

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ГОЛОГРАММ В МЕДИЦИНЕ

Хотенко Е. В., Мелюхевич А. В.

Научный руководитель – Маркова Л.В., д.т.н., профессор

В настоящее время лазерные технологии нашли широкое и разнообразное применение в медицине: с их помощью решаются задачи хирургии, терапии и диагностики. Однако существует группа методов, базирующихся на применении лазеров, которые до сих пор не получили достаточного распространения в медицине, — это голографические методы.

Для того, чтобы понять, как происходит запись и восстановление 3D голограмм при проведении малоинвазивных операций, детального исследования полостей организма, нами были изучены объемные голограммы и современные системы для их визуализации в пространстве.

Приведем примеры применения 3D голографии и их технологии в различных сферах медицины.

Технология RealView Imaging позволяет в режиме реального времени создавать интерактивные трехмерные изображения, полученные при помощи ангиографа и ультразвуковой кардиологической системы Philips, которые передают информацию в компьютер. Данная технология дает возможность кардиохирургу без специальных очков детально рассматривать и манипулировать движениями рук трехмерную голограмму «парящего» в воздухе сердца во время проведения малоинвазивной операции [1].

Технология компании RealView состоит из двух систем. Первая принимает любые 3D данные - УЗИ, КТ, МРТ и т. д. Вместо того, чтобы печатать эти данные из них, посредством уникальной системы аппаратного и программного обеспечения, создается голограмма, формирующаяся вследствие интерференции пучков света от лазера или другого источника света. Затем голограмма передается второй, электрооптической системе, реконструирующей эти данные в трех измерениях в свободном пространстве [2]. Технология (рис.1): фемтосекундный лазер генерирует луч, который проходит через пространственно-световой модулятор, на который подаётся информация об объекте с компьютера (носитель). Затем луч проходит через линзу и гальвано сканер, который устанавливает позицию зеркала для направления луча. Этот сканер направляет луч – ещё через две линзы – на зеркало и линзы с переменным фокусным расстоянием, дабы показать окончательную форму вокселей. Под голограммой устанавливается камера, которая отслеживает данное взаимодействие, позволяя точкам реагировать на прикосновение человека.

В результате получается парящая в воздухе голограмму, которую можно изменять прикосновением [3].

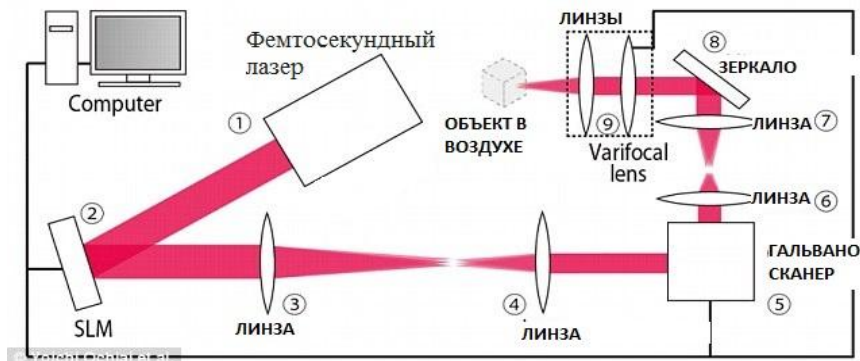


Рис.1 Схема системы 3D-проекции голограммы (RealView Imaging)

Что касается эндоскопической голографии, то она обладает потенциалом для создания мощного инструмента для неконтактных 3D-изображений с высоким разрешением и неразрушающих измерений внутри естественных полостей человеческого тела или в любой труднодоступной среде. Она сочетает в себе функции голографии и эндоскопии. Возможность записи трехмерной голограммы большой фокусной глубины и изображения с высоким разрешением внутренних органов и тканей значительно повышает возможности обнаружения.

На рис.2 приведена схема голографического эндоскопа с регистрацией сфокусированных изображений.

Излучение лазера по световолокну попадает на полупрозрачное зеркало. Часть излучения направляется в плоскость регистрации голограмм, а часть излучения, отраженного от зеркала, попадает на объект. Излучение, рассеянное объектом, фокусируется оптической системой Л и направляется в плоскость регистрации голограммы. В схеме предусмотрены наблюдательная система и перемотка регистрирующего материала (например, высокоразрешающей мелкозернистой пленки типа ФПГВ-2). Линза Л с помощью отражающего зеркала З фокусирует изображение голографируемого участка на торец волокна и изображение поступает в систему наблюдения [4].

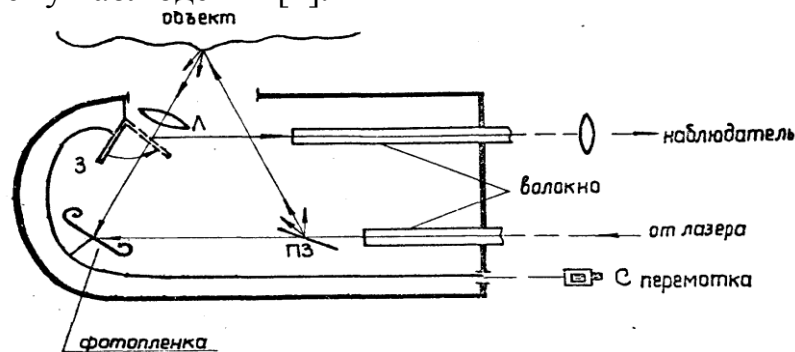


Рис.2 Схема голографического эндоскопа с регистрацией сфокусированных изображений

Использование систем 3D голографии в медицине имеет большую перспективу, но из-за отсутствия технической базы для создания объемных проекций и дороговизны оборудования они не получают достаточно широкого распространения. Однако, именно статические и динамические 3D голограммы могут позволить медицине перейти на новый уровень, выполняя диагностику, не повреждая ткани организма. На данный момент используется рентгеновская голография для визуализации внутренних частей тела и живых биологических образцов, эндоскопическая голография, которая открыла возможность бесконтактного 3D-изображения с высоким разрешением. Трехмерные изображения биологических образцов могут быть синтезированы из серии двумерных радиологических изображений с использованием голографических технологий. Генерация голографического контура помогает измерять размеры биомедицинских образцов. С улучшением технологий будет увеличиваться спектр применения 3D голографии в медицине.

Литература

1. Computer-generated real-time digital holography: first time use in clinical medical imaging/by Elchanan Bruckheimer, Carmel Rotschild, Tamir Dagan, Gabriel Amir, Aviad Kaufman, Shaul Gelman, Einat Birk/European Heart Journal - Cardiovascular Imaging, Volume 17, Issue 8, Pages 845–849, 1 August 2016.
2. Holography for imaging in structural heart disease/by Petach Tikva/Official Journal of EuroPCR and the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions/Children's Medical Center Israel, 2016.
3. Fully updatable three-dimensional holographic stereogram display device based on organic monolithic compound/by Naoto Tsutsumi, Kenji Kinashi/Department of Macromolecular Science and Engineering, Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo, Kyoto 606-8585, Japan, 2013.
4. 3D display technology in medical imaging field/by Yue Zhao/Medical Imaging Physics and Engineering (ICMIPE), 2013 IEEE International Conference, 2013.