

УДК: 621.745; 621.746

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ПОЛОЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

*Чемерис Д.С., аспирант кафедры вычислительной техники (ВТ), Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ), Института проблем морских технологий (ИПМТ) ДВО РАН, bingo222@mail.ru.  
Научный руководитель - Бурдинский И.Н., доцент, к.т.н., доцент кафедры ВТ ТОГУ, ИПМТ ДВО РАН.*

**Ключевые слова:** автономный необитаемый подводный аппарат, фильтрация, пороговая бинаризация, сегментация, лог-полярное преобразование, теория дискретных моментов, корреляционный анализ, цифровой сигнальный процессор.

### Введение

В настоящее время исследование океанов и морей из области чисто гуманитарных или сугубо прикладных задач становится задачей большого социального-экономического значения. Многие государства расширяют масштабы научных океанологических исследований, осуществляя долгосрочные программы по изучению и экологическому мониторингу водной среды с переходом к массовым, регулярным измерениям в толще вод и вблизи дна океанов. За последние два-три десятилетия в различных странах, занимающих ведущее место в области морских технологий, было создано значительное число автономных необитаемых подводных аппаратов (далее АНПА) для решения широкого круга научных и прикладных задач по исследованию и освоению океана [1].

Время пребывания АНПА под водой ограничено, а следовательно, необходимо разрабатывать способы его продления. Одним из решений данной проблемы является создание сети подводных заряжающих станций. Таким образом, АНПА достаточно знать координаты ближайшей станции для выполнения подзарядки. Используя гидроакустическую навигационную систему (далее ГАНС), АНПА способен прибыть по известным координатам, однако точности работы ГАНС будет недостаточно для проведения стыковки со станцией.

Целью данной работы является разработка цифрового блока системы наведения АНПА, который позволит выполнить стыковку со станцией подзарядки в реальном времени. Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи: разработать алгоритм распознавания мишени, выполнить сравнение методов определения параметров (угол поворота, масштабирующий коэффициент и смещение центра) распознан-

*Рассматривается разработка цифрового блока системы наведения автономного необитаемого подводного аппарата, который позволит выполнить стыковку со станцией подзарядки в реальном времени. Проводится сравнение двух подходов к определению параметров мишени, в результате которого выбрано оптимальное решение. Приводится краткое описание экспериментальной установки, реализованной на базе цифрового сигнального процессора.*

ной мишени, выполнить компьютерное моделирование и аппаратную реализацию.

### Алгоритм обработки

При съемке под водой использование полноцветных изображений избыточно, учитывая это, в работе рассматриваются полуградацииные изображения. Для перехода к полуградиационному изображению необходимо выполнить преобразование изображения из цветовой модели RGB в модель YCrCb и использовать только Y компоненты.

Над изображениями необходимо выполнить ряд последовательных операций, в результате которых останутся только два объекта: фон (черный цвет) и мишень (белый цвет). Во-первых, необходимо выполнить фильтрацию исходного изображения, что позволит сократить влияние различных шумов на выполнение распознавания в целом. Во-вторых, необходимо выполнить коррекцию контрастности изображения для более четкого выделения темных и светлых частей изображения. После коррекции выполняется пороговая бинаризация изображения, результатом которой будет отделен фон изображения и предварительно выделены те части, которые могут быть искомой мишенью. Для выделения непосредственно мишени необходимо выполнить сегментацию изображения, в результате которой будет решена первая задача работы, а именно однозначно распознана мишень.

В результате исходное изображение преобразовано в битовое представление, где «0» кодирует пиксели, относящиеся к фону, а «1» - мишени. Общий алгоритм распознавания мишени представлен на рис. 1.

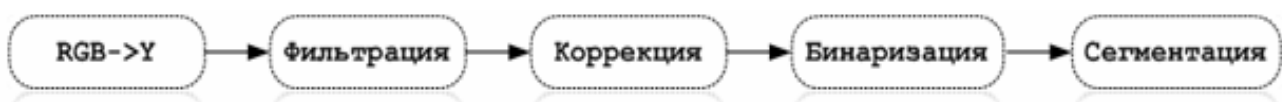


Рис. 1. Алгоритм распознавания мишени

## Компьютерное моделирование

Для проведения компьютерного моделирования используются полученные с помощью видеокамеры, изображения. Одно из таких изображений представлено на рис. 2.



Рис. 2. Изображение с видеокамеры

Исходя из особенностей принимаемых с камеры изображений, разработаны методы бинаризации и сегментации, которые по скорости работы и качеству выполнения своей функции превосходят существующие аналоги.

В работах [2,3] представлен метод определения параметров мишени, используя лог-полярное преобразование и методы корреляционного анализа. Данный подход, несмотря на все преимущества, обладает существенным недостатком – низкое быстродействие. Однако существует другой подход к решению данной задачи. В работе [4] описан метод вычисления дискретных моментов (далее моментов) разных порядков для определения параметров изображений, представленных в бинарной форме. Момент нулевого порядка определяет геометрический центр мишени, моменты высших порядков обладают свойствами инвариантности к повороту и изменению масштаба.

В таблице 1 сведены основные характеристики двух представленных подходов. Критическими параметрами из всех перечисленных являются: быстродействие и точность определения угла. По результатам компьютерного моделирования можно сделать следующие выводы: вычислительная сложность подхода на основе моментов существенно ниже; точность определения угла поворота относительно мишени может быть увеличена без изменения скорости работы всего алгоритма при использовании подхода на основе моментов; достоверность распознавания мишени при использовании подхода на основе лог-полярного

преобразования в меньшей степени зависит от результатов выполнения фильтрации, бинаризации и сегментации исходного изображения, ввиду использования методов корреляционного анализа.

Еще одно немаловажное преимущество подхода на основе моментов заключается в том, что нет необходимости хранить в памяти битовую маску для сравнения с распознанной мишенью, а достаточно иметь ряд параметров.

## Лабораторные испытания

Для проверки работоспособности алгоритма использовалась отладочная плата TMX320DM6437 EVM [5] с процессором, обладающим следующими характеристиками: тактовая частота ядра 600 МГц; память DDR2 128 Мбайт; наличие интерфейса Ethernet 100 Мбит/с. Использовалась видеокамера Panasonic NV-DS60, позволяющая получать полноцветные изображения разрешением 720x576 пикс. Изображение экспериментальной установки представлено на рис.3 (цифрами на рисунке отмечены: 1 – персональный компьютер; 2 – отладочная плата; 3 – видеокамера; 4 – фон; 5 – изображение мишени).

Для отображения результатов работы алгоритма и управления отладочной платой написана программа для ПК, которая позволяет управлять процессом работы отладочной платы посредством интерфейса Ethernet.

В результате лабораторных испытаний была подтверждена работоспособность метода на основе теории дискретных моментов. Скорость обработки изображений достигает 18 кадров/с. Точность определения угла составила 1 градус. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение подхода на основе дискретных моментов дает лучшие результаты по сравнению с подходом на основе лог-полярного преобразования и корреляционного анализа.

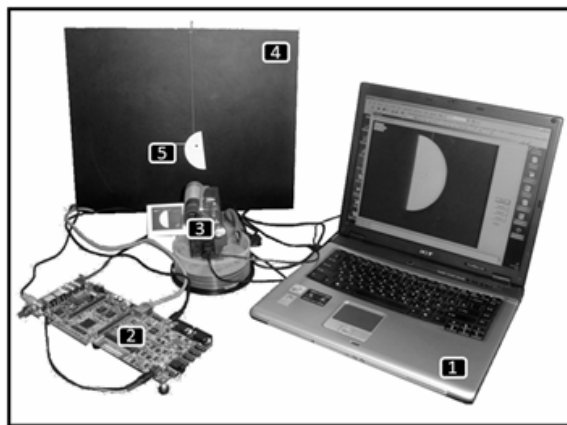


Рис.3. Экспериментальная установка

Таблица 1.

### Сравнение методов

	Применение лог-полярного преобразования		Применение теории дискретных моментов	
Вычислительная сложность	$O(n^4)$	-	$O(n)$	+
Точность определения угла	При увеличении точности пропорционально увеличится вычислительная сложность.	-	При увеличении точности вычислительная сложность не изменится.	+
Потребление памяти	Необходимо хранить большой объем вспомогательной информации.	-	Необходимо хранить только несколько констант	+
Форма мишени	Для повышения достоверности распознавания необходима определенная форма мишени.			

## Заключение

Ключевым моментом данной работы является сравнение двух подходов к определению параметров мишени, в результате которого выбрано оптимальное решение. Следующим этапом разработки станет проведение натурных испытаний и обработка полученных результатов. Необходимо также определиться с шумами, которые могут оказать воздействие на работу алгоритмов и разработать методы борьбы с ними.

### Литература

1. Автономные подводные роботы: системы и технологии/ М.Д. Агеев, Л.В. Киселев, Ю.В.Матвиенко и др.; под общ. Ред. М.Д. Агеева; [отв. ред. Л.В. Киселев]; Ин-т проблем морских технологий. – М.: Наука, 2005. – 398 с.
2. Бурдинский И.Н., Чемерис Д.С. Алгоритм определения угла поворота объекта относительно заданной мишени// Третья Всероссийская научно-техническая конференция «Технические проблемы освоения мирового океана». 2009. С. 361-365
3. Бурдинский И.Н., Чемерис Д.С. Цифровая система обработки видеоизображений для решения задачи наведения подводного робота// X Всероссийская научно-техническая конференция «Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий». 2009. С. 487-490.
4. Яне Б. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. – 584 с.
5. TMS320DM6437 Digital Media Processor [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.ti.com>, свободный. - Загл. с экрана., Яз. англ.

## DETERMINATION OF THE RELATIVE POSITION BASED ON VIDEO PROCESSING

*Burdinsky I.N., Chemeris D.S.*

Currently, the study of oceans and seas from the purely humanitarian or purely applied problems becomes

the task of major socio-economic importance. Many states extend the scope of scientific oceanographic research, carry out long-term program to study and environmental monitoring of the water environment with the transition to massive, regular measurements of water column and near the bottom of the oceans.

Time spent AUV under water is limited, and, therefore, need to develop ways of extending it. One solution to this problem is to create a network of underwater charging stations. Thus, the AUV is enough to know the coordinates of the nearest station to perform charging. Using a acoustic positioning system (hereinafter APS), AUV is able to arrive at the known coordinates, but the accuracy of the APS would not be sufficient for the docking with the station.

The aim of this work is to develop a digital system unit of an AUV, which will perform the docking with charging station in real time. To achieve the goal must complete the following tasks: to develop target recognition algorithms, perform a comparison of methods of determining the parameters (angle of rotation, scaling factor and the displacement of the center) recognized a target, perform computer simulation and hardware implementation. Practical results of work to be used in research conducted by the Institute of Marine Technology Problems FEB RAS.

Considered in the methods of working with binary images and can determine the relative position (rotation and scale change) the object of a given shape. Due to noise taken from a camera image need to perform a preliminary consistent treatment, which includes operations such as equalization, filtering, binarization and segmentation.

The key point of this study is to compare the two approaches to determining the parameters of the target, with selection of the most optimal. In carrying out the work was written a computer model, and developed a pilot plant based on digital signal processor. The next stage of development will be the full-scale testing and processing of the results.



## МНОГОМЕРНЫЕ МНОГОСКОРОСТНЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Чобану М., Техносфера, 2009. -480с.

В монографии рассматриваются многоскоростные системы, которые используются для обработки многомерных (ММ) цифровых сигналов. Монография является первым систематическим изложением теории и методов неразделимой обработки ММ сигналов на русском языке. Для пояснения материала применяются математические пакеты MATLAB, MAPLE, Singular. Приведены результаты реализации на процессорах общего назначения, сигнальных процессорах фирмы Texas Instruments и графических процессорах nVidia.

Подробнее: <http://www.technosfera.ru/363.html>