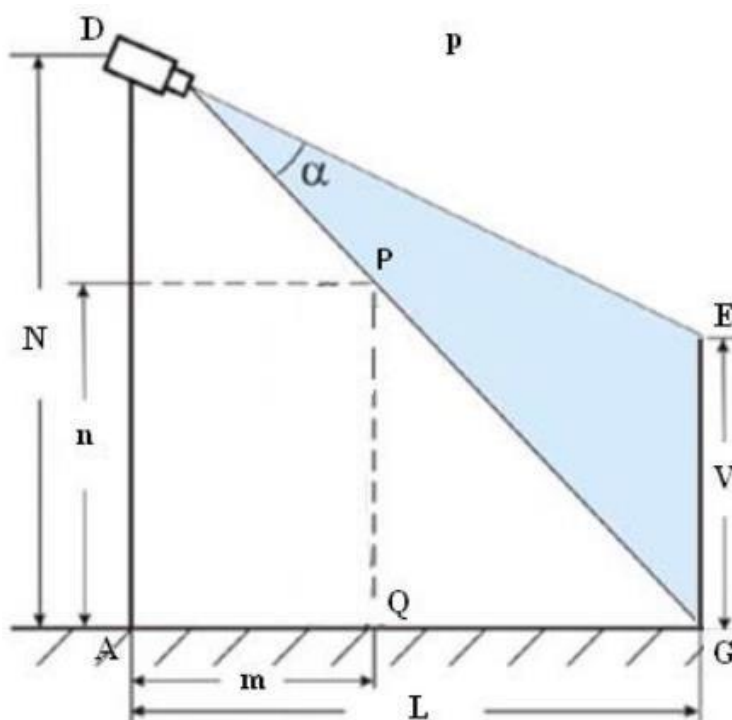


Рис. 2.3 Розрахунок мертвої зони під відеокамерою

В даному випадку, для визначення мертвої зони, необхідно оцінити трикутник ADG , тобто знайти найбільш низький перпендикуляр PQ , в довжині n . Цією висотою може бути висота легкової автомашини. З подібних трикутників ADG і QPG слід, що:

$$\frac{AD}{PQ} = \frac{AG}{QC}, \quad (2.9)$$

Звідси слідує що

$$AQ = AG - QG = AG - PQ * \frac{AG}{AD} = AG * \frac{AD - PQ}{AD}, \quad (2.10)$$

Остаточно, формулу для визначення мертвої зони відеокамери спостереження можна представити в наступному вигляді:

$$m = L * (N - n) / N, \quad (2.11)$$

2.3. Формати стиснення відеозображень

Відео з IP-камер спостереження приходять на сервер в стислому вигляді. Зазвичай стиснення полягає у видаленні особливостей зображення, практично непомітних для людського ока, хоча іноді проводиться стиснення без втрат будь-якої інформації. Стиснутий відеопотік вимагає меншої пропускної здатності мережі і менший обсяг вільної пам'яті жорсткого диска. Для систем відеоспостереження найчастіше використовується стандарти стиснення H.264, H.265, H.264 +.

Основний принцип роботи всіх кодеків стиснення базується на методі стиснення даних. Всі ці методи можна умовно застосовувати або в рамках кадру зображення, або в рамках послідовності кадрів. Для зображень кодеки виконують видалення надлишкової інформації. Дана маніпуляція може позначитися в подальшому на роздільній здатності зображення.

Для послідовності кадрів стиснення даних можна зробити за допомогою методу кодування за відмінностями, який є найбільш популярним серед стандартів стиснення. Ідея даного методу полягає в тому, що виробляється покадрове порівняння з опорним кадром і проводиться кодування тільки тих пікселів, що змінилися, в порівнянні з кадром, на який посилається алгоритм

Існує кілька видів стиснення.

1. Стиснення без втрат дозволяє отримати після декодування зображення, що не відрізняється від вихідного кадру.

2. Стиснення з втратами упускає частину інформації після декодування.

Можливо кілька реалізацій стиснення з втратами:

- стиснення з процентними втратами – втрати настільки незначні для людського ока, що кадр до і після декодування практично однаковий для оператора;
- стиснення з природними втратами – відмінності між кадрами до і після декодування помітні, але все-таки вони досить не виражені, вся необхідна для аналізу подій інформація зберігається;
- стиснення з неприродними втратами – низька якість стиснення відеопотоку, яке призводить до появи артефактів (помітних спотворень відео) при декодуванні. Поява артефактів призводить до зниження чіткості зображення, появи полів одного кольору (при об'єднанні різних кольорних відтінків в один), появи блочності картинки (пиксельності, зернистості). Наявність артефактів веде до помилкових результатів аналізу відеопотоку програмним забезпеченням системи.

У процесі стиснення для скорочення обсягу відеопотоку зменшують число кольорних відтінків зображення, кольорні дозволи, усувають дрібні деталі картинки, що не розрізняються оком людини; пропускають зміни на підставі вже отриманих даних; усувають повторювані значення пікселів.

Формат відео H.264 (оптимізований MPEG-4 або MPEG-4 part 10) являє собою не послідовність окремих зображень, а ланцюжок пов'язаних даних - потокове відео. Переваги цього формату в тому, що виробляється збереження не кожному кадру, а лише опорного зображення і подальших його змін.

Коли значна частина зображення залишається незмінною, виходить набагато менший розмір підсумкового відеофрагменту, ніж для MJPEG. У разі якщо формат MJPEG може відправляти набір зображень по 200 кбайт кожне, формат H.264 відправить одне опорне зображення вагою 200 кбайт і наступні

його зміни, що мають набагато менший розмір. В результаті відеофрагмент в форматі H.264 буде менше аналогічного фрагмента формату MJPEG на 70-90%. Відповідно, і пропускна здатність мережі потрібна набагато менша, зате обчислювальних ресурсів формат H.264 вимагає значно більших.

Сьогодні на H.264 доводиться велика частка всього відео, що записується камерами відеоспостереження. Однак цей стандарт не був розрахований на обробку відео високої роздільної здатності, зокрема Ultra-HD. Високоєфективний стандарт кодування відео (High Efficiency Video Coding, HEVC), більш відомий як H.265, дозволяє вдвічі збільшити ступінь стиснення файлів. При цьому найбільша економія пропускної здатності і ємності зберігання досягається при стисненні відео з роздільною здатністю 4K +: якщо в разі відео 1080p (HD) вона становить близько 25%, то для 4K + досягає 75%.

H.265 розроблявся в розрахунку на застосування в споживчій електроніці, але, завдяки перевагам в ефективності стиснення, він з великим успіхом може використовуватися і в системах фізичного захисту, де весь час доводиться шукати компроміс: з одного боку, картинка повинна бути якомога більш якісна (в кінці кінців, у відеозаписі мало сенсу, якщо неможливо розгледіти деталі), з іншого - витрати на інфраструктуру для передачі і зберігання відео необхідно мінімізувати.



Рис. 2.4 Відмінність блоків кодування в кодеках

Крім наведених кодеків для стиснення зображення існує також спеціальний кодек H.264 +, розроблений спеціально для відеоспостереження без

зниження якості відеозображення. В даному кодеку реалізована робота з опорними кадрами на основі моделі фону. Спочатку проводиться внутрішньокадрове стиснення, після якого до заданого часу поновлення проводиться внутрішньокадрове стиснення для тих ділянок зображення, на яких є рухомі об'єкти. Для нерухомих об'єктів зображення проводиться міжкадрове стиснення. Алгоритм має можливість аналізувати відеопотік для оцінки об'єктів, що рухаються. В основі роботи лежить принцип вибору опорних кадрів, де здійснюється найменше руху. При цьому обсяг даних, який буде міститися на кадрах з оновленнями значно менше за обсягом, ніж при використанні опорних кадрів з традиційною схемою кодування. Інтервал між кадрами залишаються незмінним, але при цьому фактичний кадр поновлення буде замінюватися на опорний.

2.4. Дальність дії телевізійної системи спостереження в атмосфері

Застосування відео апаратури для спостереження за об'єктами, що знаходяться поза приміщеннями, вимагає врахування впливу атмосфери на дальність спостереження. При визначенні дальності спостереження за об'єктами слід враховувати, що, по-перше, відбувається ослаблення потоку випромінювання повітряним середовищем і, по-друге, знижується контраст зображення об'єкта на вході системи, що обумовлено розсіює властивістю атмосфери і, як правило, є визначальним дальність спостереження h .

Контраст на вході системи спостереження дорівнює

$$K_{\text{вх}} = \frac{K_0}{1 + (L_H/L_0)(e^{\varepsilon h} - 1)}$$

або, оскільки $L_0 = E\rho/\pi, L_H = E\omega/\pi$, (2.12)

$$K_{\text{вх}} = \frac{K_0}{1 + (\omega/\rho)(e^{\varepsilon h} - 1)}$$

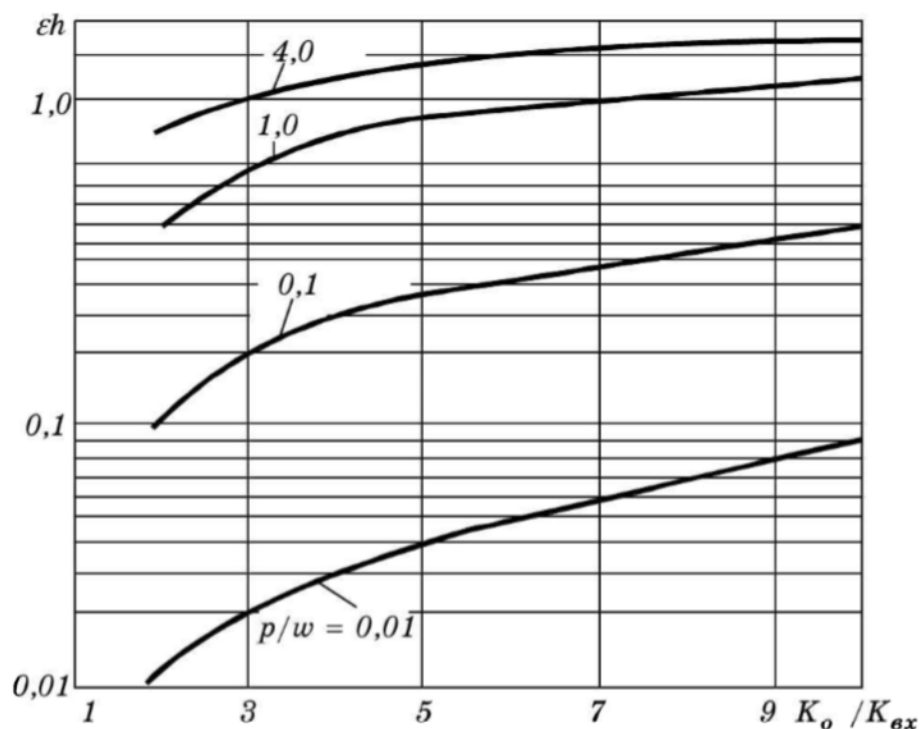


Рис. 2.5 Графіки для визначення дальності відеоспостереження h в атмосфері

де K_o – контраст об'єкта з фоном; L_o – яскравість об'єкта або фону (більше значення); L_H – яскравість насиченого шару атмосфери (яскравість неба на обрії); ρ – коефіцієнт відображення об'єкта або фону; ω – коефіцієнт погоди; ε – показник ослаблення променистого потоку шаром атмосфери товщиною 1 км; E – освітленість об'єкта і фону.

Коефіцієнтом погоди ω називається відношення яскравості L_H неба на обрії до яскравості горизонтальної абсолютно білої поверхні, освітленій сумарним денним світлом. Значення коефіцієнта погоди залежить від метеорологічних умов і може бути як менше, так і більше одиниці.

З другого рівняння знаходимо шукану дальність спостереження:

$$h = \frac{1}{\varepsilon} \ln \left[1 + \frac{\rho}{\omega} \left(\frac{K_o}{K_{вх}} - 1 \right) \right]. \quad (2.13)$$

На рис. 2.5 представлені розрахункові графіки для визначення дальності спостереження, що відповідають вираженню (2.13).

2.5. Огляд існуючих методів обробки

Загальний алгоритм обробки зображень можна розділити на кілька етапів, які послідовно виконуються зовнішньої програмою:

- попередня обробка;
- зменшення розміру кадру;
- лінійна фільтрація;
- перетворення формату зображення;
- віднімання кадрової різниці.

На першому етапі обробки проводиться первинна підготовка зображення, на якому зображено автотранспортний засіб. Основний зміст даного етапу полягає в тому, що в ньому виробляється виділення на первинному зображенні елементів, які підпадають під визначення рухомих об'єктів. Тому достатнім буде виділення рухомих об'єктів, які помітні для людського ока при оцінці послідовності кадрів.

На другому етапі проводиться зменшення розміру кадру. Дана операція необхідна для зниження обсягу оброблюваної інформації, яка в подальшому буде надходити на мікропроцесор.

Після цього застосовується лінійна фільтрація, яка необхідна для ослаблення зашумленості зображення. Також за допомогою даної операції проводиться виділення кордонів і розмиття, засноване на лінійній фільтрації, вхідного зображення. Для даної операції використовується спеціальна згортка:

$$C[m, n] = \sum_{i=-u/2}^{u/2} \sum_{k=-v/2}^{v/2} a[j, k] \times b[m - j, n - k] \quad (4.5)$$

де j, k – лічильники по вертикалі і горизонталі для розрахунку згортки;

u, v – лінійний розмір ядра згортки (ширина, висота);

C – результуючий кадр, отриманий після згортки;

m, n – координати, в яких виконується згортка;

a, b – розмір початкового кадру.

Розрахунок даної згортки проводиться для кожного пікселя вхідного зображення. Так, в залежності від розмірів ядра, яке вибирається для згортки, результат може відрізнятись істотно. Тобто, дана операція безпосередньо залежатиме від розмірів ядра, яке буде керувати розмиванням, виділенням і пом'якшенням кордонів і т.д.

Після виконання згортки отриманий відеоряд перетвориться в півтонове зображення, основним керуючим параметром якого є яскравість. За підсумком, кожен кадр відеоряду буде являти собою числову матрицю. Це необхідно зробити тому, що кольорове зображення має матрицю, яка складається з трьох 8-бітних чисел від 0 до 255 для кожного значення RGB-сигналу. При перетворенні відеоряду в півтонове зображення, виходить для кожного елемента матриці одне 8-бітне число, тому що значення яскравості вхідного пікселя замінюється усередненим значенням.

Для методу зображення часто використовується алгоритм віднімання кадрової різниці. Даний алгоритм заснований на припущенні, що сусідні кадри відеоряду не відрізняються за яскравістю один від одного, якщо в даній області не відбувався рух об'єкту, що спостерігається. Обчислення кадрової різниці є одним з поширених алгоритмів з первинного виявлення руху, після якого можна визначити наявність руху об'єктів у досліджуваному відеоряді. Математично алгоритм можна представити в такий спосіб. На вхід системи подається два кадри, які представляють собою дві послідовності для яких виробляється обчислення піксельних кадрових різниць. Для кожного наступного кадру проводиться віднімання попереднього кадру:

$$d_t(x, y) = I_t(x, y) - I_{t-1}(x, y) \quad (4.6)$$

Після чого, дана різниця буде порівнюватися з заданим порогом:

$$m_t(x, y) = \begin{cases} 0, & d_t(x, y) < T \\ 1, & d_t(x, y) > T \end{cases} \quad (4.6)$$

де $m_t(x, y)$ – значення t -го елемента маски,

T – поріг порівняння (рівень чутливості).

За допомогою порогової обробки відбувається поділ всіх елементів на два основні класи – елементи масиву потрапляють або нижче, або вище заданого порогу. У разі, якщо значення пікселя стає більше порогового значення, то піксель відноситься до рухомого об'єкту. Інакше, алгоритм відкидає даний піксель. Так як використовується півтонування, відповідно, граничним значенням буде величина 255

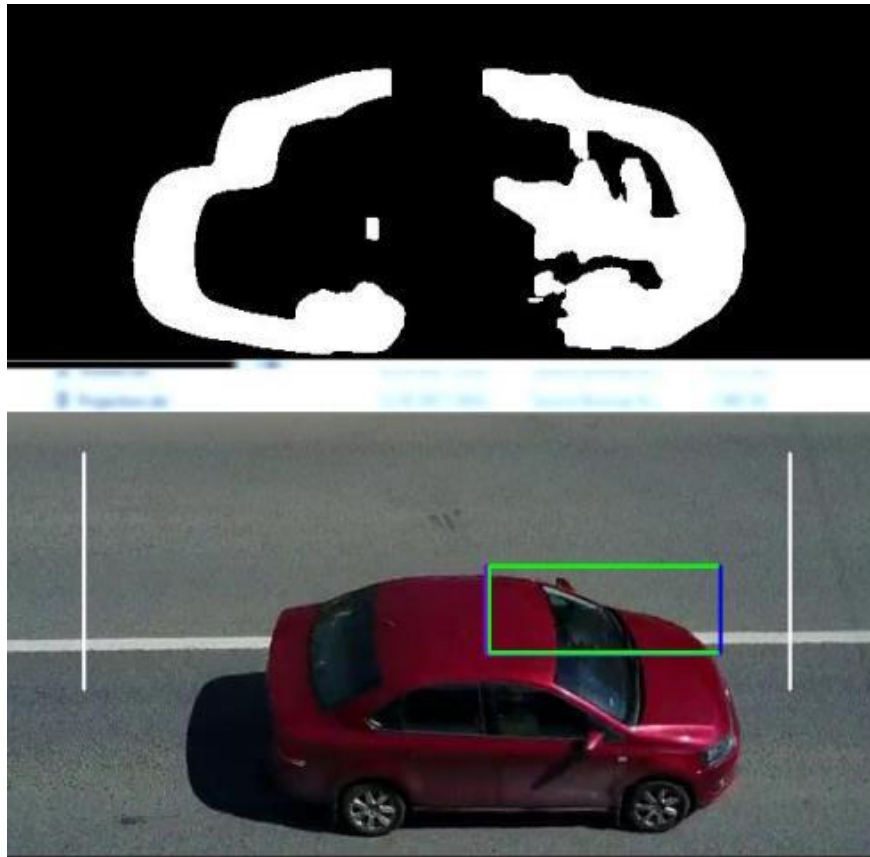


Рис. 2.6 Результат формування двійкової маски [11]

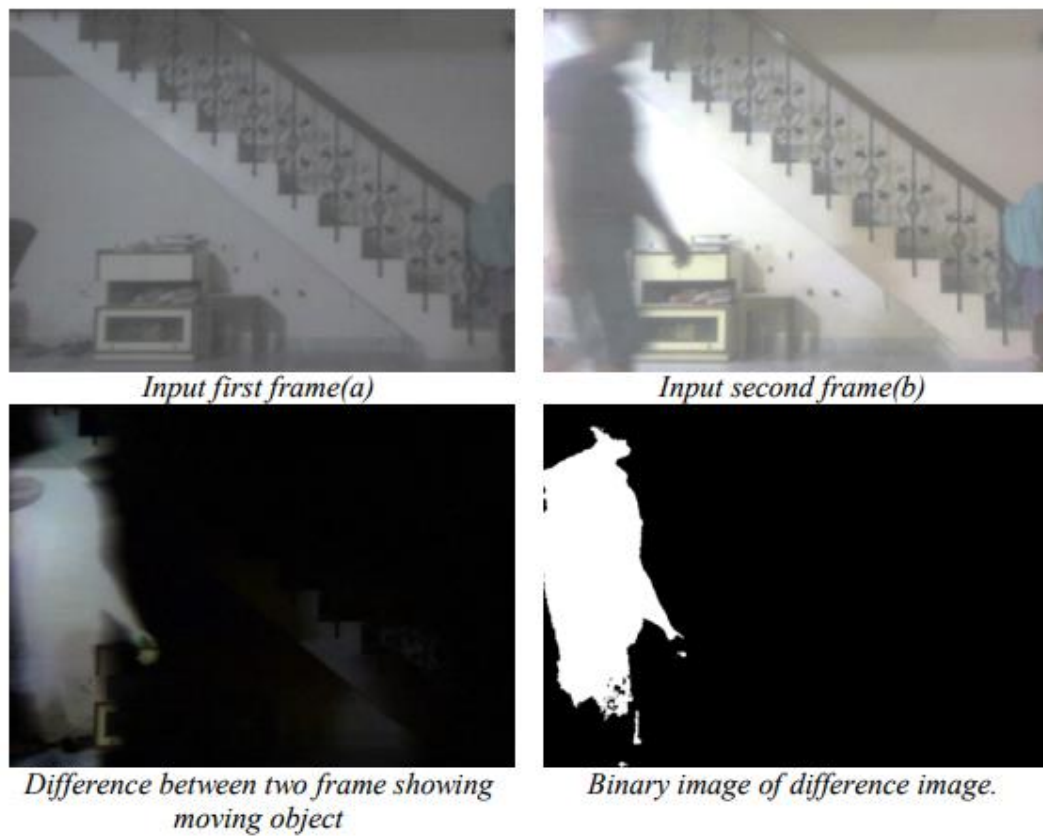


Рис.2.7 Різниця між двома кадрами спостереження рухомого об'єкта

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ І АЛГОРИТМИ ВИЯВЛЕННЯ ТРИВОЖНИХ ПОДІЙ

3.1. Огляд існуючих алгоритмів

Відеоаналітика – це програмно-апаратний комплекс для автоматизованого збору даних на підставі аналізу потокового відео (відеоаналізу).

Відеоаналітика спирається на алгоритми обробки зображення і розпізнавання образів, що дозволяють аналізувати відео без прямої участі людини. Під відеоаналітикою розуміється не тільки виявлення руху об'єкта або перетин контрольної лінії. Вона включає в себе також ідентифікацію об'єктів (люди, транспорт, багаж), оцінку об'єктів, і застосування правил до оцінки їх поведінки. Порушення подібних правил, наприклад залишений багаж або автомобіль, що стоїть на стоянці занадто довго, генерує тривожне повідомлення і дозволяє оператору правильно відреагувати на ситуацію.

1. Рух в забороненому напрямку – сценарій ситуації, за яким тривожним вважається рух об'єкта в забороненому напрямку відносно умовно заданих меж.

2. Стерильна зона – поява об'єкта в полі зору камери, перетин ним умовно заданої забороненої лінії або перебування в забороненій зоні. При цьому об'єктом в цих двох сценаріях може бути і людина, і транспортний засіб, і тварина.

3. Залишений (зниклий) предмет – залишення предметів у полі зору камери (або обмеженою умовними лініями зони) або зникнення предмета, що раніше входив у поле зору камери.

4. Кинутий об'єкт – перекидання предмета у полі зору камери.

Серед завдань цифрової обробки зображень можна виділити два, пов'язані з рухом об'єктів: визначення рухомих об'єктів і побудова їх траєкторій. При вирішенні цих завдань виділяють два типи відеозображень: зняті на нерухому і на рухому камеру, для яких існують свої методи. Далі будуть розглянуті методи

виявлення рухомих об'єктів і побудови траєкторій їх руху. Розглянуті алгоритми використовують дані, отримані з нерухомою камери.

Виявлення об'єктів

На даний момент розроблено кілька алгоритмів для вирішення задачі виявлення рухомих об'єктів на двомірних зображеннях. Всі вони ґрунтуються на відділенні переднього плану від фону зображення і не вимагають великих обчислювальних ресурсів. Методи віднімання фону виробляють попіксельне порівняння поточного кадру з моделлю і, в залежності від результатів порівняння, виносять пікселі на передній план і фон [10].

Найбільш часто результуюче зображення показує різницю у вигляді світлих областей на темному тлі. Світлі області демонструють, в яких ділянках було зареєстровано переміщення. Такий вид результуючого зображення також називається бінарним або маскою переднього плану.

Метод вирахування фону. За основу фону береться перший кадр відеопослідовності, який вираховується з наступних кадрів. Встановлюється поріг чутливості, в залежності від якого вирішується, до якого плану належать пікселі. Якщо різниця значень пікселів вихідного кадру і поточного перевищує порогове значення, то піксель стає передньоплановим, інакше – фоновим. Ефективність виявлення об'єктів багато в чому залежить від способу обчислення фонового зображення, але навіть при використанні примітивних методів на отриманому різницевому зображенні будуть цілком виділені рухомі об'єкти. Існує безліч алгоритмів обчислення фону (наприклад, GMM [11], MOG [12]), що відрізняються часом і якістю роботи.

Даний алгоритм нечасто застосовується на практиці, так як має безліч недоліків:

- при низькій контрастності алгоритм не може правильно відокремити об'єкт від фону;
- результатом відділення стає об'єкт низької якості;

- нестійкий до змін заднього фону, тому що на початкове зображення можуть потрапити нестатичні об'єкти (наприклад, припарковані автомобілі, дерева);
- нестійкий до змін освітлення, світло і тіні повністю змінюють колірні характеристики фону.

Метод усередненого фону є модифікацією методу вирахування фону. Різниця полягає в тому, що за початкове зображення приймається усереднена послідовність початкових кадрів, при цьому початкове зображення постійно оновлюється під час роботи алгоритму. Число кадрів послідовності може легко регулюватися, щоб отримати бажану чутливість до змін фону.

У даного алгоритму можна виділити наступні переваги:

- алгоритм стійкий до повільної зміни фону;
- стійкий до зміни освітленості сцени.

Метод фільтра низького рекурсивного згладжування. Як і в попередньому методі, для виділення фону береться послідовність кадрів. Але для фону використовується тільки послідовність з декількох попередніх поточному кадрів, початкові кадри не використовуються. Особливістю алгоритму вважається наявність коефіцієнта використання поточного кадру. Чим більше значення коефіцієнта, тим більше вплив поточного кадру [13].

Особливості методу:

- даний метод добре справляється з динамічним фоном;
- при високому значенні коефіцієнта форма об'єкта може мати низьку якість;
- при низькому значенні коефіцієнта алгоритм добре виділяє повільні об'єкти.

Швидкі об'єкти залишають після себе великий шлейф, так як використовуються переміщення об'єктів з попередніх кадрів, але нечітко визначено задній план.

Останнім часом для виділення об'єктів стали застосовувати методи машинного навчання. Для цього необхідно зібрати навчальну вибірку і

налаштувати класифікатор. Для виявлення об'єктів кадр відеозображення розбивається на безліч зображень меншого розміру, після чого кожне з них подається на вхід класифікатору, який на основі обчислених ознак визначить, містить зображення об'єкт чи ні.

За описаним методом побудовано ряд систем (наприклад, HOG + SVM [11], DPM [12], CNNs [14]), які показують високу ефективність роботи. Але процес навчання і налаштування цих систем досить трудомісткий і вимагає добре організованої навчальної вибірки. Для кожного типу об'єктів (наприклад, людина або автомобіль) і кута огляду камери необхідно зібрати індивідуальну навчальну вибірку і налаштувати алгоритм. Тільки при цих умовах системи демонструють високу якість виявлення об'єктів.

Представлені алгоритми є простими в застосуванні і зазвичай використовуються в сукупності з іншими алгоритмами для досягнення необхідних цілей при використанні відеоспостереження. Зокрема, для відстеження переміщення і супроводу об'єктів застосовуються алгоритми, які використовують вихідні дані алгоритмів виявлення об'єктів. Подібні комбінації використовуються практично в будь-яких сучасних охоронних системах.

Відстеження об'єктів

Завдання відстеження об'єктів полягає в тому, щоб на основі послідовності зображень побудувати траєкторії руху заданих об'єктів. При цьому послідовність зображень може бути доповнена різною інформацією: об'єктами, виявленими на попередніх кадрах, швидкістю і напрямом їх руху [15].

Алгоритм шаблонів рухів (Motion Templates) – заснований на пошуку меж об'єктів в кожному кадрі відеопотоку $I_t(h, \omega)$ [16]. Зміщення кордону на новому кадрі $I_{t+1}(h, \omega)$ відносно попереднього кадру задає вектор руху об'єкта. Цей алгоритм має найбільшу ефективність при аналізі руху великих об'єктів.

Метод зміщення середнього (Mean-Shift) – заснований на математичній моделі, у рамках якої обчислюється локальний екстремум щільності розподілу набору характерних точок. Алгоритм відстежує зміщення умовного центру мас точок, що визначають об'єкт спостереження. У результаті на виході отримуємо

вектор руху об'єкта [17]. Найбільша ефективність алгоритму досягається тоді, коли колірна різниця об'єкта та фону яскраво виражена;

Алгоритм безперервно адаптуємого зміщення (CamShift) – являє собою модифікацію алгоритму зміщення середнього, але відрізняється тим, що автоматично підлаштовує кордони і розмір вікна, в межах якого розташовані характерні точки [18]. Такий підхід дозволяє точніше відстежити об'єкт, що змінюється в розмірах;

Алгоритм Лукаса – Канаді (Lucas – Kanade) – заснований на диференціальному обчисленні оптичного потоку за допомогою аналізу пікселів (передбачається, що оптичний потік однаковий для пікселів, що лежать в околиці центру вікна стеження), при цьому зміщення пікселів між сусідніми кадрами $I_t(h, \omega)$ має бути невеликим [19]. Даний алгоритм понад двадцять років активно використовується в додатках комп'ютерного зору і вже довів свою високу ефективність для широкого кола завдань;

Метод Віоли – Джонса (Viola – Jones) – заснований на виявленні в кадрі $I_t(h, \omega)$ наборів пікселів, які збігаються з заздалегідь підібраними шаблонами, що складаються з білих і чорних прямокутників [20, 21]. Для розпізнавання різних об'єктів потрібен свій унікальний набір шаблонів, який створюється шляхом навчання алгоритму на конкретному об'єкті. Правильно навчений алгоритм працює з високою ефективністю, проте сам процес навчання досить трудомісткий, вимагає від розробника-дослідника спеціальних знань про даний алгоритм і добре організованою навчальною вибіркою.

3.2. Алгоритми відстеження об'єктів за допомогою поворотних камер

Перспективним напрямком вдосконалення розглянутих методів є розробка алгоритмів відстеження об'єктів за допомогою поворотних камер, що спостерігають за однією сценою з різних ракурсів.

Щоб формалізувати поняття «алгоритм виділення рухомих об'єктів», визначимо відеосигнал як послідовність кадрів $\{F_i\}_{i=1}^{\infty}$, у якій кожний кадр F_i можна розглядати як вектор-функцію:

$$F_i: (x, y) \rightarrow (F_i^R(x, y), F_i^G(x, y), F_i^B(x, y)) = (R, G, B),$$

$$x, y, R, G, B \in Z$$

$$1 \leq x \leq W, 1 \leq y \leq H, W \times H - \text{роздільна здатність кадру}, \quad (3.1)$$

$$0 \leq R \leq 255, 0 \leq G \leq 255, 0 \leq B \leq 255,$$

тобто кожній парі (x, y) координат точки зображення співставляються три числа R, G, B (червоний, синій і зелений кольори відповідно). Таким чином, кадр представляється трьома одновимірними функціями F_i^R, F_i^G, F_i^B . Зазначене подання відповідає формату кадру, який прийнято називати «RGB24».

Алгоритм виділення рухомих об'єктів, який ми позначимо A , є процедурою, яка приймає на вхід один за другим кадри послідовності F_i . Результатом процедури є деяка інформація I_i про рухомі об'єкти. Таким чином, за допомогою алгоритму A для будь-якого натурального N можна побудувати відповідність

$$\{F_i\}_{i=1}^N A \rightarrow I_n \quad (3.2)$$

Структура інформації I_n залежить від мети, для якої призначений алгоритм A . Наприклад, у відеореєстраторах алгоритми визначення руху виділяють лише факт присутності або відсутності рухомих об'єктів у кадрі, тому $I_N = \{\delta_i\}_{i=1}^N$, де $\delta_i = 1$ $i=1$, якщо алгоритм A виявив рух на i -му кадрі, і $\delta_i = 0$ в іншому випадку. В [22–24] описуються алгоритми виділення руху з більш складними вихідними даними I_N , що містять в собі інформацію про стан об'єктів, які рухаються на поточному та попередніх кадрах. Формально це можна представити у вигляді

$$I_n = \{\Omega_j\}_{j=1}^{M_N}, \Omega_j = \{\omega_i\}_{i=1}^N, \omega_i = (r_i, X_i), \quad (3.3)$$

де Ω_j – інформація про j -му об'єкті з M_N об'єктів, виявлених алгоритмом A на кадрі N (якщо $M_N = 0$, то $I_N = \emptyset$).

Інформація Ω_j складається з набору даних про об'єкт ω_i на кожному i -му кадрі: r_i – положення об'єкта, а X_i – його властивості. Наприклад, в якості r_i можуть бути координати центру мас зображення об'єкта, або множина всіх координат точок об'єкта (силует), або прямокутна рамка, що обмежує цю множину. В якості X_i може бути клас об'єкта, отриманий в процесі розпізнавання. Якщо об'єкт відсутній на i -му кадрі, то $r_i = \varepsilon$ і $X_i = \varepsilon$, ε – «порожня» характеристика, спеціальне значення, що показує відсутність об'єкта на кадрі або відмову алгоритму A .

Маючи дані I_N в формулі (3.3), порівняно легко будувати гіпотези про ті чи інші події: аналіз траєкторій об'єктів і їх класифікація дозволяють з деякою вірогідністю автоматично виділяти в зоні спостереження аналітичної відеосистеми події таких типів:

– присутність людини в забороненій зоні

$$\exists N \exists \Omega_j \in I_N \exists \omega_i = (r_i, X_i) \in \Omega_j: \quad (r_i \text{ потрапляє в заборонену зону}),$$

– перехід людини з кроку на біг

$$\begin{aligned} \exists N \exists \Omega_j \in I_N \exists \omega_i = (r_i, \text{«людина»}) \in \Omega_j: \quad & \text{(швидкість уздовж} \\ \Omega_j \exists K < N: \quad & \text{траєкторії } \{r_i\} \text{ до кадру } K; \text{ в} \\ & \text{кілька разів менше швидкості} \\ & \text{після кадру } K), \end{aligned}$$

– наявність руху в i -му кадрі

$$\exists \Omega_j \in I_N \exists \omega_i \in \Omega_j: (r_i \neq \varepsilon),$$

– зупинка об'єкта

$$\begin{aligned} \exists N \exists \Omega_j = \{(r_i, X_i)\} \in I_N: \quad & \text{(цифровий сигнал модуля швидкості} \\ & \text{уздовж траєкторії } \{r_i\} \text{ менше шуму цифрового} \\ & \text{сигналу положення } \{r_i\}). \end{aligned}$$

Саме достовірне визначення подій по відеосигналу розширює можливості практичного застосування аналітичних відеосистем у різних додатках в порівнянні з відеореєстраторами: оператор таких систем може менше приділяти увагу безпосередньому контролю зображення з відеокамер, орієнтуючись на автоматичні підказки про ситуацію в зоні спостереження.

Інша особливість аналітичних відеосистем, розглянутих в [22, 23], полягає у взаємодії камер поворотних і нерухомих для отримання більш детальних зображень подій на спостережуваній території. Сама ідея використання керовано збільшуваних зображень надзвичайно важлива при використанні аналітичних відеосистем.

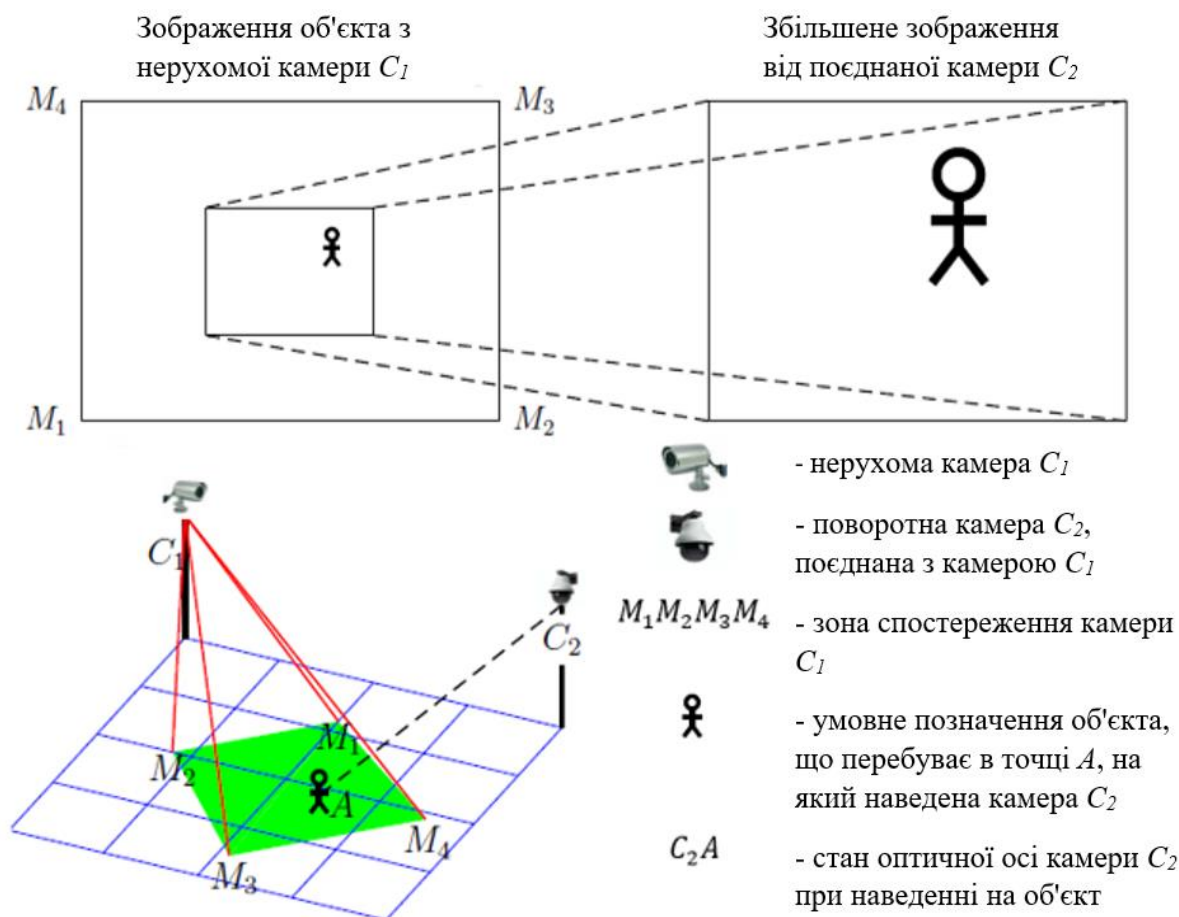


Рис. 3.1 Схеми поєднання нерухомої і поворотної відеокамер.

Поєднання нерухомої та поворотної відеокамер є операцією пошуку функції, яка кожній області зображення нерухомої камери зіставляє такі параметри управління поворотного пристрою і такі значення збільшення і фокусування об'єктива відеокамери, що при застосуванні даних параметрів

зображення поворотної відеокамери є сфокусованим зображенням даної області з оптимальним збільшенням.

Рисунок 3.1 ілюструє поєднання нерухомої та поворотної відеокамер. В зоні спостереження нерухомої відеокамери C_1 виділена область із зображенням людини, яка перебуває в межах спостереження $M_1M_2M_3M_4$. Поворотна камера C_2 наведена на виділену область, і показує зображення з великим збільшенням і більш високою роздільною здатністю. Орієнтація осі C_2A визначається кутами повороту, а збільшення – значеннями параметрів управління об'єктиву відеокамери C_2 . Необхідні значення параметрів управління поворотної камери, які задають наведення на потрібну область, визначаються в результаті спеціальної процедури поєднання відеокамер.

Крім поєднання нерухомих і поворотних камер, можуть бути пов'язані дві і більше нерухомих камери, зони спостереження яких перетинаються. Поєднання пари нерухомих камер – це пошук перетворення, що переводить координати точки зображення однієї відеокамери в координати відповідного зображення іншої відеокамери у випадку, коли зони огляду відеокамер перетинаються.

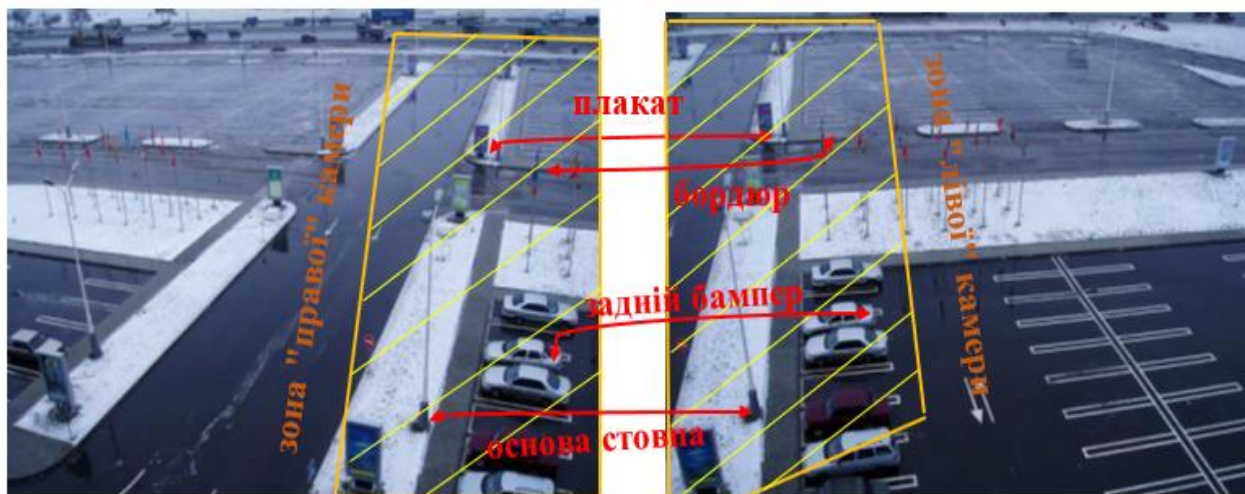


Рис. 3.2 Поєднання нерухомих відеокамер.

Приклад поєднання відеокамер представлений на рис. 3.2. На зображеннях камер із спільною зоною огляду відзначені дві четвірки точок, що відповідають зображенню одних і тих же об'єктів. За допомогою перетворення координат повинні переводитися, наприклад, визначені точки зображення лівої камери у

визначені точки зображення правої камери. Спосіб обчислення перетворення координат визначається в процесі поєднання пари нерухомих камер.

Основна мета поєднання полягає в співставленні інформації, одержуваної при обробці відеосигналів від різних камер. Припустимо, що дві відеокамери поставляють синхронізовані за часом потоки кадрів $\{F_i^1\}_{i=1}^{\infty}$ і $\{F_i^2\}_{i=1}^{\infty}$, відповідно. Після застосування алгоритму виділення і класифікації рухомих об'єктів A в перших N кадрах послідовностей одержимо інформацію $I_N^1 = \{\Omega_j^1\}$ і $I_N^2 = \{\Omega_j^2\}$ про об'єкти від першої і другої камер у формулі (3.1).

Поєднання двох відеокамер із спільною зоною огляду дозволяє виявити для деяких об'єктів з I_N^1 і I_N^2 відповідність, тобто визначити, що обидва об'єкти є зображенням одного фізичного об'єкта. Якщо встановлено відповідність $\Omega_k^1 \leftrightarrow \Omega_m^2$ то можна говорити про «узагальнений об'єкт» $\{\Omega_k^1, \Omega_m^2\}$, який є сукупною інформацією про переміщення одного фізичного об'єкта в зоні спостереження поєднаних відеокамер системи.

Узагальнені об'єкти дозволяють більш гнучко аналізувати події, що відбуваються в зоні огляду, наприклад, якщо об'єкти Ω_k^1 і Ω_m^2 ($\Omega_k^1 \leftrightarrow \Omega_m^2$) задіяні в ситуації, що проаналізована як тривожна, то повідомлення оператору має бути видано одне, а не два. Крім того, можна виділяти складніші події, ніж було вказано раніше, наприклад, можна виділити узагальнені об'єкти, що побували в полі зору різних відеокамер в спеціально зазначеній послідовності.

Як наведення поворотних камер на рухомі об'єкти, так і співставлення об'єктів, вимагає синхронної обробки даних в паралельних модулях аналізу відеосигналу. Наприклад, в попередньому прикладі для співставлення об'єктів повинні бути синхронізовані в часі послідовності кадрів з двох відеокамер, а модулі обробки відеосигналу нерухомих камер повинні обмінюватися інформацією про об'єкти в спільній зоні спостереження, тобто синхронізувати дані про становище об'єктів між собою. Модулі управління поворотними відеокамерами також повинні синхронізувати дані з нерухомими відеокамерами про положення і швидкість об'єктів в зоні спостереження.

Синхронізація – це способи обміну даними між паралельними оброблювачами відеосигналів камер, поєднаних між собою, а також алгоритми взаємодії оброблювачів аналітичної відеосистеми, наприклад, для наведення поворотних відеокамер на об'єкти або для співставлення об'єктів з певних нерухомих відеокамер. Особливий вид поєднання, введений в [22, 23] для аналітичних відеосистем, – поєднання плану місцевості (топографічної карти) з нерухомими камерами для того, щоб підвищити ергономічні характеристики системи. Сенс поєднання полягає в тому, що поля зору камер системи, а також виділені за допомогою аналізу відеосигналу події, відображаються на зображенні карти місцевості, де ведеться спостереження. За допомогою представлення інформації на плані місцевості вдається полегшити сприйняття оператором системи інформації про події, що відбуваються в зоні спостереження.

3.3. Алгоритми виявлення потенційно тривожних сценаріїв руху об'єкта

Методи розглянуті вище представляють собою пакет пов'язаних модулів. До того, як модуль здійснює розрахунки породжує вихідні відомості, які в подальшому будуть передані іншим модулям, він очікує появи вхідних відомостей. Залежно від розв'язуваних завдань комплект модулів здатний бути налаштований окремо для кожної з відеокамер або групи відеокамер. При використанні зазначеного підходу можна сформувати не тільки легко масштабовану, але і розподілену систему.

Метод відстеження рухомих об'єктів складається з 2-ух модулів:

- детектора рухомих об'єктів;
- модуля відстеження об'єктів.

Модуль, який аналізує переміщення об'єктів і генерує інформацію про те, що трапилася подія, про яку має бути інформованим оператор системи інтелектуального відеоспостереження, є окремим.

Детектор рухомих об'єктів по черзі приймає на вхід по одному кадру, який представляє собою матрицю $F = (f_{x,y})$ розміром $W \times H$. Значення інтенсивності зображення в точці (x, y) є елементом матриці. На виході детектор видає перелік виявлених об'єктів у вигляді структури, яка містить розташування об'єкта на зображенні, а також його розмір і набір ознак. Цей перелік необхідний для ідентифікації об'єкта в наступних кадрах. Детектор об'єктів базується на алгоритмі віднімання фону. Оновлення фону B_i відбувається на основі i -го кадру відеопотоку:

$$B_i = \begin{cases} F_0, & i = 0 \\ (1 - \alpha)B_{i-1} + \alpha F_i, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (3.4)$$

де α – це коефіцієнт навчання, який визначає вплив поточного кадру на оновлення фону. Значення параметра має перебувати в інтервалі від 0 (фон не буде оновлюватися) до 1 (фон буде повністю збігатися з попереднім кадром).

Під час експериментів не вдалося знайти універсального значення, коли алгоритм працює коректно на безлічі відео. Виявлено такі недоліки:

- при певних значеннях коефіцієнта навчання метод не встигає брати до уваги зміни освітленості кадру;
- при збільшенні параметра на розрахунковому тлі виникають об'єкти, які зупинилися на невеликий період часу.

Щоб вирішити ці проблеми пропонується додатково обчислювати фон з іншим коефіцієнтом навчання $\alpha' > \alpha$, який будемо позначати B' [24].

При *першому етапі* обчислюється фон зображення.

Крок 1 – обчислюємо два зображення фону B_i і B_i' з коефіцієнтами навчання α і α' .

Крок 2 – обчислюємо різницю $D' = |B_i - B_i'|$, для знаходження області зі зміненим освітленням, на якій будуть виділені об'єкти, що зупинилися. Для виявлення областей зі зміненим освітленням, характерною особливістю яких є близька до нуля вибіркова дисперсія інтенсивності пікселів, необхідно зробити наступне:

$$m'_{x,y} = \begin{cases} 1, & \sigma \left(\bigcup_{(x',y') \in N_q(x,y)} d'_{x',y'} \right) < \varepsilon \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (3.5)$$

де, $N_q(x_0, y_0) = \{(x, y), \|x - x_0\| \leq q \text{ і } |y - y_0| \leq q\}$ – окіл точки (x_0, y_0) розміром q , $\sigma(P) = \frac{1}{|P|} \sum_{p \in P} (p)^2 - \left(\frac{1}{|P|} \sum_{p \in P} p \right)^2$ – вибіркова дисперсія виборки P .

Крок 3 – обчислення фону B здійснюємо наступним чином:

$$B = (1 - M')B_i + M'F_i, \quad (3.6)$$

де $M_i = (m'_{x,y})$, обчислена на попередньому кроці, а множення матриць виконується поелементно.

На другому етапі обчислюється різниця $D = |F_i - B|$ для виявлення об'єктів. Створюється бінарне зображення з виділеними областями руху за принципом:

$$m_{x,y} = \begin{cases} 1, & d_{x,y} \geq \tau \\ 0, & \text{інакше.} \end{cases} \quad (3.7)$$

Після чого до отриманого бінарним зображення застосовуються морфологічні перетворення такі як розмикання і замикання. На отриманому бінарному зображенні виділяються контури, визначаються розміри і координати об'єктів, обчислюються гістограми зображень об'єктів.

Модуль відстеження об'єктів

В якості вхідних даних модуль відстеження об'єктів приймає виявлені ним об'єкти. Інформація, видана на виході модулю про рух об'єкта:

- час початку і закінчення відстеження;
- розмір самого об'єкта;
- напрямок руху об'єкта.

Список об'єктів (o_1, \dots, o_n) , що містять однакову кількість фізичних об'єктів, виявлених на послідовних кадрах, можна назвати трек t . Трек функціонує з модулем.

Приклад відстеження об'єктів. Нехай дві людини проходять в кадрі, і треки з ідентифікаторами A і B відповідають їм. При перетині траєкторій одна людина перекриває іншу, через це детектор вибере один об'єкт. Такі об'єднані об'єкти повинні міститися в новому треку, наприклад, з ідентифікатором AB . Після перекриття люди будуть виявлятися окремо. Буде створено два нових треки з ідентифікаторами A' і B' як показано на рисунку 3.3.

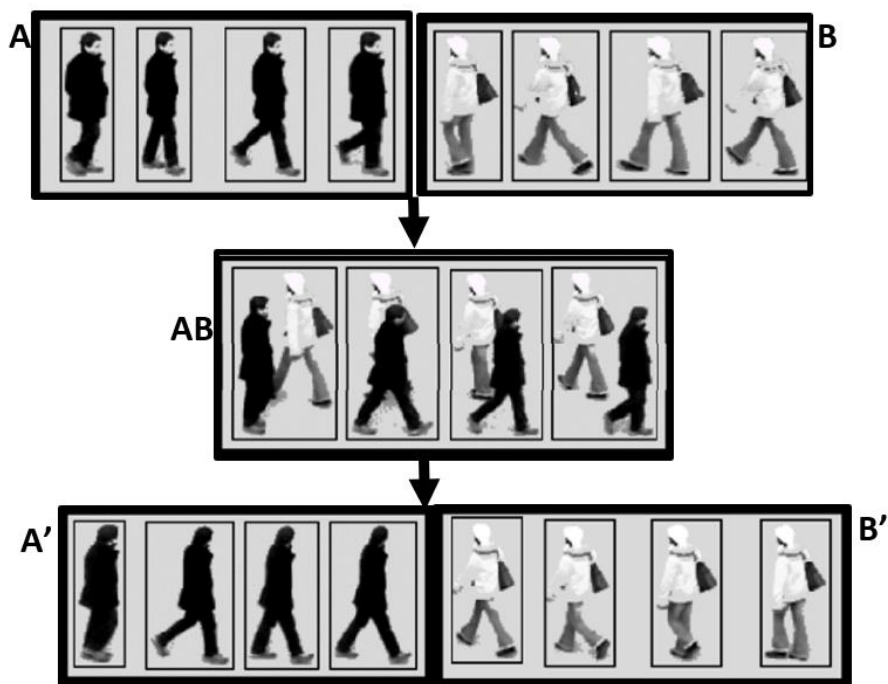


Рис. 3.3 Робота модулів виявлення та відстеження об'єктів. Тонка рамка обведена навколо виявлених об'єктів, товста рамка – треки об'єктів [24].

Етап перший. Модуль створює нові треки і оновлює вже існуючі. Для цього піддається аналізу інтервал між об'єктами, виявленими в попередньому, а також поточному кадрах. Якщо безліч раніше виявлених треків позначимо як T , то з кожним треком $t_i \in T$ окремо можна однозначно зіставити об'єкт o_i , виявлений на попередньому кадрі. Це безліч позначимо як O . Безліч виявлених в поточному кадрі об'єктів позначимо як O' . Тепер можна побудувати двочастковий граф:

$$G = (O, O', R) \quad (3.8)$$

де $R = \{(o_i, o'_j) | o_i \in O, o'_j \in O', d(o_i, o'_j) < d_{min}\}$, а $d(o_i, o'_j)$ – відстань між об'єктами o_i і o'_j .

Додамо об'єкт o'_j до треку t_i , в разі виконання умов $(o_i, o'_j) \in R$ і $\deg(o_i) = \deg(o'_j) = 1$. Ті ж об'єкти o'_j , що не були додані до жодного з існуючих треків створюємо нові треки t'_j . Причому, якщо в графі G існує ребро (o_i, o'_j) , то ми кажемо, що трек t_i – батько треку t'_j , чи t'_j – дитина треку t_i . Наприклад, треки A і B на рис. 3.3 є батьками треку AB , а треки A' і B' дітьми треку AB .

Етап другий. Визначення розділилися треків. Для цього виконується аналіз гістограм. Треку зіставляється гістограма, рівнозначною сумі гістограм об'єктів, що містяться в треку.

Через відстань Бхаттачарія можна визначити схожість двох гістограм:

$$d_B(K_p, K_c) = \sqrt{1 - \frac{\sum_i \sqrt{K_p(i)K_c(i)}}{\sqrt{\sum_i K_p(i) \sum_i K_c(i)}}} \quad (3.9)$$

де $K(j)$ – значення гістограми на інтервалі j . Чим ближче до нуля це значення, тим більше схожі об'єкти.

Нехай трек t має батьків p_1, \dots, p_n і дітей c_1, \dots, c_m . Тоді будується матриця

$$S = (d_B(K_{p_i}, K_{c_j})) \quad (3.10)$$

рядки якої відповідають батькам, стовпці - дітям.

На перетині рядка і стовпця міститься число, що характеризує міру подібності треків. Якщо виконані три умови, то треки p_i і c_j вважаються схожими:

$$\begin{aligned} S_{i,j} &\leq \varepsilon \\ \arg \min_i S_{i,j} &= i \\ \arg \min_j S_{i,j} &= j \end{aligned} \quad (3.11)$$

Якщо умови позитивні, то замість присвоєного раніше треку c_j присвоюється ідентифікатор треку p_i .

Етап третій. За правилом $v = \sum_{i=1}^{n-1} d(o_i, o_{i+1}) / (n - 1)$ і напрямки руху треку φ , що задається кутом між вектором $(1, 0)$ і вектором різниці координат об'єктів o_n і o_{n-1} , відбувається обчислення середньої швидкості руху треку $t = (o_1, \dots, o_n)$.

Треки об'єктів надходять на вхід модуля, а на виході інформація про подію, якщо воно було виявлено в поточному кадрі. Вся обчислювальна робота була пророблена на попередньому етапі, тому алгоритми виявлення тривожних подій відносно прості.

$$|\varphi - \varphi_0| < \Delta_\varphi \quad (3.12)$$

де φ – обчислене напрямком руху треку; φ_0 – заборонений напрямок, вказаний користувачем; Δ_φ – точність визначення напрямку.

Якщо виконується умова (3.12), то трек $t = (o_1, \dots, o_n)$ рухається в забороненому напрямку.

$$\exists i \text{ area}(o_i) \cap Z \neq \emptyset \quad (3.13)$$

де $\text{area}(o)$ – множина точок вхідного зображення, що містять об'єкт o ; Z – множина точок, які задають стерильну зону.

Якщо виконується умова (3.13), то трек t буде знаходитися в стерильній зоні.

Трек t буде стежити за залишеним предметом, якщо час відстеження треку $n > n_0$ і середня швидкість $v \leq v_0$, де n_0 і v_0 – параметри, раніше задані користувачем.

Якщо повідомлення, в якому міститься тип події та ідентифікатор треку, відправляється оператору, то він може запросити відеофайли з відображеним треком об'єкта з метою більш детального дослідження причин того, що сталося.

Модуль виявлення кинутих предметів

Метод виявлення кинутого об'єкта базується на наступних властивостях: об'єкт невеликого розміру; об'єкт компактний, тобто об'єкт близький до форми

кола; траєкторія – балістична парабола. Важливо зауважити, що траєкторія кинутого об'єкту залишається параболічною і в разі перспективного перетворення зображення.

Етап перший. Обчислюється міжкадрова різниця для визначення області інтенсивного руху. Через високу швидкість руху зображення кинутого об'єкта не перекриваються на сусідніх кадрах, тому такі об'єкти добре розрізняються по міжкадровій різниці. На міжкадровій різниці фільтруються області, які не задовольняють властивостям малого розміру кинутого об'єкту. Після цього на бінарному зображенні шукаються центроїди зв'язкових областей.

Етап другий. Здійснюється пошук параболічної траєкторії, для цього використовується алгоритм RANSAC (random sample consensus – консенсус за випадковою вибіркою) [25].

RANSAC – це загальний метод, який використовується для оцінки параметрів моделі на підставі випадкових вибірок. При зіставленні модель являє собою матрицю перетворення (гомографія). На вході алгоритму є два безлічі дескрипторів. Схема роботи RANSAC складається з багаторазового повторення трьох етапів:

1. Вибір точок і побудова параметрів моделі. З вхідних множин дескрипторів вибираються випадковим чином без повторень набори фіксованого розміру. На підставі отриманих наборів будується матриця перетворення.

2. Перевірка побудованої моделі. Для кожного дескриптора зображення об'єкта знаходиться проекція на поточному кадрі і виконується пошук найбільш близького дескриптора з безлічі дескрипторів поточного кадру. Дескриптор позначається як викид, якщо відстань між проекцією і відповідним дескриптором поточного зображення більше деякого порога.

3. Заміщення моделі. Після перевірки всіх точок перевіряється, чи є побудована модель кращою серед набору попередніх моделей. В результаті застосування RANSAC будується найкраща матриця гомографії.

Завдання алгоритму полягає в тому, щоб розділити їх на дві множини: хороші точки (не викиди), що задовольняють прихованій моделі, і неправдиві точки (викиди), шуми – випадкове включення в вихідні дані. Алгоритм працює в кілька ітерацій. Кількість ітерацій дорівнює передбачуваному числу кадрів, на яких рухається кинутий об'єкт, а на кожній ітерації виконується два кроки.

Гіпотеза. З вхідного набору даних вибирається мінімальний набір зразків. Після чого, обчислюються параметри моделі з використанням тільки елементів мінімального набору зразків. Їх потужність визначається як найменша величина, достатня для визначення параметрів моделі. Для обчислення параметрів параболічної траєкторії досить набору зразків з трьох точок.

При побудові гіпотези слід врахувати той факт, що об'єкт рухається балістичною траєкторією, а відповідно вісь параболи буде завжди паралельна вісі ординат у прямокутних координатах. Маючи мінімальний набір з трьох точок $R_1(x_1, y_1)$, $R_2(x_2, y_2)$, $R_3(x_3, y_3)$, де $x_3 > x_2 > x_1$ можемо розрахувати параметри параболи

$$y = ax^2 + bx + c \quad (3.14)$$

згідно формул:

$$a = \frac{y_3 - \frac{x_3(y_2 - y_1) + x_2y_1 - x_1y_2}{x_2 - x_1}}{x_3(x_3 - x_2 - x_1) + x_1x_2} \quad (3.15)$$

$$b = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} - a(x_1 + x_2) \quad (3.16)$$

$$c = \frac{x_2y_1 - x_1y_2}{x_2 - x_1} + ax_1x_2 \quad (3.17)$$

Перевірка Гіпотези. На другому етапі RANSAC перевіряє, які елементи набору даних узгоджуються з моделлю, визначеною параметрами, отриманими на першому кроці. Для кожного елемента $R_i(x_i, y_i)$ крім R_1, R_2, R_3 обчислимо значення

$$Y_i = ax_i^2 + bx_i + c \quad (3.18)$$

Формула 3.18 є "ідеальною" ординатою елемента R_i , розташованого на гіпотетичній параболі і маючого абсцису x_i .

Для оцінки відхилення ординати y_i реального елемента R_i від "ідеальної" ординати Y_i введемо параметр ε . У разі, якщо виконується вимога:

$$|y_i - Y_i| \leq \varepsilon \quad (3.19)$$

то будемо вважати, що елемент R_i задовольняє гіпотезі і відповідно включається в консенсус-множину, в іншому випадку він відкидається.

Таким чином, у результаті роботи алгоритму RANSAC отримаємо параметри моделі і консенсус-множину, елементи якої задовольняють знайденій моделі гіпотези. При цьому, якщо потужність консенсус-множини виявилася менше заданої величини, то вважаємо, що подія кидка не відбулося.

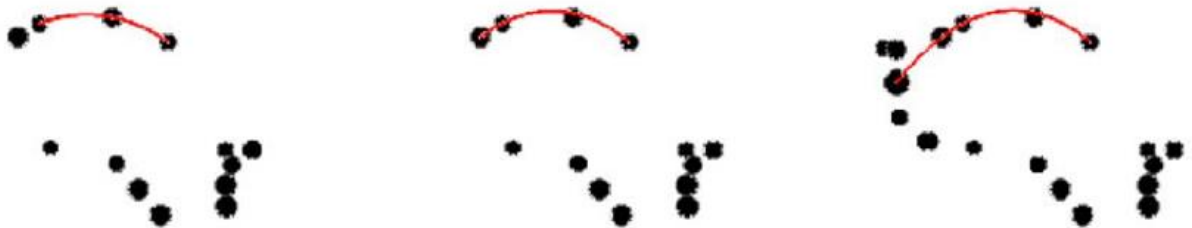


Рис. 3.4 Консенсус-множина точок і обчислена траєкторія кидка [25].

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ

4.1. Міжнародні стандарти у сфері відеоспостереження

Стандартизація інтелектуальних систем відеоспостереження в міжнародній сфері з'явилася відносно недавно. Наступні міжнародні організації розробляють інтерфейси передачі та управління даними для систем відеоаналітики:

ONVIF (Open Network Video Interface Forum) – галузева міжнародна організація, яка займається розробкою стандартизованих протоколів для взаємодії різного обладнання і програмних засобів, що входять до складу систем безпеки (IP–камер, IP–кодерів, відеореєстраторів, контролерів доступу і т.п.) . Міжнародний форум ONVIF заснований компаніями Axis Communications, Bosch Security Systems і Sony в 2008 році з метою розробки і поширення відкритого стандарту для систем мережевого відеоспостереження [26].

PSIA (Alliance of Interoperability Alliance) є глобальною консорціумом з більш ніж 50 виробників і системних інтеграторів фізичної безпеки, який зосереджений на просуванні взаємодії між різними пристроями безпеки з IP-підтримкою у всіх сегментах індустрії безпеки.

Аналіз показує, що обидва стандарти досить схожі. Обидва пропонують загальні можливості для управління і контролю пристроїв для забезпечення взаємодії між різними продуктами. Кожна специфікація містить механізми і рекомендації для попередження і управління пристроями, конфігурації мережі, аналітики, конфігурації PTZ, потокової передачі по HTTP / RTSP і безпеки.

CAP (Common Alerting Protocol) є протоколом передачі повідомлень про тривожні ситуації. На відміну від ONVIF і PSIA, інтерфейси CAP не спеціалізовані для відеоспостереження і відеоаналітики.

Так само, системам відеоспостереження необхідно мати сертифікати в галузі кібербезпеки, які відповідають міжнародним стандартам [27]:

- ISO 27001: управління інформаційною безпекою
- CMMI5: оптимальний рівень управління процесами
- ISO9001: управління якістю
- FIPS: сертифікація Національного інституту стандартів і технологій (NIST)
- Загальні критерії оцінки захищеності інформаційних технологій Common Criteria: сертифікація CC ELA 2+

4.2. Критерії оцінки ефективності систем відеоспостереження

Критерії вибору обладнання та програмного забезпечення.

Для якісного підвищення безпеки об'єкта обладнання і програмне забезпечення системи відеоспостереження необхідно вибирати за критерієм "результат / витрати".

$$Z = B/Q, \quad (4.1)$$

де Z – критерій ефективності системи відеоспостереження, $B = f(P\Delta)$ – ступінь підвищення безпеки об'єкта, як функція ступеня зниження ймовірності реалізації потенційних загроз $P\Delta$, $Q = f(S, T)$ – витрати, як функція вартості S володіння системою відеоспостереження і часу T вирішення завдань відеоаналітики вразливих зон об'єкта.

При кількості вразливих зон об'єкта $N[1, N]$, можливій кількості завдань відеоаналітики кожної вразливою зони $i[1, i]$ зниження ймовірності реалізації потенційних загроз:

$$P\Delta = f(P\Delta_{iN}, T_{iN}) \quad (4.2)$$

де $P\Delta_{iN}$ – зниження ймовірності реалізації потенційних загроз за рахунок рішення і завдань відеоаналітики для N -ої вразливою зони об'єкта, T_{iN} – час рішення і завдань відеоаналітики для N -ої вразливою зони, при цьому $\sum(T_{iN}) = T$.

Рішення задач відеоаналітики вразливих зон будь-якого об'єкта можливо трьома способами:

- візуально - оператором системи відеоспостереження;
- автоматично - програмно-апаратним комплексом системи відеоспостереження;
- візуально і автоматично (автоматизовано), шляхом поєднання переваг оператора і програмно-апаратного комплексу при вирішенні задач відеоаналітики.

Критерій ефективності систем відеоспостереження (4.1) дозволяє оцінити доцільність відеоконтролю вразливих зон будь-якого об'єкта і вибрати оптимальний склад устаткування і програмного забезпечення. При фіксації витрат Q оптимальною буде система відеоспостереження, яка забезпечує максимально можливу безпеку об'єкта B . При фіксації рівня безпеки об'єкта B оптимальною буде система відеоспостереження з мінімальною вартістю володіння S .

Алгоритми аналізу і синтезу систем відеоспостереження.

Оцінка ефективності систем відеоспостереження (4.1) відношенням ступеня підвищення безпеки об'єкта B до необхідних для цього витрат Q дозволяє порівнювати системи відеоспостереження, як за вартістю володіння S , так і за ступенем підвищення безпеки B при необхідному часу T рішення всіх задач відеоаналітики вразливих зон об'єкта.

Алгоритм аналізу ефективності існуючої на об'єкті системи відеоспостереження:

1. визначення переліку потенційних загроз об'єкта;
2. визначення вразливих зон об'єкта і ймовірності реалізації потенційних загроз;
3. зіставлення вразливих зон і зон відеоконтролю об'єкта;
4. визначення завдань відеоаналітики по зонам відеоконтролю об'єкта;
5. оцінка ймовірності реалізації потенційних загроз об'єкту при необхідному часу T вирішення завдань відеоаналітики всіх зон відеоконтролю;

6. оцінка зниження ймовірності реалізації потенційних загроз (4.2) по зонам відеоконтролю об'єкта;
7. оцінка ступеня підвищення безпеки B за рахунок відеоконтролю зон об'єкта;
8. визначення вартості S володіння системою відеоспостереження об'єкта;
9. оцінка ефективності системи відеоспостереження (4.1).

При фіксації необхідного рівня підвищення безпеки B , що визначає і необхідні завдання відеоаналітики вразливих зон об'єкта за час їх вирішення T , можливий синтез системи відеоспостереження з мінімальною вартістю володіння S .

Алгоритм синтезу системи відеоспостереження об'єкта:

1. визначення переліку потенційних загроз;
2. визначення переліку уразливих зон об'єкта $N[1, N]$;
3. оцінка ймовірності реалізації потенційних загроз через N вразливих зон об'єкта;
4. визначення $i[1, i]$ завдань відеоаналітики, що забезпечують необхідний рівень підвищення безпеки B через відеоконтроль N вразливих зон об'єкта;
5. визначення необхідного зниження ймовірності реалізації потенційних загроз (4.2) через відеоконтроль N вразливих зон об'єкта;
6. вибір відеокамер для кожної з N вразливих зон під відповідну пріоритетну задачу відеоаналітики;
7. синтез структури системи відеоспостереження об'єкта під всі завдання відеоаналітики для всіх N вразливих зон для необхідного рівня підвищення безпеки B ;
8. визначення вартості S володіння системою відеоспостереження об'єкта;
9. оцінка ефективності системи відеоспостереження (4.1).

На сьогоднішній день існує декілька методик для оцінки ефективності СВС [28]:

- детерміністичний підхід;

- логіко-імовірнісний метод;
- імовірно-часовий метод.

Детерміністичний метод має досить жорстку послідовність виконуваних процедур і передбачає проведення комплексних перевірок з обов'язковою перевіркою вимог, що містяться в різних керівних документах. Контролю піддаються організаційні заходи, комплекс інженерно-технічних засобів, служба охорони і т.д. Як приклад використання даного методу в [28] розглядається експертний метод оцінки стану фізичного захисту, «Методичні вказівки щодо проведення оцінки стану фізичного захисту ядерних та радіаційно-небезпечних об'єктів за результатами проведеної інспекції». Ключовим елементом методики є розроблена система показників стану, які визначають організацію та забезпечення фізичного захисту відповідно до вимог нормативних документів.

Логіко-імовірнісний метод давно застосовується для оцінки надійності, живучості, стійкості, ефективності, технічного ризику і очікуваного збитку структурно-складних систем.

Що стосується аналізованої предметної області метою дослідження є визначення ступеня ризику – імовірнісна величина, що характеризує можливість невиконання СВС своєї цільової функції в рамках конкретної проектної загрози.

Послідовність реалізації методу наступна:

- складається сценарій розвитку небезпечної ситуації у вигляді графа (наприклад, у вигляді дерев);
- складається функція безпеки системи: $y(z_1, \dots, z_n)$;
- функція безпеки замінюється ймовірнісною функцією: $P\{y(z_1, \dots, z_n)\}$;
- шукається значення ймовірнісної функції в припущенні реалізації небезпечної події: $Y(y) = P\{y(z_1, \dots, z_n) = 1\}$.

Імовірнісна-часовий метод в даний час використовується як основний метод для оцінки ефективності СВС. Детальний виклад оцінки ефективності СВС на основі даного методу представлено в літературі [28].

У завданнях розробки та оцінки СВС об'єктів типовою є наступна (спрощена) схема процесу ППР.

1. Першим кроком у процесі прийняття рішень є визначення завдань (цілей) СВС об'єкта:

- характеристика об'єкта;
- формування списку загроз;
- виявлення цілей нападу; необхідність відповіді на питання: «Які втрати виникнуть в разі диверсії на об'єкті, що охороняється?»

На підставі отриманої інформації приймається рішення про необхідність ідентифікації об'єкту, що охороняється: тобто на основі аналізу попередніх етапів виявляється категорія всього об'єкта, виділення окремих зон і приміщень, поділ їх за категоріями збитків, визначення для кожної зони нормативних показників уразливості і т.д.

2. Другим кроком є створення проекту СВС, тобто необхідно побудувати систему, яка успішно вирішувала б свої функції: виявлення порушника, його затримання та реагування сил охорони, використовуючи оптимальним чином систему датчиків, фізичних бар'єрів, пристрої зв'язку і службу охорони.

Безумовно, на проект повинні бути накладені обмеження, пов'язані з економічними, юридичними питаннями, а також з технологічними процесами на об'єкті та аварійною безпекою.

3. Третім кроком є оцінка (аналіз) спроектованої СВС:

-використання спеціальних методик аналізу і оцінки СВС: моделі ASSES, EASI, FESEM, ISEM, SAFE, SAVI, SNAP, ALHPA, JTS (США), вітчизняні розробки, діаграми послідовності дій порушника, оцінка ризиків. Необхідно підкреслити, що використання моделей - це не процес прийняття рішення. Застосування відповідних моделей - це накопичення інформації перед прийняттям рішення.

4. Після реалізації обраної СВС проводиться, як правило, додатковий моніторинг для оцінки ефективності системи захисту і, відповідно, прийнятих

рішень щодо її удосконалення та економічної доцільності. Далі приймається рішення про припинення, втручання або повторення зазначених вище процедур.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаних в магістерській роботі досліджень одержано наступні висновки:

1. Актуальними завданнями інтелектуальних систем відеоспостереження на об'єктах інформаційної діяльності є виявлення чотирьох типів тривожних подій: рух в забороненому напрямку, перебування в стерильній зоні, залишення предмета і перекидання предмета.

2. Модульний принцип побудови системи відеоспостереження та запропоновані алгоритми забезпечують виявлення зазначених тривожних подій в зоні огляду на об'єктах інформаційної діяльності:

- Розпізнавання перших трьох подій забезпечується за допомогою модуля відстеження рухомих об'єктів, який використовує вдосконалений метод вирахування фону для виявлення об'єктів та аналіз відстаней і гістограм зображень для зіставлення об'єктів, виявлених на різних кадрах.

- Розпізнавання події «перекидання предмета» забезпечується модулем, який використовує метод міжкадрової різниці для виділення областей руху об'єкта і алгоритм RANSAC (RANdom SAmple Consensus) для пошуку траєкторій кинутого предмета.

3. Основними параметрами, що характеризують роботу запропонованих методів, є:

- чутливість – частка істинно позитивних спрацьовувань алгоритму від загального числа подій, що було потрібно виявити;

- специфічність – частка істинно позитивних спрацьовувань алгоритму від загального числа спрацьовувань;

- швидкість роботи – відношення числа кадрів до часу їх обробки.

4. Перспективними напрямками подальших досліджень є:

- удосконалення методів виявлення та відстеження об'єктів для підвищення чутливості і швидкості роботи розглянутих алгоритмів шляхом оптимізації та

паралелізації обчислень, зокрема перенесення операцій обробки зображень на обчислювальні потужності графічних прискорювачів;

- розробка алгоритмів відстеження об'єкта на відеозображеннях, отриманих за допомогою поворотних камер;

- розробка алгоритмів відстеження об'єктів декількома камерами, що спостерігають за однією сценою з різних ракурсів;

- розробка модулів класифікації об'єкта (людина, машина, тварина) і ідентифікації об'єкта (розпізнавання осіб для ідентифікації людей і автомобільних номерів для ідентифікації транспортних засобів) та їх інтеграція з існуючими модулями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3396.2-97 Захист інформації. Технічний захист інформації. Терміни та визначення.
2. НД ТЗІ 1.1-003-99 Термінологія в галузі захисту інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу. Затверджено наказом ДСТСЗІ СБ України від 28.04.1999 № 22.
3. ДСТУ 3396.0-96 Захист інформації. Технічний захист інформації. Основні положення.
4. Телевидение в системах физической защиты : Учеб. пособие / В.В. Никитин, А.К. Цыцулин; М-во образования Рос. Федерации. С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ". - СПб. : Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2001. - 132, [2] с. : ил., портр., табл.; 20 см.; ISBN 5-7629-0390-7
5. About ip cameras [Электронный ресурс] // - URL:<https://www.networkoptix.com/2019/08/06/about-ip-cameras/>
6. Основные задачи системы видеонаблюдения [Электронный ресурс] // -URL:<https://videogorod.ru/blog/osnovnyye-zadachi-sistemy-videonablyudeniya/?bxajaxid=384df0b9ebd6bef09210f4e9327a24be>
7. Интеллектуальные системы видеонаблюдения [Электронный ресурс] // - URL: https://video-praktik.ru/st_intellektualnoe_videonabljudenie.html
8. Системы видеонаблюдения и домофонии [Электронный ресурс] // - URL: <http://forum.novicam.ru/viewforum.php?f=7>
9. Дамьяновски В. Библия видеонаблюдения [Текст] / В. Дамьяновски; пер. Станислав Поздняков, Лариса Царук, Ольга Шунь, науч. ред. Станислав Поздняков, Юрий Гедзберг. – М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006, – 480 с.
10. M. Droogenbroeck ViBe – a powerful technique for background detection and subtraction in video sequences [Электронный ресурс] // - URL: <http://www.telecom.ulg.ac.be/research/vibe/>

11. Ainsworth T. Buyer Beware // Security Oz. 2002. Vol. 19. P. 18–26.
12. Singla M. Motion Detection Based on Frame Difference Method International // Journal of Information & Computation Technology. 2014. Vol. 4. No. 15. P. 1559–1565.
13. 3. Волковицкий В., Волхонский В. Особенности алгоритмов анализа телевизионных изображений [Электронный ресурс] // - URL: <https://www.aktivsb.ru/article-info782.html>
14. Fischler M. A., Bolles R. C. Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography // Communications of the ACM 24. 1981. P. 381–395.
15. Алфимцев А.Н., Демин Н.А. Захват и отслеживание удаленных объектов в видеопотоке. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 11. [Электронный ресурс] // - URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1049.html>
16. Müller M., Röder T. Motion templates for automatic classification and retrieval of motion capture data. Symposium on Computer Animation — SCA. Vienna, Austria, 2006, pp. 137–146.
17. Comaniciu D., Meer P. Mean Shift: A Robust Approach Toward Feature Space Analysis. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence — PAMI, 2002, vol. 24, no. 5, pp. 603–619.
18. Wang Z., Yang X., Xu Y., Yu S. CamShift guided particle filter for visual tracking. Pattern Recognition Letters — PRL, 2009, vol. 30, no. 4, pp. 407–413.
19. Baker S., Matthews I. Lucas – Kanade 20 Years On: A Unifying Framework. International Journal of Computer Vision — IJCV, 2004, vol. 56, no. 3, pp. 221–255.
20. Алфимцев А.Н., Лычков И.И. Метод обнаружения объекта в видеопотоке в реальном времени. Вестник Тамбовского государственного технического университета, 2011, т. 17, № 1, с. 44–55.

21. Kasinski A., Schmidt A. The architecture and performance of the face and eyes detection system based on the Haar cascade classifiers. Pattern Analysis and Applications — PAA, 2010, vol. 13, no. 2, pp. 197–211.

22. Kanade T., Collins R., Lipton A., Anandan P., Burt P., Cooperative multisensor video surveillance. Proc. of the DARPA Image Understanding Workshop, May 1997, volume 1, pp. 3–10.

23. Kanade T., Collins R., Lipton A., Burt P., Wixson L. Advances in cooperative multisensor video surveillance. Proc. of the DARPA Image Understanding Workshop, November 1998, volume 1, pp. 3–24.

24. Гордин М. С., Иванов С. А. Алгоритмы обнаружения тревожных событий для систем автоматизированного видеонаблюдения // Вестн. НГУ. Серия: Информационные технологии. 2017. Т. 15, № 3. С. 21–30.

25. Fischler M. A., Bolles R. C. Random sample consensus: A paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography // Communications of the ACM 24. 1981. P. 381–395

26. ONVIF Organization [Электронный ресурс] // -URL: <https://www.onvif.org/about/organization/>

27. Внедрение стандартов кибербезопасности для производителей сетевых видеокамер наблюдения [Электронный ресурс] // -URL: <https://worldvision.com.ua/hikvision-podderzhivaet-vnedrenie-standartov-kiberbezopasnosti-dlya-proizvoditeley-setevykh-videokamer-nabludeniya/>

28. Кортаев В.В., Краснящих А.В. Телевизионные измерительные системы. СПб: СПбГУ ИТМО. 2008. 108 с.