

## **Визуализация цифровых голограмм в виртуальном окружении**

*В.А. Киселев<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

### **Введение**

- ▶ Цифровая голография применяется в различных областях. Одной из таких областей является наблюдение микрообъектов.
- ▶ Цифровая голограмма, численно восстановленная на компьютере, представляет очень подробную 3d-модель зарегистрированного объекта.
- ▶ Виртуальное окружение – новый способ для работы с моделями 3d-объектов.

### **Актуальность**

1. Необходимость разработки программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих новые возможности для работы с микрообъектами в виртуальном окружении.
2. Проводимое исследование открывает следующие возможности:
  - удалённость оператора от установки;
  - одновременное использование программно-аппаратного комплекса несколькими операторами;
  - повышение эффективности и удобства использования благодаря новым возможностям манипуляции моделями 3d-объектов;

### **Постановка задачи**

- 1) Визуализировать цифровую голограмму в виртуальном окружении.
- 2) Проанализировать возможности создания программно-аппаратного комплекса, позволяющего решать следующий ряд задач:
  - ▶ Регистрация цифровой голограммы микрообъекта, не менее 12 раз в секунду.
  - ▶ Численное восстановление и визуализация модели микрообъекта.
  - ▶ Передача данных по сети интернет и визуализации их в VR на расстоянии в режиме реального времени.

### **Этапы движения данных в рамках проектируемого программно-аппаратного комплекса**

- ▶ Формирование голограммы на ПЗС матрице
- ▶ Понижение качества голограммы
- ▶ Численное восстановление голограммы
- ▶ Перевод воксельного изображения – в mesh
- ▶ Понижение качества mesh'a
- ▶ Построение mesh'a в 3d пространстве
- ▶ Передача mesh'a по сети интернет
- ▶ По запросу - отрисовка mesh'a с максимальным качеством

### **Перевод вокселей – в mesh (отражающая схема регистрации)**

- ▶ Воксели: 2d матрица, каждая ячейка которой высота точки.
- ▶ Mesh: список треугольных граней и их нормалей, отражающих направление светлой стороны.
- ▶ Mesh может содержать только 65536 граней
- ▶ Программно создаём множество мешей, размер полигонов в которых не превышает разрешённого предела, а также выдаём координаты каждого сгенерированного mesh'a для их совместной отрисовки

### **Перевод вокселей – в mesh (схем регистрации – на просвет)**

Аналогично, но восстановленное пространство представляет из себя куб данных => следует использовать автофокусировку:

- В случае, если регистрируемое пространство много больше размеров объектов.
- Для удобства навигации по модели.

### **Проблема рендеринга 3d модели**

- ▶ Количество полигонов от размера матрицы вокселей:  $2*(n-1)^2$
- ▶ При 4000 пикселях имеем 31 984 002 полигона

#### **Решение:**

- 1) При работе в реальном времени оператор видит менее подробную модель: 498002 полигонов (500x500 вокселей)
- 2) Понизить качество голограммы (x2)
- 3) Уменьшить количество полигонов
- 4) Отрисовать подробно по запросу оператора

### **Проблема манипуляцией 3d моделью образца**

- ▶ Решаем с помощью ИК камеры, распознающий жесты рук
- ▶ Разработка удобного меню, для эффективной работы оператора

#### **Выводы**

Технически возможно создание программно-аппаратного комплекса, который относительно современных технологий позволит регистрировать и наблюдать в VR цифровую голограмму микрообъекта в режиме реального времени. А также передавать данные на расстояние, для наблюдения в VR в реальном времени.

#### **Литература**

1. *Киселев, В.А.* Автофокусировка цифровых голограмм, основанная на методе минимизации энтропии / В.А. Киселев, С. Г. Каленков, Г. С. Каленков // СРТ2015: труды Международной научной конференции. – Протвино-Москва: Изд. ИФТИ, 2016.