

УДК 004.932.2

Р.Н. КВСТНИЙ, Ю.В. ПОРЕМСЬКИЙ, М.Ю. ТАРТАЧНИК

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХУ В ПОТОЦІ ВІДЕО ДАНИХ

Анотація: В більшості країн світу використовується достатньо велика кількість інформаційних технологій, що застосовуються для обробки, зберігання, ретрансляції та аналізу відео потоків даних. Однією з найскладніших задач щодо обробки відео даних є ідентифікація руху об'єктів в відео потоці. Складність такої задачі полягає у розбитті відео потоку на окремі зображення та аналізу руху об'єктів на кожному окремому зображенні.

Ключові слова: інформаційні технології, відео потік, аналіз руху, ідентифікація руху.

Аннотация: В большинстве стран мира используется достаточно большое количество информационных технологий, применяемых для обработки, хранения, ретрансляции и анализа видео потоков данных. Одной из самых сложных задач по обработке видеоданных является идентификация движения объектов в видео потоке. Сложность такой задачи заключается в разбиении видео потока на отдельные изображения и анализа движения объектов на каждом отдельном изображении.

Ключевые слова: информационные технологии, видео поток, анализ движения, идентификация движения.

Annotation: Most countries used quite a lot of information technologies for processing, storing, analyzing and relaying data video streams. One of the most complex tasks on the video data processing is the identification of moving objects in the video stream. The complexity of this problem lies in the smashing of the video stream into individual images and motion analysis of objects in each image.

Keywords: information technology, video stream, motion analysis, motion identification

Вступ

Проблема ідентифікації руху та виявлення об'єктів в потоці відео даних, на сьогодні, є доволі складною та актуальною задачею в багатьох галузях науки та техніки. Крім того, вона являє собою основу для розв'язання різних типів задач, за рахунок стрімкого розширення області застосування. Як приклади можна навести: охоронні системи, системи відео спостереження в аеропортах та вокзалах, в організаціях боротьби з тероризмом та багато інших. Для розв'язання відповідної задачі більшість інформаційних технологій використовують різні підходи та методики. Класифікації всіх інформаційних технологій та методик, що в них використовуються, надає можливість визначити найбільш функціонально вірну інформаційну технологію.

Отже, метою цієї статті є вирішення актуальної задачі пошуку шляхів підвищення ефективності ідентифікації руху в потоці відеоданих на основі удосконалення існуючих та розробки нових інформаційних технологій.

Актуальність

Вважається, що системи аналізу та ідентифікації руху об'єктів побудовані на звичайному порівнянні певних зображень між собою, але дослідження навіть найпростіших методів та алгоритмів порівняння зображень, показують, що основними складностями в реалізації таких алгоритмів є відсіювання шумів, аналіз статичного фону і т.д. Реалізація найпростіших методів порівнянь зображень дозволяє нам отримати швидкий але менш точний аналіз руху об'єктів, в той час як складні алгоритми (з кращою точністю аналізу), не дозволяють нам використовувати їх в режимі реального часу. Тому, актуальність вдосконалення методів ідентифікації руху об'єктів дуже велика.

Мета

Аналіз запропонованих методів ідентифікації руху об'єктів у відео потоці, класифікації класів рухів об'єктів. Розглянути поширені програмні продукти для ідентифікації руху у відео потоці.

Постановка задачі

1. Проаналізувати методи ідентифікації руху об'єктів у відео потоці.
2. Розглянути класифікацію класів руху об'єктів.
3. Розглянути поширені програмні продукти для ідентифікації руху у відео потоці.

Загальні підходи до розв'язання задачі ідентифікації руху в потоці відео даних

Існують три класи задач обробки та розпізнавання візуальної інформації, що класифікуються як статичні зображення, статичні сцени з елементами руху і тимчасові послідовності зображень. Останній випадок є найскладнішим, оскільки володіє більшою інформативною структурою, а динамічні властивості об'єктів розширюють класичну постановку задач обробки і розпізнавання зображень. Це робить непридатним використання ряду розроблених і добре зарекомендованих класичних методів розпізнавання [1].

Існують різні підходи для ідентифікації руху в потоці відео даних. Всі вони базуються на порівнянні поточного кадру з одним із попередніх кадрів, або з чимось ще, що ми можемо назвати фоном(статичним зображенням).

Методи оцінки руху в потоці відео даних поділяються на методи відповідності та градієнтоорієнтовні методи для різних груп об'єктів та ситуацій. Методи відповідності [2], представлені на рис. 1, є більш швидкими у виконанні поставленої задачі, але вони менш точні в оцінці руху.

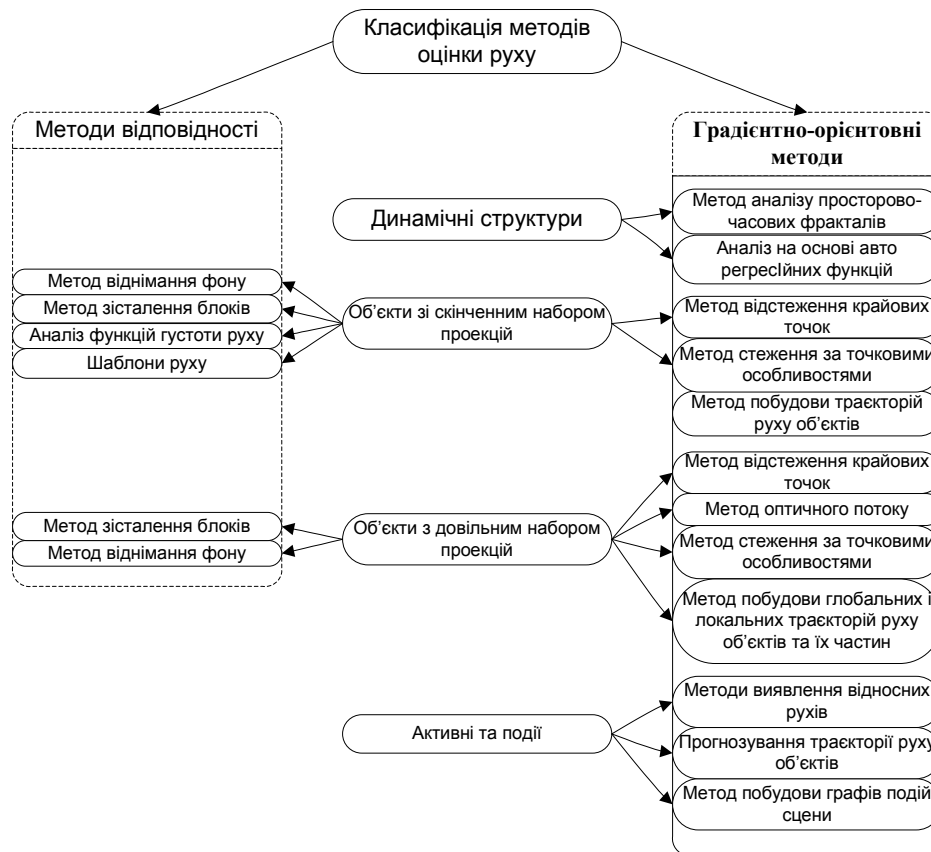


Рисунок 1 – Загальна класифікація методів ідентифікації руху об’єктів в відео потоці даних.

Більшість методів засновано на припущенні, що локалізація шаблонів руху приведена до розпізнавання і потрібно встановити відповідність шаблонів для оцінки розташування, швидкості руху і масштабу шаблону на зображенні. Реалізація інших методів потребує визначення точних границь, об’єктів і положення їх частин, як правило, для сцени з простим фоном [3].

Можливість автоматичного формування класів руху об’єктів з тестових вибірок є складною задачею. Рух у відео потоці, з рахунком його повтору в часі та просторі, можна розділити на тимчасові текстури, активні дії, події та складний рух. Класифікація рухів об’єктів в потоці відео даних представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Класифікація класів рухів об’єктів в потоці відео даних.

Назва	Опис	Область застосування
Тимчасові текстури	Статичні повторення в часі та просторі	Аналіз турбулентності рідин та газів, розпізнавання ландшафтних зображень аналіз руху невеликих однотипних об’єктів
Активні дії	Повторювані в часі структури	Супроводження об’єктів, системи інтерактивної взаємодії людина-комп’ютер (при наявності статичної камери)
Події	Прості рухи які не повторюються в просторі та часі	Аналіз дій людини, пошук в цифрових бібліотеках, аналіз спортивних матчів, відстеження надзвичайних ситуацій
Складні рухи	Динамічні багаторівневі рухи	Аналіз складних сцен при супроводженні об’єктів, навігації роботів, відстеження надзвичайних ситуацій(рухома камера)

Одним з найбільш розповсюджених підходів є порівняння поточного кадру з попереднім. Цей підхід доцільно використовувати тоді, коли необхідно оцінити зміни, та описати тільки зміни, а не весь кадр. Але це не найкращий способом для ідентифікації руху. На цьому етапі ми отримуємо зображення з білими пікселями на місцях, де поточний кадр відрізняється від попереднього на вказані порогові значення. Але, як відомо, більшість камер не надають можливість отримати дійсно якісні зображення(достатньої якості для автоматичної ідентифікації), без великої кількості шуму, тому ми отримуємо рух в тих місцях де його зовсім не має.

Інші підходи пропонують порівнювати поточний кадр не тільки з попереднім, але й з першим кадром у відео потоці. Таким чином, якщо в початковому кадрі не має об'єктів, то порівнюючи початковий кадр з поточним, ми отримаємо цілий об'єкт, незалежно від швидкості руху самого об'єкту. Але в цьому алгоритмі є певні недоліки. Наприклад, що трапиться якщо, на першому кадрі був автомобіль, а далі його не стало. Тоді на кожному наступному кадрі буде присутній рух, в тому місці де стояв автомобіль. Тому для цього методу нам потрібен статичний фон який не буде змінюватися, наприклад, картина на стелі.

Найбільш ефективні підходи та алгоритми основані на створенні так званого фону та порівнянні кожного наступного кадру з фоном. По закінченню процесу заповнення кадру білими та чорними точками починається процес виділення об'єктів. Згусток білих пікселів алгоритм об'єднує в єдиний об'єкт [4].

Інформаційні технології ідентифікації

iSpy — використовує веб-камеру і мікрофон для виявлення, запису рухів та звуків, забезпечує безпеку, спостереження, моніторинг [5]. Також має місце розширена функціональність оповіщення користувача (використовуючи сервіси SMS або ж електронну пошту) – рис. 2 та 3.

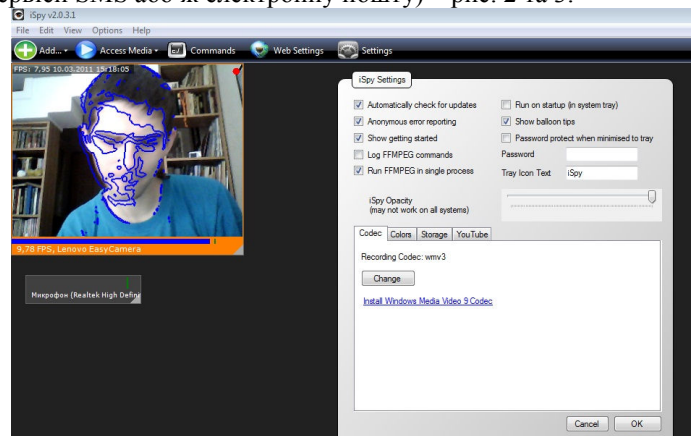


Рисунок 2 – Головне вікно програми iSpy з підключеними камерою та мікрофоном.

Під час виявлення руху, програма починає робити запис, і зберігає його. Будь-який мультимедійний файл, який був збережений інформаційною технологією стискається до флеш-відео або mp4. Крім того він є доступним через глобальну мережу Інтернет, мобільний пристрій або локальну мережу. iSpy може бути налаштований для запуску на декількох комп'ютерах одночасно.

До основних переваг інформаційної технології можна віднести:

1. Додавання необмеженої кількості планів поверху, на яких встановлені камери і мікрофони.
2. Об'єднання відео та аудіо каналів для зйомки відео зі звуком.
3. Запис відео і аудіо за запитом (а також через Інтернет).
4. Підключення декількох комп'ютерів в групу і керування ними через Інтернет.
5. Налаштування виявлення в областях камери.
6. Виявлення і запис звуку.

Основними недоліками IT є:

1. Відправлення повідомлень про зафіксовану русі по SMS або електронної пошти платна.
2. При виявленні руху в програмі відображається сам рух що не дозволяє вести приховане спостереження.

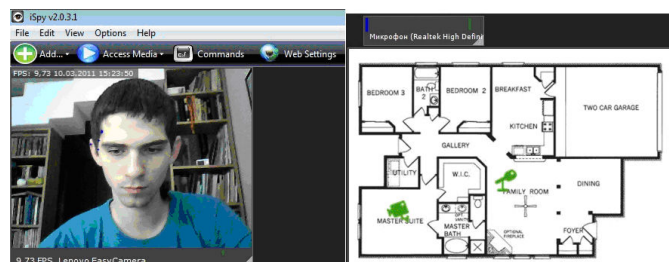


Рисунок 3 – iSpy з камерою та мікрофоном розташованими на плані поверху.

У даному програмному продукті розробники розглянули один з основних методів виявлення руху, це метод порівняння кадру з кадром. Тобто аналітичний центр програми запам'ятовує попередній кадр і порівнює його з поточним кадром. І якщо присутня різниця в цих кадрах, це означає про початок руху об'єкту. За основу такого методу взято використання бінарного зображення як основи руху. Якщо руху

немає і різниця між пікселями поточного і попереднього кадрів дорівнює нулю, то бінарне зображення залишається чорним. В той час, коли з'являється рух, піксель стає білим і показує об'єкт, що рухається. До найбільш значних функціональних особливостей можна віднести: інформаційна технологія надає можливість розташовувати камери, мікрофони, плани місцевості в довільному та зручному для нас порядку; інтуїтивне меню та панель інструментів;можливий доступ до командної стрічки.

Secure cam

Інформаційна технологія відео спостереження та ідентифікації руху (рис.4). Повідомлення про аварійний сигнал забезпечується електронною поштою, звуковим аварійного сигналу і відеозаписом. Підтримка великої кількості камер. Найважливішими перевагами є:

1. програма проста в налаштуванні функціональності і організації відео спостереження;
2. можливість програми вести приховане спостереження, не показуючи детектора;
3. можливість відправки сигналу про виявлення руху прямо з комп'ютера.

В свою чергу до недоліків можна віднести можливість збереження відео даних при відсутності руху об'єктів [6,7].

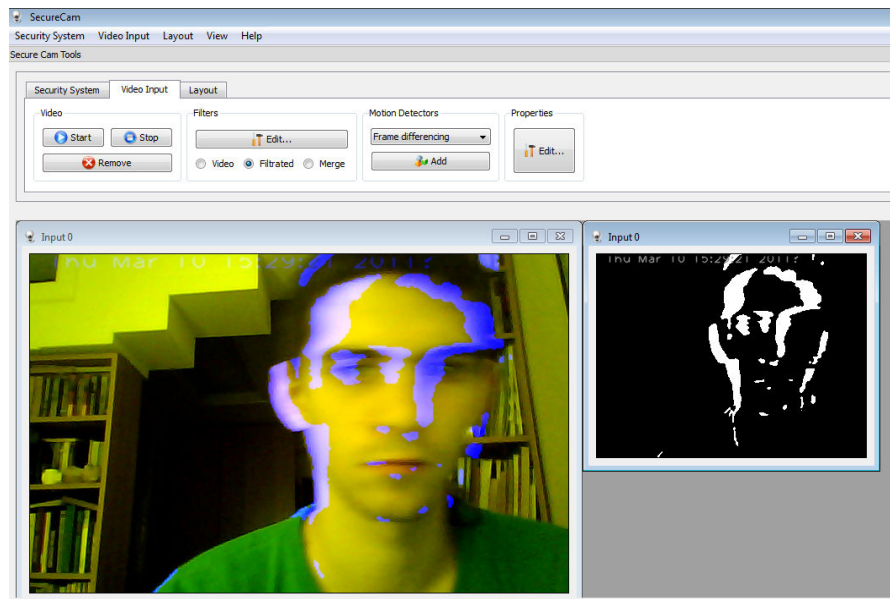


Рисунок 4 – Вікно програми Secure Cam з одною камерою в декількох фільтрах, зліва – камера разом з детектором руху, з права – тільки детектор руху.

Методика детектору руху в Secure Cam так само, як і в попередній інформаційній технології, ґрунтується на порівнянні кадру з кадром. Тому до функціональних особливостей можна віднести: авторизований вхід до програми; наявність видимих фільтрів підключення для обробки зображень; присутність таблиці попереджень про рух; неможливість змінити розмір вікна для відображення камери; можливість використання однієї камери з різними фільтрами обробки зображення.

RiseSun

За допомогою Rise Sun користувач може трансформувати веб-камеру і комп'ютер в систему відео спостереження (рис.5). Rise Sun дозволяє стежити за будинком, офісом або іншим приміщенням. Інформаційна технологія, використовуючи веб-камеру, може зафіксувати будь-який рух об'єктів і автоматично зробити знімок об'єкта, відтворити звуковий сигнал або повністю записати відео [8]. Rise Sun пропонує гнучкі налаштування – надається можливість налаштувати рівень визначення руху, роздільну здатність камери, чутливість сенсорів руху. Інформаційна технологія Rise Sun працює з усіма моделями веб-камер, які доступні на ринку.

Основними перевагами інформаційної технології є:

1. розширені налаштування детекторів руху, щоб враховувати зовнішні, мало значущі чинники, наприклад, рух листя від вітру;
2. автоматичне реагування на рух заданими діями, а саме, автоматичний знімок об'єкта, запис відео, звуковий сигнал;
3. інформаційна технологія має доволі не складний інтерфейс.

В свою чергу найбільшими недоліками є: відсутність відправки оповіщення про рух на електронну пошту; інформаційна технологія працює тільки з однією камерою; камера не повністю захоплює вигляд перед собою, а трохи обрізає його

В даній IT представлений більш удосконалений метод ідентифікації руху. Тобто порівнювання поточного кадру з кількома попередніми, що надає можливість виключити з загального аналізу руху переміщення дрібних об'єктів. Функціональні особливостями є: простий інтерфейс; прямий доступ до усіх функцій програми; процентного відображення активності руху відносно зони яку охоплює камера; фіксація часу початку стеження та останнього виявлення руху.

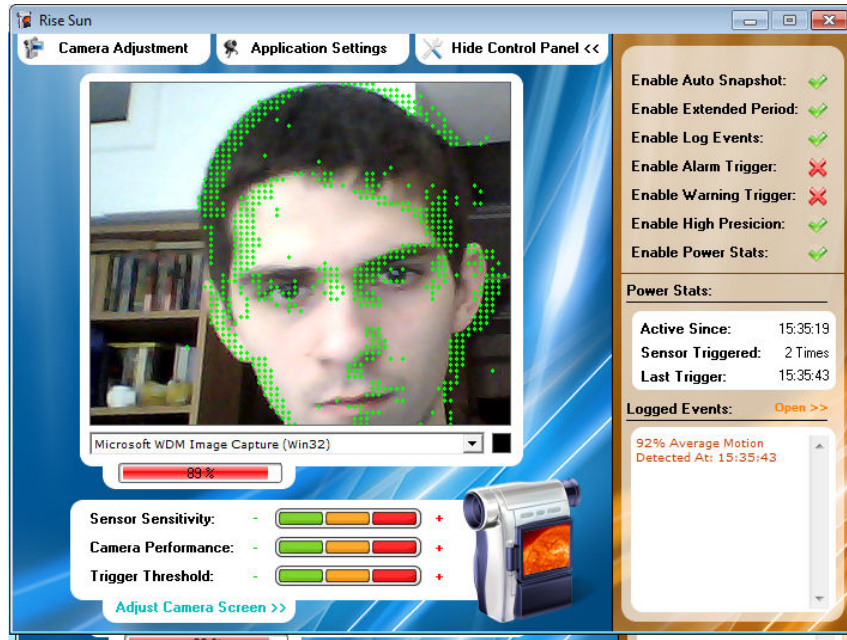


Рисунок 5 – Головний інтерфейс інформаційної технології RiseSun.

OpenCV

OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, бібліотека комп'ютерного зору з відкритим програмним кодом) - бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень та чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом [9]. Поточна версія набору бібліотек, дає можливість розробнику підключати саме ті бібліотеки, які йому потрібні, а не «тягнути за собою» набір не потрібних функцій і методів.

Інформаційна технологія складається з великої кількості модулів, що можуть застосовуватися окремо (таблиця 2).

Таблиця 2 – Основні програмні модулі інформаційної технології OpenCV.

Назва модуля	Опис функціональності
opencv_core	Ядро: базові структури, обчислення(математичні функції, генератори випадкових чисел) і лінійну алгебру, DFT, DCT, введення / виведення для XML і YAWL і т. д.
opencv_imgproc	обробка зображень (фільтрація, геометричні перетворення, перетворення кольорних просторів і т. д.).
opencv_highgui	простий UI, введення / виведення зображень і відео
opencv_ml	статистичні моделі машинного навчання (SVM, дерева рішень, навчання зі стимулюванням і т. д.)
opencv_features2d	розпізнавання і опис плоских примітивів (SURF, FAST і інші, включаючи спеціалізований фреймворк)
opencv_video	аналіз руху і відслідковування об'єктів (оптичний потік, шаблони руху, усунення фону)
opencv_objdetect	виявлення об'єктів на зображенні (перебування осіб за допомогою метода Хара і LBP, розпізнавання людей HOG і т. д.)

продовження таблиці 2

Назва модуля	Опис функціональності
opencv_calib3d	калібрування камери, пошук стерео-відповідності і елементи обробки тривимірних даних
opencv_flann	бібліотека швидкого пошуку найближчих сусідів (FLANN 1.5) і обгортки OpenCV.
opencv_contrib	супутній код, ще не готовий для застосування
opencv_legacy	застарілий код, збережений заради зворотної сумісності.
opencv_gpu	прискорення деяких функцій OpenCV за рахунок CUDA, створений за підтримки NVidia.

В даній збірці модулів для ідентифікації руху використовуються лише наступні: opencv_video(методи оптимізовані саме для виконання своїх функцій); opencv_objdetect (дана бібліотека дозволяє спростити написання програми вже наявними методами, і не треба писати вже написане). Основними функціональними особливостями є :повністю документована бібліотека, що спрощує її використання; наявність прикладів використання функцій та методів; реорганізованість бібліотеки дозволяє підключати потрібні нам модулі без перевищення пам'яті за рахунок не потрібних функцій та методів; бібліотека підтримує багато мов програмування. [10]

Виконаємо аналіз описаних інформаційних технологій щодо основних операції по опрацюванню відео на аудіо потоків даних.

Таблиця 3 – Порівняння основних функціональних можливостей інформаційних технологій, щодо обробки відео та аудіо даних.

	ISpy	Secure Cam	RiseSun	OpenCV
Аналіз звуку	+	-	-	-
Захист від руху малих об'єктів	+	-	+	+
Налаштування чутливості	+	+	+	+
Запис відео	+	-	+	+
Попередження про рух	-	+	+	+
Захист від бази даних	+	-	+	+
Підключення великої кількості камер	+	+	-	+
Попередження про рух на незалежний носій	+	+	-	-

Висновок

На даний момент існує достатньо велика кількість інформаційних технологій, які вже мають в собі модулі ідентифікації руху, але також є і бібліотеки, які дозволяють удосконалити вже існуючі методи, або створювати нові методи виявлення руху.

Серед наведених ІТ є такі, що краще справляються з ідентифікацією руху у відео потоці, і тому більш підходять для охоронних систем, наприклад ISpy. Але є і такі, що можна використовувати в домашньому використанні, наприклад Secure cam. На даний момент стрімко розвивається тільки OpenCV. Проект вже має значну спільноту розробників, багато опублікованих матеріалів, навіть надруковану O'REILLY книгу, та значну підтримку з боку компанії Intel.

В зв'язку з цим, можна зробити висновок, що кожна з інформаційних технологій, які знаходяться на ринку виконують досить велику кількість задач. Але головним недоліком є відсутність реалізації більшої кількості функціональності в одній інформаційній технології. Також не надається можливість досить швидко модернізувати готові модулі, що підтверджує ізольованість сучасних інформаційних технологій. Тому виникає необхідність в створенні не ізольованих (відкритих до оновлення) інформаційних технологій з ефективним використанням обчислювальних характеристик комп'ютерної техніки, що надасть можливість більш ефективно налаштовувати їх під конкретні задачі.

Список літератури

1. Фаворская М. Н. Модели и методы распознавания динамических образов на основе пространственно-временного анализа последовательностей изображений: автореферат дис. док. тех. наук:

- спец. 05.13.17 – «Теоретические основы информатики»/Фаворска Маргарита Николаевна; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т – Красноярск, 2010. – 20 с. : іл., табл. — Бібліогр.: с. 17—18.
2. Фаворская, М.Н. Методы поиска движения в видеопоследовательностях / М.Н. Фаворская, А.И. Пахирка, А.С. Шилов, М.В. Дамов//Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – Вып. 1 (22) в 2 частях, Ч. 2, Красноярск, 2009. с. 69–74.
 3. Фаворская, М.Н. Локальные пространственно-временные признаки событий в видеопоследовательностях // Вматериалах X междунар. науч.-техн. конф. «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий», ч. II, Улан-Удэ, 2009. с. 461–466.
 4. Фаворская, М.Н. Методы распознавания изображений в видео последовательностей: монография /М. Н. Фаворская; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2010. 176 с.
 5. ISpy Connect. — <http://www.ispyconnect.com/> — 11.11.2011
 6. SecureCam: Project Web Hosting - Open Source Software. — <http://securecam.sourceforge.net/> — 11.03.2011
 7. Secure Cam Project Solution. — <http://sourceforge.net/projects/securecam/> — 15.11.2011
 8. Creative software Solution. — <http://www.reohix.com/risesun.htm> — 11.11.2011
 9. OpenCV. — <http://opencv.willowgarage.com/wiki/> – 07.11.2011
 10. Gary Bradsky. Learning OpenCV / Gary Bradsky, Adrian Kaebler. — O'REILLY., 2008. — 557 p.

Відомості про авторів

Квстний Роман Наумович – завідувач кафедри автоматичної та інформаційно-виміральної техніки, доктор технічних наук, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, тел. 59-85-72.

Поремський Юрій Віталійович – старший викладач кафедри комп'ютерної науки, кандидат технічних наук, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.

Тартачник Максим Юрійович – студент кафедри аівт, групи Ісі-08, вінницький національний технічний університет, хмельницьке шосе, 95, м. вінниця, 21021, тел. +38-093-037-87-85, e-mail: maxim.tartachnik@gmail.com.