

УДК 519.688, 621.377.6

С.І. Лопатін,
кандидат юридичних наук,
старший науковий співробітник,
В.В. Буран,
здобувач ДНДІ МВС України

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ВІДЕОАНАЛІТИКИ

У статті розглянуті перспективні питання розвитку систем відеоаналітики в частині, що стосується ефективності роботи алгоритмів розпізнавання певних подій. Визначені основні принципи предикативної аналітики та відеосемантики.

Ключові слова: прогностична відеоаналітика, скоринг, розпізнавання, відеосемантика.

В статье рассмотрены перспективные вопросы развития систем видеоаналитики в части, касающейся эффективности работы алгоритмов распознавания определенных событий. Определены основные принципы предикативной аналитики и видеосемантики.

Ключевые слова: прогностическая видеоаналитика, скоринг, распознавание, видеосемантика.

Paper considers perspective development of the systems of videoanalytics in part related to the efficiency of the recognition of the algorithms of a certain event. Basic principles of predicative analysis and videosemantic are defined.

Keywords: predicative analysts, scoring, recognition, videosemantic.

Останнім часом системи відеоспостереження стають популярним інструментом, який широко використовується правоохоронними органами в усьому світі. Але відеоматеріалів накопичується дуже багато, дати лад цій інформації складно, а іноді й неможливо. Допомогу в такому випадку може надати аналіз відеоданих. Використовуючи сучасні алгоритми обробки, можна зробити швидкий та ефективний пошук потрібного фрагменту в архівних записах та своєчасне детектування події у відеоряді, що транслюється в реальному часі. Однак існує ще одна проблема – це надлишкова інформація, що є вкрай актуальною для нинішніх систем відеоспостереження, обсяг даних яких значно збільшився. Одним із підходів до її вирішення є автоматична обробка відеоданих або відеоаналіз.

Після вивчення досвіду роботи вітчизняних і зарубіжних компаній, діяльність яких пов'язана з цією проблематикою, слід виділити напрями відеоаналізу, які використовуються у відеоспостереженні для скорочення об'ємів інформації:

- жорстка відеоаналітика;
- гнучка відеоаналітика;
- прогностична відеоаналітика.

Жорстка відеоаналітика заснована на класифікації об'єктів. Основа такої відеоаналітики – детектор об'єктів. Цей алгоритм локалізує в потоці відеокadrів

замкнуті області, які змінюються за певними ознаками. Ці об'єкти намагається аналізувати програма відеоспостереження, щоб обчислити в них корисні цілі: людей, автомобілі тощо. Основна ідея при їх виявленні – це аналіз дій, пересувань і, насамкінець узагальненої картини поведінки, придатної для інтерпретації в соціально-кримінальному сенсі. У жорсткій відеоаналітиці всі моменти визначення класу цілі та її дій вимагають налаштувань, і будь-який збій зони огляду камери (від вітру, вібрації та ін.) або перестановки великих об'єктів на місцевості тягнуть за собою збій у функціонуванні. Незважаючи на це, жорстка аналітика зайняла свою нішу в системах відеоспостереження.

Одним із перспективних напрямів відеоаналітики є так звана гнучка відеоаналітика, чи відосемантика, яка не має жорстких параметрів і точної формалізації.

Семантика в мовознавстві вивчає сенс одиниць мови, а у відеоаналітиці вивчає сенс одиниць відеоподій. І там і там це – набір знань, об'єднаних між собою певними співвідношеннями. Відосемантика базується на великому наборі різних типів відеодетекторів, які вивчають властивості об'єкта, його розміри, співвідношення сторін, кольорову гаму, напрямок руху, швидкість, частоту рухів, параметри змін. Усі ці характеристики пов'язані між собою математичними співвідношеннями, які базуються на закономірностях поведінки різних типів об'єктів.

Програма відстежує характерні риси в результаті аналізу статистичних змін, таким чином здійснюється селекція відеоподій за їх семантичними відмінностями. Комп'ютерна програма розкладає відеозапис на смислові одиниці, показуючи ту частину цієї одиниці, яка повністю передає її значення. І замість тривалого відеозапису є одне єдине смислове навантаження, що дає можливість короткого показу скороченого відеосюжета, який повністю передає весь зміст сюжету.

Відосемантика – короткий логічний виклад відеоінформації шляхом розкладання її на семантичні одиниці (відеосюжети), кожен з яких має свій закінчений зміст, який відрізняється від попереднього і наступного відеосегменту. Відосемантика відстежує характерні риси відеоконтенту в результаті аналізу статистичних змін, тобто основою є статистика. Відсутність жорстко заданих параметрів і точної формалізації захищає від перешкод, оскільки вони включаються в загальний аналіз і віднімаються самі з себе в результаті різниці статистичних змін [1].

Але людина не завжди може оцінити адекватність поведінки окремих осіб, тому емулюються основні інстинкти людини (реакція на зміну обстановки, на нові звуки, нові образи, нестандартна поведінка та інше) і додається можливість програмного забезпечення аналізувати їх набагато швидше за людину. При цьому використовуються такі переваги комп'ютера над людиною, як невтомність, комп'ютерна логіка та машинний зір.

Сучасні алгоритми обробки відеоряду та потужні комп'ютерні платформи дозволяють обробляти потокове відео без втрат та пропусків інформації. Таким чином, відсікається зайве з відеоконтенту та не витрачається час на пошуки потрібного. У цьому принципова відмінність відосемантики від класичної відеоаналітики, і досвід показав, що цей підхід реально працює в складних умовах відеоспостереження.

Відеосемантика порівнює не статичні картинки і не пікселі як такі, а зміну характеру активності. Вона працює з динамікою, і знаходить новий рух на тлі інших рухів. Коли об'єкт потрапляє до кадру або починає рухатися, аналізується і запам'ятовується його характер активності, що стає ознакою ідентичності цього об'єкта. Реакція йде на зміну цієї закономірності руху або на появу іншого характеру руху в кадрі, а також їх комбінацій при накладенні.

Для аналізу картини руху використовується безліч видів відеодетекторів. Відеосемантика – надбудова над відеодетекцією, її похідна. І таких похідних у сумі безліч. У відеосемантику входить і похідна від алгоритмів класичної відеоаналітики, але не як самостійні елементи, а лише як імплікатури. Плюсом йде похідна від систем розпізнавання, хоча формально відеосемантика і не розпізнає об'єкти, але вона використовує цей тип детекції для дослідження об'єктів руху. Уся ця математика працює не на ідентифікацію ознак злочину, а лише на пошук відмінностей у статистиці руху. Тобто цілі ставляться не в масштабах штучного інтелекту, а в області простої логіки. Такий підхід дуже практичний і, нехай не замінює людську працю, але значно спрощує її.

Що стосується стійкості для перешкод, то для відеосемантики це поняття відсутнє як клас, тому що будь-яка форма руху – це лише предмет статистичного аналізу, а реакція йде лише на зміну статистики. Картина активності перешкоди входить до минулої статистики, тому при відніманні її з поточної залишається нуль. Це, звичайно, не означає, що відеосемантика не спрацьовує на перешкоди, яким-небудь чином ідентифікуючи їх такими. Але відеосемантика не спрацьовує при кожному погойдуванні гілки, а лише один раз – коли змінилася погода, ставши вітряною. При цьому технологія “коротких даних” скорочує усе, в тому числі і перешкоди. На панелі результатів гілка, що хитається, але тільки один раз за час вітряної погоди (навіть якщо хитання явно не виражене), це в тисячі разів менше кількох годин постійного відеозапису при використанні стандартної відеодетекції.

Але справа не тільки в детекції, функціональність відеосемантики набагато ширша, ніж реакція на корисну мету. Головне завдання відеосемантики – розмежування подій. Саме вона дає можливість скорочувати величезні обсяги інформації, виділяючи корисні дані.

Відеосемантика обчислює однотипні періоди руху і відмежовує один характер поведінки від іншої, утворюючи події. Дана технологія відокремлює лише одне невідоме від іншого невідомого. Події не формалізуються, немає понять типу “бійка”, “вбивство”, “грабіж”, “дія за статтею кримінального кодексу”, але є розмежування меж періодів подій. А це означає, що передивитися події можна за секунди, без очікувань їх повного завершення.

Іншим напрямом розвитку відеоаналітики є прогностична відеоаналітика.

Прогностична або предикативна аналітика (Predictive analytics) – це безліч методів статистики, аналізу даних і теорії, які використовуються фахівцями для аналізу поточних та історичних даних чи подій для прогнозу даних та подій у майбутньому [2].

Аналітики вважають, що подальший розвиток світового ринку аналізу піде шляхом активного освоєння “advanced” (просунутої) аналітики, в тому числі предикативного аналізу, побудови симуляторів і варіативних моделей. Аналітика класу “advanced” використовує статистику, описові та предикативні інструменти

“data mining” (розвідки даних), симулятори та оптимізаційні засоби. Кінцева мета застосування всіх цих інструментів – прийняття рішень та ідентифікація можливостей для складання найкращих прогнозів, виявлення процесів, вибірок та інших закономірностей.

За цією інноваційною розробкою стоїть багаторічний досвід групи фізиків-ядерників, які займалися пошуком надслабких сигналів серед великих обсягів даних і розпізнаванням образів заданих сигнатур розпаду частинок серед мільйонів схожих конфігурацій. Завдяки методам, розробленим при вирішенні задач ядерної фізики, а також досвіду колективу у сфері інтелектуального аналізу великих даних (Big Data), технології компанії ефективні в найскладніших умовах.

Щоб предикативний аналіз був успішним, рекомендовано чітко дотримуватися таких стадій: постановка мети, отримання даних із різних джерел, підготовка даних, створення предикативної моделі, оцінка моделі, впровадження моделі, моніторинг ефективності моделі.

Найбільш відомий спосіб використання прогностичної аналітики – це застосування скорингових моделей для оцінювання. Скоринг (score – бал) – це математична модель у вигляді зваженої суми певних характеристик, за допомогою якої на основі минулого досвіду з’ясовується ймовірність події. Суть скорингу полягає в тому, що кожному параметру, що характеризується, надається реальна оцінка в балах. Центальною же сутністю предикативної аналітики є задача визначення предиктора або декількох предикторів (параметрів або сутностей, які впливають на прогнозовані події). Безліч цих предикторів утворює модель предикативної аналітики, яка передбачає певну подію в майбутньому з деяким ступенем ймовірності.

Чим простіше модель (або менша кількість факторів), тим менша ступінь точності моделі. Але завжди будь-яка модель будується на минулій події в минулому і це не означає, що події в майбутньому можуть повторитися при тих самих параметрах внутрішнього середовища. Відповідно, будь-який процес моделювання має ймовірнісний характер. Ускладнюючи модель на історичних даних, є ризик її сильно переувчити і, відповідно, вона може перестати бути стійкою в майбутньому.

Основою технології предикативної відеоаналітики є прогнозування розвитку ситуації і відстеження ймовірності виникнення тієї чи іншої події. Це технологія, що дозволяє мінімізувати кількість обчислень при прийнятті рішень про підтвердження або спростування гіпотез, заснованих на оцінці різних обчислюваних характеристик відеоданих. Мінімізація кількості обчислень дає можливість вивільнені обчислювальні ресурси спрямувати на підвищення точності роботи відеоаналітики, що дозволяє значно підвищити ефективність детекторів аналітики в порівнянні з аналогічними рішеннями, створеними за “класичними” технологіями.

Час прийняття рішення розбивається на інтервали спостереження – відрізки часу, через які здійснюється накопичення та обробка інформації. Протягом інтервалу спостереження проводиться одна або кілька оцінок обчислюваних критеріїв і побудова графа, що описує ймовірність розвитку спостережуваної ситуації. Критеріями можуть служити різні статистичні характеристики відеоданих, а також результати глибокого вивчення нейронних мереж. Позитивне прийняття рішення трапляється при проходженні ситуації тільки по певному шляху графа [3].

Предикативна відеоаналітика найбільш затребувана для забезпечення безпеки об’єктів, що характеризуються масовим скупченням людей.

Конкурентною перевагою алгоритму є обробка практично всього динамічного діапазону, що надходить на аналіз зображення і ефективне вилучення корисного сигналу з шуму. Раніше, щоб уникнути помилкових спрацьовувань і знизити навантаження на процесор, розробники, зазвичай, відкидали частину даних, що неминуче призводило до втрати корисної інформації і нездатності працювати в умовах інтенсивних людських скупчень або при низькому освітленні.

Одне з призначень систем штучного інтелекту – попередження про небезпеку для збереження людських життів. Система оцінює психологічний стан осіб: як моменти найбільшої зацікавленості, так і підвищену збудливість та нервозність зловмисника перед вчиненням крадіжки. На основі класифікації активності виробляються рекомендації [4].

Фахівцями спільно з психологами була проведена колосальна робота з визначення статистичних параметрів мікрорухів людей у різних емоційних станах, різного віку, статі, різних темпераментів. Було виявлено 16 ключових статистичних параметрів, завдяки яким поведінковий алгоритм за 30–120 секунд точно визначає емоційний стан особи.

Зараз правоохоронці працюють з подіями, що сталися, рідко – намагаються передбачити дії злочинців, якщо вони вже вчинили ряд злочинів. Але технології дозволять попередити злочин до появи жертв і постраждалих. Ключ до цього – розпізнавання поведінки та емоцій людини.

Засоби предикативної аналітики адресовані фахівцям, тому не застосовуються настільки широко. Експерти вважають, що не варто чекати масових впроваджень в цій області, але тенденції будуть поступово змінюватися. Причина тому – поява феномена великих даних, який підштовхує до пошуку нових засобів обробки інформації.

На думку Еріка Сігеля (Eric Siegel), експерта з предикативного аналізу, викладеного в його однойменній книзі “Predictive Analytics”, сфера застосування предикативного аналізу найбільш поширена у виявленні шахрайських схем та для забезпечення безпеки об’єктів, що характеризуються масовим скупченням людей [5]. Засоби предикативного аналізу дозволяють мінімізувати використання шахраями фальшивих схем тощо.

Програми впровадження систем відеоспостереження здатні поліпшити ставлення громадськості до роботи правоохоронних органів та забезпечити захист поліцейських при виконанні службових обов’язків.

Отже, використання систем відеоспостереження може бути ефективним стримуючим фактором для багатьох незаконних дій. А застосування ефективних алгоритмів відеоаналітики дозволить оперативно приймати рішення залежно від обставин.

Найбільш доцільно використовувати системи відеоаналітики в підрозділах карного розшуку НПУ, превентивної діяльності НПУ, оперативно-технічних заходів НПУ та підрозділів поліції охорони НГУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Torsten Anstdt, Ivo Keller, Harald Lutz. Практическое руководство по видеoaналитике – Intelligente Videoanalyse: Handbuch Fr Die Praxis.: John Wiley & Sons, 2011. – P. 164.
2. Торстен Аништедт. Видеoaналитика: Мифы и реальность / Торстен Аништедт, Иво Келлер, Харальд Лутц // Security Focus, 2012. – 176 с.

3. P. Viola and M.J. Jones. "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features", proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2001), 2001.

4. *Эрик Сигель*. Просчитать будущее: Кто кликнет, купит, соврет или умрет / Эрик Сигель // Predictive Analytics. – М. : Альпина Паблишер, 2014. – 374 с. – ISBN 978-5-9614-4541-1.

Отримано 23.11.2016

Рецензент Марченко О.С., к.т.н.