

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯРКОСТНЫХ ПРИЗНАКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ИНТЕРЕСАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В ОПТИКО-ЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Зайко Е. В., Ярмолик С. Н., Храменков А. С., Свинарский М. В., Леонович А.С.  
Кафедра автоматики, радиолокации и приемо-передающих устройств, Военная академия Республики  
Беларусь  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: zayko.eugene@mail.ru, yarmsergei@yandex.ru, xras.tech@mail.ru, mechislav1993@gmail.com

*В докладе рассмотрен вариант классификации воздушных объектов в оптико-локационных системах с использованием яркостных признаков изображений. Для выбранного алфавита классов исследована эффективность использования различных вариантов яркостных признаков изображений. Использование дифференциальной контрастности изображений объектов анализируемых классов позволило получить и проанализировать характеристики распознавания.*

## ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Развитие вычислительной техники и цифровых технологий обработки сигналов позволяет повышать качество, скорость и объемы обработки изображений в оптико-локационных системах [1]. Выделяемые в результате обработки изображения объектов обладают высокой информативностью, что открывает широкие возможности практического использования информации, получаемой в результате обработки и преобразования изображений в устройствах классификации объектов. Задача классификации (распознавания) получила широкое распространение как в гражданской, так и в военной областях применения. Вариантами использования результатов распознавания являются целераспределение, целеуказание, селекция целей, медицинская и техническая диагностика и др. [4]. Развитие локационных систем оптического диапазона, как элементов общего комплекса ПВО, неразрывно связана с определением класса наблюдаемого объекта. Несмотря на большое количество публикаций, связанных с решением задач классификации образов в оптическом диапазоне волн, вопросы описания и выделения классификационных признаков, а также разработки эффективных алгоритмов принятия решений при классификации изображений остаются весьма актуальной темой исследований.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Математическое описание обрабатываемых изображений предполагает использование двух основных подходов: детерминированного и статистического [1]. При детерминированном описании изображения используется математическая функция, характеризующая анализируемые свойства изображения в каждой точке. При статистическом описании изображение определяется своими усредненными статистическими характеристиками [5].

В наиболее общем случае изображение описывается с помощью функции распределения яркости ( $F(x, y, t)$ ), или другой физической величины, связанной с яркостью [1]. Часто анализ изображения производят в частотной области, используя двумерное преобразование Фурье. В ряде практических случаев изображение описывается совместной плотностью вероятности значений функции  $F_j(x_j, y_j)$  в точках отсчета  $x_j, y_j$ . В качестве моделей плотности вероятности яркости применяются различные плотности распределения вероятностей (Гауссовская, Релея, экспоненциальное и др.) [2]. Изображение в цифровой форме представляет собой матрицу, размерностью  $M \times N$ , где каждый элемент матрицы характеризует значение яркости изображения. Каждый компонент изображения характеризуется текущим значением яркости. Случайные значения яркости изображения объекта и фона целесообразно характеризовать средним значением яркости (МО) и величиной отклонения от среднего уровня (СКО). В интересах сопоставительного анализа компонентов изображения различной яркости удобно использовать значение дифференциальной контрастности:  $\Delta K$ .

Классификационным признаком изображения объекта называют его определенное свойство, отражающее характерные отличия изображения объекта [1]. В работе рассмотрен один из вариантов классификации признаков объектов, наблюдаемых оптико-локационными системами. К классификационным признакам относят, например, яркостные различия в компонентах изображения или геометрические различия объектов на изображениях. Для формирования отличительных признаков могут использоваться типовые математические преобразования (преобразование Фурье, Мелина, интегральное описание изображения и т.п.), либо интуитивный подход (формирование масок, нейросетевые методы выделения признаков) [1, 3].

Анализ эффективности используемых отличительных признаков изображений оптических объектов предполагает выбор показателей, характеризующих качество решения задачи классификации. Задача распознавания изображений объектов, наблюдаемых оптико-локационными системами, является статистической. Качество решения любой статистической задачи необходимо оценивать с помощью вероятностных методов [4]. В качестве показателей качества, характеризующих эффективность принимаемых решений о классе изображения объекта, в работе использованы вероятности правильных  $D_k$  и ложных  $F_k$  решений о классе объекта. В качестве аналога отношения сигнал-шум использован коэффициент дифференциальной контрастности  $\Delta K$  характеризующий степень различия в значениях уровня яркости фона и изображения объекта. Для получения выбранных показателей качества использовался метод математического моделирования. Выбор метода обусловлен простотой его применения, а также удобством формирования статистики, необходимой для оценивания характеристик.

Анализ эффективности выбранных классификационных признаков осуществлялся с помощью разработанного моделирующего комплекса. Данный комплекс обеспечивает выделение требуемых классификационных признаков изображения наблюдаемого объекта, обеспечивает расчет требуемой метрики, а также производит оценку эффективности принимаемых решений. Моделирующий комплекс, реализованный в среде программирования C++ Builder имеет гибкую и открытую архитектуру, обеспечивающую возможность модернизации и совершенствования его составных частей. Представлены результаты исследования аэродинамических объектов 3 типовых классов: самолет, крылатая ракета, вертолет. В интересах анализа использовались следующие отличительные признаки изображений выбранных классов: - гистограммные признаки в совокупности с геометрической формой изображения объекта;- интегральные признаки с учетом значений яркости изображения объекта.

Применительно к заданным условиям наблюдения объектов формировались случайные реализации анализируемых изображений. В устройстве распознавания воспроизводились адаптивные эталонные изображения. В интересах определения класса изображения наблюдаемого объекта рассчитывались коэффициенты правдоподобия анализируемых гипотез. Решение о классе наблюдаемого объекта принималось на основе оцениваемых функций расстояния между анализируемыми векторами признаков (расстояние Кульбака-Лейблера). Решение принималось в пользу наиболее правдоподобной гипотезы. После подсчета количества принятых реше-

ний о классе распознаваемого объекта рассчитывались вероятностные показатели качества ( $D$  и  $F$ )

Результаты моделирования, представлены на рисунке в виде графических зависимостей вероятностей правильного и ложного распознавания от значения дифференциальной контрастности для анализируемых яркостных признаков.

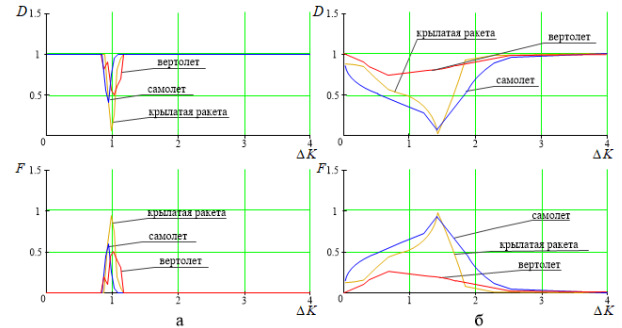


Рис. 1 – Показатели качества распознавания: а – для гистограммных признаков; б – для интегральных признаков

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные графики позволяют утверждать, что при использовании гистограммных признаков полученные значения вероятностных показателей качества имеют более высокие значения, чем при использовании геометрических признаков. Следует также отметить, что приведенные результаты исследований не позволяют в полной мере характеризовать информативность анализируемых классификационных признаков. Многогранность задачи распознавания изображений предполагает комплексный учет большого количества сопутствующих факторов, влияющих на процесс принятия результирующего решения. Вместе с этим, важно подчеркнуть, что разработанный и программно реализованный комплекс моделирования позволяет решать ряд задач, связанных с оцениванием эффективности классификационных признаков в различных условиях наблюдения.

1. Анисимов, Б. В. Распознавание и цифровая обработка изображений: учеб. пособие / Б. В. Анисимов, В. Д. Курганов, В. К. Злобин, — М.: Высш. шк., 1983. —295 с.
2. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений / У. Э. Прэтт. Пер. с англ. —М.: Мир, 1982. —Кн.1 —312 с.
3. Прэтт, У. Цифровая обработка изображений / У. Э. Прэтт. Пер. с англ. —М.: Мир, 1982. —Кн.2 —380 с.
4. Охрименко, А. Е. Основы извлечения, обработки и передачи информации. Ч.3. Распознавание – различие сигналов / А. Е. Охрименко. — Минск.: ВГУИР, 1994. —64 с.
5. Лабунец, Л. В. Цифровые модели изображений целей и реализаций сигналов в оптических локационных системах. Учеб. пособие / Л. В. Лабунец. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. —216 с.