

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ  
ОПТИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ**

Пинаев З.А. (Национальный исследовательский университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Волынский М.А.

(Национальный исследовательский университет ИТМО)

**Введение.** Научная визуализация предоставляет инструменты для анализа пространственных структур данных. В частности, объемные воксельные данные содержат информацию о внутренней структуре объекта, и для извлечения релевантной информации из этих данных необходимы специальные методы визуализации. Объемная визуализация имеет широкий спектр применения, в частности, в области медицинской визуализации. В последние годы наборы данных быстро увеличиваются в размерах, а ограничения аппаратного обеспечения в плане объема памяти и скорости передачи данных вынуждают использовать схемы сокращения объемов данных для преодоления этих ограничений. В рамках текущего исследования было необходимо визуализировать большие воксельные данные, полученные при независимом сканировании с перекрытием. Анализ существующих методов визуализации объемных данных выявил, что некоторые из них (DVR, динамические схемы) требуют ускорения GPU [1], которое не всегда доступно. Другие, например, статические схемы, при работе с большими данными ведут к потерям [2], что также неприемлемо. В результате, для работы была выбрана трёхмерная передискретизация [3], которая не требует GPU и позволяет минимизировать погрешности, вносимые при визуализации, грамотным выбором параметров.

**Основная часть.** Для совмещения воксельных данных использован разработанный ранее алгоритм на основе SIFT-дескриптора. Анализ исходных данных показал, что в наборе отсутствуют объёмы со смещением по глубине (оси Z). Поэтому в качестве стратегии совмещения решено сначала объединить объёмы в «полоски» по оси X, а затем полученные «полоски» сшить по оси Y. В результате объединений выявлено, что средний сдвиг по оси X составляет  $430,2 \pm 1,4$  вокселя, когда как в настройках сканирующей системы этот сдвиг был задан равным  $\sim 433$  вокселя. Важно заметить, что при перекрытии по оси X алгоритм определял сдвиг по Y равным  $1,3 \pm 1,1$  вокселя. В свою очередь, среднее значение смещения при перекрытии по Y оказалось равным 430,5.

Важное место в исследовании занимает работа с памятью. В предыдущих экспериментах уже использовались такие инструменты, как преаллокация и освобождение памяти, параллельные циклы и т. д. В рамках текущей работы предложено использование типа данных *uint8* вместо *double* для хранения информации о вокселях, что обеспечивает выигрыш в памяти в 8 раз. Кроме того, в текущей работе реализован алгоритм, удаляющий в объёме неинформативные плоскости, то есть плоскости, в которых значения вокселей не превышают порогового. Описанный алгоритм позволяет сократить размерность по одной из осей более чем в 3 раза. Наконец, для визуализации также использован такой инструмент, как передискретизация. В качестве параметров решено использовать ядро интерполяции *Lanczos-3*, обеспечивающее более резкие результаты с меньшими артефактами по сравнению, например с *nearest*, *linear*, *cubic*, *triangle* и др. Значение коэффициента масштабирования было задано равным 0,5.

**Выводы.** В результате работы удалось визуализировать большой объём данных, сшитый из частей с перекрытием. По итогам сшивания средний сдвиг по оси X составил  $430,2 \pm 1,4$  вокселя (в настройках сканирующей системы  $\sim 433$  вокселя). При этом алгоритм определял сдвиг по Y равным  $1,3 \pm 1,1$  вокселя. Нельзя однозначно сказать с чем связана эта погрешность, но её незначительность говорит как о точности сканирующей системы, так и о достоверности определения сдвигов алгоритмом. При сшивании объёмов с перекрытием по оси Y алгоритму практически не удавалось найти подходящего смещения. Природу этих сложностей необходимо выяснить в будущих исследованиях. По тем немногим объёмам, для

которых всё же удалось найти смещения, было посчитано среднее значение смещения по  $Y$ , которое оказалось равным 430,5.

Использованные техники работы с памятью позволили извлечь и визуализировать полезную информацию из 16 исходных объёмов, суммарно составляющих ~2,3 миллиарда вокселей. В результате для визуализации получен объём размерами 1892x1895x376 (1,3 млрд. вокселей).

Анализируя результаты, заключено с одной стороны, что сшитые объёмы части представляют собой единую поверхность, что говорит о пригодности для анализа специалистами (медиками, реставраторами). С другой стороны, визуально оценено, что совмещение неидеально – в некоторых местах различимы границы. Кроме этого, явно заметен шлейф артефакта шва, который может быть вызван различиями в экспозиции исходных данных. Этот недостаток также планируется устранить в будущих исследованиях.

Учитывая, что только для хранения всех необработанных исходных данных в оперативной памяти потребовалось бы более 17 Гб, а также тот факт, что для визуализации двух необработанных сшитых объёмов не хватало 16 Гб оперативной памяти, можно заключить, что работа выполнена успешно.

### **Список использованных источников:**

1. Fernando R. GPU Gems: Programming Techniques, Tips and Tricks for Real-Time Graphics // Pearson Higher Education. 2004, chapter 39.2.
2. Lundström C. Efficient Medical Volume Visualization: An Approach Based on Domain Knowledge. Visual Information Technology and Applications (VITA), The Institute of Technology. 2007, p. 3.
3. Lin D., Wyman C., Yuksel C. Fast Volume Rendering with Spatiotemporal Reservoir Resampling // ACM Trans. Graph. 40, 6, Article 1. 2021, p. 1.