

О КОНВЕЙЕРЕ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

П.А. Васёв, А.В. Свалухин

ИММ УрО РАН, КШИ ЕКК, г. Екатеринбург

Конвейер визуализации достаточно хорошо изучен, см. например [1,2,3]. Однако авторам не встречалось исследований, которые бы обоснованно показывали, почему в нём существуют те или иные стадии. Проведённый авторами анализ показал следующее устройство конвейера визуализации:

1. Вычислительная программа порождает данные. К ним относятся и данные, получаемые в итоге работы программы, и во время её работы. Эти данные - как результаты вычислений, так и данные о состоянии программы.
2. В данных закодированы вычислительные сущности, то есть математические объекты, связанные с вычислительной задачей. Пример такой сущности - «вычисленное поле температур на поверхности объекта». Мы считаем полезным различать понятия сущностей и данных, так как с данными часто связывается форма записи (файлы, базы, форматы), а сущности важны сами по себе как смысловые единицы.
3. Иногда в интересах визуализации требуется преобразование вычислительных сущностей и получение таким образом новых сущностей. Каждую такую новую вычислительную сущность также можно подвергать преобразованиям. Эту стадию обычно называют постобработкой, фильтрацией, выборкой, заполнением пробелов.
4. Далее наступает работа вида отображения. Он преобразует вычислительные сущности и порождает на их основе визуальные сущности. Пример вида отображения - «представить данные на сетке в виде облака точек».
5. Затем визуальные сущности преобразуются в вызовы (команды) графической библиотеки. Например, визуальная сущность «облако точек» преобразуется в вызовы OpenGL. Эту стадию обычно называют рендерингом.
6. Также к стадии рендеринга относится растеризация, т.е. работа графической библиотеки с целью получения изображений.
7. Полученные изображения могут преобразовываться, например, объединяться (при параллельном рендеринге).
8. В итоге формируется одно или более изображений, которые представляются пользователю на экране (или другом устройстве вывода).
9. Пользователь взаимодействует с системой визуализации и управляет любой из перечисленных стадий конвейера (т. е. влияет на работу и состав преобразований, и возможно на вычислительную программу).

Поток вычислений какой-либо конкретной задачи визуализации может быть и более сложный, содержать больше связей и преобразований. При этом авторы предполагают, что все эти преобразования будут относиться к какой-либо из перечисленных выше стадий.

Литература

1. Д. И. Мазовка, Формальный подход к решению задачи визуализации // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (CSIST-2011): материалы конференции. Минск, 2011.
2. В. Л. Авербух, Д. В. Манаков, Анализ и визуализация «больших данных» // Труды международной научной конференции «Параллельные Вычислительные Технологии» (ПаВТ'2015). Екатеринбург, 31 марта - 2 апреля 2015. Челябинск, Издательский центр ЮУрГУ. 2015. Стр.332-340.
3. N. Holliman and P. Watson, "Scalable Real-Time Visualization Using the Cloud," in IEEE Cloud Computing, vol. 2, no. 6, pp. 90-96, Nov.-Dec. 2015.