

15. Подготовка данных для защитных голограмм, записываемых на устройствах dot-matrix

А. Н. Кондратьев, Н. В. Кондратьев, А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин

ООО «Джеймс Ривер Бранч», Москва, Россия

В докладе описана попытка создания комплексной программы подготовки данных для записи на машинах dot-matrix сложных защитных голограмм, использующие различные оптические схемы. Программа позволяет рассчитать выводимые на пространственный модулятор устройства dot-matrix изображения путем организации послойной иерархии изображений различных типов голограмм.

Ключевые слова: Оптика, Голография, Защитные признаки, Dot-matrix.

Цитирование: **Кондратьев, А. Н.** Подготовка данных для защитных голограмм, записываемых на устройствах dot-matrix / А. Н. Кондратьев, Н. В. Кондратьев, А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин // HOLOEXPO 2020 : XVII международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. — С. 104–107.

Исторически одними из первых рельефно-фазовых голограмм, примененных в качестве защитных, были тонкие голограммы трехмерных объектов, записанные по схеме Бентона [1]. Ограничение вертикального параллакса в них позволило получить приемлемую дифракционную эффективность (порядка 30%) при освещении точечным источником белого света. Они получили название 3D голограмм. Записывались они обычно с применением реального объекта, сделанного из твердого материала, на оптических столах. Размер изображения был равен размеру объекта, защитные элементы отсутствовали. Считалось, что само наличие яркого радужного голографического изображения на объекте достаточно для защиты пластиковой карты или ценной бумаги.

Потребность в появлении надписей на голограмме привела вскоре к широкому использованию голограмм плоских объектов, обычно текстов и плоских символов. Такие голограммы стали называть 2D голограммами. Записывались они в модифицированной схеме Бентона для прозрачных объектов или прямой интерференцией пучков через маски. Появилась возможность внесения в изображение небольших текстов или символов, невидимых невооруженным глазом. Утратился, однако эффект объема.

Компромиссным вариантом стало применение 2D/3D голограмм, объект в которых представляет собой разнесенные по глубине плоские планы. То есть, 2D объекты, размещенные в 3D пространстве. Эти голограммы надолго стали лидерами рынка поскольку сочетали в себе четкое изображение переднего плана, возможность внесения защитных элементов в виде микротекстов и впечатление объема. Пусть даже углубленные планы и были видны более размытыми, впечатление объема они сохраняли и при неблагоприятной подсветке. А наиболее

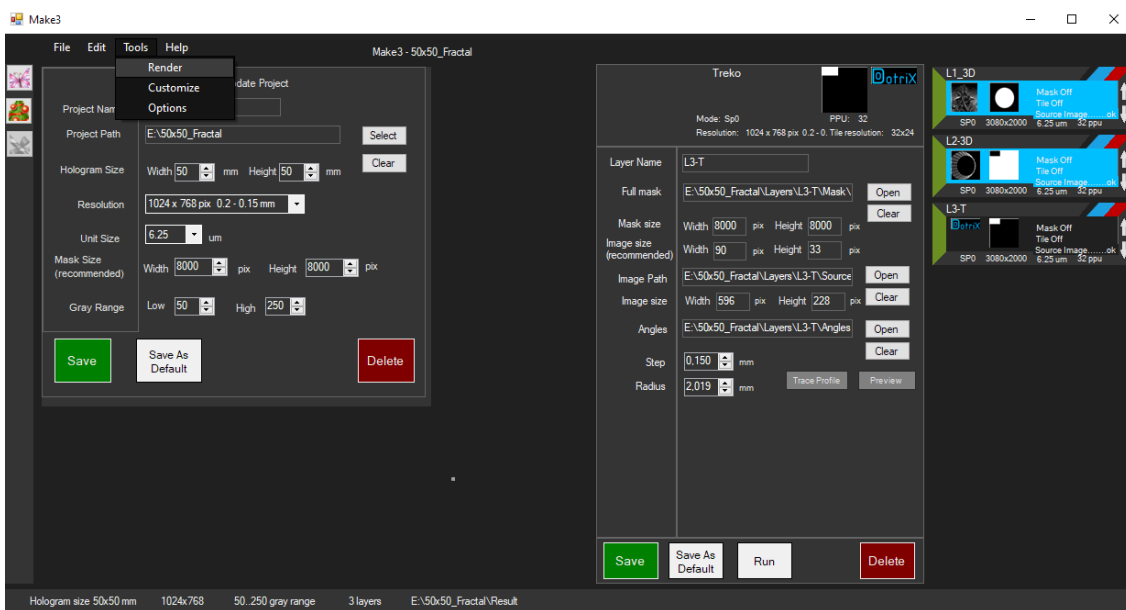


Рис. 1. Проект голограммы с 3 слоями

важная с точки зрения заказчика информация, например, логотип, телефон и прочее, была видна четко поскольку присутствовала в плоскости голограммы, на переднем плане.

Поскольку голограммы стали широко использоваться для защиты ответственных объектов встал вопрос о критериях подлинности, какие можно было бы указать в конкретных инструкциях по идентификации голограмм. В обычной полиграфии это принято называть защитными признаками или защитными элементами [2]. В голографии под защитными признаками принято понимать [3] некоторые дополнительные к основному изображению, голографические или не голографические элементы или воспринимаемые визуально особенности изображения, служащие для более формализованного определения подлинности голограммы. Это могут быть 2D голограммы микротекстов, голограммы Фурье для последующего восстановления лазерным источником, линзы (зеркала) Френеля, различные переменные визуальные эффекты.

Наиболее популярными устройствами для записи защитных голограмм стали проекционные системы dot-matrix, в которых голограмма выводится по кадрам (которые принято называть фреймами) на пространственный модулятор света и с уменьшением проецируется в плоскость записи. Подготовка данных для записи защитных голограмм на таких устройствах представляет собой отдельную задачу. Комбинирование различных типов голограмм и защитных признаков в одной записи, многие из которых используют разные оптические схемы, большой объем информации при записи голограмм с произвольным профилем полос делает необходимым разработку специальных программ подготовки данных, упрощающих и ускоряющих работу голографиста. Наиболее очевидными требованиями к такой программе являются:

- расчет системы голографических полос для различных типов голограмм,
- многослойное построение голограммы с возможностью маскирования и перемещения по вертикали каждого из слоев,

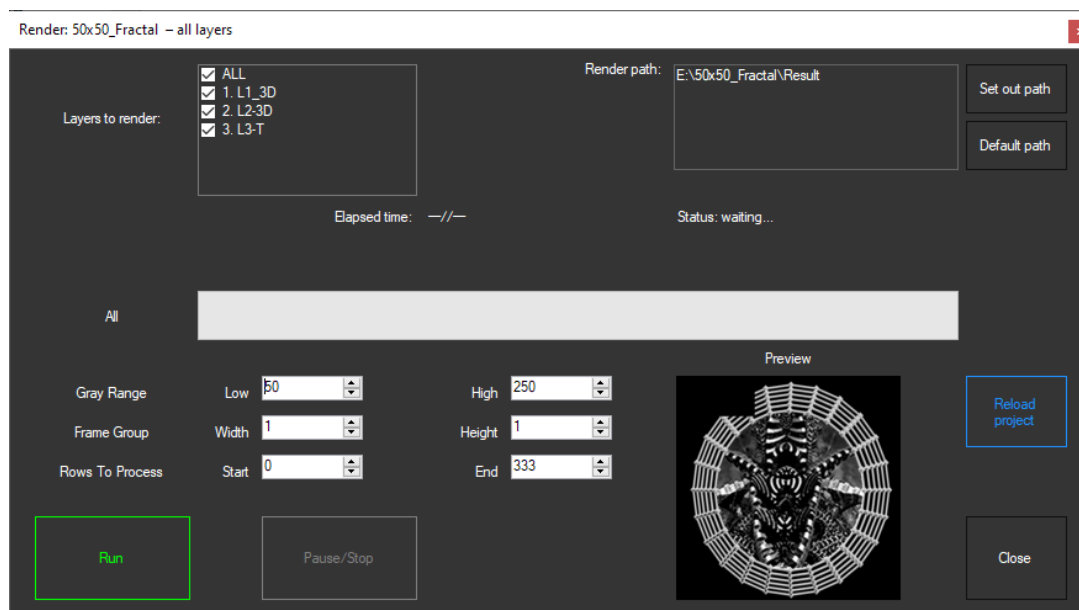


Рис. 2. Предпросмотр трех слоев голограммы

- возможность расчета разной формы фрейма (дота) в пределах одной голограммы,
- работа с различными векторными форматами входных данных,
- распределение полученного массива фреймов по схемам записи,
- открытая архитектура, позволяющая добавлять новые слои с появлением новых защитных признаков.

Такая программа (Make 3) была нами разработана и опробована на устройствах Dot-104 и FastDot. В ней голографист может создавать и комбинировать слои, в которых голограмма создаётся на основе векторных или растровых файлов или 3D моделей. Для упрощения создания голограмм в каждом слое, который представляет собой шаблон определенного типа голограммы с несколькими выбираемыми параметрами, можно сформировать изображение и тут же предварительно просмотреть его. Количество слоев одного типа голограмм не ограничено. Слои могут рассчитываться с использованием разных технологий: голограммы, использующие дифракционные порядки (2D, 3D, 2D/3D, голограммы Фурье), голограммы нулевого порядка (трекограммы, киноформы, литограммы [4]). При этом каждому слою может быть задана своя маска, учитываемая при предварительном просмотре. Формат файла маски унифицирован для различных слоев и все маски можно предварительно просмотреть в одном изображении. Это позволяет избежать ошибок наложения разных изображений, что часто происходит при распределении масок. Возможен и предпросмотр всей голограммы с некоторым снижением разрешения. При расчете фреймов слои голограммы сортируются, образуя несколько наборов фреймов для каждой оптической схемы записи. Сама запись в различных оптических схемах происходит последовательно. За это отвечает отдельная программа, управляющая системой оригинации. В Make 3 предусмотрена совместимость с самыми различными устройствами dot-matrix и список их можно пополнять, добавляя параметры пространственных модуляторов, длину волны, размеры фрейма и увеличение оптической системы.

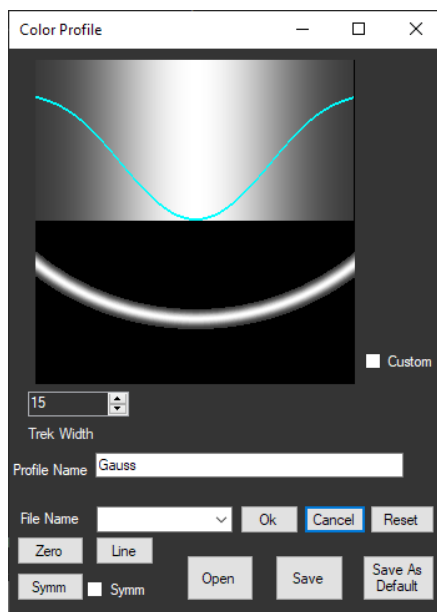


Рис. 3. Задание профиля трека

Помимо общих параметров голограмм в слоях существуют и свои специфические параметры, задаваемые при проектировании слоя. К примеру, в слоях, отвечающих за трекограммы [5], можно выбирать форму профиля трека из предустановленных или задать свою. При этом на экран выводится как график распределения интенсивности в поперечном сечении трека, так и вид небольшого участка трекограммы. Подобным же образом устроены и другие слои.

После того, как все слои подготовлены и голограмма предварительно просмотрена, необходимо нажать кнопку Run, и начнется расчет фреймов в слоях, правильная их нумерация, обозначение и распределение по директориям, соответствующим различным оптическим схемам. Использование комплексной программы существенно облегчает и ускоряет подготовку данных для записи голограмм и защитных признаков, позволяет избежать ошибок и сэкономить время.

Список источников

- [1] **Caulfield, Н. J.** Handbook of Optical Holography / С. Б. Гуревич. — М. : Мир, 1982. — Vol. 1. — 376 p.
- [2] **Маресин, В. М.** Защищённая полиграфия. Справочник / В. М. Маресин. — М. : Флинта: МГУП им. И. Федорова, 2012. — 640 с.
- [3] **Одинокоев, С. Б.** Методы и оптико-электронные приборы для автоматического контроля подлинности защитных голограмм / С. Б. Одинокоев. — М. : Техносфера, 2013. — 175 с.
- [4] **Смык, А. Ф.** Асимметричные профили в поверхностно-рельефных голограммах / А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин // Мир техники кино. — Москва. — 2018. — 2018-1 (12). — С. 23–30.
- [5] **Одинокоев, С. Б.** [Формирование динамических и бинокулярных объёмных изображений в защитных голограммах с нулевым порядком дифракции](#) / С. Б. Одинокоев, А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин // Автотметрия. — 2020. — №2. — С. 55–61. — DOI: 10.15372/AUT20200205.