

УДК 621.391

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ\*

А.С. КОСТЕНКОВА

*630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, аспирант кафедры теоретических основ радиотехники.  
E-mail: askostenkova@ya.ru*

В настоящее время тепловизионные системы получили широкое распространение во многих областях, например, в военном деле и медицине. Принцип действия тепловизионных систем основан на различии теплового излучения объекта и фона. Эти системы воспринимают тепловое излучение от объектов через среды, непрозрачные для видимого или ближнего инфракрасного излучения (листва, маскировочные сети, небольшой слой земли). Основным преимуществом тепловизионных систем является обеспечение большой дальности видения независимо от уровня естественной освещенности. Эта особенность позволяет им работать круглосуточно, а также в условиях световых помех и при пониженной прозрачности атмосферы. Однако при пространственной и временной дискретизации сигналов в тепловизионных системах возникают помехи, которые существенно ухудшают качество изображений. Эти и многие другие факторы приводят к снижению дальности действия и ухудшению характеристик обнаружения и различения объектов. Поэтому при создании современной тепловизионной системы необходимо провести комплекс работ по разработке тракта обработки сигналов.

**Ключевые слова:** тепловизионные изображения, программное улучшение, повышение контрастности

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-27-32

## ВВЕДЕНИЕ

Для получения тепловизионного изображения применяются различные одноэлементные приемники с охлаждением, имеющие оптико-механическую развертку [1], ПЗС матрицы инфракрасного диапазона [2], пироэлектрические видеоконны [3].

Обработка тепловизионных изображений является важной задачей при создании тепловизионного прибора. Задача трактов формирования изображе-

---

\* Статья получена 24 мая 2017 г.

ния и обработки изображения заключается в создании контрастного изображения без шумов и геометрических искажений. Однако каждая реальная система обладает импульсной характеристикой с ограниченной длительностью, что приводит к снижению разрешающей способности. Также качество тепловизионного изображения зависит от передаточных характеристик приемника и всех звеньев тепловизионной системы. Исследования [4–6] показали, что тепловизионное изображение содержит большое количество информационных параметров. Информация, заложенная в изображениях, носит статистический характер.

В настоящее время выделяются следующие перспективные направления исследований:

- создание новых методов низкочастотной и нелинейной фильтрации;
- фильтрация шумов и сегментирование с использованием математического аппарата;
- разработка высокоэффективных (по скорости и качеству) методов обработки и сегментации изображений;
- разработка методов выделения, распознавания объектов на изображении.

В последние годы системы передачи и обработки тепловизионных изображений быстро развиваются. Одним из важных вопросов является разработка методов выделения объектов, в первую очередь необходимо повысить различимость объектов на изображении. При разработке алгоритма необходимо минимизировать шумы электронного тракта, учитывать точность фокусировки объектива, разрешающую способность и частотно-контрастные характеристики матрицы.

## **1. МЕТОДЫ АППАРАТНОГО УЛУЧШЕНИЯ РАЗЛИЧИМОСТИ ОБЪЕКТОВ**

Для повышения различимости объектов необходимо оптимизировать параметры оптики тепловизионной системы. К параметрам оптики относятся спектральный и интегральный коэффициенты пропускания, геометрические параметры, функция рассеивания, дисторсии и разрешения объектива. Современные системы с гибридными объективами обладают улучшенными частотно-контрастными характеристиками, сниженными световыми потерями [7].

## 2. МЕТОДЫ ПРОГРАММНОГО УЛУЧШЕНИЯ РАЗЛИЧИМОСТИ ОБЪЕКТОВ

На различимость объектов на тепловизионных изображениях наиболее существенное влияние оказывают тепловой контраст, зависящий от условий приема потоков излучений, и контрастность изображений, вторично обрабатываемых в тракте [8]. Наиболее перспективными методами программного улучшения различимости являются методы повышения контрастности. Под контрастностью изображения понимают разность между максимальной и минимальной яркостью пикселей. Большинство методов основано на преобразовании шкалы яркости. Перед обработкой формируется массив соответствия яркостей согласно заданной функции преобразования. Такой подход значительно сокращает время обработки. Недостатком этого метода является полное слияние фрагментов, находящихся вне выбранного диапазона яркости [9]. Нелинейное преобразование шкалы яркости позволяет увеличить контрастность в локальном диапазоне яркостей за счет снижения контрастности в других диапазонах [10]. Также увеличение различимости фрагментов изображения можно получить путем эквализации гистограммы [11]. Метод эквализации гистограммы основан на предположении, что наибольшая контрастность достигается на изображении, гистограмма которого представляет равномерное распределение пикселей по яркостям на всем возможном диапазоне. Кроме методов повышения контрастности применяется метод суперразрешения [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлен обзор существующих аппаратных и программных методов улучшения различимости объектов на тепловизионных изображениях. Данный обзор составит основу для дальнейших исследований по этой тематике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Поскачей А.А., Чубаров Е.П.* Оптико-электронные системы измерения температуры. – М.: Энергия, 1988. – 248 с.
2. *Малахов И.К.* Пирозэлектрические видиконы // Техника кино и телевидения. – 1980. – № 10. – С. 60–66.

3. Журавлев А.А., Кормушкин А.В., Куракин Л.А. Один вариант построения тепловизионной системы на пироэлектрическом видиконе // Тепловидение: межвузовский сборник научных трудов / под ред. Н.Д. Куртева. – М.: МИРЭА, 1982. – С. 52–60.
4. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Инфракрасные системы «смотрящего» типа. – М.: Логос, 2004. – 444 с.
5. Прэнтт У. Цифровая обработка изображений: в 2 кн. – М.: Мир, 1982. – 2 кн.
6. Мирошников М.М. Теоретические основы оптикоэлектронных приборов. – Л.: Машиностроение, 1983. – 696 с.
7. Анализ параметрической модели обобщенного триплета и его применение в оптико-информационных системах / Р.В. Анитропов, И.Г. Бронштейн, В.Н. Васильев, В.А. Зверев, И.Л. Лившиц, М.Б. Сергеев, Унчун Чо // Информационно-управляющие системы. – 2010. – № 1. – С. 6–14.
8. Улучшение различимости информативных фрагментов монохромных ИК-изображений / А.А. Востриков, Н.В. Кучин, Е.А. Петренко, А.М. Сергеев, Н.В. Соловьев, Т.Н. Соловьева // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 6 (85). – С. 2–9. – doi: 10.15217/issn1684-8853.2016.6.
9. Колбанев М.Ю., Рогачев В.А. Анализ проблемы обнаружения в инфракрасных системах // Информационно-управляющие системы. – 2010. – № 5. – С. 51–54.
10. Ерош И.Л., Сергеев М.Б., Соловьев Н.В. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2005. – 154 с.
11. Woods R.E., Gonzalez R.C. Digital image processing. – 2<sup>nd</sup> ed. – Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002. – 813 p.
12. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.

**Костенкова Анна Сергеевна**, аспирант кафедры теоретических основ радиотехники Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – цифровая обработка оптических и тепловизионных изображений. E-mail: askostenkova@ya.ru

## Methods for improving the quality of the infrared images<sup>\*</sup>

A.S. Kostenkova

*Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, graduate student Department of Theoretical Foundations of Radio Engineering. E-mail: askostenkova@ya.ru*

Nowadays, the infrared systems have become widely used in many fields, such as military and medicine. The operation principle of the infrared system is based on the difference between infrared radiation of object and background. These systems detect objects' infrared radiation via opaque mediums in visible and near infrared radiations (foliage, masking nets, and small layer of ground). The main advantage of the infrared systems is a long-range of vision regardless of a natural illumination level. It allows them to work round the clock in conditions of light pollutions and at the reduced atmospheric transmittance. However, spatial and time discretization of signals cause noise that significantly degrades the infrared images quality. All these, and many other factors lead to the reducing of action range and degrading of object detection and discrimination. Therefore, it is required to make a set of works on development of the signal processing path.

**Keywords:** Infrared images, program improvement, contrast enhancing

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-27-32

## REFERENCES

1. Poskachei A.A., Chubarov E.P. *Optiko-elektronnyye sistemy izmereniya temperatury* [Optoelectronic systems for measuring temperature.]. Moscow, Energiya Publ., 1988. 248 p.
2. Malakhov I.K. Piroelektricheskie vidikony [Pyroelectric vidicons]. *Tekhnika kino i televiziya – Technique of cinema and television*, 1980, no. 10, pp. 60–66.
3. Zuravlev A.A., Kormushkin A.B., Kurakin L.A. Odin variant postroeniya teplovizionnoi sistemy na piroelektricheskom vidikone [One variant of constructing a thermal imaging system on pyroelectric vidicon]. *Teplovidenie* [Thermovision]. Moscow, 1982, pp. 52–60.
4. Tarasov V.V., YAkushenkov YU.G. *Infrakrasnye sistemy "smotryashchego" tipa* [Infrared systems "looking" type]. Moscow, Logos Publ., 2004. 444 p.
5. Pratt W.K. *Digital image processing*. New York, Wiley, 1978 (Russ. ed.: Prett U. *Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii*. V 2 kn. Moscow, Mir Publ., 1982.).
6. Mirosnikov M.M. *Teoreticheskie osnovy optikoelektronnykh priborov* [Theoretical foundations of optoelectronic devices]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1983. 696 p.

---

<sup>\*</sup> Received 24 May 2017.

7. Anitropov R.V., Bronshtein I.G., Vasil'ev V.N., Zverev V.A., Livshits I.L., Sergeev M.B., Unchun Cho. Analiz parametricheskoi modeli obobshchennogo tripleta i ego primenenie v optiko-informatsionnykh sistemakh [Analysis of the parametric model of the generalized triplet and its application in optical-information systems]. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2010, no. 1, pp. 6–14.

8. Vostrikov A.A., Kuchin N.V., Petrenko E.A., Sergeev A.M., Solov'ev N.V., Solov'eva T.N. Uluchshenie razlichimosti informativnykh fragmentov monokhromnykh IK-izobrazhenii [Improving the legibility of informative fragments of monochrome infrared images]. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2016, no. 6 (85), pp. 2–9. doi: 10.15217/issn1684-8853.2016.6.

9. Kolbanev M.Yu., Rogachev V.A. Analiz problemy obnaruzheniya v infrakrasnykh sistemakh [Analysis of the detection problem in infrared systems]. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2010, no. 5, pp. 51–54.

10. Erosh I.L., Sergeev M.B., Solov'ev N.V. *Obrabotka i raspoznavanie izobrazhenii v sistemakh preventivnoi bezopasnosti* [Image processing and recognition in preventive safety systems]. St. Petersburg, GUAP Publ., 2005. 154 p.

11. Woods R.E., Gonzalez R.C. *Digital image processing*. 2<sup>nd</sup> ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2002. 813 p.

12. Soifer V.A., ed. *Metody komp'yuternoï obrabotki izobrazhenii* [Methods of computer image processing]. Fizmatlit Publ., 2003. 784 p.