

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВИЗУАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ САПР ПЛАНИРОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В. С. ШЕСТАКОВ

*Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: shestakoffvs@gmail.com*

Представлены результаты исследований по оптимизации работы визуальной составляющей САПР планировки производства. Для преодоления проблемы дублирования информации об объектах, представленных на виртуальной сцене одинаковыми моделями, при работе системы создания трехмерных макетов производств использована технология Geometry Instancing. Полученная благодаря этому архитектура системы позволила устранить дублирование; помимо того, удалось достичь уменьшения размера структуры данных, описывающей проект цеха. При нагрузочном тестировании системы на примере виртуальной сцены с тремя видами станков (500 объектов) получены требуемые значения производительности.

**Ключевые слова:** *оптимизация, визуализация, Geometry Instancing, планировка производства, САПР.*

Использование программного обеспечения для решения инженерных задач зачастую возможно лишь при наличии высоких вычислительных мощностей. Крупные компании, обладая значительными финансовыми возможностями, способны обеспечить условия для функционирования подобного ПО, но тенденции в организации производства к кооперации и аутсорсингу\* определяют необходимость оптимизации ПО для использования его маленькими компаниями с ограниченными материальными ресурсами.

Условно в архитектуре любого программного комплекса можно выделить ядро, графический интерфейс и визуализатор. Ядро включает в себя расчетную часть ПО, т.е. алгоритмы получения целевой информации, на него ложится основная нагрузка в САЕ-системах, основной задачей которых является расчет нагрузок по заданной математической модели. Графический интерфейс обеспечивает взаимодействие с пользователем. Визуализатор отвечает за графическое представление результатов расчетов или процесса проектирования [2, 3], на него ложится основная нагрузка в САД-системах, основной целью которых является обеспечение максимально удобного и наглядного процесса проектирования.

Автором настоящей статьи ведется разработка web-ориентированной САД-системы для проектирования трехмерных макетов производств. Самой затратной в плане вычислительных ресурсов задачей является визуализация большого количества моделей, представляющих

---

\* Аутсорсинг (от *англ.* outsourcing — outer-source-using, использование внешнего источника/ресурса) — задача организацией на основании договора определенных бизнес-процессов или производственных функций на обслуживание другой компанией, специализирующейся в соответствующей области [1].

производственное оборудование. В качестве критерия оценки работоспособности системы можно использовать число рассчитываемых кадров за секунду (Frame Per Second, FPS). Стоит отметить, что интерактивное (с возможностью взаимодействовать в режиме реального времени) представление цеха на экране монитора достигается за счет смены статических изображений (кадров), которые рассчитываются системой в процессе функционирования. Для комфортной работы пользователя (смена кадров не заметна) необходимо обеспечить минимум 60 FPS.

Процесс формирования изображения включает следующие шаги:

- 1) получение из файла информации о трехмерной модели;
- 2) выделение в памяти компьютера места под хранение полученной информации;
- 3) использование в процессе создания изображения информации о геометрических построениях.

Особое внимание следует обратить на второй шаг. Информация о модели может храниться:

- в простых массивах в оперативной памяти;
- в особом, упорядоченном, виде в оперативной памяти;
- в особом, упорядоченном, виде в памяти графической карты (Vertex Buffer Object, VBO).

Последний способ является особенностью OpenGL\*\*, он позволяет обеспечить максимальную скорость обращения к данным, а следовательно, и максимально возможную (в сравнении с остальными способами) производительность.

В процессе разработки системы для каждой загруженной из файла трехмерной модели создавался VBO. В момент копирования объекта (пользователь размещает два станка одного типа) для него выделялись новые ресурсы с целью хранения аналогичной информации. Однако дублирование информации влечет за собой нерациональное использование ресурсов. Для преодоления этой проблемы была использована технология Geometry Instancing, подробно описанная в работах [4, 5] применительно к задаче разработки компьютерных игр. Использование именно этой технологии целесообразно, поскольку разработан способ представления в виртуальном пространстве технологического оборудования [6], согласно которому каждая функциональная группа оборудования представляется в проекте цеха одной трехмерной моделью.

В открытой печати не найдены какие-либо методические указания по использованию технологии Geometry Instancing при разработке САД-систем. В связи с этим автор проанализировал несколько возможных способов применения этой технологии для решения задачи дублирования информации и выполнил опытное проектирование. В результате была разработана архитектура системы, характеризующаяся тем, что:

- для каждой уникальной загруженной в систему модели создается отдельный VBO;
- информация о созданных VBO помещается в палитру моделей, в которой ключ является уникальным идентификатором вида модели.

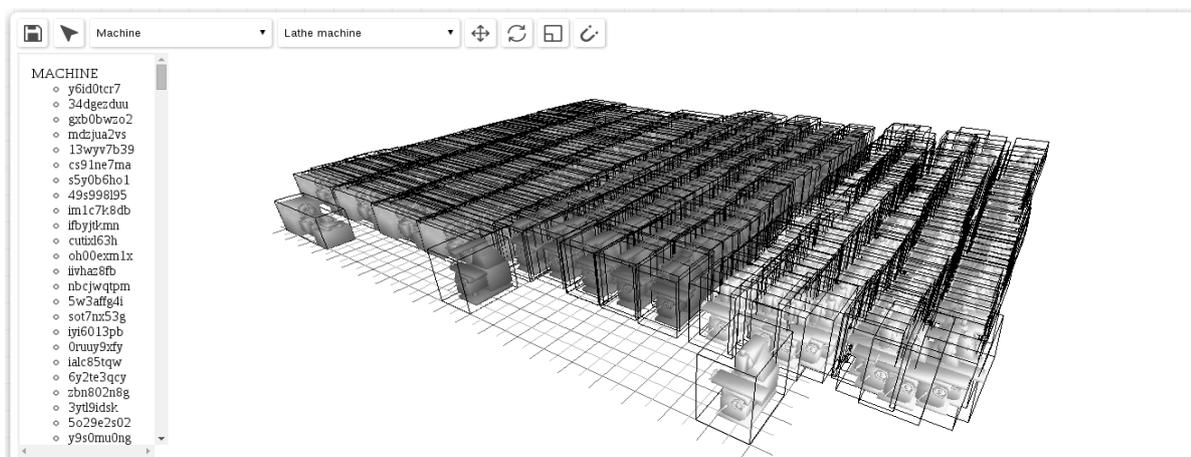
Эта архитектура имеет следующие преимущества: отсутствие дублирования информации; уменьшение размеров структуры, описывающей проект цеха. К недостаткам можно отнести то, что проект цеха может быть успешно визуализирован только при отсутствии изменений в палитре моделей, с помощью которой он создавался.

На рисунке представлена нагрузочная сцена с 500 объектами (отобразить такое количество объектов может быть необходимо при проектировании склада производственного оборудования), представляющими собой станки трех видов. Достигнута требуемая производительность

---

\*\* OpenGL (Open Graphics Library, открытая графическая библиотека, графический API) — спецификация, определяющая независимый от языка программирования платформеннонезависимый программный интерфейс для написания приложений, использующих двумерную и трехмерную компьютерную графику.

системы — 60 FPS. Компьютер, на котором производилось нагрузочное тестирование, обладает следующими характеристиками: процессор Intel Core i5-3337U CPU @ 1.80GHz × 4; оперативная память 3,8 ГБ; графическая карта Intel HD Graphics 4000; ОС Debian GNU/Linux 8 (jessie) 64 бит.



В результате выполненной работы определен способ преодоления проблемы дублирования информации в процессе хранения одинаковых трехмерных моделей с помощью технологии Geometry Instancing. При нагрузочном тестировании системы получены удовлетворительные результаты производительности (60 FPS). Описанная архитектура системы обеспечивает рациональное использование вычислительных ресурсов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аутсорсинг [Электронный ресурс]: <<http://ru.wikipedia.org/wiki/Аутсорсинг>>.
2. *Gregory J.* Game Engine Architecture. Massachusetts: A K Peters, Ltd. Wellesley, 2009. 830 p.
3. *Шалиткин А. В.* Шаблон проектирования графического редактора // Вестн. ВГУ. Сер. „Системный анализ и информационные технологии“. 2010. Т. 1. С. 95—98.
4. *Phar M.* GPU Gems 2: Programming Techniques for High-Performance Graphics and General-Purpose Computation. Addison-Wesley, 2005. 814 p.
5. *Bailey M., Cunningham S.* Graphics Shaders: Theory and Practice. Massachusetts: A K Peters/CRC Press, 2011. 518 p.
6. *Шестаков В. С.* Методика разработки эффективного трехмерного редактора для проектирования планировок производств: Магистерская работа. СПб: НИУ ИТМО, 2013. 87 с.

#### Сведения об авторе

**Виктор Сергеевич Шестаков** — аспирант; Университет ИТМО; кафедра технологии приборостроения;  
E-mail: [shestakoffvs@gmail.com](mailto:shestakoffvs@gmail.com)

Рекомендована кафедрой  
технологии приборостроения

Поступила в редакцию  
22.10.14 г.

**Ссылка для цитирования:** *Шестаков В. С.* Оптимизация производительности визуальной составляющей САПР планировки производства // Изв. вузов. Приборостроение. 2015. Т. 58, № 4. С. 318—321.

**OPTIMIZING PERFORMANCE OF VISUALIZATION COMPONENT  
OF SYSTEM OF AUTOMATED DESIGN OF INDUSTRIAL LAYOUTS****V. S. Shestakov***ITMO University, 197101, Saint Petersburg, Russia  
E-mail: shestakoffvs@gmail.com*

The “geometry instancing” technology is applied to the problem of optimization of visual component of system of automated design of industrial layouts. The technology makes it possible to avoid duplication of information on objects represented by same models, and to reduce the size of the data structure describing the project of production department. Results of stress testing of the system carried out for virtual scene with 500 objects representing three types of machines are in agreement with required rate of 60 frames per second.

**Keywords:** optimization, visualization, geometry instancing, plan production, CAD.

**Data on author****Viktor S. Shestakov**

— Post-Graduate Student; ITMO University; Department of Instrumentation Technology; E-mail: shestakoffvs@gmail.com

**Reference for citation:** *Shestakov V. S. Optimizing performance of visualization component of system of automated design of industrial layouts // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Priborostroenie. 2015. Vol. 58, N 4. P. 318—321 (in Russian).*

DOI: 10.17586/0021-3454-2015-58-4-318-321