

А. С. Аньшаков и др. – Новосибирск: Изд-во ИТ СО РАН, 2002.

2. Плазмотермическая переработка твердых отходов / В. П. Лукашев, С. П. Ващенко, Г. И. Багрянец, Х. С. Пак // ЭЖиП: Экология и промышленность России. 2005. – № 11. – С. 4–9.

3. *Чередниченко, В. С.* Плазменные электро-технологические установки / В. С. Чередниченко, А. С. Аньшаков, М. Г. Кузьмин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005

4. *Рутберг, Ф. Г.* Плазмохимические методы переработки. Газификация и пиролиз отходов / Ф. Г. Рутберг, А. Н. Братцев, В. Е. Попов // Энциклопедия низкотемпературной плазмы тематический том XI-5 прикладная химия плазмы. – М.: Янус-К, 2006. – С. 7–33.

5. *Anshakov, A. S.* The treatment of mixed wastes using the thermal plasma / A. S. Anshakov, V. S. Cherednichenko, E. K. Urbakh et al. // Progress in Plasma Processing of Materials. – N. Y.: Begell House, Inc., 1999. – P. 737–743.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА СФОРМИРОВАННЫХ ЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ В БОРТОВОЙ МНОГОПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

### CLASSIFICATION OF OBJECTS ON FORMED LOCATION IMAGES IN ON-BOARD MULTI-POSITION SYSTEM

**В. А. Ненашев, Е. К. Григорьев, С. А. Ненашев**

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Ненашев В. А. – канд. техн. наук, доцент

Григорьев Е. К. – аспирант

Ненашев С. А. – студент кафедры вычислительных систем и сетей

**Аннотация.** В работе рассматриваются задача классификации объектов на локационных изображениях, сформированных средствами многопозиционной системы бортовых станций, расположенных на малых летательных аппаратах. Результатом работы является создание методики классификации объектов на радиооптических изображениях земной поверхности.

В работе описывается многопозиционная локационная система, которая включает в себя активные бортовые малогабаритные радиолокационные станции (РЛС) и оптические локационные станции (ОЛС). В ходе функционирования пространственно-распределенных малогабаритных РЛС этой системы формируется радиолокационное изображение высокого разрешения в переднебоковой и/или в передней зоне обзора [1], а средствами ОЛС генерируется цветное изображение земной поверхности. В результате комплексирования оптического и радиолокационного изображения формируется объединенное радиооптическое изображение [2]. Реализуемая в работе методика классификации объектов осуществляется на основе информации от радиооптических изображений, и информации об обнаруженных объектах радиолокационными средствами, поступающих в центр управления и совместной обработки многопозиционной системы. При этом центр совместной обработки информации, может находиться, либо на борту одного из носителей, либо базироваться на земле [3, 4].

Методика работы классификатора следующая – на базе каждого носителя осуществля-

ется предобработка, в результате чего элементами многопозиционной системы малогабаритных РЛС выполняется обнаружение и определение координат объекта. Далее эта информация служит для определения параметров оптической фокусировки на обнаруженный объект, оптико-локационными средствами. Затем многопозиционная оптико-локационная система получает изображения и осуществляет операцию вычитания фона, на котором остается только объект, подлежащий классификации. Классификация объекта происходит с помощью нейронной сети, которая обучена по серии изображений соответствующей базы данных. А именно базы морских транспортных средств, базы околосемных и наземных объектов, базы техногенных объектов и др. После принятия решения о принадлежности обнаруженного объекта, происходит выдача конечной информации оператору на дисплей, с учетом весовой обработки входных данных, шумовой обстановки, близости носителя к классифицируемому участку и др.

В основе методики классификации реализована работа сверточной нейронной сети, которая предполагает ее построение на основе обу-

чения. Для реализации классификатора с помощью нейронной сети, выполняется поиск значения ее весов и порогов, являющихся первоначально неизвестными параметрами. Этот процесс представляет собой настройку модели многослойной структуры, реализуемой нейронной сетью, к обучающим данным, имеющим известный идентификатор (автомобиль, катер, поезд, дрон и т. д.) [5].

### Список использованных источников

1. *Nenashev, V. A.* Formation of Radar Image the Earth's Surface in the Front Zone Review Two-Position Systems Airborne Radar / V. A. Nenashev, A. A. Sentsov, A. P. Shepeta // 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). – Saint-Petersburg, 2019. – P. 1–5.
2. *Nenashev, V. A.* Fusion Radar and Optical Information in MultiPosition on-Board Location Systems / V. A. Nenashev, A. P. Shepeta, A. F. Kryachko // Information and Telecommunication Systems (WECONF) 2020 Wave Electronics and its Application in. 2020. – P. 1–5.
3. *Shepeta, A. P.* Accurate Characteristics of Coordinates Determining of Objects in a Two-Position System of

Параметрами оценки качества работы классификатора были выбраны: доля корректно классифицированных изображений и площадь под кривой ошибок. При этом доля верно классифицированных объектов на изображении составляет порядка 90%.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-79-00303).*

Small-Size On-Board Radar / A. P. Shepeta, V. A. Nenashev // *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy [Information and Control Systems]*. 2020. No. 2. – P. 31–36.

4. Features of information processing in the on-board two-position small-sized radar based on UAVs SPIE Future Sensing Technologies / V. A. Nenashev, A. F. Kryachko, A. P. Shepeta, D. A. Burylev. – Tokyo, Japan, 2019. – P. 111970X-1–111970X-7.

5. *Lee, S.* Parallel Deep Convolutional Neural Network Training by Exploiting the Overlapping of Computation and Communication / S. Lee, D. Jha, A. Agrawal // 2017 IEEE 24th International Conference on High Performance Computing (HiPC). – Jaipur, 2017. – P. 183–192.

## ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ

### ISSUES OF USE OF COMPUTER VISION FOR LOCALIZATION

**К. Ю. Нечепуренко**

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Нечепуренко К. Ю. – студент кафедры «Системы автоматического управления»

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Ефромеев А. Г.

**Аннотация.** Рассмотрение возможных способов реализации навигационной системы, работающей с применением технологий компьютерного зрения.

Создание автономной системы позиционирования для малогабаритных летательных аппаратов, которая позволила бы меньше зависеть (или вообще отказаться) от спутниковой навигации, является актуальной, перспективной и важной научно-технической задачей.

Одним из подходов к решению данной задачи является создание системы определения положения и ориентации на основе компьютерного зрения.

Основными задачами машинного зрения является получение и обработка изображений, с целью выявления полезной информации, относительно поставленной задачи, с помощью математических алгоритмов. [1] С точки зрения использования видеоподсистемы для ориентации БПЛА наибольший интерес представ-

ляют задачи распознавания положения и изменение.

В зависимости от наличия специальных оптических маркеров выделяют отдельно:

– безмаркерный трекинг как правило строится на сложных алгоритмах с использованием двух и более камер, либо стереокамер с сенсорами глубины;

– трекинг с использованием маркеров предполагает заранее заданную модель объекта, которую можно отслеживать даже с одной камерой.

В теории маркером может быть любая фигура (объект). Но на практике мы ограничены разрешением камеры, особенностями цветопередачи, освещения и вычислительной мощностью оборудования, а потому выбирается обычно черно-белый маркер простой формы.