

Компьютерная Визуализация. Структура дисциплины

В.Л. Авербух¹
e-mail: averbukh@imm.uran.ru

Работа посвящена описанию компьютерной визуализации как самостоятельной дисциплины, входящей в состав Вычислительных Наук. Существует множество подходов к определению визуализации и ее места в ряду других дисциплин. Традиционный подход выделяет прежде всего процесс формирования в мозгу зрительных образов и интерпретацию явлений на визуальном языке. Современный, связанный с ЭВМ подход к определению визуализации описывает ее прежде всего как инструмент или метод интерпретации введенных в ЭВМ графических данных и генерации образов на основе сложных многомерных наборов данных. Визуализация с одной стороны представляется связанной с мышлением человека и с интерпретацией им сложных данных, а с другой с современными вычислениями (computing) и использованием ЭВМ для моделирования в науке, технике, экономике и пр.

Очевидно, что визуализация, понимаемая как зримое представление ментальных моделей, существовала задолго до появления современной вычислительной техники. Более того, визуализацию, то есть перевод данных и информации в некоторые графические образы, можно рассматривать как составную часть нашей повседневной жизни. Постепенно под визуализацией стал пониматься лишь графический вывод, вывод двумерных графиков или трехмерных поверхностей. Публикация доклада "Визуализация в научных вычислениях" в ноябрьском номере журнала ACM SIGGRAPH Computer Graphics за 1987 год [2] положила начало новой эре в истории компьютерной визуализации.

Прежде всего укажем место визуализации в процессе компьютерного моделирования. В отечественной литературе (в частности, в [1]) цикл компьютерного моделирования известен как схема численного моделирования или схема численного эксперимента и в полном виде предусматривает следующие стадии:

1. разработка физической модели;

¹Работа поддержана грантами РФФИ № 01-07-90210, 01-07-90215

2. разработка математической модели;
3. алгоритмизация;
4. программирование;
5. вычисление по программе;
6. визуализация;
7. интерпретация и анализ результатов.

(В принципе необходимо рассматривать еще один предварительный пункт:

0. сбор и накопление первичных данных.)

Таким образом определено место визуализации в цикле моделирования — визуализация, представляя результаты вычислений, обеспечивает интерпретацию и анализ полученных данных. В связи с численным моделированием представление объектов физического и математического уровня следует отнести к научной визуализации, а объектов алгоритмического, программного и вычислительного уровня к визуализации программного обеспечения. В связи с визуализацией результатов счета можно говорить о визуализации данных (хотя обычно этот термин понимается несколько шире, так как данные могут и не быть связанными ни с наукой, ни с техникой). Наконец, исходя из функции компьютера как машины, обрабатывающей и порождающей информацию (а не только мельницы для перемалывания чисел), следует рассматривать еще один вид визуализации — информационную визуализацию.

Из большого количества определений визуализации, выделяющие те или иные ее аспекты, мы выбираем не слишком формальные и строгие, но достаточные для дальнейшей работы. Эти определения имеют следующий вид:

Под визуализацией понимается методика перевода абстрактных представлений об объектах в геометрические образы, что дает возможность исследователю наблюдать результаты компьютерного моделирования явлений и процессов.

Традиционно выделяются такие подобласти компьютерной визуализации как научная визуализация, визуализация программного обеспечения, информационная визуализация.

Под научной визуализацией понимается использование средств машинной графики и человеко-машинного взаимодействия для представления данных об объектах, процессах и явлениях, моделируемых при научных вычислениях.

Под визуализацией программного обеспечения понимается совокупность методик использования графики и средств человеко-машинного взаимодействия, применяемых для лучшего уяснения понятий и эффективной эксплуатации программного обеспечения ЭВМ, а также для спецификации и представления программных объектов в процессе создания программ.

Термин информационная визуализация относится к визуальному описанию и представлению абстрактной информации, получаемой в результате процесса сбора и обработки данных различного типа и назначения. Как правило, эти данные не имеют естественного и очевидного графического представления. Информационная визуализация объединяет методы научной визуализации, человеко-машинного взаимодействия, получения новых знаний из баз данных, а также обработки образов и графики. Важное направление в информационной визуализации связано с представлением данных, размещенных в WWW.

Отметим также, что зачастую визуализация несколько упрощенно понимается лишь как непосредственное отображение трехмерных образов (рендеринг) на некоторую плоскость вывода или даже как набор визуальных и иконических интерактивных методов. Эти важные вопросы следует скорее отнести к проблематике компьютерной графики и человеко-машинного взаимодействия.

Несмотря на различные области приложения визуализации, имеет место глубокое единство всех ее подразделов как по методикам построения видов отображения (вплоть до методик рендеринга), так и по конечным целям и задачам — обеспечению интерпретации и анализа результатов компьютерного моделирования. Все это позволяет выделить компьютерную визуализацию как самостоятельную дисциплину с своим предметом и методом исследования.

Предпосылки формирования дисциплины "компьютерная визуализация" в середине 80-ых годов описываются тремя пунктами:

- интеллектуальные предпосылки, то есть наличие богатой традиции визуальных методов представления данных;

- потребности, возникшие в связи с появлением суперЭВМ и необходимостью анализа и интерпретации огромных объемов данных;
- техническая возможность, основанная на создании мощных аппаратных и программных средств машинной графики.

При определении предмета дисциплины необходимо осознать проблемы, которые стоят перед ее исследователями. С нашей точки зрения главная задача компьютерной визуализации — это создание методов визуального представления основных сущностей вычислительных моделей для полноценной интерпретации результатов моделирования. Цель визуализации — обеспечить интерпретацию, а картинка (правильнее обобщенный вид отображения) является средством этого.

Важной задачей компьютерной визуализации является изучение методов создания видов отображения для конкретных компьютерных моделей. При проектировании систем визуализации необходимо: выделить, что надо показывать; определить то, как это должно выглядеть; решить, каким образом, при помощи каких методик машинной графики сгенерировать изображения. Необходимо изучение модельных объектов, их особенностей, событий особого интереса, и т.п. Далее нужен поиск и/или построения видов отображения, адекватных проблеме и мышлению пользователей. Кроме стандартных требований к алгоритмам машинной графики (скорость работы, уровень реализма и т.п.) важно, чтобы они могли сами находить интересные особенности в данных, описывающих математические объекты, а затем на них могло бы концентрироваться внимание пользователей. Проблема эффективности интерпретации очень важна для проектировщика систем визуализации, также как и вся проблематика, порождаемая ролью пользователя, и как потребителя результатов процесса моделирования, и как участника этого процесса. (Как уже указывалось, проблема генерации изображения, проблема рендеринга, относится непосредственно к машинной графике.)

Таким образом предметом компьютерной визуализации как самостоятельной дисциплины служат по крайней мере такие пункты, как выделение объектов, подлежащих анализу, их основных состояний и особенностей, других важных характеристик; поиск и проектирование видов отображения, соответствующих объектам особого интере-

са, их состояниям, особенностям и характеристикам, а также моментам перехода из одного состояния в другое; выбор или проектирование методик отображения визуальных объектов на плоскость вывода; поиск, выбор и проектирование методик человеко-машинного интерфейса, необходимого в процессе визуализации; изучение методик интерпретации визуальных видов отображения пользователем во время анализа как результатов моделирования, так и самих моделей.

Описание предмета дисциплины позволяет уяснить характерные для нее методы исследования. Визуализация, то есть процесс отображения абстрактных представлений в образы, полностью описывается как знаковый процесс, хорошо известный из определений семиотики. Очевидно, что кроме методов, присущих машинной графике, человеко-машинному интерфейсу и системному программированию (традиционно применяемых при проектировании систем визуализации), важную роль в становлении дисциплины должны играть семиотика и психология, а также дизайн, искусствоведение. Необходимо изучение нужных при визуализации аспектов самих вычислительных моделей и прикладных областей. Наконец, требуется анализ и моделирование поведения пользователей, оценка и измерение качества, визуальных и интерактивных свойств соответствующих систем.

Таким образом методы исследования компьютерной визуализации, как самостоятельной дисциплины, предстоит синтезировать из набора методов, присущих смежным отраслям знаний. Однако это не означает, что в данный момент можно лишь ждать результатов этого синтеза. Напротив, результаты исследований и разработок, проведенных в течение последних полутора десятков лет показывают перспективы дальнейшей работы в этой области.

Список литературы

- [1]. Самарский А.А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // Вестник АН СССР 1979, N 5. Стр. 38-49.
- [2]. Visualization in Scientific Computing, Special Issue, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, V. 21, N 6, November 1987.