

І.А. Пількевич, д.т.н., проф.
Житомирський національний агроекологічний університет
Н.М. Лобанчикова, к.т.н., доц.
О.В. Горницький, студ.
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова
Національного авіаційного університету

ПОБУДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ОСНОВІ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА ОХОРОНИ

Проведено аналіз методів та підходів до побудови сучасних систем відеоспостереження, визначено переваги та недоліки в системах, що розглядалися. Запропоновано підхід та методуку вдосконалення існуючих систем відеоспостереження.

Вступ. Зростання злочинної діяльності та збільшення кількості вдалих нападів на комерційні банки показали недосконалість систем охорони периметра та організації захисту такого роду об'єктів. Проведений аналіз випадків показав, що системи відеоспостереження виявляють лише факт проникнення на територію, але не надають потрібної інформації для розкриття злочинів та не генерують сигнал тривоги. Це пов'язано з використанням недосконалих методів розпізнавання зображень, застарілого обладнання та відсутність інтелектуальних складових систем.

Вдали злочинні акти призводять до значних матеріальних збитків підприємства та можуть мати або мають негативні наслідки для життя та здоров'я людей. Тривалість здійснення злочинів (нападів на комерційні банки з метою пограбування) є досить малою, що вимагає оперативності та обґрунтованості управлінських рішень, надійності всіх компонентів системи відеоспостереження, підвищення ефективності використання та мобілізації наявних ресурсів захисту та обумовлює необхідність розробки більш досконалих моделей, методів та засобів побудови інтелектуальних інтегрованих систем відеоспостереження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сьогодні існує ряд інформаційних технологій та засобів провідних виробників, які реалізують функції інтелекту в системах відеоспостереження та систем підтримки прийняття рішень [1, 5].

Можливість дистанційного візуального контролю та аналізу сцен зображення всього об'єкта, що охороняється, його внутрішніх приміщень, навколишнього простору і периметра, дозволяє створювати високоефективні системи безпеки – без витрат на утримання великого штату охорони. Аналіз сцен включає: детекцію рухів, цифрову компресію, аудіоконтроль, управління поворотними пристроями, контроль стану датчиків і управління зовнішніми пристроями, сповіщення по e-mail, телефону або SMS, дистанційний відеоконтроль і відеоспостереження через інтернет за допомогою звичайного браузера, тривірневий захист доступу до системи, розвиток розуміння «єдина сцена події» (технологія FrameMerge), зниження навантаження на операторів у процесі моніторингу (FrameMerge, інтелектуальні детектори), можливість використання інтелектуальних алгоритмів пошуку (технологія MomentQuest) [2, 4]. Ці системи здатні не тільки відобразити оперативну обстановку, але й зберігати та архівувати повний потік відеоданих для подальшої обробки.

Основними компонентами для функціонування систем є відеокамери (як чорно-білі, так і кольорові), об'єктиви, плати відеозахвату, цифрові відеореєстратори із записом на жорсткий диск або ПК з програмним забезпеченням, монітор, мережеве обладнання.

Використання вузькозорієнтованих компонентів для вирішення одного завдання в сучасному суспільстві є недостатнім та не виправданим через необхідність закупки нового додаткового обладнання та/або програмних модулів для розширення функціоналу системи відеоспостереження. Тому розробка комплексних інформаційних технологій обробки відеоданих є важливою задачею в системах охорони об'єктів.

Метою даної статті є проведення аналізу методів, засобів та технологій аналізу та обробки потоків відеоданих у системах спостереження за об'єктом охорони.

Викладення основного матеріалу. Проведений аналіз приміщень комерційних банків України показав, що особливій уваги та захисту потребують касові вузли відділень, що містять такі приміщення: касову залу з кабінами операційних кас касирів і зоною перебування клієнтів; операційні каси; кабінки для перерахування великих сум грошей клієнтами; сховище індивідуальних і заставних коштовностей клієнтів із передсховищем; вечірня каса зі сховищем; приміщення перерахування грошових білетів; бокс навантаження-розвантаження інкасаторських машин, у тому числі: приміщення для передачі або одержання інкасаторами коштовностей резервних фондів; комора для тимчасового зберігання коштовностей (суміжна з приміщенням для передачі коштовностей); приміщення для експертизи

справжності грошових білетів; завідувача каси, начальника відділу касових операцій; зберігання особистих речей касирів; відпочинку касирів і вживання їжі; санітарно-побутові приміщення персоналу.

Отже система відеоспостереження повинна забезпечити: запис, зберігання подій, що відбуваються в зонах спостереження; реагування на незвичайні події у відділах банку, прилеглих до них територій; проводити оперативну обробку і передачу даних правоохоронним органам чи відділу безпеки банку.

У банках надається перевага покадровим форматам стиснення через можливість покадрового перегляду. Розмір поля при цьому, для прикладу JPEG 2000, коливається в межах 40 КБ. По стандартним вимогам відеоінформація в банках зберігається 60 діб (залежно від внутрішніх інструкцій закладу). Приймаючи середнє значення швидкості запису на канал 6 полів на секунду та користуючись формулою 1, отримуємо такий об'єм пам'яті, необхідний для зберігання відеоінформації із забезпеченням виконання наведених вище вимог:

$$V_d = H_z \cdot K_{vk} \cdot K_{pol} \cdot R_{pol}, \quad (1)$$

де H_z – тривалість зберігання даних, с; K_{vk} – кількість відеокамер, що розміщені по території об'єкта охорони, шт.; K_{pol} – кількість кадрів на секунду, кадрів/с; R_{pol} – розмір кадру, КБ.

У нашому випадку при $H_z = 5184106$ с (60 діб); $K_{vk} = 4$ шт.; $K_{pol} = 6$ кадрів/с; $R_{pol} = 40$ КБ, отримаємо:

$$V_d = 5,184 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 40 = 4,625. \quad (2)$$

Проведемо дослідження зміни вимог до апаратного забезпечення, призначеного для зберігання відеоданих. Для цього повторимо обчислення за формулою 1, але при використанні 16 камер:

$$V_d = 5,184 \cdot 10^6 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 40 = 18,5. \quad (3)$$

Проведені розрахунки (2) та (3) демонструють необхідність використання специфічного обладнання, або сукупності обладнання для зберігання таких об'ємів інформації (4,625 та 18,5 ТБ), що є економічно не вигідним та, інколи, технічно складною задачею. Проведені дослідження показали, що на підприємствах середньої потужності Житомирської області використовується в цілях охорони від 8 до 18 камер. Таким чином, для великих підприємств ця кількість значно більша, так само, як і для особливо важливих об'єктів. Передача даних відбувається за допомогою копіювання відеоданих на зовнішні носії, або за допомогою інформаційно-комунікаційних систем та мереж. Як видно з проведених розрахунків по каналам зв'язку передається велика кількість пакетів з даними.

Останнім часом помітна тенденція встановлення систем відеонагляду, метою яких є фіксування факту порушення периметра чи присутності на території об'єкта охорони особи (осіб), але далеко не всі дають змогу попередити вчинення злочину та допомагають при розкритті злочину. Так, наприклад, якщо в приміщення банку або іншої комерційної організації заїде людина з накладеним капюшоном, то система повинна реагувати на таку особу, тобто інформувати охоронців про появу в полі зору камер підозрілої особи. В автоматизованих системах – це перехід на режим підвищеної готовності до генерування сигналу тривоги та слідкування за виявленим об'єктом.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки вагоме місце займають системи відеоаналітики. У системі відеоспостереження з функціями відеоаналітики закладені складні математичні алгоритми, які застосовуються до аналізу відеозображень. Залежно від результату обробки, система реалізує логіку прийняття рішень відповідно до закладеної програми та наявної бази знань. Завданнями такого роду систем є виявлення неадекватної поведінки окремих осіб, появи або зникнення предметів, які цілком можуть представляти загрозу безпеці об'єкта. Система відеоаналітики здатна відрізнити природний хід подій (зміна часу доби, рух дерев під поривами вітру, зміна погодних умов і т. д.) від несанкціонованих як, наприклад, проникнення на територію об'єкта охорони і спроба «знешкодити» систему безпеки.

У результаті проведеного аналізу вимог до систем відеоспостереження з боку клієнтів та на підставі ґрунтовного аналізу математичних методів щодо інтелектуалізації функцій та процесів, а також сучасних інформаційних технологій, визначено основні функції системи відеоспостереження. До яких слід віднести: формування «фону» положення «дозволених» об'єктів на території охорони; прив'язка їх до глобальної системи координат приміщення; наявність детектора руху; визначення параметрів об'єктів; виявлення змін фонові картини та розпізнавання нових об'єктів; створення набору правил для їх переміщення у системі координат приміщення; контроль переміщення об'єктів у контрольованій зоні; можливість розпізнавання наявності об'єкта; незалежне налаштування швидкості та якості запису по кожному каналу; різноманітні налаштування для нормального та тривожного запису (декілька масок детектора руху, фільтрація по швидкості спрацювання); можливість налаштування архіву відеоінформації; наявність його перед тривожним записом; ведення екстреного запису; виявлення повністю чорного прямокутника; виявлення розмитого зображення; виявлення факту переміщення камери та засліплення камери.

Однак основне завдання полягає в аналізі зображення з виділенням об'єктів на ньому та контроль переміщення окремого об'єкта. Побудова просторової моделі на основі системи координат. Аналогове

зображення – це двовимірне зображення $F(x, y)$, що характеризується нескінченною точністю подання з просторовим параметрам x і y та нескінченної точністю представлення значень інтенсивності в кожній точці простору (x, y) . Цифрове зображення – це двовимірне зображення $I(x, y)$, представлено у вигляді двовимірного масиву дискретних значень інтенсивності, кожне з яких представлено з обмеженою точністю. Діапазон зображення і діапазон значень інтенсивності квантуються на дискретний набір значень, так що зображення може бути збережене в комп'ютерній пам'яті з двовимірною структурою. Зорова система порівнює вхідне зображення з комп'ютерними зображеннями, що згенеровані за даними моделей і даних про стан об'єкта в просторі. Для фіксування зображення матрицею відеокамери використовується лише проекція тривимірного об'єкта спостереження на площину матриці. У загальному випадку в задачах аналізу тривимірних сцен використовується п'ять довільних систем координат (рис. 1): світова – W , об'єктна – B , система координат камери – C , дійсна – F і піксельна – I . Це дає змогу окрім сприйняття проекції зображення на матрицю побудувати тривимірну модель взаємного розташування об'єктів у просторі. Зазвичай використовується декартова прямокутна система координат через простоту сприйняття та простоту обчислень. Взаємне розміщення систем координат показано на рисунку 1.

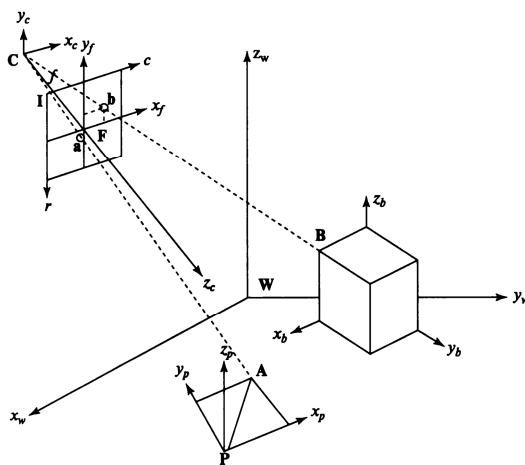


Рис. 1. Системи координат, які використовуються для аналізу тривимірних сцен

У піксельному масиві кожна точка має цілочислові піксельні координати. На рисунку 1 вершина піраміди a проектується на піксель $A = [A_{x_p}, A_{y_p}]$, де A_{x_p}, A_{y_p} є цілочисловими номерами рядка і стовпця відповідно. Багато характеристик сцени можна визначити безпосереднім аналізом зображення в термінах рядків і стовпців пікселів. Система координат камери C часто застосовується для опису камероцентричного виду. Просторова точка проектується на дійсну площину зображення в точку з координатами $[x_f, y_f, f]$ (f – фокусна відстань). Координати x_f, y_f не є індексами пікселів у масиві зображення. Їх значення x залежать від розмірів пікселя і піксельного положення точки перетину оптичної осі з площиною зображення.

Світова система координат W потрібна для опису взаємного розташування об'єктів у просторі. Система координат об'єкта необхідна для прив'язки контрольних точок переміщення об'єкта у тривимірному просторі, наприклад, за методом співставлених овалів відносно своєї осі та фіксування переміщення в глобальній системі координат.

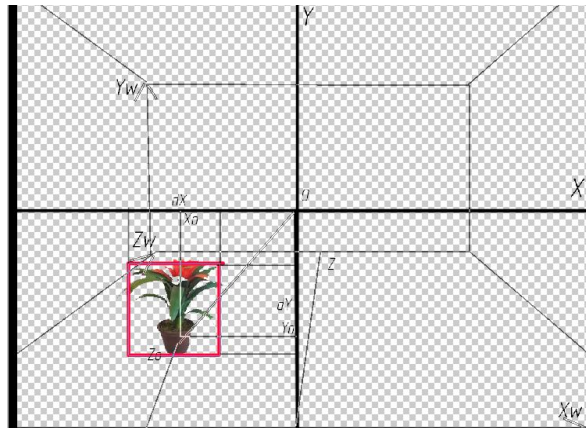


Рис. 2. Визначення положення, розмірів та параметрів спостережуваного об'єкта

Особливістю такої моделі є те, що для кожного об'єкта можна та необхідно створити свою систему координат, що дає можливість відслідкування переміщення об'єкта в глобальній системі координат та описувати об'єкт за власною прив'язаною системою. У процесі розпізнавання кожної деталі використовується тривимірна модель, попередньо сформована в системі автоматизованого проектування.

Таким чином приміщення об'єкта охорони можна представити як геометричне місце точок, в якому присутні об'єкти, у вигляді масивів точок з власною системою координат. Використовуючи цей метод можна задавати дозволене переміщення об'єктів у просторі об'єкта охорони та генерувати сигнал тривоги при перевищенні визначеного простору переміщення. При аналізі сцени необхідно створити такі умови для автоматизованої системи, щоб мінімізувати ресурси системи для обробки зображення.

На підставі наведеного вище пропонується блок-схема інтегрованої інтелектуальної аналітичної системи відеоспостереження (рис. 3).

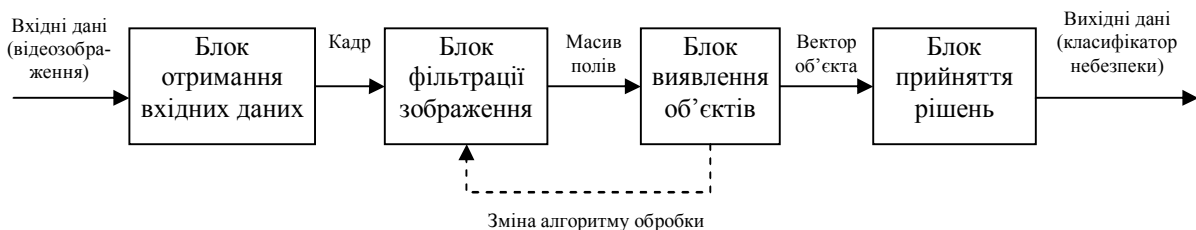


Рис. 3. Блок-схема інтегрованої інтелектуальної аналітичної системи відео спостереження

Блок отримання вхідних даних отримує зображення від відеокамер, проводить кадрівання вхідного зображення та передає його в блок фільтрації зображення. В блоці фільтрації відбувається попередня його обробка та фільтрування з метою покращення якості зображення та виділення масивів полів об'єктів. Виділені масиви полів надходять у блок виявлення об'єктів. Якщо на вході в блок виявлення ми отримали масиви полів, що не задовольняють алгоритм роботи даного блока, то зображення повертається на додаткову обробку зі зміною алгоритму фільтрації зображення. Блок виявлення об'єктів проводить обробку масивів полів та виділяє вектори кожного об'єкта. На наступному етапі ці об'єкти відправляються в блок прийняття рішень, де на підставі матриці знань та правил, визначає наявність чи відсутність небезпеки, проводить класифікацію виявленої ситуації та приймає рішення про віднесення даної ситуації до певного класу відповідно до класифікаційної бази знань. На виході блока ми отримуємо бінарний вектор ситуації також інформаційний вектор, який передається до служби охорони безпосередньо, сигнал на включення функції запису відеокамери. Узагальнений функціональний алгоритм роботи системи представлено на рисунку 4.

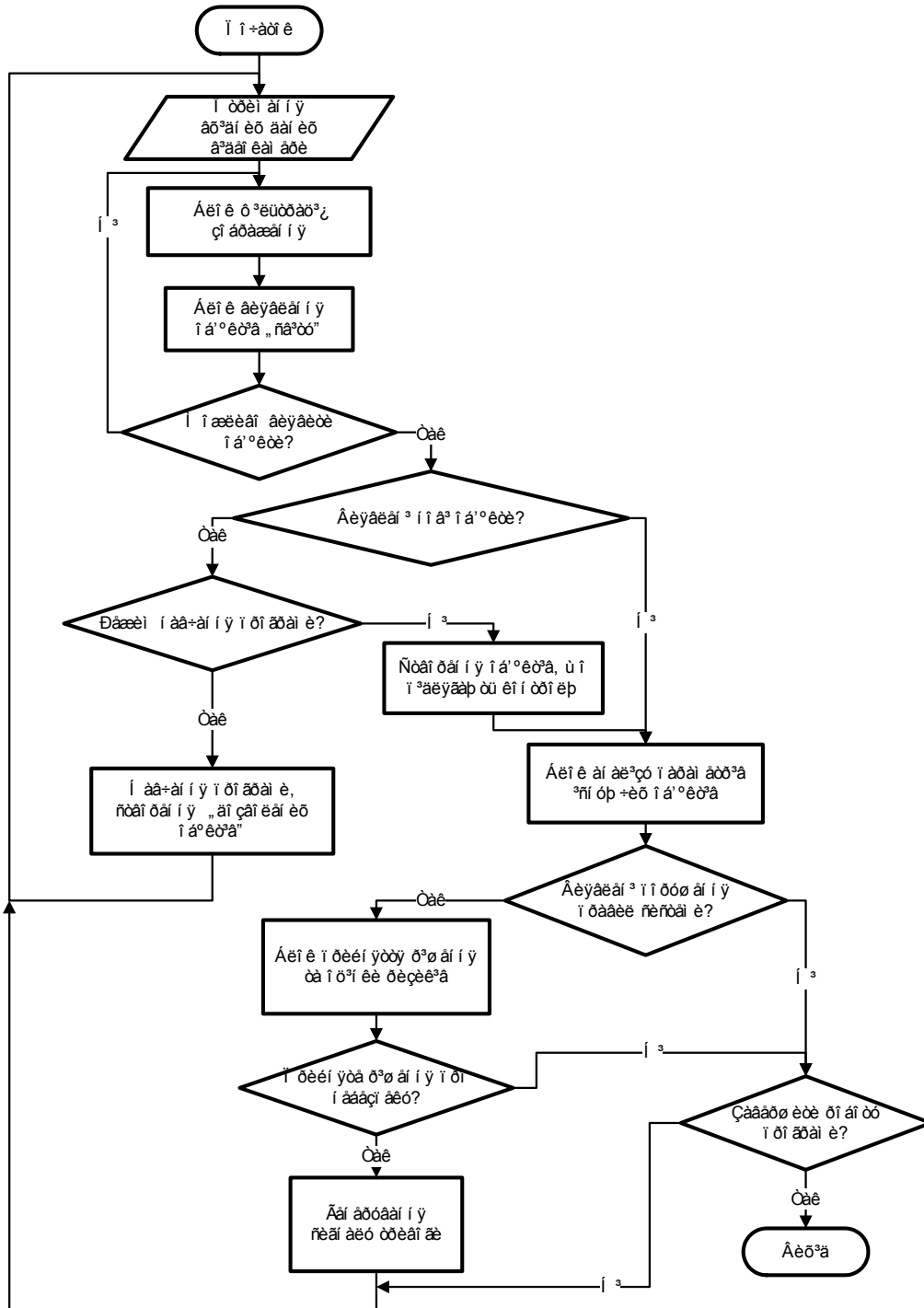


Рис. 4. Узагальнений алгоритм роботи інтегрованої інтелектуальної аналітичної системи відеоспостереження

Даний алгоритм показує роботу функціональних блоків та взаємодію між ними.

Впровадження даної системи дозволить мінімізувати об'єми інформації, що потребують зберігання на носіях, оптимізують роботу охоронців завдяки зменшенню потоку відеоданих, що надходять на монітори спостереження, мінімізують час на прийняття рішення оператора служби безпеки завдяки впровадженню СППР та бази ситуативних знань, які вона включає. Крім цього запропонована система дозволяє виділити лише ті об'єкти, які потребують спостереження, а всі інші об'єкти визначити як фон.

Висновки. У результаті проведених досліджень було проведено аналіз відомих методів, підходів та технологій до побудови інтелектуальних систем відеоспостереження. Запропоновано блок-схему інтегрованої інтелектуальної аналітичної системи відеоспостереження та алгоритм функціонування даної

системи, яка включає методику виділення інформативних ознак об'єктів, що потребують спостереження на загальному зображенні об'єкта охорони. Запропоновано підхід до побудови сучасних інформаційних систем відеоспостереження.

Список використаної літератури:

1. Шлезингер М.И. Десять лекций по статическому и структурному распознаванию / М.И. Шлезингер, В.Главач. – К. : Наук. думка, 2004. – 546 с.
2. Васюхин М.И. Анализ методов обработки видеоинформации в системах видеонаблюдения / М.И. Васюхин, Н.Н. Лобанчикова, Р.А. Столяренко // Вестник ХГТУ. – 2006. – № 1 (24). – С. 271–275.
3. Ротштейн О.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечёткие множества, генетичні алгоритми, нейронні мережі / О.П. Ротштейн. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 1999. – 320 с.
4. Интеллектуальные системы : навч. посібник / Ю.О. Колос, А.І. Бобунов, О.М. Перегуда та ін. ; за ред. Б.М. Герасимова. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2008. – 176 с.
5. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности : монография / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь : Гос. океанариум, 2004. – 320 с.

ПІЛЬКЕВИЧ Ігор Анатолійович – доктор технічних наук, професор, академік Академії інженерних наук України, завідувач кафедри моніторингу навколишнього природного середовища Житомирського національного агроекологічного університету.

Наукові інтереси:

- моделі, методи та технології побудови комплексних систем захисту інформації;
- моделювання складних інформаційних систем.

ЛОБАНЧИКОВА Надія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри безпеки інформаційних і комунікаційних систем Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

- моделі, методи та технології побудови комплексних систем захисту інформації;
- методи побудови автоматизованих інтегрованих систем захисту особливо важливих об'єктів;
- методи побудови автоматизованих систем ідентифікації особистості з використанням біометричних даних.

ГОРНИЦЬКИЙ Олексій Валентинович – студент 5-го курсу спеціальності «Безпека інформаційних і комунікаційних систем» Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

- моделі, методи та технології побудови комплексних систем захисту інформації;
- моделі, методи та технології побудови інтелектуальних систем відеоспостереження.

Стаття надійшла до редакції 06.12.2011

Пилькевич І.А., Лобанчикова Н.М., Горницький О.В. Побудова інтелектуальної моделі системи відео спостереження на основі тривимірної моделі об'єкта охорони
Пилькевич И.А., Лобанчикова Н.Н., Горницкий А.В. Построение интеллектуальной системы видеонаблюдения на базе трёхмерной модели объекта охраны
Pilkevych I.A., Lobanchykova N.M., Gornitskiy O.V. Designing intelligent video surveillance systems which based on three-dimensional model of guarded space

УДК 004.05:519.81

Построение интеллектуальной системы видеонаблюдения на базе трёхмерной модели объекта охраны / И.А. Пилькевич, Н.Н. Лобанчикова, А.В. Горницкий

В данной статье проведён анализ методов и подходов к построению современных систем видеонаблюдения, определены преимущества и недостатки в системах, которые рассматривались. Предложено подход и методику усовершенствования существующих систем видеонаблюдения.

УДК 004.05:519.81

Designing intelligent video surveillance systems which based on three-dimensional model of guarded space / I.A. Pilkevych, N.M. Lobanchykova, O.V. Gornitskiy

There were methods and approaches analyzed to building a modern video surveillance systems, identified strengths and weaknesses in systems that were considered. Proposed approach and methodology for improving existing video surveillance systems.