

Портативна система автоматичного відслідковування об'єктів на відеопослідовностях

Портативная система автоматического отслеживания объектов на видеопоследовательностях

Portable system for automatic object tracking in video sequences

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0116U003692**
- 2. Науковий керівник – д.т.н., проф. Лисенко О.М., Лысенко А.Н., Lysenko Oleksandr M.**
- 3. Суть розробки, основні результати**

(укр.)

Розроблено портативну систему автоматичного візуального відслідковування об'єктів на послідовності зображень підвищеної надійності та швидкодії, яка забезпечує знаходження траєкторії руху заданого об'єкта на відеопослідовності та визначення його координат на кожному кадрі. Підвищення ефективності системи досягнуто шляхом розробки і вдосконалення методів відслідковування та структурно-функціональної організації вбудованих програмно-апаратних засобів її реалізації на процесорному ядрі ARM Cortex-A. Подальшого розвитку отримали композитний метод відслідковування TLD та метод відслідковування на основі дискримінантного кореляційного фільтру DCF, що забезпечило високу швидкодію відслідковування, в тому числі на ахроматичних послідовностях зображень та дозволило отримати програмні реалізації даних методів, здатні працювати в реальному часі на вбудованих обчислювальних засобах. Створено новий метод відслідковування FCT (Flow Clustering Tracker), оснований на кластеризації результатів обчислення розрідженого оптичного потоку, що дозволило досягти компромісного рівня надійності та точності відслідковування при реалізації методу в портативних рішеннях. Створено комплект програмного забезпечення вбудованих програмно-апаратних засобів реалізації портативної системи автоматичного відслідковування на оціночних модулях PINE64 та Beagleboard-xM, які забезпечують обробку кадрів відеопотоку в реальному часі (не нижче 15 кадрів/с).

(рос.)

Разработана портативная система автоматического визуального отслеживания объектов на последовательности изображений повышенной надежности и быстродействия, которая обеспечивает нахождение траектории заданного объекта на видеопоследовательности и определение его координат на каждом кадре. Повышение эффективности системы достигнуто путем разработки и совершенствования методов отслеживания, а также структурно-функциональной организации встроженных программно-аппаратных средств ее реализации на процессорном ядре ARM Cortex-A. Дальнейшее развитие получили композитный метод отслеживания TLD и метод отслеживания на основе дискриминантного корреляционного фильтра DCF, что обеспечило высокое быстродействие отслеживания, в том числе на ахроматических последовательностях изображений и позволило получить программные реализации данных методов, способные работать в реальном времени на встроженных вычислительных средствах. Создан новый метод отслеживания FCT (Flow Clustering Tracker), основанный на кластеризации результатов вычисления разреженного оптического потока, что позволило достичь компромиссного уровня надежности и точности отслеживания при реализации метода в портативных решениях. Создан комплект программного обеспечения встроженных программно-аппаратных средств реализации портативных системы автоматического отслеживания на оценочных модулях PINE64 и Beagleboard-xM, которые обеспечивают обработку кадров видеопотока в реальном времени (не ниже 15 кадров/с).

(англ.)

The portable system of automatic visual object tracking in a sequence of images of increased reliability and speed has been developed. The system finds the trajectory of a given object in video sequences determining its coordinates on each frame. The improvement of the

system performance is achieved by developing and modifying tracking techniques as well as the structural and functional organization of the embedded software and hardware aids of their implementation on the ARM Cortex-A processor core. The composite method TLD and the method based on the discriminative correlation filter DCF have been improved that provided higher tracking speed on achromatic image sequences and allowed their software implementations to operate in a real-time in embedded computing devices. The new tracking method called FCT (Flow Clustering Tracker) has been developed. It is based on the clustering of the results of sparse optical flow estimation and affords the compromise between tracking robustness and accuracy when implementing it in portable solutions. The software implementations of the portable automatic tracking systems based on the PINE64 and Beagleboard-xM evaluation modules, which permit the real-time frame processing (at least 15 frames per second), are developed.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності

Відсутні.

5. Порівняння зі світовими аналогами

Результати відповідають світовому рівню, що досягається за рахунок реалізації в розробці сучасних цифрових технологій, створеного авторами роботи нового методу автоматичного відслідковування FCT (Flow Clustering Tracker) та удосконалених методів TLD (Tracking-Learning-Detection) та DCF (Discriminative Correlation Filter), розробленої нової структурно-функціональної організації портативних систем відслідковування, структурних, алгоритмічних та програмних рішень програмно-апаратних засобів їх реалізації. Більшість отриманих результатів представлено в матеріалах міжнародних періодичних видань, конференцій та воркшопів, включених до міжнародних наукометричних баз таких як Scopus та IEEE Xplore Digital Library, що також підтверджує їх відповідність світовому рівню.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Розроблені технічні рішення у вигляді створеного програмного забезпечення вбудованих програмно-апаратних засобів реалізації портативної системи відслідковування дозволять при його впровадженні в найближчі роки суттєво заощадити бюджетні кошти держави на придбання занадто дорогого обладнання закордонного виробництва.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації)

Результати досліджень можуть застосовуватись на підприємствах і в організаціях різних галузей, зокрема, в медицині при розробці новітньої діагностичної апаратури, у складній автономній робототехніці, здатній працювати у змінному середовищі, на промислових підприємствах для контролю якості продукції на виробництві, у системах безпеки і спостереження, у військовій техніці при створенні високоточних систем самонаведення та оптичної локації тощо.

8. Стан готовності розробки

Створено комплект програмного забезпечення вбудованих програмно-апаратних засобів реалізації портативної системи автоматичного відслідковування на оціночних модулях PINE64 та Beagleboard-xM, які забезпечують обробку кадрів відеопотоку в реальному часі (не нижче 15 кадрів/с), розроблено рекомендації щодо його використання. Можлива подальша розробка робочої конструкторської документації та створення зразків портативної системи відслідковування загального призначення.

9. Існуючі результати впровадження

Результати роботи впроваджено у навчальний процес у вигляді нових розділів лекційних курсів при викладанні дисциплін «Програмне забезпечення вбудованих системних рішень» (розділ «Вбудовані засоби відслідковування») та «Системи технічного зору» (розділ «Сучасні методи відслідковування об'єктів»). Прийнято до захисту 1 кандидатську дисертацію. Видано 1 навчальний посібник (електронне видання), 1 наукову

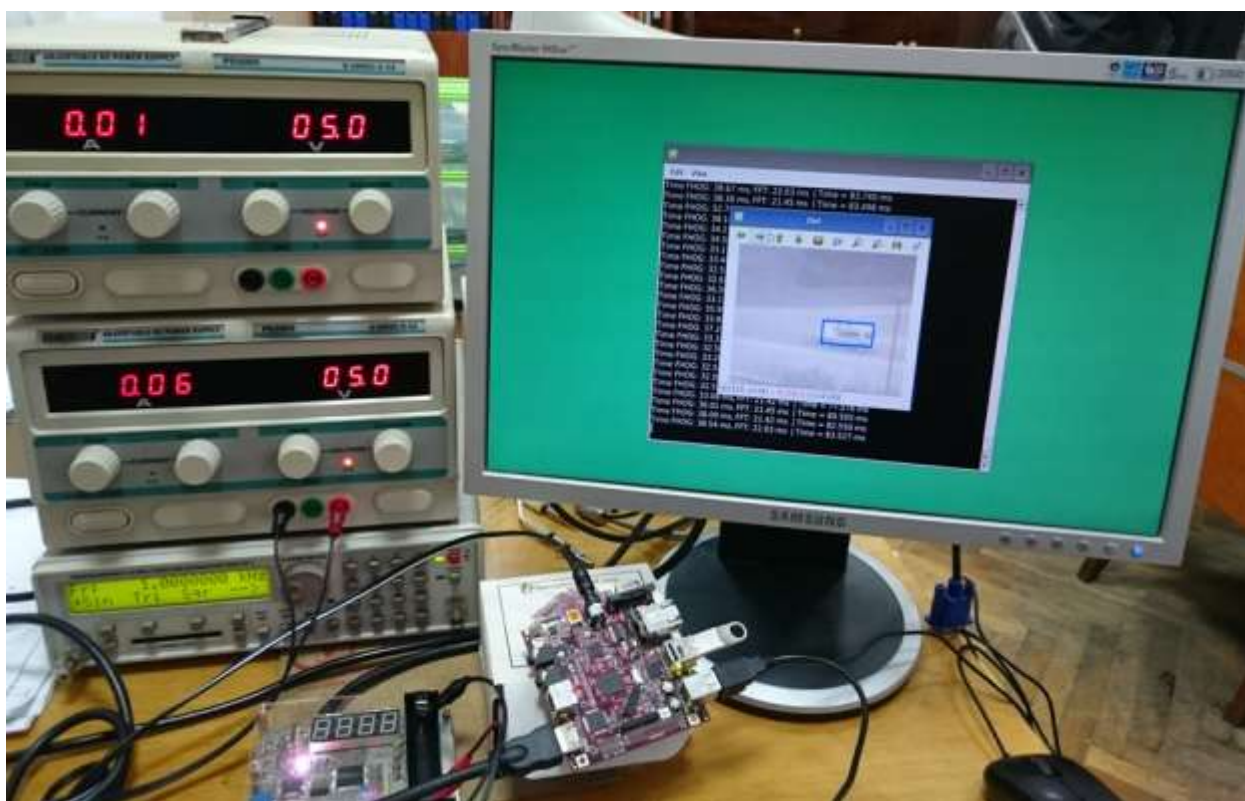
монографію, опубліковано 11 наукових статей, з яких 5 – у виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази SCOPUS, 2 – у фахових наукових виданнях України; зроблено 8 доповідей на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях. Захищено 2 магістерські дисертації та 4 дипломних проекти, виконується 1 магістерська дисертація.

Отримані результати наукових досліджень, зокрема, удосконалений метод відслідковування-навчання-виявлення TLD, розроблений метод відслідковування FCT (Flow Clustering Tracker) та створений на їх основі комплект програмного забезпечення вбудованих програмно-апаратних засобів реалізації портативної системи автоматичного (візуального) відслідковування планується використати в ДП «Державне Київське КБ «Луч» при модернізації блоку автоматичного супроводження об'єктів, що засвідчено відповідним актом від 30 листопада 2017р. № 23-05/245.

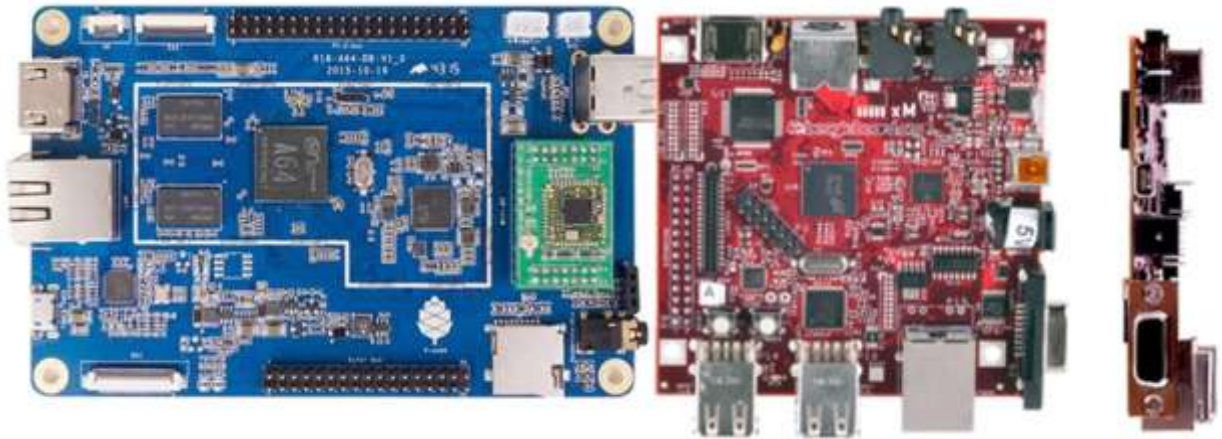
10. Назва організації, телефон, E-mail

КПІ ім. Ігоря Сікорського, НДІ електроніки та мікросистемної техніки, кафедра конструювання електронно-обчислювальної апаратури, (044) 204-93-63, o.lysenko@kpi.ua.

11. Фото розробки



Макет портативної системи відслідковування на основі налагоджувальних модуля Beagleboard-xM з процесорним ядром ARM Cortex-A8 з пристроєм відображення та елементами живлення



Прототипи портативної системи на основі налагоджувальних модулів PINE64 з процесорним ядром ARM Cortex-A53 (зліва) та Beagleboard-xM з процесорним ядром ARM Cortex-A8 (справа)

12. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Редько Д.І., Редько І.В., Захарченко Т.Л. Концептологічні основи проектування. Монографія. – К.: Видавництво «Компринт», 2016. – 155 с.
2. Варфоломєєв А.Ю., Лисенко О.М. Визначення масштабу та повороту об'єкта шляхом кластеризації в методах відслідковування на основі обчислення оптичного потоку // Електроніка та зв'язок. - Том 21, № 2 (91), 2016. – С. 32 – 40.
3. Дрозд В.П. Порівняльний аналіз зображень за допомогою глибоких нейронних мереж // Електроніка та зв'язок. - 2017.– том 22.– №1. С.75-81.
4. Varfolomieiev A., Lysenko O. An Improved Algorithm of Median Flow for Visual Object Tracking and Its Implementation on ARM Platform // Journal of Real-Time Image Processing (JRTIP), Springer. – 2016. – ISSN 1861-8200. – March 2016, Vol.11, Issue 3, Page(s): 527–534. Режим доступу: http://link.springer.com/article/10.1007/978-3-319-48881-3_55
5. Anton Varfolomieiev, Oleksandr Lysenko. Modification of the KCF tracking method for implementation on embedded hardware platforms // Proceedings of the 2016 IEEE First International Conference Radio Electronics & Info Communications (UkrMiCo). – Kyiv, Ukraine. - 11-16 Sept., 2016. – P.P.: 1–5.
DOI: [10.1109/UkrMiCo.2016.7739644](https://doi.org/10.1109/UkrMiCo.2016.7739644)
6. Felsberg M. The Thermal Infrared Visual Object Tracking VOT-TIR2016 Challenge Results / [M.Felsberg, M.Kristan, J.Matas, A.Leonardis, R.Pflugfelder, A.Varfolomieiev et al] // Computer Vision – ECCV 2016 Workshops. ECCV 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9914. Springer, Cham. – 2016. – С. 824-849; https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-48881-3_55
7. Kristan M. The Visual Object Tracking VOT2016 Challenge Results / [M.Kristan, A.Leonardis, J.Matas, M.Felsberg, R.Pflugfelder, A.Varfolomieiev et al] // Computer Vision – ECCV 2016 Workshops. ECCV 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 9914. Springer, Cham. – 2016. – С. 777-823.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-48881-3_54
8. Anton Varfolomieiev, Oleksandr Lysenko. A simple way to broaden objects search area for tracking methods based on discriminative correlation filters // Proceedings of 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)/ - Kyiv, Ukraine. – 29 May – 2 June, 2017. – P. 1149-1154.
DOI: [10.1109/UKRCON.2017.8100430](https://doi.org/10.1109/UKRCON.2017.8100430)

Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8100430/>

9. Дрозд В.П., Захарченко Т.Л. Використання глибоких нейронних мереж для розпізнавання марок автомобілів // Збірник статей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених «ЕЛЕКТРОНІКА-2016», м. Київ, 2016. – С. 293-296.
10. Дикуха Б.О. Метод покращення якості виявлення нахилених облич на зашумлених зображеннях // Збірник статей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених «ЕЛЕКТРОНІКА-2016», м. Київ, 2016. – С. 284-288.
11. Дикуха Б.О. Метод запобігання повторного знаходження обличчя у системах виявлення облич // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та комп'ютерні технології», м. Кіровоград, 24-25 березня 2016 р. – 2016. – С. 86-87.
12. Чернишов В.О. Мобільні пристрої в обробці зображень // Сборник научных трудов XIII Международной научной конференции "Актуальные вызовы современной науки" (iScience), 26-27 мая 2017г. - Вып. 5(13), часть 4. - С. 140-143.
13. Чернишов В.О. Шляхи підвищення ефективності використання нейромереж на мобільних пристроях // Сборник научных трудов XIII Международной научной конференции "Актуальные вызовы современной науки" (iScience), 26-27 мая 2017г. - Вып. 5(13), часть 4. - С. 143-145.
14. Варфоломеев А.Ю. Функціонально-логічне проектування. Комбінаційні пристрої. Навчальний посібник з дисципліни «Функціонально-логічне проектування» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Уклад.: А. Ю. Варфоломеев. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017 р. – 135 с.
15. Захарченко Т.Л. Композитосутнісні моделі адаптивних середовищ проектування: Дис. канд. техн. наук. – Київ, 2017. – 175 с. (прийнято до захисту).

13. Ключові слова: Відслідковування, система, відеопослідовність, TLD, KCF, зображення, ARM Cortex-A, PINE64, Beagleboard-xM.