
ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 004.93

Анатолій Бабарика
ад'юнкт ад'юнктури,
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький
<https://orcid.org/0000-0001-8534-7764>
aob.work@gmail.com

МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

Використання систем відеоспостереження з функціями відеоаналітики дає можливість автоматизувати такі напрями діяльності, як аналітика контролю периметра, ситуаційний аналіз, біометричний аналіз, аналіз номерних знаків транспортних засобів, аналіз інформації з декількох камер, автоматичне виявлення та класифікація об'єктів, пошук об'єктів в базі даних відеоархіву тощо.

Проаналізовано сучасні методи побудови інтелектуальних систем відеоспостереження, архітектури основних із них (CROMATICA, PRISMATICA, ADVISOR, CARETAKER, VANANEIM, P5, SURVEIRON, IMSK, CONNEXIONs тощо). На основі аналізу було запропоновано увести ряд інформаційно-логічних рівнів у процес обробки відеоінформації: L0 – формування відеоінформації на сен-

© Бабарика А.

сорних пристроях (камери відеоспостереження); L1 – транспортування та зберігання відеоінформації на запам'ятовуючих пристроях; L2 – автоматизований аналіз відеоінформації; L3 – інтерпретація результатів відеоаналізу. Запропоновано також архітектуру інтелектуальної системи відеоспостереження Державної прикордонної служби, визначено рівні її структурованості та місце в загальній структурі ПТС “Гарт”. Модульна структура побудови запропонованої архітектури дозволяє модернізувати систему, вводячи нові функції, масштабуючи по кількості камер та характеристиках обладнання.

На прикладі використання програмного детектора виявлення динамічних об'єктів на відеопослідовностях було обґрунтовано ефективність застосування інтелектуальної системи відеоспостереження.

Напрямом подальших досліджень є практична реалізація запропонованої моделі, її інтеграція до комплексних систем безпеки територіальних об'єктів, а також вивчення можливостей застосування на протяжних ділянках державного кордону. Ще одним актуальним напрямом подальших досліджень є розробка комплексної методики оцінки ефективності застосування систем відеоспостереження.

Ключові слова: система відеоспостереження; інтелектуальна система; детектор; виявлення; модель; CROMATICA; PRISMATICA; Гарт; Аркан.

1. ВСТУП

Постановка проблеми у загальному вигляді. Системи відеоспостереження є одним із основних компонентів комплексних систем безпеки об'єктів. Підсистеми відеоспостереження, розгорнуті у складі інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи “Гарт” (далі – ПТС “Гарт”), дають змогу лише переглядати в режимі реального часу обстановку з камер відеоспостереження та здійснювати пошук потрібної події в локальних відеоархівах за датою і часом. Аналіз задокументованої інформації здійснюється оператором без застосування засобів автоматизації, що значно знижує оперативність отримання достовірної інформації про наявні події.

Використання інтелектуальних систем відеоспостереження дає можливість автоматизувати такі напрями діяльності, як аналітика

контролю периметра, ситуаційний аналіз (автоматичне виявлення кризових ситуацій пов'язаних накопиченням великої кількості людей на пункті пропуску), біометричний аналіз (дає змогу проводити автоматичну ідентифікацію осіб за зображеннями обличчя), аналіз інформації номерних знаків транспортних засобів, аналіз з декількох камер (дає змогу здійснювати автоматичне супроводження об'єкта), автоматичне виявлення та класифікація об'єктів, пошук об'єктів в базі даних відеоархіву тощо. Отже, актуальним завданням є розробка моделі інтелектуальної системи відеоспостереження Державної прикордонної служби України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням дослідження та розробки моделей інтелектуальних систем відеоспостереження присвячені праці багатьох науковців. Поширення набули такі системи у сферах організації безпеки на транспорті та громадської безпеки [1]-[4].

Дослідження та подальше практичне впровадження таких систем є достатньо дороговартісним та об'ємним. Тому, зазвичай, такі проекти розробляються під егідою та з фінансуванням різноманітних міжнародних організацій, в рамках урядових програм та великими комерційними компаніями. До таких проектів належать: CROMATICA[5], PRISMATICA [6], ADVISOR [7.], CARETAKER [8.], [9], VANANEIM [10], P5 [11], SURVEIRON [12], IMSK [13], CONNEXIONS [14] тощо.

В роботі [15] проведено дослідження особливостей функціонування та побудови ряду інтелектуальних систем відеоспостереження різноманітного призначення, розроблених як в рамках міжнародних та урядових програм, так і комерційної продукції.

На основі аналізу технологій побудови вищеописаних систем актуальним завданням є розробка моделі інтелектуальної системи відеоспостереження ДПСУ, що і є **метою даної статті**.

Метою статті є розробка моделі інтелектуальної системи відеоспостереження Державної прикордонної служби України.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Організація охорони певного об'єкта забезпечується цілим комплексом заходів. Застосування технічних засобів є однією із складових

у загальній комплексній системі безпеки. Зазвичай на системи відеоспостереження, що функціонують у складі таких комплексних систем, покладаються завдання виявлення та фіксації тривожних подій. Відповідно, при проектуванні систем відеоспостереження в технічному завданні має зазначатися, які ділянки об'єкта повинні покривати сектори огляду камер відеоспостереження та які завдання повинні виконуватись.

Аналіз наявних підходів до проектування інтелектуальних систем відеоспостереження вказує на те, що не існує універсальних рішень та архітектур указаних систем для будь-якої сфери застосування.

Необхідно визначити рівні абстрагування та модулі, які будуть здійснювати визначені функції, а також забезпечити гнучкість системи для забезпечення її функціонування на прийнятному рівні у різних умовах застосування, які визначені у рамках певної моделі.

На основі аналізу робіт [16]-[21] пропонується ввести ряд інформаційно-логічних рівнів у процесі обробки відеоінформації: L_0 – формування відеоінформації на сенсорних пристроях (камери відеоспостереження); L_1 – транспортування та зберігання відеоінформації на запам'ятовуючих пристроях; L_2 – автоматизований аналіз відеоінформації; L_3 – інтерпретація результатів відеоаналізу (рисунк 1).

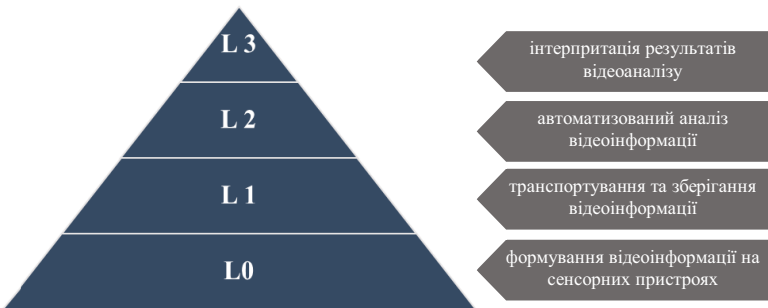


Рис. 1. Інформаційно-логічні рівні обробки відеоінформації

У роботі [22] описано результати досліджень науковців щодо впливу “людського фактору” на виявлення тривожних подій у секторах огляду камер відеоспостереження та доцільності застосування

інтелектуальних систем відеоспостереження. З метою реалізації таких систем у ДПСУ та на основі аналізу сучасних систем відеоспостереження [15] обґрунтовано доцільність розробки моделі інтелектуальної системи відеоспостереження ДПСУ.

Запропонована інтелектуальна система відеоспостереження має входити до складу ІТС “Гарт”. Пропонується системи відеоспостереження, які функціонують у складі інформаційно-телекомунікаційних систем (далі – ІТС) “Гарт-1” та “Гарт-3” як підсистеми, вивести в окрему інформаційно-телекомунікаційну систему “Гарт-ІСВС”.

Основне призначення ІТС “Гарт-ІСВС”:

ведення цілодобового відеоспостереження за об’єктами та територіями, за додержанням установленого режиму в пунктах пропуску та на визначених об’єктах;

автоматичне детектування подій у секторах огляду камер відеоспостереження;

ведення циклічного відеоархіву по кожному відеоканалу;

пошук відеофайлів у відеоархіві за датою та часом події за визначеним відеоканалом та визначеними метаіндексами у випадку використання розширених функцій відеоаналітики;

виконання інших завдань у випадку використання розширених функцій відеоаналітики (розпізнавання облич, аналіз поведінки тощо).

Об’єктами відеоспостереження є визначені об’єкти на території органів та підрозділів охорони державного кордону, території пунктів пропуску, смуги руху транспортних засобів, місця їх стоянки (зупинки), місця здійснення прикордонного та інших видів контролю, службові приміщення органів та підрозділів ДПСУ та інші об’єкти в межах контрольованих прикордонних районів.

Блок-схему архітектури типового програмно-технічного комплексу концептуальної інтелектуальної системи відеоспостереження ДПСУ подано на рисунку 2.

Модульність запропонованої архітектури дозволяє модернізувати систему, вводячи нові функції, масштабуючи по кількості камер та характеристиках обладнання.



Рис. 2. Блок-схема архітектури програмно-технічного комплексу концептуальної інтелектуальної системи відеоспостереження ДПСУ

На вказаній блок-схемі відеоінформація з камер відеоспостереження (на схемі позначено суцільними лініями) за допомогою мережі передачі даних надходить до підсистеми управління та зберігання (далі – ПУЗ). Основними завданнями цієї підсистеми є організація процесів архівування відеоінформації у сховища даних, трансляції відеопослідовностей до підсистеми інтелектуальної обробки інформації (далі – ПІОІ), до підсистеми відображення результатів та адміністрування (далі – ПВРА), а також управління каналами з дескрипторами та метаінформацією (на схемі позначено пунктирними лініями), що надходять з камер відеоспостереження із вбудованою відеоаналітикою. За допомогою веб-серверу організовується віддалений доступ до відеопослідовностей та результатів роботи підсистеми інтелектуальної обробки інформації.

Підсистема інтелектуальної обробки інформації складається з відеоаналітичного модуля (далі – ВАМ), модуля обробки і зберігання дескрипторів та метаданих, модуля додаткових елементів. Основним завданням відеоаналітичного модуля є забезпечення обробки отриманої відеоінформації, формування дескрипторів та метаінформації, її обробка та направлення до модуля обробки і зберігання дескрипторів

та метаданих (далі – МОЗДМД), що організовує зберігання дескрипторів та метаданих, отриманої від ВАРМ, та забезпечує доступ до неї модулю додаткових елементів і користувачам системи за запитом.

Модуль додаткових елементів забезпечує розширені функції відеоаналітичного модуля за рахунок застосування нейромережових алгоритмів. Робота цього модуля повинна здійснюватись з використанням таких додаткових апаратних компонентів, як спеціалізовані GPU (graphics processing unit), FPGA (field-programmable gate array), ASIC (Application-Specific Integrated Circui), TPU (Tensor Processing Unit), RPU (Resistive Processing Units), NPU (Neural Processing Unit), NNP (Neural Network Processor), VPU (Vision Processing Unit) тощо.

Підсистема відображення результатів у складі АРМ “Адміністратор” та АРМ “Інспектор-ВС” забезпечує віддалений доступ користувачів системи відповідно до наданих повноважень. Основними завданнями АРМ “Адміністратор” є налаштування загальних параметрів системи, додавання ІР камер відеоспостереження та налаштування їх параметрів, управління доступом до системи шляхом налаштування облікових записів користувачів та делегування їх повноважень тощо. АРМ “Інспектор-ВС” призначений для багатоканального перегляду відеоінформації з камер відеоспостереження в режимі реального часу, перегляду архівованих записів, управління поворотними камерами (РТЗ), перегляду журналу тривожних подій, обробки сигналів тривожних подій (відповідно до прав, наданих адміністратором системи) тощо.

На основі аналізу технологій побудови уже розгорнутих підсистем відеоспостереження у складі ІТС “Гарт-1” та “Гарт-3” [22] нами запропоновано введення відповідних класів таких систем. До класу А належать невеликі за кількістю камер відеоспостереження ІСВС, які розгортаються в підрозділах охорони ДК, у невеликих пунктах пропуску через державний кордон тощо. До класу В – середні за кількістю камер відеоспостереження ІСВС, які розгортаються на територіях територіально великих пунктів пропуску через державний кордон, в органах охорони державного кордону, у регіональних управліннях тощо. Клас С містить великі за кількістю камер відеоспостереження, ІСВС, які розгортаються на територіально великих об’єктах на будь-якому рівні управління в

ДПСУ. Клас М – це мобільні системи відеоспостереження, які складаються з однієї камери відеоспостереження і призначені для функціонування в пунктах збору інформації, для забезпечення оперативно-технічних заходів у прикордонно-контрольованих районах тощо.

Загальну структуру запропонованої концептуальної інтелектуальної системи відеоспостереження ДПСУ зображено на рисунку 3.

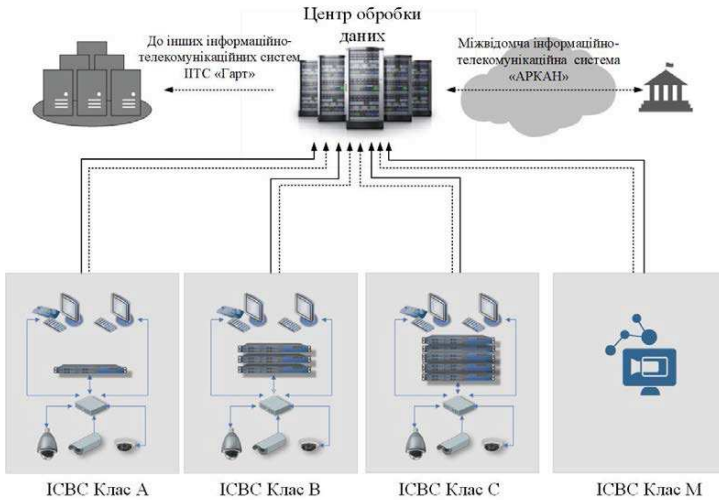


Рис. 3. Загальна структура концептуальної інтелектуальної системи відеоспостереження ДПСУ

У процесі функціонування ІСВС класів А, В, С та М здійснюють передачу дескрипторів та метайнформації за запитом до Центру обробки даних, який здійснює зберігання та передачу, у випадку запитів такої метайнформації, до інших інформаційно-телекомунікаційних систем ПТС “Гарт”. За допомогою міжвідомчої інформаційно-телекомунікаційної системи “Аркан” здійснюється інформаційний обмін дескрипторами та метайнформацією з іншими правоохоронними органами і відомствами відповідно до їх повноважень.

Для оцінки ефективності застосування систем відеоспостереження в роботі [23] було запропоновано показник ефективності виявлення динамічних об’єктів. Відповідно до вказаного показника було про-

ведено оцінку умовної інтелектуальної системи відеоспостереження. Графічне відображення залежності ймовірності виявлення об'єкта від дальності до об'єкта (R_{obj}) спостереження (людини) без використання функцій відеоаналітики (P_{tpp}) та з використанням програмного алгоритму виявлення динамічних об'єктів [15] (P_{obj}) показано на рисунку 4.

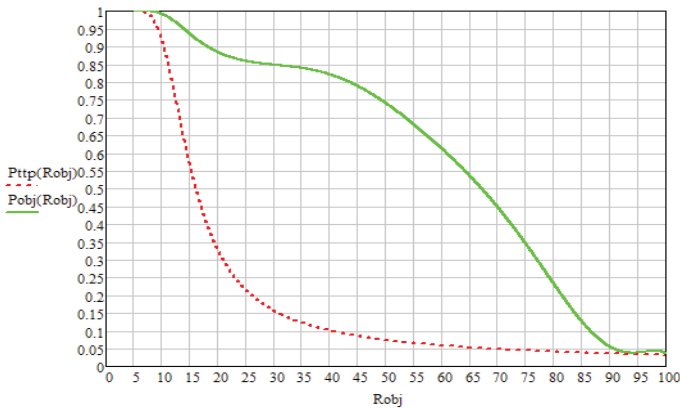


Рис. 4. Ймовірності виявлення об'єкта без використання функцій відеоаналітики (P_{tpp}) та з використанням програмного алгоритму виявлення динамічних об'єктів (P_{obj})

Вищевказаний показник враховує геометричні розміри спостережуваного об'єкта, дальність до об'єкта спостереження, параметри камери відеоспостереження, параметри пристрою відображення інформації (монітору), характеристики атмосфери, особливості зорової системи та психоемоційні характеристики людини-оператора, рівень його втоми та рівень підготовки.

Отже, застосування програмних засобів відеоаналітики дає змогу підвищити ефективність застосування систем відеоспостереження. Описаний показник дає змогу оцінити ефективність системи відеоспостереження лише за ймовірнісними показниками виявлення об'єктів, тому для всебічної оцінки вказаних систем необхідна розробка комплексної методики, яка б включала в себе й інші показники, за якими можна оцінити систему.

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проаналізуємо сучасні підходи до побудови інтелектуальних систем відеоспостереження, архітектури основних із них. З огляду на результати аналізу та завдання, що ставляться перед відомчими системами відеоспостереження, було запропоновано архітектуру інтелектуальної системи відеоспостереження Державної прикордонної служби, визначено рівні її структурованості та місце в загальній структурі ІТС “Гарт”.

Напрямом подальших досліджень є практична реалізація запропонованої моделі, її інтеграція до комплексних систем безпеки територіальних об’єктів, вивчення можливостей застосування на протяжних ділянках державного кордону та розроблення комплексної методики оцінки ефективності застосування систем відеоспостереження.

Список використаних джерел

1. Real-time Traffic Management Model using GPU-enabled Edge Devices / Muhammad Mazhar Ullah Rathore et al. *Fog and Mobile Edge Computing (FMEC)* : proceedings of the Fourth International Conference. Rome, Italy, 2019. P. 336-343. DOI : 10.1109/FMEC.2019.8795336.
2. Tripathi R. K., Jalal A. S., Agrawal S. C. Suspicious human activity recognition: a review. *Artif Intell Rev.* 2018. № 50. P. 283-339. DOI : 10.1007/s10462-017-9545-7.
3. Yadav S. S., Vijayakumar V., Athanesious J. Detection of Anomalies in Traffic Scene Surveillance. *Tenth International Conference on Advanced Computing (ICoAC)*. Chennai, India, 2018. P. 286-291. DOI : 10.1109/ICoAC44903.2018.8939111.
4. Motion-based Vehicle Speed Measurement for Intelligent Transportation Systems. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing* / Tourani Ali et al. 2019. № 11. P. 42-54. DOI : 0.5815/ijigsp.2019.04.04.
5. Deparis J. P., Velastin S. A., Davies A. C. CROMATICA Project. *Advanced Video-Based Surveillance Systems. The Springer International Series in Engineering and Computer Science*. 1999. № 488. P. 203-212. DOI : https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5085-3_18.
6. Benny Lo, Jie Sun, Sergio Velastin. Fusing visual and audio information in a distributed intelligent surveillance system for public transport systems. *Acta Automatica Sinica*. 2003. № 29 (3). P. 393-407.

7. Valera Maria, Velastin Sergio. Intelligent distributed surveillance systems: A review. *Vision, Image and Signal Processing* : IEE Proceedings. № 152. 2005. P. 192-204. DOI : 10.1049/ip-vis:20041147.
8. Ambellouis S., Bruyelle J.-L. Focus on Railway Transport. *Intelligent Video Surveillance Systems*. Chapter 2. 2013. DOI : 10.1002/9781118577851.ch2.
9. Content Analysis and REtrieval Technologies to Apply Knowledge Extraction to massive Recording. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/027231> (accessed 26.06.2020).
10. Video/Audio Networked surveillance system enhancement through Human-centered adaptive Monitoring. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/248907> (accessed 26.06.2020).
11. Privacy Preserving Perimeter Protection Project. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/312784> (accessed 26.06.2020).
12. SURVEIRON: Advanced surveillance system for the protection of urban soft targets and urban critical infrastructures. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/711264> (accessed 26.06.2020).
13. Integrated Mobile Security Kit. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/218038> (accessed 26.06.2020).
14. InterCONnected NEXt-Generation Immersive IoT Platform of Crime and Terrorism DetectiON, PredictiON, InvestigatiON, and PreventiON Services. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/786731> (accessed 26.06.2020).
15. Аналіз сучасного стану побудови систем відеоспостереження з функціями відеоаналітики / Бабарика А. О. та ін. *Sciences of Europe*. Praha, Czech Republic. 2020. № 1(54). P. 22-31.
16. Castillo José Carlos, Fernández-Caballero Antonio, María López. A Review on Intelligent Monitoring and Activity Interpretation. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. 2017. 20(59). P. 53-69.
17. IBM smart surveillance system (S3): Event based video surveillance system with an open and extensible framework. / Li Ying at all. *Machine Vision and Applications*. 2008. №19. P. 315-327. DOI : 10.1007/s00138-008-0153-z.
18. Intelligent surveillance system with integration of heterogeneous information for intrusion detection / Castro J.L., Delgado M. Medina J., Lozano M.D. *Expert Syst. Appl.* 2011. No 38, P. 11182-11192. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.165>.

19. Optimal fusion scheme selection framework based on genetic algorithms for multimodal face recognition / Soltana W.B. at all. *Compression et Representation des signaux audiovisuels (CORESA)*. 2010. P. 105-110.

20. A Systematic Review of Intelligence Video Surveillance: Trends, Techniques, Frameworks and Datasets / Shidik G.F. at all. *IEEE Access*. 2019. vol. 7. P. 170457-170473. DOI : 10.1109/ACCESS.2019.2955387.

21. Ibrahim Sutrisno. A comprehensive review on intelligent surveillance systems. *Communications in Science and Technology*. 2016. №1 (1). DOI : <https://doi.org/10.21924/cst.1.1.2016.7>.

22. Катеринчук І. С., Бабарика А. О. Аналіз технологій функціонування відомчих систем відеоспостереження та визначення напрямків їх удосконалення. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького. Технічні науки*. Хмельницький : НАДПСУ, 2018. №3 (77). С. 246-259.

23. Катеринчук І. С., Бабарика А. О. Удосконалення алгоритму виявлення динамічних об'єктів на відеопослідовностях. *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. Запоріжжя : ЗНТУ. 2020. № 3.

References

1. Real-time Traffic Management Model using GPUenabled Edge Devices / Muhammad Mazhar Ullah Rathore at all. *Fog and Mobile Edge Computing (FMEC)* : proceedings of the Fourth International Conference. Rome, Italy, 2019. P. 336-343. DOI : 10.1109/FMEC.2019.8795336. [in English]

2. Tripathi R. K., Jalal A. S., Agrawal S. C. Suspicious human activity recognition: a review. *Artif Intell Rev*. 2018. № 50. P. 283–339. DOI : 10.1007/s10462-017-9545-7. [in English].

3. Yadav S. S., Vijayakumar V., Athanesious J. Detection of Anomalies in Traffic Scene Surveillance. *Tenth International Conference on Advanced Computing (ICoAC)*. Chennai, India, 2018. P. 286-291. DOI : 10.1109/ICoAC44903.2018.8939111. [in English]

4. Motion-based Vehicle Speed Measurement for Intelligent Transportation Systems. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing* / Tourani Ali at all. 2019. № 11. P. 42-54. DOI : 0.5815/ijigsp.2019.04.04. [in English]

5. Deparis J. P., Velastin S. A., Davies A. C. CROMATICA Project. *Advanced Video-Based Surveillance Systems. The Springer International Series in Engineering and Computer Science*. 1999. № 488. P. 203-212. DOI : https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5085-3_18. [in English]

6. Benny Lo, Jie Sun, Sergio Velastin. Fusing visual and audio information in a distributed intelligent surveillance system for public transport systems. *Acta Automatica Sinica*. 2003. № 29 (3). P. 393-407. [in English]
7. Valera Maria, Velastin Sergio. Intelligent distributed surveillance systems: A review. *Vision, Image and Signal Processing : IEE Proceedings*. № 152. 2005. P. 192-204. DOI : 10.1049/ip-vis:20041147. [in English].
8. Ambellouis S., Bruyelle J.-L. Focus on Railway Transport. *Intelligent Video Surveillance Systems*. Chapter 2. 2013. DOI : 10.1002/9781118577851.ch2. [in English].
9. Content Analysis and REtrieval Technologies to Apply Knowledge Extraction to massive Recording. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/027231> (accessed 26.06.2020). [in English]
10. Video/Audio Networked surveillance system enhancement through Human-centered adaptive Monitoring. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/248907> (accessed 26.06.2020). [in English]
11. Privacy Preserving Perimeter Protection Project. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/312784> (accessed 26.06.2020). [in English]
12. SURVEIRON: Advanced surveillance system for the protection of urban soft targets and urban critical infrastructures. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/711264> (accessed 26.06.2020). [in English]
13. Integrated Mobile Security Kit. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/218038> (accessed 26.06.2020). [in English]
14. InterCONnected NEXt-Generation Immersive IoT Platform of Crime and Terrorism DetectiON, PredictiON, InvestigatiON, and PreventiON Services. *CORDIS EU research results* : website. URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/786731> (accessed 26.06.2020). [in English]
15. *Analiz suchasnoho stanu pobudovy system videosposterezhennia z funktsiiamy videoanalitky* [Analysis of the current state construction of video surveillance systems with video analytic functions] / Babaryka A. at all. *Sciences of Europe*. Praha, Czech Republic. 2020. № 1(54). C. 22-31. [in Ukrainian].
16. Castillo José Carlos, Fernández-Caballero Antonio, María López. A Review on Intelligent Monitoring and Activity Interpretation. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. 2017. 20(59). P. 53-69. [in English].
17. IBM smart surveillance system (S3): Event based video surveillance system with an open and extensible framework. / Li Ying at all. *Machine Vision and Applications*. 2008. №19. P. 315-327. DOI : 10.1007/s00138-008-0153-z. [in English]

18. Intelligent surveillance system with integration of heterogeneous information for intrusion detection / Castro J.L., Delgado M. Medina J., Lozano M.D. *Expert Syst. Appl.* 2011. No 38, P. 11182-11192. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.165>. [in English]
19. Optimal fusion scheme selection framework based on genetic algorithms for multimodal face recognition / Soltana W.B. at all. *Compression et Representation des signaux audiovisuels (CORESA)*. 2010. P. 105-110. [in English]
20. A Systematic Review of Intelligence Video Surveillance: Trends, Techniques, Frameworks and Datasets / Shidik G.F. at all. *IEEE Access*. 2019. vol. 7. P. 170457-170473. DOI : 10.1109/ACCESS.2019.2955387. [in English]
21. Ibrahim Sutrisno. A comprehensive review on intelligent surveillance systems. *Communications in Science and Technology*. 2016. №1 (1). DOI : <https://doi.org/10.21924/cst.1.1.2016.7>. [in English]
22. Katerynychuk I. S., Babaryka A. O. *Analiz tekhnolohii funktsionuvannia vidomchyykh system videosposterezhennia ta vyznachennia napriamkiv yikh udoskonalennia* [Analysis of the Technologies of the Functioning Specific Video Surveillance Systems and the Definition of their Directions of Improvement]. *Visnyk Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy imeni Bohdana Khmelnytskoho. Tekhnichni nauky* [Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Technical Sciences]. Khmelnytskyi : National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine, 2018. №3 (77). P. 246-259. [in Ukrainian].
23. Katerynychuk I. S., Babaryka A. O. *Udoskonalennia alhorytmu vyavlennia dynamichnykh obiektiv na videoposlidovnostiakh* [An improved moving objects detection algorithm in video sequences]. *Radioelektronika, informatyka, upravlinnia* [Radio Electronics, Computer Science, Control]. Zaporizhzhya : Zaporizhzhya National Technical University. 2020. № 3. [in Ukrainian]

Anatolii Babaryka. The Intelligent Video Surveillance System Model of the State Border Service of Ukraine

The use of video surveillance systems with video analytics functions allows to automate such activities as perimeter control analytics, situational analysis, biometric analysis, analysis of vehicle license plates, analysis from several cameras, automatic detection and classification of objects, search for objects in the video archive database etc.

The analysis of the modern methods of construction intelligent video surveillance systems is carried out in the work. The architectures of the

main ones are analyzed (CROMATICA, PRISMATICA, ADVISOR, CARETAKER, VANAHEIM, P5, SURVEIRON, IMSK, CONNEXIONS, etc.). Based on the analysis, it was proposed to introduce a number of information and logic levels in the process of video information processing: L0 - the formation of video information on sensor devices (VSS cameras); L1 - transportation and storage of video information on storage devices; L2 - automated analysis of video information; L3 - interpretation the results of video analysis. As well as the architecture of the intelligent video surveillance system of the State Border Guard Service, the levels of its structure and place in the general structure of Integrated information and telecommunication system "Gart" are determined. The modular structure of the proposed architecture allows to upgrade the system by introducing new features, scaling the number of cameras and equipment characteristics.

On the example of using a software detector to detect dynamic objects on video sequences, the effectiveness of the use of intelligent video surveillance system was substantiated.

The main task is to practical implementation of the proposed model, integration into complex security systems of territorial objects. Another important area of further research is the development of a comprehensive methodology for evaluating the effectiveness of video surveillance systems.

Key words: video surveillance system; intelligent system; detector; detection; model; CROMATICA; PRISMATICA; Gart; Arkan.