

УДК 543.42+004.93

Визуализация спектральных признаков в дополненной реальности

Агринский Михаил Владимирович¹

magr829@yandex.ru

Откупман Дмитрий Григорьевич^{2(*)}

odvk@ya.ru

SPIN-код: 2889-5699

Сазонов Максим Викторович³

m.sazonov@nposmit.ru

¹ АО «ОКБ «АСТРОН», Москва, Россия

² МИИГАиК, Москва, Россия

³ ООО НПО «СМИТ», Москва, Россия

Аннотация. Современные технологии визуализации данных активно развиваются, открывая новые возможности для анализа и интерпретации информации. Одним из перспективных направлений является визуализация отличительных спектральных признаков явлений и объектов как дополненной реальности (AR). Этот подход позволяет объединить недоступные зрительным аппаратом человека данные с привычным визуальным восприятием окружающего мира, что особенно полезно для задач, связанных с идентификацией материалов, анализом состояния окружающей среды и обнаружением скрытых объектов. В работе рассмотрены некоторые особенности и примеры применения подобных методов.

Ключевые слова: спектрозональная съемка, видеоспектрометрия, мульти- и гиперспектрометры, комплексирование изображений

Visualization of spectral features in augmented reality (AR)

Agrinsky Mikhail Vladimirovich¹

magr829@yandex.ru

Otkupman Dmitry Grigorievich^{2(*)}

odvk@ya.ru

SPIN-code: 2889-5699

Sazonov Maxim Viktorovich³

m.sazonov@nposmit.ru

¹ JSC Optical-mechanical design bureau Astron, Moscow, Russia

² Moscow State University of Geodesy and Cartography MIIGAik, Moscow, Russia

³ LLC Scientific and Production Association Special Materials and Technologies, Moscow, Russia

Abstract. Modern data visualization technologies are actively developing, opening up new possibilities for analyzing and interpreting information. One of the promising areas is the visualization of distinctive spectral features of phenomena and objects as augmented reality (AR). This approach allows combining data inaccessible to the human visual apparatus with the usual visual perception of the surrounding world, which is especially useful for tasks related to the identification of materials, analysis of the state of the environment, and detection of hidden objects. The paper examines some features and examples of the application of such methods.

Keywords: spectrozonal photography, video spectrometry, multi- and hyperspectrometers, image fusion

Введение. Дополненная реальность активно развивается как технология, позволяющая накладывать виртуальные объекты на реальный мир. Широкие возможности открывает направление, где используются не просто вспомогательные виртуальные, а реальные данные для псевдо-визуализации явлений, которые находятся за пределами видимого диапазона спектра или различимостью человеческим органом зрения, т. к. практически каждый объект имеет свою уникальную спектральную характеристику отражения и/или излучения, что позволяет однозначно идентифицировать материалы, составляющие его структуру [1]. В AR такие данные, накладываемые в реальном времени на привычное изображение в видимом диапазоне спектра, могут быть использованы для создания интерактивных визуализаций, востребованных в большом количестве сфер, использующих получение и обработку спектрально-чувствительной информации, расширяя тем самым классическую область применения AR-технологий, например в научных исследованиях и образовании, дистанционном зондировании Земли, сельском хозяйстве, промышленной инспекции и неразрушающем контроле, безопасности и обороне.

Материалы и методы. Для интеграции спектральных данных с AR-устройствами необходимо использовать специальные программные интерфейсы и алгоритмы. Это может включать в себя наложение спектральных составляющих с использованием цветowych карт (псевдоцветов) на изображение для акцентирования важных объектов или явлений, а также обеспечение интерактивности и удобства использования получаемой комплексной визуализации при точном совмещении (синхронизации) данных и оптимизации производительности — минимизации задержек и плавной работы системы. Современные алгоритмы машинного обучения могут быть использованы для автоматизации этих процессов, что позволяет создавать более точные и детализированные представления ключевых признаков.

Важнейшим техническим аспектом реализации подобных систем является разработка приборов регистрации, т. е. специализированных камер для захвата необходимых спектральных диапазонов, которые могут быть реализованы на основе мульти- и гиперспектральной аппаратуры [2, 3], например, разработанный и изготовленный прибор (рис. 1). В более простых и компактных устройствах, не требующих универсальности, можно использовать миниатюрные камеры с детекцией на фиксированный диапазон длин волн.

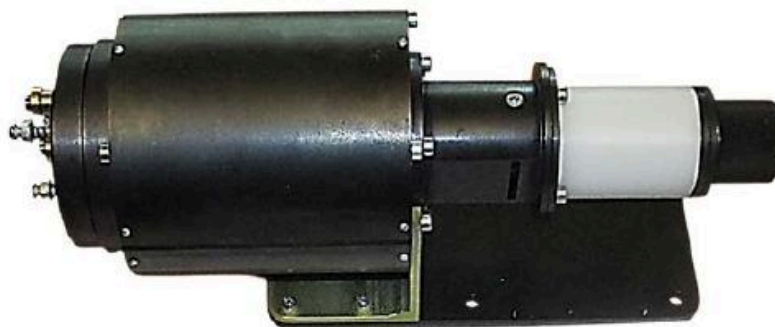


Рис. 1. Гиперспектрометр ГСП-100

Результаты. Рассмотрим пару конкретных сфер применения обсуждаемой технологии. На рис. 2 показан спектр излучения, а на рис. 3 УФ-мониторинг коронных разрядов, возникающих в высоковольтных линиях электропередач и представляющих опасность для оборудования и персонала. Для более точного обнаружения было написано ПО автоматического нахождения, подкрашивания и расширения визуальной области местонахождения коронных разрядов, с последующим наложением на исходное изображение, что позволяет операторам своевременно выявлять потенциальные проблемы и предотвращать аварии.

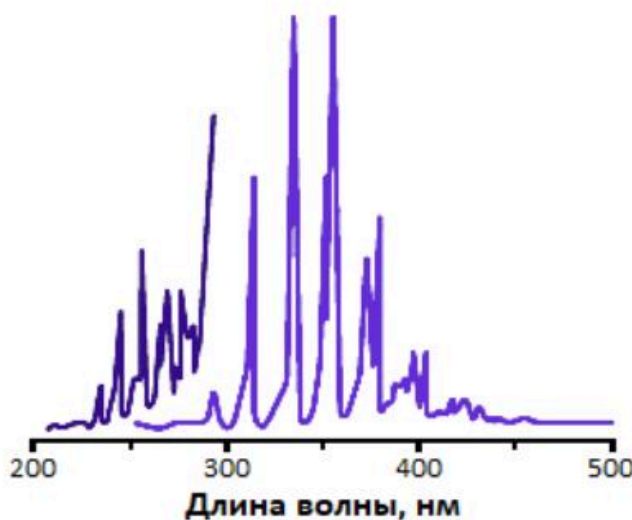


Рис. 2. Спектр коронного разряда

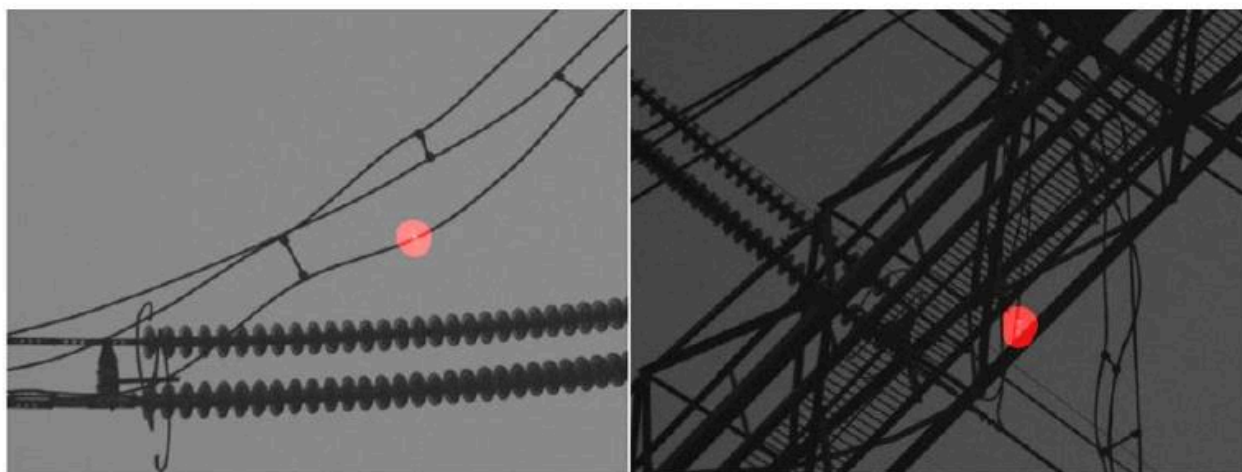


Рис. 3. Визуализация короноразряда (красная полупрозрачная область)

Многие невидимые при визуальном обследовании газы, такие как метан (CH_4), угарный (CO) и углекислый (CO_2) газ или аммиак (NH_3), могут определяться по узкоспектральным характеристикам в ИК-области (рис. 4). В AR-системах можно накладывать поглощение в их спектральных полосах на реальное изображение, показывая распределение газов в пространстве. Это мо-

жет быть полезно в промышленности для контроля утечек газа (рис. 5), в экологии для мониторинга загрязнения воздуха или в спасательных операциях для обнаружения опасных веществ.

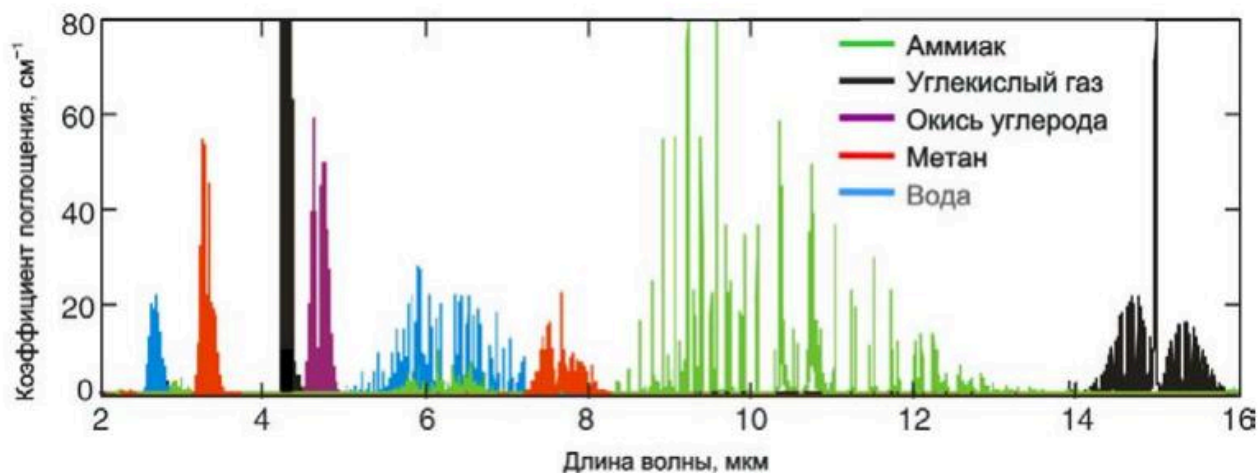


Рис. 4. ИК-спектры поглощения типичных газов, встречающихся в атмосфере [4]

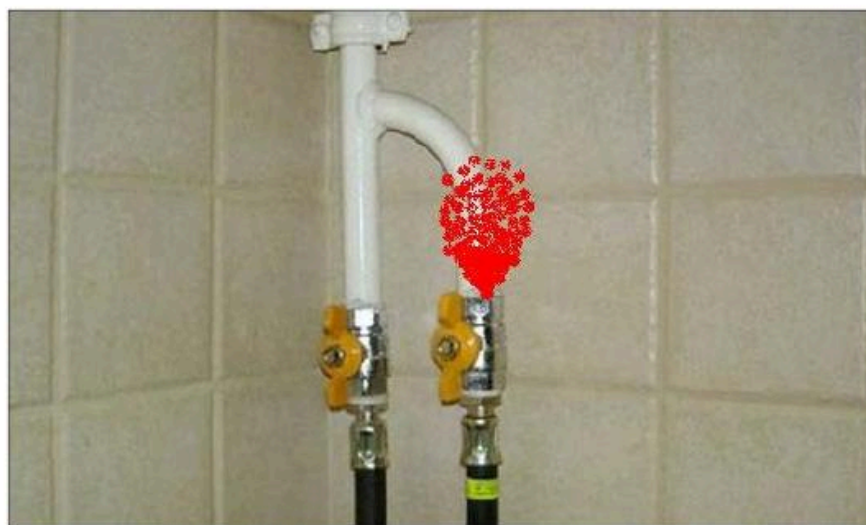


Рис. 5. Наблюдаемая утечка метана из правого запорного крана [5]

Обсуждение полученных результатов. Применение технологий визуализации спектральных признаков в AR могут показывать значительное улучшение в точности идентификации материалов и объектов. Сравнение с традиционными методами визуализации показывает, что AR позволяет более эффективно воспринимать и анализировать данные, что может привести к более обоснованным решениям в различных областях.

Заключение. Использование спектральных признаков явлений или объектов в виде AR представляет собой направление, которое может значительно расширить возможности визуализации и анализа. Этот подход позволяет объединить преимущества спектральной съемки с интуитивным восприятием

AR, что делает его мощным инструментом для решения сложных задач. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к созданию новых инструментов и технологий, способствующих более глубокому пониманию окружающего мира и улучшению качества жизни.

Список источников

- [1] Агринский М.В., Попов В.К., Серов В.В. Применение гиперспектральной информации в виде дополненной реальности. *ЭКБ и микроэлектронные модули. 9-я науч. конф.: сб. тез.* Москва, ТЕХНОСФЕРА, 2023, с. 676–677.
- [2] Агринский М.В., Голицын А.В., Старцев В.В. Проектирование оптической системы для гиперспектральной камеры с применением оптических жидких сред с «особым» ходом дисперсии. *Фотоника*, 2018, т. 12, № 8 (76), с. 794–800. <https://doi.org/10.22184/1993-7296.2018.12.8.794.800>
- [3] Агринский М.В., Горбачев К.Б., Олейников В.В., Старцев В.В. Проектирование и изготовление гиперспектральной камеры для беспилотных летательных аппаратов. *ФОТОНИКА-2019. Рос. конф. и шк. молодых ученых по актуальным проблемам полупроводниковой фотозлектроники: сб. тез.* Новосибирск, ООО «Офсет-ТМ», 2019, 142 с. <https://doi.org/10.34077/RCSP2019-142>
- [4] Hodgkinson J., Ralph P. T. Optical gas sensing: a review. *Measurement Science and Technology*, 2013, vol. 24, № 1, 59 p. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/24/1/012004>
- [5] Агринский М.В., Откупман Д.Г., Старцев В.В. Создание аппаратуры регистрации изображений с дополненной реальностью в виде спектральных эффектов, полученных принципиально новым способом в кадровом формате. *ЭКБ и микроэлектронные модули. Микроэлектроника 2024. Рос. форум. 10-я Науч. конф.: сб. тез.* Москва, ТЕХНОСФЕРА, 2024, с. 802–803.