

ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УГАСШИХ РУКОПИСЕЙ И ДОКУМЕНТОВ

Моаззами Лавасани Л. М.^{1,2}

Научный руководитель – доктор техн. наук, профессор Парфенов В. А.^{1,2}

¹Санкт-Петербургский Институт Истории Российской академии наук

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

moazzami@gmail.com

Введение

Сохранение и изучение исторических документов представляет собой актуальную научную проблему, требующую применения современных неразрушающих методов исследования. Многие документы культурного наследия подвержены естественному старению, которое может приводить к потере контрастности чернил. Кроме того, может происходить разрушение их основы (бумаги и пергамента) из-за биологических поражений. Одной из актуальных проблем сохранения памятников письменности является восстановление угасших надписей рукописей и документов.

В отечественной и зарубежной практике для решения данной обычно применяют технику цифровой УФ- и ИК-фотосъемки, но в последние годы стали использовать гиперспектральную визуализацию, которая в ряде случаев является более эффективной по сравнению с традиционными методами фотографической съемки.

Основная часть

Гиперспектральная визуализация (HSI) представляет собой метод, совмещающий пространственное и спектральное разрешение для анализа материалов. В отличие от обычной RGB-съемки, регистрирующей излучение лишь в трёх широких спектральных полосах, гиперспектральная система разделяет свет на сотни или тысячи узких каналов, обеспечивая непрерывный спектр в диапазоне от нижней границы видимого света до ближней части инфракрасной области. Метод позволяет выявлять субвизуальные характеристики объектов без применения маркеров или пробоподготовки, что является ее главным преимуществом. В исследовании печатных и рукописных документов метод позволяет: повышать читаемость угасших и повреждённых текстов; восстанавливать палимпсесты; идентифицировать состав чернил, пигментов и красителей; анализировать структуру носителя (пергамента, бумаги), включая выявление водяных знаков; а также обнаруживать скрытые детали – подрисовки, правки и пометки [1, 2].

Объектом исследований в данной работе являлись полустершиеся надписи на записках из медальонов солдат Красной Армии периода Великой Отечественной войны, обнаруженные следопытами во время раскопок на местах боев в Ленинградской области. Кроме того, было исследовано несколько западноевропейских рукописей XV века. Исследования проводились с помощью гиперспектральной камеры SpecimIQ (спектральный диапазон – 400-1000 нм), имеющей следующие характеристики: спектральное разрешение – 7 нм, количество спектральных каналов – 204 волновых диапазона, пространственное разрешение – 512 × 512 пикселей [3]. Камера помещена в специализированную систему освещения и управления процессом съемки, обеспечивающую изолированный от внешних факторов процесс генерации гиперспектрального изображения анализируемого объекта размерами до 430x430 мм.

Процесс исследования включал сканирование объекта гиперспектральной камерой с предварительным подбором параметров съёмки, включая яркость, фокусное расстояние и экспозицию. После этого данные измерений импортировались в специально предназначенное для гиперспектральных изображений ПО Spectronon, с помощью которого проводилась калибровка, устранение шума и коррекция неравномерности освещения. Для выделения скрытых структур применялся метод главных компонент (РСА), который заключается в использовании статистического подхода для снижения размерности данных и выявления доминирующих спектральных признаков.

Выводы

Проведенные эксперименты показали высокую эффективность метода гиперспектральной визуализации, поскольку нам удалось восстановить казалось бы навсегда исчезнувшее изображение текста в исследованных документах. Это позволяет говорить о перспективности применения данного метода внедрения в практику работы архивов, музеев и реставрационных центров.

Литература

1. Ford T., Rizzo A., Hendriks E., Frøysaker T., Caruso F. A non-invasive screening study of varnishes applied to three paintings by Edvard Munch using portable diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) // *Heritage Science*. – 2019. – Vol. 7, Article 84. – DOI: 10.1186/s40494-019-0327-1.
2. Ford T., Rizzo A., Hendriks E., Frøysaker T., Caruso F. A non-invasive screening study of varnishes applied to three paintings by Edvard Munch using portable diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) // *Heritage Science*. – 2019. – Vol. 7, Article 84. – DOI: 10.1186/s40494-019-0327-1.
3. Specim IQ: Hyperspectral Goes Mobile : технический паспорт / Specim, Spectral Imaging Ltd. – 2023. – URL: <https://specim.com/products/iq/> (дата обращения: 28.02.2026).