

ИНФОКОММУНИКАЦИИ

Бионический метод построения бортовой аппаратуры анализа оптоэлектронных или радиолокационных изображений

Bionic method of building the onboard optoelectronic or radar images analysis equipment

Ключевые слова: летательный аппарат – aircraft; бортовая аппаратура анализа – onboard analysis equipment; обработка изображений – image processing.

Настоящий научный обзор направлен на описание аппаратно-программной реализации алгоритма обработки изображений на основе бионических методов распознавания и классификации изображений в бортовой аппаратуре анализа изображений летательных аппаратов.

This scientific review is intended for describing the hardware-and-software implementation of image processing algorithm based on bionic methods of images recognition and classification of aircrafts' image analysis instrumentation.

В состав бортовой аппаратуры беспилотных и пилотируемых летательных аппаратов в качестве полезной нагрузки входит аппаратура анализа окружающего пространства и подстилающей земной поверхности. Анализируемые изображения могут быть сформированы как оптоэлектронными (телеизионными или тепловизионными) [1, 2], так и радиолокационными системами наблюдения [3]. Такая аппаратура может решать и навигационные, и прицельные задачи.

Аппаратура анализа изображений предназначена для автономного функционирования в режиме жесткого реального времени. Такой режим обычно обеспечивается либо применением вычислительных устройств высокого быстродействия, либо организацией вычислительного процесса на основе «быстрых алгоритмов» (чаще всего – распараллеливание процедуры обработки между несколькими вычислителями), либо на базе одновременного применения обоих упомянутых способов.

Анализируя различные варианты возможной аппаратно-программной реализации бортовой

МАКАРЕНКО / MAKARENKO A.

Александр Александрович

(a_makarenko@mail.ru)
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Физики и техники
оптической связи,
Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики, (НИУ ИТМО),
г. Санкт-Петербург

КАРМАНОВ / KARMANOV A.

Андрей Геннадьевич

(karmanov.nip@gmail.com)
кандидат технических наук, доцент,
зам. зав. кафедрой Геоинформационных систем
НИУ ИТМО,
начальник Центра ситуационного анализа
ЗАО «Институт телекоммуникаций»,
г. Санкт-Петербург

аппаратуры анализа изображений, целесообразно обратиться к методам построения подобных систем в живой природе, в частности, у высокоорганизованных животных и человека [4, 5, 6]. «Аппаратура анализа изображений» у любого живого организма – это одно из основных средств его приспособления и выживания. Поэтому в процессе эволюции средства анализа наблюдаемого изображения живых высокоорганизованных организмов достигли самых совершенных структур, реализующих оптимальные для соответствующего вида живого существа алгоритмы обработки воспринимаемой органами чувств информации.

Главным средством дистанционного зондирования окружающего мира у человека и высокоорганизованных живых существ является, безусловно, зрение, сообщающее организму до 80 % информации об окружающей обстановке. Однако определенная группа животных обладает и способностью исследовать окружающий мир средствами эхолокации в воздухе и под водой. Эксперименты с дельфинами продемонстрировали их практически одинаковую возмож-

ность ориентироваться под водой с открытыми и закрытыми глазами. Физиологи объясняют эту способность восприятием дельфинами окружающего пространства в виде оптического или локационного изображения, формируемого на основе информации от глаз или эхолокатора.

Локационные или визуальные изображения проходят сложный и до конца не понятый путь обработки в мозгу высокоорганизованного животного или человека. Однако даже выясненные к настоящему времени некоторые высокоэффективные методы распознавания и классификации изображений в мозгу человека и высокоорганизованных животных позволяют сформулировать такие алгоритмы обработки изображений, которые обеспечат обработку таких изображений с требуемой скоростью и с высоким качеством.

Прежде всего отметим, что физиологами точно выяснено, что воспринимаемые изображения одновременно и почти параллельно обрабатываются в двух полушариях по разным методам и правилам. Такой метод обработки соответствует второму из перечисленных выше способу обеспечения возможности анализа изображений в режиме жесткого реального времени.

Рассмотрим далее особенности обработки изображений (как оптических, так и локационных) в правом и левом полушариях головного мозга [7]. Сформулируем основные особенности, а также некоторые качественные характеристики методов обработки изображений, свойственные левому и правому полушариям головного мозга.

Левое полушарие выполняет следующие функции:

- измерение параметров геометрических искажений наблюдаемого изображения и определение углов отклонения от вертикального направления;

- поиск и выделение контуров объектов на поле изображения, а также поиск наиболее информативных точек на контурах – точек максимальной кривизны;

- контурный корреляционный анализ оконтуренных областей с целью выделения искомых объектов.

Правое полушарие характеризуется такими особенностями обработки изображений:

- поиск и выделение текстурно-однородных областей;

- вычисление двухмерных спектральных характеристик изображения;

- вычисление статистических характеристик изображения;

- коррекция геометрических искажений наблюдаемого изображения на основании параметров искажений, выявленных в левом полушарии;

- геометрические преобразования эталонных изображений, выполняемые для согласования условий наблюдения объекта и ракурса наблюдения эталона.

Методы обработки изображений в мозгу человека и способы «аппаратурной реализации» этих методов подсказывают вариант построения бортовой системы анализа изображений по двухканальному принципу. Один канал будет осуществлять обработку изображений аналогично левому полушарию головного мозга. Назовем его левым каналом. Второй канал будет выполнять некоторые функции правого полушария. Назовем его правым каналом.

Исходя из перечисленных особенностей правого и левого полушарий мозга сформулируем правила функционального разделения между каналами операций обработки изображений, выполняемых в бортовой аппаратуре:

- правый канал выполняет операции обработки радиолокационной информации (РЛИ), базирующиеся на анализе всего изображения в целом: вычисление двухмерных спектральных характеристик изображения (амплитудного и фазового спектра), определение параметров текстур, выполняемое с целью выделения однородных по составу областей изображения, выравнивание динамического диапазона яркости изображения, локальный текстурный анализ, выполняемый по запросам левого канала с целью уточнения контурных характеристик объектов на изображении, сложные геометрические преобразования наблюдаемых изображений и эталонных изображений, осуществляемые при корреляционно-экстремальном поиске объектов на поле наблюдаемого изображения;

- левый канал осуществляет измерение величин и характеристик геометрических искажений в наблюдаемом изображении, контурную обработку наблюдаемого изображения, заключающуюся в поиске точек максимальной кривизны на контурах объектов и окончательном выделении контуров объектов изображения, определение содержания изображения путем детального анализа выделенных областей (совместно с правым каналом), контурный корреляционный анализ оконтуренных областей с целью выделения искомых объектов, т.е. собственно процедуры сегментации.

Схема взаимодействия правого и левого каналов, построенная на основе анализа перечисленных выше процедур обработки изображений, представлена на рисунке 1.

Результаты математического моделирования продемонстрировали возможность построения бортовой аппаратуры анализа изображений по предложенному методу.

ИНФОКОММУНИКАЦИИ

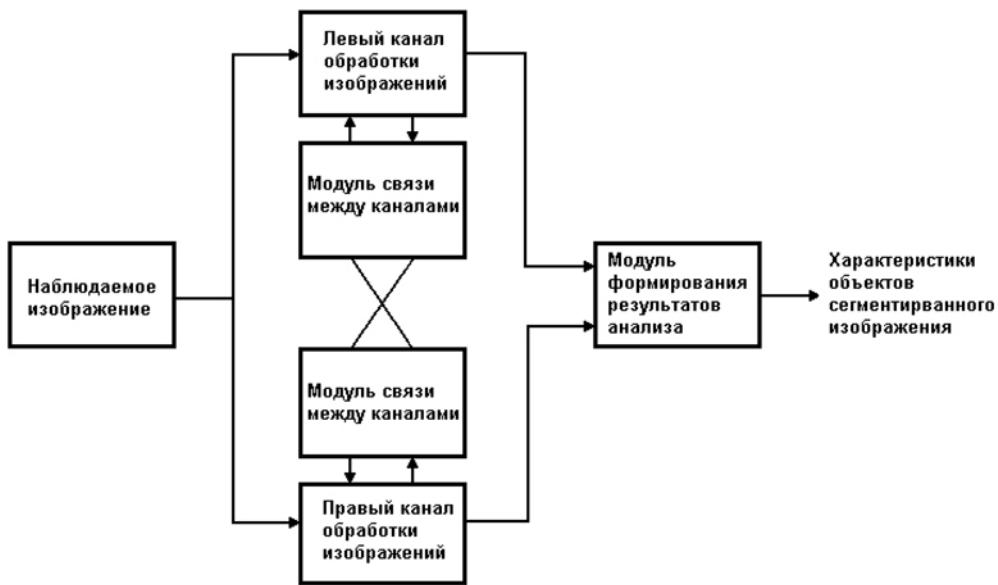


Рис. 1. Структурная схема бортовой аппаратуры анализа изображений

Таким образом, на основе анализа различных вариантов возможной аппаратурно-программной реализации бортовой аппаратуры анализа изображений авторами настоящей статьи был сделан вывод, что при построении бортовых систем анализа наблюдаемых изображений целесообразно использовать бионические методы обработки изображений и способы аппаратной реализации этих методов. Описываемый авторами вариант построения системы технического зрения по двухканальному принципу аналогично правому и левому полушариям головного мозга, с помощью которых производится анализ изображений у человека, признан возможным для реализации по результатам произведенного математического моделирования.

Литература

1. Плойд Дж. Системы тепловидения. – М.: Мир, 1978. – 414 с.;
2. Левшин В. Л. Биокибернетические оптико-электронные устройства автоматического распознавания изображений. – М.: Машиностроение, 1987. – 227 с.;
3. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. – М.: «Сов. радио», 1975. – 336 с.;
4. Невская А. А., Леушина Л. И. Асимметрия полушарий головного мозга и опознание зрительных образов. – Л.: Наука, 1990. – 152 с.;
5. Демидов В. Е. Как мы видим то, что видим. – М.: Знание, 1987 (Наука и прогресс). – 240 с.;
6. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. / Пер с англ. М.: Мир, 1990. – 239 с.;
7. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. / Пер с англ. – М.: Мир, 1983. – 256 с.