

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

КОСТИЦЫНА Ксения Олеговна

студентка, Поволжский государственный технологический университет,
Россия, г. Йошкар-Ола

*Научный руководитель – доцент кафедры финансов, экономики и организации производства
Поволжского государственного технологического университета
Смоленникова Людмила Витальевна*

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются различные подходы к обработке радиолокационных и визуальных данных, их синхронизация и совместная интерпретация для повышения надежности и точности определения координат.

Ключевые слова: математическая модель, беспилотный летательный аппарат, ЭВМ, РЛСР.

Актуальность работы заключается в том, что построению эффективных радиолокационных систем невозможно без использования методов математического моделирования. Сутью математического моделирования радиолокационных систем являются описания физических процессов формирования локационных сигналов, приема отраженных сигналов и их обработка для определения координатных и некоординатных признаков наблюдаемых объектов, а также в дальнейшем, процессов распознавания на основе получаемой модельной апостериорной информации на языке математики: формул, аналитических соотношений, уравнений и алгоритмов. Результатом подобных описаний является построение математических моделей, представляющего собой инструмент для организации исследований, основанных на проведении целенаправленных математических экспериментов [1].

Для математического моделирования необходимо построить специальную статистическую модель, на которой реализуется многократное повторение процесса распознавания объектов каждого класса [1].

Общую модель РЛСР можно представить

двумя группами основных моделей. Первая охватывает процессы измерения признаков, вторая предназначена для исследования процедуры распознавания и оценки эффективности РЛСР. В качестве третьей, дополнительной, модели в работе можно принять модель оценки качества признаков распознавания.

Для разработки модели необходимо определить параметры системы: частоту передачи, мощность передатчика, тип антенны, высоту установки антенны и т. д. Затем необходимо определить математические выражения для расчета потерь сигнала при распространении, дисперсии и шума в канале связи [2].

После разработки модели можно провести исследование ее характеристик, таких как дальность обнаружения целей, точность измерения координат, устойчивость к помехам и т. д. Для этого можно использовать компьютерные программы для моделирования радиолокационных измерений, которые позволяют проводить численные эксперименты с различными параметрами системы.

Алгоритм моделирования радиолокационных измерений должен включать в себя:

- ввод исходных данных в виде

технических характеристик радиолокационного канала, времени сопровождения и параметров наблюдаемого объекта;

- вычисление максимальной дальности обнаружения объекта РЛС с введенными техническими характеристиками;
- вычисление зависимости отношения сигнал/шум на выходе согласованного фильтра от дальности при оптимальном методе обработки без учета потерь в приемном тракте;
- вычисление зависимости дисперсии и СКО ошибок измерения эффективной площади рассеяния объекта в зависимости от дальности;
- моделирование процесса обнаружения и сопровождения объекта, расчет его измеренного ЭПР с учетом ошибок;
- вывод результатов в виде графиков и текста на экран.

Беспилотный летательный аппарат (БЛА) – это техническое устройство, осуществляющее полёт и выполняющее определённые задачи (как промышленные, так и военные) без человека на борту [3, с. 157].

Задача определения координат БЛА на основе распознавания изображений подстилающей поверхности может быть сформулирована следующим образом:

- в качестве начальных данных задается тестовое изображение, полученное с борта БЛА;
- существует графическая база данных (фотографий местности возможного расположения БЛА), каждый снимок которой имеет четкую координатную привязку.

Подлежащее на вход системы изображение может быть искажено одним или несколькими следующими факторами:

- групповые помехи произвольной формы и размера;
- поворот или сдвиг;
- нелинейное изменение яркости;
- изменение разрешения или изменение масштаба;
- зеркальное отображение.

Необходимо *найти соответствие между тестовым снимком местности* расположения БЛА и снимками, хранящимися в базе данных и определить текущие координаты БЛА на основе полученной информации.

Вследствие наличия искажающих факторов необходимо разрабатывать **алгоритм выделения таких признаков изображения**, каждый из которых будет малочувствителен хотя бы к одному из рассматриваемых факторов.

В качестве алгоритма поиска характерных признаков изображения выбрать алгоритм SIFT, который включает в себя, и алгоритм обнаружения, и алгоритм описания. В качестве точек интереса, обнаруживаемых SIFT-детектором, выступают так называемые – пятна (blobs – пятно – эта область изображения, которая ярче/темнее, чем ее окружение).

SIFT-описание пятна (SIFT-дескриптор) обладает свойствами:

1. Он инвариантен (достаточно устойчив) к повороту, переносу и изменению масштаба изображения, т. е. почти к полной группе аффинных преобразований;
2. Он устойчив к изменению освещения сцены;
3. Он устойчив к смене ракурса - вплоть до 60°, если исходное изображение фронтальное;
4. SIFT-дескриптор характеризуется высокой информационной емкостью;
5. По сравнению с другими существующими дескрипторами, он более устойчив к размытию изображения (которое может возникнуть, например, вследствие неверной фокусировки камеры БЛА).

Результаты работы SIFT-детектора неудовлетворительны для малоконтрастных изображений. Поэтому каждое изображение, поступающее на вход системы должно проходить этап предварительной обработки, на котором повышается его контрастность.

Локализация БЛА (оценка его географических координат осуществляется на основе текущего изображения подстилающей поверхности (изображения-запроса)) и рабочей БД изображений.

Алгоритм работы системы состоит из следующих этапов:

- Вычисление дескриптора изображения-запроса;
- Расчет оценки степени сходства двух дескрипторов посредством нормированного скалярного произведения. Выбор данной – метрики обусловлен возможностью достаточно быстрого ее вычисления в режиме реального времени;
- Находятся соответствующие точки на изображении-запросе и изображении-результате распознавания, становится возможным оценить текущие географические координаты БЛА, так как все изображения рабочей БД геопривязаны.

В результате хотелось бы сказать, что исследование модели радиолокационных

измерений имеет большое практическое значение для разработки и оптимизации радиолокационных систем, таких как системы наблюдения и контроля воздушного пространства, системы поиска и спасания, системы обнаружения и отслеживания объектов на земле и т. д.

Литература

1. Горелик А.Л., Барабаш Ю.Л., Кривошеев О.В., Эпштейн С.С. Селекция и распознавание

на основе локационной информации. М.: РАДИО И СВЯЗЬ, 1990. 240 с.

2. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. М.: ВИСШ. ШК., 1977. 222 с.

3. Казбеков Б.В., Максимов Н.А., Пуртов И.С., Синча Д.П. Локализация местоположения БЛА на основе распознавания изображений подстилающей поверхности Научно-технический вестник Поволжья. № 5 20112 – С. 157.

KOSTITSYNA Ksenia Olegovna

Student, Volga Region State Technological University, Russia, Yoshkar-Ola

Scientific Advisor – Associate Professor of the Department of Finance, Economics and Industrial Organization of the Volga State Technological University Smolennikova Lyudmila Vitalievna

STUDY OF THE MATHEMATICAL MODEL OF RADAR MEASUREMENTS. DETERMINING THE COORDINATES OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE BASED ON IMAGE RECOGNITION OF THE UNDERLYING SURFACE

Abstract. *The article discusses various approaches to processing radar and visual data, their synchronization and joint interpretation to increase the reliability and accuracy of coordinate determination.*

Keywords: *mathematical model, unmanned aerial vehicle, computer, radar.*