

Кондратюк Э.Э., Маранов А. В.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ЛАЗЕРНОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Технологія доповненої реальності є галуззю відображення інформації, що активно розвивається. Використовуючи технології тривимірного моделювання разом з технологією лазерного голографічного зображення, можна створити нові просунуті системи відображення навігаційної інформації. Такі системи дозволять створити прилади, здатні в більшій мірі подати необхідну інформацію в одному джерелі, без обмеження куту огляду екрана. Зображення стане візуально доступне з будь-якого горизонтального кута, а також воно зможе відтворити тривимірність об'єкта. Скомбінувавши навігаційні прилади в одну систему відображення, можливе збільшення обсягу візуальної інформації, що передається з одного джерела в зрозумілому вигляді. Виходячи з цього, можливо набагато ефективніше оцінити інформацію, розглянувши її під різними кутами, додатково використовуючи метод відображення шарами, водночас показуючи водну поверхню і те, що знаходиться під нею. Деякі з методів побудови голограмми здатні також створювати звук, що дозволяє використовувати це для удосконалення систем пошуку і порятунку. Спектр використання голографічних технологій великий і з кожним роком дослідження в цьому напрямку представляють нові результати і можливості.

У статті будуть розглянуті питання побудови голографічного зображення за допомогою лазера і без використання моніторів. На прикладі фемтосекундного лазера буде описаний процес створення плазмових точок для відображення візуальної інформації, наведено приклад використання нанолазера для створення звукової хвилі і описаний принцип створення тривимірних моделей для подальшого їх відображення. Спираючись на теоретичні і практичні дослідження в цьому напрямку, будуть коротко описані приклади використання технологій в комплексі навігаційних систем позиціонування судна, а також системи пошуку і порятунку.

Ключові слова: *фемтосекундний лазер, воксель, нанолазер, ефект Керра*

Постановка научной проблемы, ее актуальность. В процессе развития судоходства с момента построения первых плавательных средств до современных судов создавались и совершенствовались средства навигации и методы навигационных счислений для улучшения определения места судна и повышения безопасности судоходства. Именно благодаря улучшению навигационного оборудования существенно увеличивалось качество и достоверность информации, необходимой для безопасного судовождения.

Цель статьи состоит в исследовании принципа работы голографического проектора, работающего на основе фемтосекундной лазерной установки, метода отображения трехмерной информации в воздухе и перспективы ее использования в судовождении.

Актуальность исследования. На современном этапе развития судоходства объём навигационной информации достаточно велик. Посредством наработок, приведенных в статье, предлагается увеличение безопасности судовождения. Для получения более полной, простой в понимании информации предлагается вариант системы на базе лазерных голограмм.

Практическая ценность исследования состоит в том, что его результаты можно использовать для совершенствования навигационного оборудования с целью достижения большей точности позиционирования и упрощения определения навигационной обстановки.

Анализ исследований и публикации. Изучением технологии голографического проецирования занимаются ученые и компании, среди них - японская фирма Aerial Burton, ученые Корейского института науки и технологий (Йонг Кейн Парк, профессор отделения физики), исследователи японской компании Digital Nature Group (старший научный сотрудник Йоши Очаи) лаборатория не летального вооружения Пентагона (JNLWD).

Изложение основного материала. Стремительный прогресс и постоянное развитие технологий приводят к возможности генерации сверхсильных световых полей, недоступных для получения иными методами в лабораторных условиях. Это делает возможным изучение фундаментальных свойств вещества в экстремальных и неравновесных состояниях, возникающих в высокотемпературной плазме фемтосекундного лазерного импульса [1].

Фемтосекундные лазеры – оптические квантовые генераторы, способные генерировать импульсы лазерного излучения, которые содержат достаточно малое число колебаний оптического поля (Рис. 1) [2]. При использовании результатов исследования в процессе создания голографического изображения возможно усовершенствование отображения визуальной информации, а также передачи звука. Трехмерная картина расширяет область отображения информации, таким образом делая возможным отображение ее в нескольких слоях (пример: отображение водной поверхности, дна, объектов, находящихся вблизи).



Рисунок 1 – Фемтосекундный лазер третьего поколения:

1. Выход лазера накачки 2. Плоское зеркало 3. Второе плоское зеркало 4. Линза 5. Прозрачное (для излучения накачки) зеркало внутреннего резонатора (вогнутое) 6. Глухое зеркало внутреннего резонатора (вогнутое) 7. Активная среда (Ti: сапфир) 8. Первая призма компенсатора ДГС (Дисперсия Групповой Скорости) 9. Вторая призма компенсатора ДГС 10. Диафрагма (элемент перестройки длины волны) 11. Глухое зеркало внешнего резонатора (плоское) 12. Полупрозрачное зеркало внешнего резонатора (плоское)

На первом (нижнем слое) можно отобразить информацию особенностей рельефа местности, полученную с помощью РЛС (Рис. 2). Это могут быть береговые черты, скалы, утесы, фьорды и прочее. Для формирования изображения в высоком разрешении возможно функционирование РЛС в режиме синтеза апертуры. Возможность восстановления объекта путем сканирования по области появляется благодаря использованию радиоголографических методов.

Благодаря исследованиям, сделанными ранее Digital Nature Group [3] и Пентагоном [4], можно полагать, что создание голографических изображений методом проецирования плазмы в воздухе стало возможным и более того, относительно безопасными при тактильном контакте с ними. При дальнейших исследованиях и изучения данного метода построения изображения вероятны способы увеличения разрешения изображения, его размеров и сложности отображаемых объектов. Также, возможно использование нанолазера для управления плазмой. Настроив нанолазер на узкий волновой диапазон, можно манипулировать плазменным полем, получая тем самым звук и яркую вспышку. Воздействие на большой дистанции достигается за счет эффекта Керра [5-7]. Использование этой технологии полезно для спасательных средств и буев. В условиях плохой видимости или же ночью голографическое изображение может быть не только хорошо видно на большом

расстоянии, а дополнительно распространять звуковой сигнал, тем самым повышая эффективность поисково-спасательных операций и ограждать опасные участки.

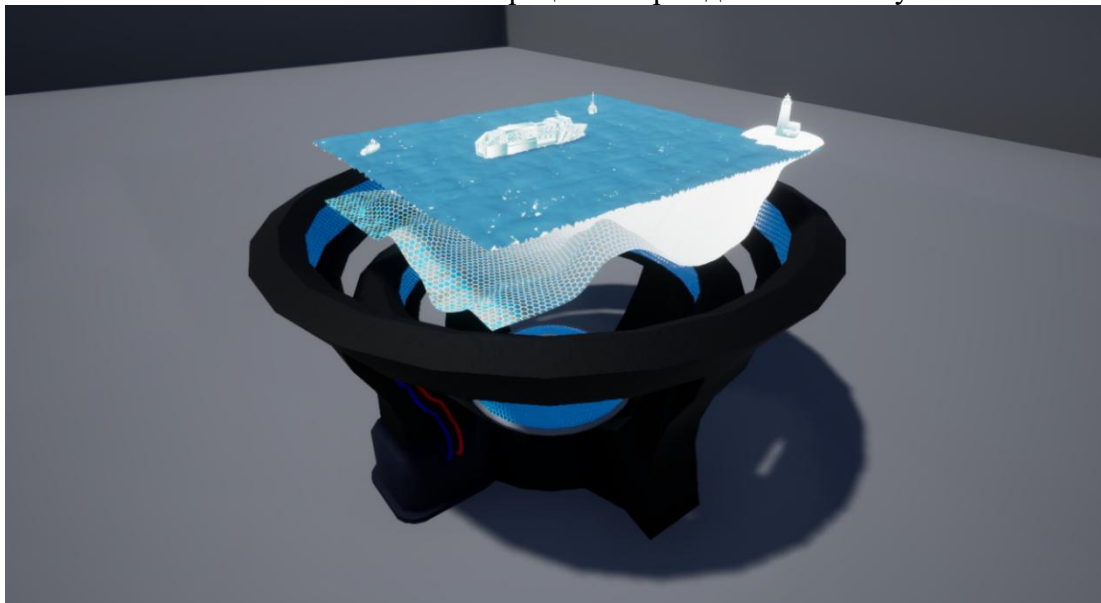


Рисунок 2 – Визуализация установки голографической проекции

Преимущества технологии голографической проекции для морской отрасли можно привести на примере несения вахты на рулевом мостике и спасательных буйах. Такой способ отображения позволяет видеть картину в целом используя один источник, в то же время, не ограничивая ее углом обзора относительно источника.



Рисунок 3 – Пример симуляции объектов и окружения в 3д

Технология трехмерного моделирования на сегодняшний день достаточно развита и широко применима в различных сферах, среди которых – навигационные тренажеры и оборудование. Использование данной технологии с помощью лазерного голографического проектора лишь увеличит степень ее понимания и визуального восприятия как цельного объекта. Принцип работы предполагается на отображении компьютерной 3D модели в пространстве с помощью лазеров. Фемтосекундный лазер формирует короткие импульсы сфокусированного света для того, чтобы оторвать электроны от ядер и создать плазму. Воксели – светоизлучающая плазма, является в данном случае аналогом пикселей на мониторе, из которых в следствии и строиться изображение. Нагрев воздуха лазером

вызывает его расширение, поэтому процесс сопровождается характерным «потрескиванием» [2].

Также стоит упомянуть о моделировании. На сегодняшний день — это развитая отрасль компьютерных технологий, используемая как в технических сферах, например, в архитектуре и проектировании, так и в медиа сфере (Рис. 3). Для создания 3д моделей существует множество программ, используемых для моделирования, текстурирования и анимации. Используются для этого следующие программы: 3ds Max, Maya, Blender, AutoCAD и т.д [8]. В основе построения стоит моделирование объекта из полигонов. Полигоны представляют собой лист/поверхность (face), соединенную 4 точками (vertex). Чем больше полигонов в модели, тем более детализированной она будет. В зависимости от «объекта моделирования» этапы создания могут незначительно отличаться, но суть их остается прежней [9].

Прежде всего строится простейшая модель объекта\места\персонажа и в дальнейшем прорабатываются ее детали. Если необходимо создать реалистичную копию человека или же судна, то прорабатывается высоко полигональная модель, которую можно использовать для печати муляжа или же создания текстур детализации объекта (normal map), что позволит создать визуальный эффект проработанности используя при этом малое количество полигонов. Построенную модель красят, передавая при этом необходимые визуальные эффекты материалов (Рис. 4). В последствии полученные 3д объекты можно использовать для симуляции в тренажерах, учебных программах и т.д.



Рисунок 4 – Пример 3д моделей

Выводы. Исследования в сфере лазерных голографических технологий развиваются, предоставляя тем самым новые результаты и перспективы [10]. Дальнейшее развитие данной технологии позволит внедрить ее в системы навигационного оборудования, создавая на ее базе новые приборы. Устройства способные скомбинировать в себе информацию с навигационных приборов и отобразить ее позволит поднять процесс навигации на новый уровень. Отображение комплексной информации об окружающей обстановке как на воде, так и под ней в одном трехмерном источнике позволит оценивать ее с большей легкостью и станет проще в понимании, а неограниченный горизонтальный угол обзора позволит оценивать ее с различных углов одновременно, таким образом показывая полную картину на одном дисплее. Также, становятся возможными усовершенствования спасательных средств за счет голограмм со звуком, позволяющих еще одним способом передать место положение и звуковой сигнал, способствующий поиску и спасению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров И.А. Генерация высокотемпературной плазмы II массоперенос аблируемых частиц при воздействии последовательностью высокоинтенсивных фемтосекундных лазерных импульсов на твердотельные мишени в газовой среде.: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. Физ.-мат. наук: (01.04.21)/И.А.Макаров. - Москва, 2008. 20 с.
2. Шмелёв Артемий Геннадьевич - Казанский Физико-Технический институт имени Завойского, CC BY 3.0. URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1449440>
3. Fairy Lights in Femtoseconds: Aerial and Volumetric Graphics Rendered by Focused Femtosecond Laser Combined with Computational Holographic Fields. Yoichi Ochiai, Kota Kumagai, Satoshi Hasegawa, Yoshio Hayasaki, Takayuki Hoshi, Jun Rekimoto. ACM Transactions on Graphics 35, 2 (February 2016), Article № 17, 14 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2850414>
4. The US Military Is Making Lasers That Create Voices out of Thin Air. URL: <https://www.defenseone.com/technology/2018/03/us-military-making-lasers-create-voices-out-thin-air/146824/>
5. Волькенштейн М. В., Молекулярная оптика, Монография. М.-Л.: ГИТТЛ, 1951. 745 с.
6. Соколов А.В. Оптические свойства металлов. - М.: Наука, 1961. 464 с.
7. Сивухин Д.В. Общий курс физики, т.4 Оптика. М.: Физматлит, 2005. 792 с.
8. Что такое 3D-моделирование? URL: <https://www.autodesk.ru/solutions/3d-modeling-software>.
9. “Игровое моделирование” или весь процесс создание 3D модели для игры URL: <https://dtf.ru/gamedev/92904-igrovoe-modelirovanie-ili-ves-process-sozdanie-3d-modeli-dlya-igry>
10. Хель И. Голограммы перестали быть только научной фантастикой 17.02.2017. URL: <https://hi-news.ru/research-development/gologrammy-perestali-byt-tolko-nauchnoj-fantastikoj.html>

REFERENCES

1. Makarov I.A. High-temperature plasma generation II mass transfer of ablated particles with a sequence of high-intensity femtosecond laser pulses influences solid targets in a gas medium: abstract dis. for the deg. of cand. of Phys.-math sciences: (01.04.21)/I.A. Makarov. - Moscow, 2008. 20 p.
2. Shmelev Artemii Gennadievich - Kazan Institute of Physics and Technology named after Zavoysky, CC BY 3.0. URL: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1449440>
3. Fairy Lights in Femtoseconds: Aerial and Volumetric Graphics Rendered by Focused Femtosecond Laser Combined with Computational Holographic Fields. Yoichi Ochiai, Kota Kumagai, Satoshi Hasegawa, Yoshio Hayasaki, Takayuki Hoshi, Jun Rekimoto. ACM Transactions on Graphics 35, 2 (February 2016), Article No. 17, 14 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2850414>
4. The US Military Is Making Lasers That Create Voices out of Thin Air. URL: <https://www.defenseone.com/technology/2018/03/us-military-making-lasers-create-voices-out-thin-air/146824/>
5. Volkenstein M.V. Molecular optics, Monograph. M.-L.: GITTL, 1951. 745 p.
6. Sokolov A.V. Optical properties of metals. -M.: Nauka, 1961. 464 p.
7. Sivukhin D.V. General physics, vol. 4 Optics. M.: Fizmatlit, 2005. 792 p.
8. What is 3D modeling? URL: <https://www.autodesk.ru/solutions/3d-modeling-software>.
9. “Game modeling” or the entire process of creating a 3D model for the game. URL: <https://dtf.ru/gamedev/92904-igrovoe-modelirovanie-ili-ves-process-sozdanie-3d-modeli-dlya-igry>
10. Hel I. Holograms ceased to be only science fiction 17.02.2017. URL: <https://hi-news.ru/research-development/gologrammy-perestali-byt-tolko-nauchnoj-fantastikoj.html>

Кондратюк Э.Э. Маранов А. В.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ЛАЗЕРНОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Технология дополненной реальности является активно развивающейся отраслью отображения информации. Используя технологии трехмерного моделирования в совместимости с технологией лазерного голографического изображения, можно создать новые продвинутые системы отображения навигационной информации. Такие системы позволят создать приборы, способные в большей мере подать необходимую информацию в одном источнике, без ограничения углом обзора экрана. Изображение станет визуально доступно с любого горизонтального угла, а также оно способно отобразить трёхмерность объекта. Скомбинировав навигационные приборы в одну систему отображения, возможно увеличение объема визуальной информации, передаваемой из одного источника в понятном виде. Исходя из этого, возможно намного более эффективно оценить информацию, рассмотрев ее с различных углов, дополнительно используя метод отображения слоями, одновременно показывая водную поверхность и то, что находится под ней. Некоторые из методов построения голограммы способны также создавать звук, что позволяет использовать это для усовершенствования систем поиска и спасения. Спектр использования голографических технологий обширный и с каждым годом исследования в данном направлении представляют новые результаты и возможности.

В статье будут рассмотрены вопросы построения голографического изображения с помощью лазера и без использования мониторов. На примере фемтосекундного лазера будет описан процесс создания плазменных точек для отображения визуальной информации, приведен пример использования нанолазера для создания звуковой волны и описан принцип создания трехмерных моделей для дальнейшего ее отображения. Опираясь на теоретические и практические исследования в данном направлении, будут кратко описаны примеры использования технологий в комплексе навигационных систем позиционирования судна, а также системы поиска и спасения.

Ключевые слова: фемтосекундный лазер, воксель, нанолазер, эффекта Керра

Kondratiuk E.E. Maranov A.V.

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE NAVIGATION SYSTEM BASED ON LASER HOLOGRAPHIC INSTALLATION

Augmented reality technology is an actively developing industry of information display. Using 3D modeling technology in combination with laser holographic image technology, it is possible to create new advanced navigation information display systems. Such systems will make it possible to create devices capable of supplying the necessary information to a greater extent in one source, without limiting the viewing angle of the screen. The image will become visually accessible from any horizontal angle, and it can also display the three-dimensionality of an object. By combining navigation devices into one display system, it is possible to increase the amount of visual information transmitted from a single source in an understandable way. Based on this, it is possible to evaluate information much more efficiently by looking at it from various angles, additionally using the method of displaying in layers, showing the water surface and what is underneath it simultaneously. Some of the methods for constructing a hologram can also create sound, which allows improving search and rescue systems. The range of applications of holographic technologies is extensive and research in this direction presents new results and opportunities every year.

The article discusses the construction of a holographic image using a laser without using monitors. Using a femtosecond laser as an example, we will describe the process of creating plasma dots to display visual information; we indicated an example of using a nanolaser to create a sound wave, and the principle of creating three-dimensional models for its further display. Based on theoretical and practical research in this direction, we will briefly describe examples of the use of technologies in a complex of navigation systems for positioning a vessel, as well as search and rescue systems.

Keywords: femtosecond laser, voxel, nanolaser, Kerr effect.