

3. Пленоптические системы в приложении к голографии

Ю. Н. Овечкис

Московский политехнический университет, Москва, Россия

Приводятся основные принципы нового пленоптического метода видео-, кино- и фотосъемки, история развития, отражены как некоторое сходство с голографией, так и принципиальные различия, приводятся примеры возможного применения в изобразительной голографии.

Ключевые слова: Интегральная фотография, Пленоптическая камера, Голография, Автостереоскопия, Стереоскопия.

Цитирование: Овечкис, Ю. Н. Пленоптические системы в приложении к голографии / Ю. Н. Овечкис // HOLOEXPO 2018 : XV международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — С. 20–21.

В докладе рассмотрены основы пленоптического способа регистрации информации о пространственных характеристиках отображаемых объектов видео-, кино- или фотосъемки. Подобно голографии информация записывается в закодированном виде на фоторегистрирующий носитель, причем в цифровом виде, а соответствующее программное обеспечение позволяет определить пространственные координаты точек объектов и построить их виртуальную модель. Таким образом, осуществляется запись светового поля, падающего на фоторегистратор с запоминанием направления световых лучей. При этом в отличие от голографического интерференционного метода регистрации волнового поля, запись с кодировкой производится в обычном белом свете.

Термин «пленоптика» происходит от латинского «пленус» — полный и древнегреческого «оптикус» — зрительный, т. е. полный обзор, что весьма родственно термину «голография» — древнегреческое «полный» и «пишу».

Идеология пленоптики восходит к предложенному в 1908 году Габриэлем Липпаном [1] способу съемки интегральной фотографии, в соответствии с которым перед фотопластиной располагался растр, состоящий из множества сферических микролинз. Это позволяет осуществить одновременную регистрацию множества ракурсов снимаемого объекта и после химико-фотографической обработки восстановить объемное изображение объекта съемки. Способ впоследствии развивался и усовершенствовался многими исследователями, в том числе отечественными, для получения автостереоскопических изображений высокого качества. Стали применять растры с цилиндрическими линзами — лентикулярные растры [2], существенно упростившие технологию, но ограничившие изменение ракурсов только в горизонтальном направлении, а

также появились предложения использовать промежуточный объектив с достаточно большой апертурой, определяющей границы регистрируемых ракурсов съемки [3, 4]. Однако, все эти способы предусматривали аналоговую регистрацию на стеклянный, пленочный или бумажный фотоноситель с последующим восстановлением изображения в белом свете.

Принципиальное изменение метода заключается в переходе на цифровые методы [5, 6]. В отличие от способа изготовления фотографии Липпмана с объективом регистрация изображения производится на светочувствительный сенсор — высокоразрешающую ПЗС матрицу. Съемка осуществляется (рис. 1) основным объективом с полностью открытой диафрагмой через растр с микролинзами, установленный в его фокальной плоскости [5, 6]. При этом на матрице регистрируется распределение интенсивности в выходном зрачке объектива. Таким образом, каждый пиксель за микролинзой характеризует информацию о соответствующем ракурсе элемента изображения, а его разрешение определяется количеством микролинз.

По известным координатам расположения пикселей и центров микролинз и с учетом световой интенсивности на каждом пикселе специально разработанное программное обеспечение позволяет расчетным путем определить направление и интенсивность световых пучков, исходящих из объектива, т. е. получить виртуальную модель светового поля за объективом.

С полученными таким образом изображениями можно производить всевозможные преобразования — перефокусировку, менять глубину резкости, выделять различные сечения снимаемых объектов, устанавливать виртуальные диафрагмы произвольной формы [7]. Допустимо также получать множество одноракурсных изображений в пределах апертуры съемочного объектива. Это позволяет получать исходные ракурсы для

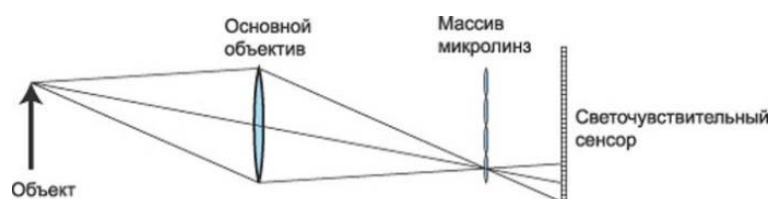


Рис. 1. Схематическое изображение хода лучей в пленоптической камере [5]

формирования стереоскопических изображений, причем с возможностью выбора съемочного базиса для учета параметров их демонстрации [6].

Простота выбора ракурсов при выводе их изображений на экран может оказаться полезна при изготовлении синтезированных голограмм с изменением ракурсов по горизонтали и вертикали [8]. Сочетание пле-

ноптической технологии с методами проекции объемных изображений на голографический экран [4] представляется интересным для возобновления работ по созданию системы голографического кинематографа. Основанием для такого утверждения служит созданный фирмой Lytro прототип пленоптической кинокамеры с матрицей 755 мегапикселей и частотой смены кадров 300 Гц [9].

Список источников

- [1] **Lippmann, G.** Epreuves réversibles. Photographies intégrées / G. Lippmann // Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. — 1908. — Vol. 146 (9). — P. 446–451.
- [2] **Patent № 1 128 979 USA.** Stereoscopic picture / W. Hess. — Publ. 01.06.1912.
- [3] **Дудников, Ю. А.** Растровые системы для получения объемных изображений / Ю. А. Дудников, Б. К. Рожков. — Л.: Машиностроение, Ленинградское отд., 1986. — 214 с.
- [4] **Комар, В. Г.** Изобразительная голография и голографический кинематограф / В. Г. Комар, О. Б. Серов М: Искусство, 1987. — 286 с.
- [5] С. Асмаков. Пленоптические камеры: новая эра фотографии / URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=14645>.
- [6] **Adelson, E. H.** Single lens stereo with a plenoptic camera / E. H. Adelson и J. Y. A. Wang // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. — 1992 — Vol. 14. — № 2. — P. 99–106.
- [7] **Ватолин, Д. С.** Рендеринг фокуса, разрешения, формы диафрагмы, формы затвора пленоптических камер / Д. С. Ватолин // Мир техники кино. — 2016. — 4 (10). — С. 14–21.
- [8] **Zacharovas, S.** Advances in Digital Holography / S. Zacharovas // IWHM 2008 International Workshop on Holographic Memories Digests. — Japan, 2008. — P. 55–67.
- [9] Rishi Sanyal, Jeff Keller. Change of focus: 755 MP Lytro Cinema camera enables 300 fps light field video / URL: <https://www.dpreview.com/news/1169305265/lytro-cinema-brings-light-field-technology-to-filmmakers>.

Plenoptic systems and holography

Y. N. Ovechkis

Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

The report describes the basics of the plenoptic method of recording information about the spatial characteristics of the displayed objects of video, film or photography. Like holography, information is written in coded form on a photo-recording material, but in digital form, and the corresponding software allows to determine the spatial coordinates of the points of objects and build their virtual model. Thus, the light field falling on the photo recorder is recorded in digital form with memorization of the light rays directions. In this case, unlike the holographic interference method of wave field registration, the recording with the encoding is made in the usual white light. Examples of possible application in image holography are given.

Keywords: Integral photography, Plenoptic camera, Holography, Autostereoscopy, Stereoscopy.