

ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ СОВМЕСТНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОВИЗИОННОГО И ТЕЛЕВИЗИОННОГО КАНАЛОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛИ

Гуцев П.А.

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»
г. Минск, Республика Беларусь

Казарин А.В. – канд. тех. наук, доцент

В статье рассмотрены принципы построения двухканальных оптико-электронных систем, объединяющих телевизионный и тепловизионный каналы. Проанализированы оптические схемы (раздельные объективы и общий объектив с дихроичным светоделителем), методы пространственного совмещения изображений на основе гомографии, особенности тепловой стабилизации микроболометрических матриц и алгоритмы адаптивного слияния с динамическим расчетом весов. Показано, что эффективность системы определяется глубиной алгоритмической интеграции и выбором вычислительной платформы (FPGA, GPU, SoC) для обработки в реальном времени.

Современные оптико-электронные системы наблюдения и прицеливания должны обеспечивать круглосуточную и всепогодную работу. Для решения этой задачи широко применяется совместное использование телевизионного (ТВ) и тепловизионного (ТПВ) каналов. ТВ-канал функционирует в видимом диапазоне спектра и обеспечивает высокую пространственную детализацию изображения, тогда как ТПВ-канал регистрирует тепловое излучение объектов в инфракрасной области и позволяет обнаруживать цели при низкой освещенности, а также в условиях задымления, тумана и облачности.

В докладе рассматриваются особенности интеграции ТВ и ТПВ каналов в единый оптико-электронный модуль. Проводится обзор решений ряда технических задач, связанных с оптической компоновкой системы, пространственным совмещением изображений, синхронизацией видеопотоков, учетом особенностей фотоприёмных устройств и обеспечением механической стабильности конструкции.

Основные схемы построения двухканальных систем: схема с раздельными объективами, схема с общим объективом и светоделителем, а также схема со встроенным каналом. Использование раздельных объективов отличается конструктивной простотой и отсутствием потерь светового потока, однако приводит к возникновению параллакса между каналами. Схема с общим объективом и светоделителем обеспечивает совпадение оптических осей и полей зрения каналов, но сопровождается потерями энергии излучения и усложняет коррекцию оптических аберраций в широком спектральном диапазоне.

Пространственное совмещение изображений ТВ и ТПВ каналов осуществляется с использованием проективного преобразования, описываемого матрицей гомографии, связывающей координаты соответствующих точек двух изображений. Оценка параметров гомографии выполняется на основе обнаружения и сопоставления характерных точек изображений.

Тепловизионные каналы, особенно на основе микроболометрических матриц, характеризуются сравнительно низким пространственным разрешением и частотой кадров. Для повышения стабильности и качества изображений применяются методы коррекции неоднородности чувствительности и термоэлектрическая стабилизация фотоприёмной матрицы.

Обработка и синхронизация видеопотоков реализуется на вычислительных платформах FPGA, GPU или системах-на-кристалле и включает захват видеопотоков, приведение изображений к единому масштабу, геометрическую коррекцию и наложение служебной информации.

Таким образом, эффективность двухканальных систем зависит не только от качества сенсоров, но и от глубины их алгоритмической интеграции. Современные вычислительные архитектуры позволяют осуществлять такую обработку в реальном времени и обеспечивают дальнейшее развитие методов комплексной обработки телевизионных и тепловизионных данных.

Список использованных источников:

1. Holst G. *Electro-Optical Imaging System Performance* / G. Holst. – Winter Park : JCD Publishing, 2017. – 450 p.
2. Rogalski A. *Infrared Detectors* / A. Rogalski. – 2nd ed. – Boca Raton : CRC Press, 2010. – 876 p.
3. Szeliski R. *Computer Vision: Algorithms and Applications* / R. Szeliski. – London : Springer, 2010. – 812 p. – (Texts in Computer Science).
4. Ефимов А.И. Алгоритм поэтапного уточнения проективного преобразования для совмещения изображений в многоканальных системах / А.И. Ефимов, А.И. Новиков // *Компьютерная оптика*. – 2016. – Т. 40, № 4. – С. 512–519.
5. Даниленко В.И. Метод адаптивной фильтрации в задачах обработки многозональных изображений / В.И. Даниленко // *Программные системы и вычислительные методы*. – Москва : НБ-Медиа, 2016. – № 1. – С. 64–79.
6. Михеев С.В. *Основы инфракрасной техники* : учеб. пособие / С.В. Михеев. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2017. – 128 с.
7. Бадертдинов Э.Р., Денисов И.Г., Козлов А.В. Особенности построения телевизионного канала в совмещенных теплотелевизионных системах / Э. Р. Бадертдинов, И. Г. Денисов, А. В. Козлов // *Прикладная физика*. – 2015. – № 1. – С. 92–95.