Грант РНФ 19-19-00606П

Разработка метода одновременного получения информации о спектральной, поляризационной и объемной структуре объектов на основе акустооптического эффекта

(2022-2023)

Основные результаты

Впервые разработана и создана компактная система технического зрения, способная определять спектральные, геометрические (объемные) и поляризационные характеристик объектов.

В ней формируются два световых пучка, переносящих изображение объекта с двух разных ракурсов, что позволяет строить стереоскопическое изображение объекта. Спектральные свойства регистрируются за счет селективной брэгговской дифракции света (акустооптической фильтрации), осуществляемой в одном кристалле для обоих световых пучков, что и обеспечивает компактность оптической схемы. Получение поляризационных характеристик оптического объекта обеспечивается поляризационной чувствительностью процесса дифракции (спектральной фильтрации).

Система имеет ряд особенностей, основанных на новых технических решениях, потребовавшихся для получения заявленного комплекса свойств.

Во-первых, в системе обеспечивается достаточно высокое качество изображения – для возможности восстановления объемного (стереоскопического) изображения. Это обеспечено специальным расчетом оптической системы с учетом дифракции света в акустооптической (АО) ячейке, который производился с использованием оригинальных впервые разработанных модулей расчета для профессиональной программы расчета и оптимизации технических систем Zemax.

Во-вторых, в системе осуществлена одновременная дифракция двух оптических пучков в одной специально разработанной АО ячейке. Это позволило обеспечить: a) компактность устройства; b) устойчивость к возможным вариациям характеристик управляющего сигнала в АО ячейке; c) взаимную компенсацию части пространственных искажений (за счет использованной симметричной схемы дифракции).

В-третьих, в системе реализуется метод расширения оптической апертуры АО фильтрации, который позволяет расширить поле зрения, что особенно важно для стереоскопической системы. Этот впервые разработанный авторами метод позволяет пересчитать множество спектрально-неоднородных «широкоугольных» снимков во множество неискаженных монохроматических изображений.

Реализованный в проекте мультифункциональный подход, объединяющий в единой компактной системе функций регистрации трехмерной структуры наблюдаемого объекта и измерения в каждой точке спектра и поляризации отраженного излучения, позволяет значительно расширить информативность систем технического зрения с сохранением их энергетической эффективности и минимизацией массо-габаритных характеристик. Такая система представляет интерес для задач, решаемых с помощью систем технического зрения и технологий искусственного интеллекта, в том числе размещаемых на мобильных платформах.

Впервые освоенная геометрия дифракции пары световых пучков на основе единого однокристального двухканального акустооптического фильтра является перспективной - например, для использования в задачах двухлучевой интерферометрии, таких как фазовая микроскопия, цифровая голография, когерентная томография.

Результаты представлены

на четырех международных конференциях:

“Wave electronics and its application in information and telecommunication systems” (Санкт-Петербург),

“Оптические методы исследования потоков” (Москва)

“Acoustooptical and Radar Methods for Information Measurements and Processing” (Суздаль)

«Инжиниринг и Телекоммуникации ENT 2023» (Москва, Долгопрудный)

и российской конференции

«Современные технологии научного приборостроения и информационно-измерительных систем» (Москва).

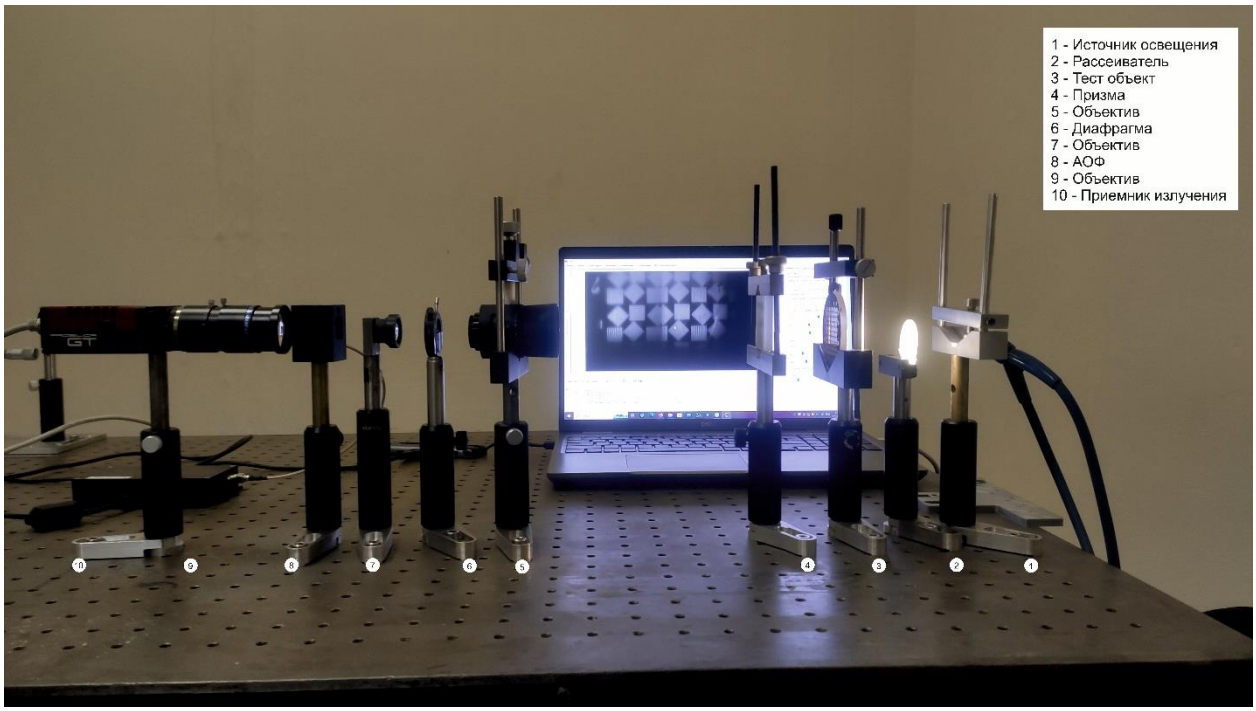
По результатам опубликовано пять статей в изданиях, индексируемых в Web of Science и/или Scopus.

I. Пожар В.Э., Кананыхин О.А. (Pozhar V.E., Kananykhin O.A.) Two-Channel Spectral Acousto-Optical Systems. 2023 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), St. Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 1-5 https://doi.org/10.1109/WECONF57201.2023.10147968 (2023 г.)

II. Батшев В.И., Пожар В.Э., Кананыхин О.А. (Batshev V.I., Pozhar V.E., Kananykhin O.A.) Исследование качества передачи стереоскопического изображения при акустооптической дифракции в кристалле парателлурита/ Оптический журнал. 2023. Т. 90. № 11. С. 29–38. https://doi.org/10.17586/1023-5086-2023-90-11-29-38 (2023 г.)

III. Купрейчик М.И., Балакший В.И., Пожар В.Э. (Kupreychik M.I., Balakshy V.I., Pozhar V.E.) Квазиколлинеарная акустооптическая дифракция в двуосном кристалле Tl3PSe4. Оптический журнал. 2023. Т. 90. № 11. С. 17–28. https://doi.org/10.17586/1023-5086-2023-90-11-17-28 (2023 г.)

IV. Поликарпова Н.В., Пожар В.Э. (Polikarpova N.V., Pozhar V.E.) Исследование частотного диапазона работы пьезоэлектрического преобразователя акустооптического фильтра электрическим и оптическим методами. Акустиченский журнал. (Acoustical Physics), т.70, N2, 2024. В печати, Q2

V. Шипко В.В., Пожар В.Э., Мачихин А.С., Шарикова М.О., Кананыхин О.А., Писаревский Ю.В., Сергеев И.Б. (Shipko V.V., Pozhar V.E., Machikhin A.S., Sharikova M.O., Kananykhin O.A., Pisarevsky Yu. V., Sergeev I. B.) Формирование контрастных полихроматических изображений заданных объектов на основе многооконной акустооптической фильтрации Компьютерная оптика, (Computer Optics) т.48, 2024. В печати, Q2

Макет АО стереоспектрометра