

# Использование псевдоградиентной идентификации для обнаружения аномалий на изображениях

В.Е. Дементьев<sup>1</sup>, Р.Г. Магдеев<sup>1</sup>, А.Г. Ташлинский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ульяновский государственный технический университет, Северный Венец 32, Ульяновск, Россия, 432027

## Аннотация

Рассмотрено применение математического аппарата псевдоградиентной адаптации для решения задачи обнаружения областей существенных изменений на разновременных изображениях одной сцены. Предложена двухэтапная процедура, включающая вначале оценку глобальных параметров совмещения изображений, а затем локальных фрагментов.

## Ключевые слова

Совмещение изображений, псевдоградиент, нейронная сеть, идентификация

## 1. Введение

Важной задачей машинного зрения является обнаружение и локализация существенных изменений на разновременных последовательностях изображений [1] одной сцены. Как правило, эта задача осложнена тем, что регистрация изображений выполняется с разных ракурсов. Соответственно возникает дополнительная проблема совмещения изображений. В работе предлагается задачи совмещения изображений и локализации существенных изменений в них решать в рамках единого математического аппарата. В качестве практического приложения данного аппарата рассматривается задача выявления существенных изменений (аномалий) на временных последовательностях изображений искусственных объектов (зданий, мостовых переходов и т.п.).

## 2. Совмещение изображений искусственных объектов

Опыт показывает [2, 3], что устойчивые результаты при совмещении изображений показывают процедуры, построенные на базе безыдентификационной псевдоградиентной адаптации, в частности метод псевдоградиентной идентификации (МПГИ) [2]. Одной из важных задач при реализации данного метода является выбор опорных точек на парах изображений. Эта задача усложняется в случае наличия на изображениях фоновых объектов, которые не содержат полезную для совмещения информацию. Например, фотография отдельно стоящего здания может содержать области соответствующие прилегающей растительности, автомобилям, небу и т.п. Использование опорных точек из таких областей в условиях, когда промежуток времени между регистрацией совмещаемых изображений является значительным (например, несколько месяцев), неизбежно приводит к разного рода ошибкам. В рамках настоящей работы для повышения качества совмещения предлагается объединить псевдоградиентные процедуры с нейросетевыми алгоритмами, обеспечивающими выделение на изображениях только значимых объектов. В ходе экспериментов установлено, что применение для фильтрации опорных точек нейронной сети семейства U-Net [7] позволяет уменьшить ошибку совмещения для имеющихся библиотек изображений при применении МПГИ до 2.5-3 раз и обеспечить вероятность корректного совмещения на уровне 99.4%.

### 3. Поиск областей с аномалиями

Полученные результаты могут быть использованы в том числе для локализации существенных изменений (аномалий) на временных последовательностях изображений. Для этого совмещенные изображения предлагается разбивать на фрагменты, в которых производится локальное совмещение и производится оценка качества этого совмещения. Проведенные исследования показали, что для этого возможно использовать величину скользящей дисперсии [3] по процессу сходимости оцениваемых параметров совмещения изображений. В качестве примера на рис. 1 приведены некоторые результаты детектирования областей с аномалиями. При этом для фрагментов без существенных изменений («зелёный» фрагмент на рис. 1в; процесс сходимости по отдельному параметру представлен на верхнем рисунке 1г) совмещение ожидаемо дает высокую корреляцию (в приведенном примере 0,99) и величину скользящей дисперсии менее 2 единиц. Для фрагментов с существенными изменениями («красный» фрагмент; процесс сходимости по отдельному параметру представлен на верхнем рисунке 1г) процесс совмещения фактически не сходится (корреляция по паре изображений не превосходит 0,3, величина скользящей дисперсии более 20).

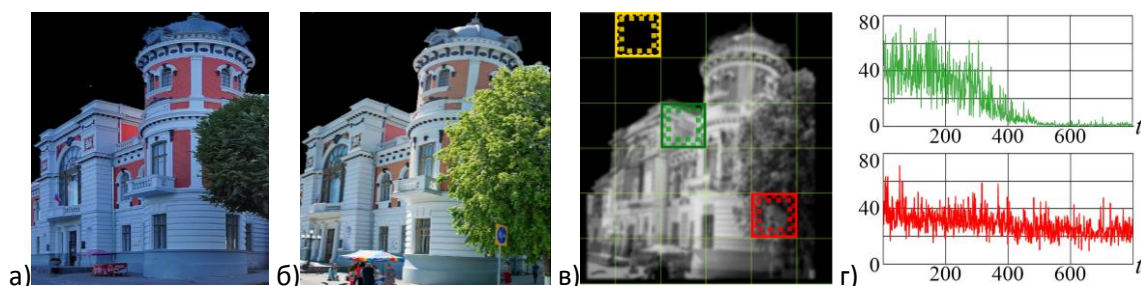


Рисунок 1: Фотографии здания Краеведческого музея г. Ульяновска в 2010 г. (а), в 2016 г. (б), результат их совмещения (в), графики сходимости параметра идентификации

### 4. Заключение

Таким образом, подход к обнаружению на разновременных последовательностях изображений областей с существенными изменениями, базирующийся на математическом аппарате безидентификационной псевдоградиентной адаптации, показал высокую эффективность и может быть использован при решении различных прикладных задач, в том числе при отсутствии априорной информации относительно характера изменений.

### 5. Благодарности

Работа поддержана грантами РФФИ № 19-29-09048 и № 19-47-730004.

### 6. Литература

- [1] Chandola, V. Anomaly Detection. A Survey / V. Chandola, A. Banerjee, V. Kumar // ACM Computing Surveys. – 2009 – Vol. 41(3). – P. 1-72. DOI:10.1145/1541880.1541882.
- [2] Magdeev, R.G. Efficiency of object identification for binary images / R.G. Magdeev, A.G. Tashlinskii // Computer Optics. – 2019. – Vol. 43(2). – P. 277-281. DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-2-277-281.
- [3] Tashlinskii, A.G. Probability prediction of estimations improvement at image parameters stochastic estimation / A.G. Tashlinskii, D.G. Kraus, R.O. Kovalenko // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1096. – P. 012033. DOI: 10.1088/1742-6596/1096/1/012033.
- [4] Цыпкин, Я.З. Информационная теория идентификации / Я.З. Цыпкин. – М. : Наука. Физматлит, 1995.

- [5] Ronneberger, O. U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation / O. Ronneberger, F. Fischer, T. Brox // International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI. Lecture Notes in Computer Science. – 2015. – Vol. 9351. – P. 1097-1105. DOI: 10.1007/978-3-319-24574-4\_28.