

Манипуляция объектами в системах компьютерной визуализации

В.Л. Авербух, П.А. Васев, Д.Ю. Горбашевский,
А.Ю. Казанцев, А.В. Попова, А.А. Щербинин
ИММ УрО РАН, УрГУ, Екатеринбург

Серьезной задачей в системах визуализации является обеспечение различных действий с визуальными объектами при работе с трехмерной графикой. Как правило, при реализации методов непосредственного манипулирования с визуальными объектами все операции проводятся в основном окне вывода. Однако их отображение становится затруднительным при насыщении основного изображения дополнительной информацией, например, линиями уровня, наложенными на поверхности, манипуляции с визуальными объектами таких, как изменение положения и ориентации объекта в трехмерном пространстве, масштаба вывода изображения и пр. Для таких действий может быть использовано специальное окно, упрощенно повторяющее основное (аналогично некоторым компьютерным играм). В дополнительном окне и проводятся необходимые манипуляции, немедленно отображающиеся на основном изображении. Однако проблемы в этой связи остаются, так как манипуляции оказываются не всегда удобными, когда имеешь дело со сложными действиями и сложными трехмерными объектами. При реализации манипулятивных методик, основанных на применении работы с трехмерными объектами на двумерном экране, часто возникают сложности, связанные с «двухмерностью» реализации. Плоскость экрана, оставляет ему лишь две степени свободы. В большинстве случаев этого может оказаться недостаточно.

В системе визуализации сеток больших и очень больших объемов используется проекционная система манипуляции данными. Выбор необходимых «проекционных границ» осуществляется при помощи функциональных клавиш или непосредственным нажатием кнопки манипулятора при наведенном указателе манипулятора на их визуальное изображение. Выбранные «проекционные границы» подсвечиваются. Далее необходимые манипуляции данными осуществляются, используя стандартный интерфейс «drag'n'drop». Таким образом, получается некоторый каркас, окружающий интересующие нас участки сетки. Подобные методики применяются в ряде систем визуализации.

В системах, основанных на средах виртуальной реальности, манипуляции могут осуществляться за счет:

а) некоторого языка жестов (в том числе за счет перчаток); этот язык оказывается привязанным через операции к данной предметной области.

б) использования естественных инструментов, среди которых могут быть реальные, например, основанные на лазерных указках и экранных сенсорах, «чувствующих» появление лазерного луча или «виртуальные», основанные на традиционной мыши, клавиатурах, или трехмерных манипуляторах; в этом случае команды отслеживаются программой и отображаются на экране.

В литературе традиционно уделяется значительное внимание поиску методик интерфейса. Исследования и опытные разработки в этом направлении ведутся достаточно активно. Однако придумать адекватные метафоры манипуляционного интерфейса не просто. Нами получены некоторые результаты в этом направлении.

В разрабатываемой для медицинских приложений системе информационной визуализации с использованием среды виртуальной реальности была реализована манипуляционная метафора «волшебный скальпель». Этот «скальпель» рассматривается в качестве манипулятора, виртуального устройства, обеспечивающего набор функций в контексте данной метафоры. Работа со «скальпелем» была реализована за счет использования мыши. «Скальпель» рассекает ткани, обеспечивая тем самым доступ к той или иной системе организма (например, скелету).

Также за счет мыши был реализован набор манипуляций в системе поддержки психологических тестов в среде виртуальной реальности. Эти тесты должны сравнить

возможности решения некоторых интеллектуальных задач с использованием реальных и виртуальных объектов. И в этом случае имеет место визуальное отображение виртуального манипулятора объектами, что облегчает восприятие пользователей.

Выбор мыши связан, прежде всего, с тем, что она позволяет осуществлять непрерывные движения, в отличие от клавиатуры, где минусом является также необходимость запоминать расположение и назначение задействованных клавиш. «Перчатка», с одной стороны, расширяет возможности по перемещению и потенциально усиливает погружение за счет большей естественности. Но, в тоже время ее использование затрудняет реализацию поворотов и повышает сложность освоения интерфейса. При использовании перчаток могут возникнуть некорректность системы жестов (несоответствие между жестом и его отображением на экране) и технические проблемы (периодическая потеря связи с приемником). Одновременное использование мыши и клавиатуры также признано малоэффективным из-за сложностей в освоении и необходимости работы одновременно двумя руками, что требует дополнительного распределения внимания и затрудняет погружение в виртуальную среду.

Опыт реализации манипуляций показывает, что главной проблемой для работы в виртуальной среде оказывается осуществление вращений и перемещений. Для многих случаев манипуляции должны по мере возможности проводиться с реальными объектами или же с их близкими аналогами, а не с искусственными элементами интерфейса.

Object Manipulation in Computer Visualization Systems

V.L. Averbukh, P.A. Vasev, D.Yu. Gorbachevskiy,
A.Yu. Kazantcev, A.V. Popova, A.A. Scherbinin

Providing different manipulations with visual objects in visualization systems using 3D-graphics is a complex problem. Usually during the realization of direct manipulations with visual objects all the operations are carried out in the main view window. However its' reflection becomes complicated with the saturation of main image with additional information, e.g. level lines laid over the surfaces, manipulations with visual objects, such as repositioning and rotating the object in 3D, zooming, scaling, etc. A special window, simplistically duplicating the main one, can be used for such actions (similarly to some of the computer games). The necessary operations are carried out in the additional window, immediately reflecting on the main view.

Yet there are problems concerning this aspect, because the manipulations not always prove to be convenient when dealing with complex actions and complex 3D objects. The plane of the screen leaves only two dimensions of freedom. In many cases this may be insufficient. The large and very large grids visualization system uses a projective system of data manipulation. The selection of desired "projective borders" is accomplished using functional keys or direct press of the manipulator's button when its cursor is pointing on the borders visual reflection. Selected "projective borders" are highlighted. Then all desired manipulations are conducted using standard "drag'n'drop" interface. Thus we get a carcass, surrounding the points of interest on the grid. Such systems are implemented in several visualization systems.

In systems, based on virtual reality environments, the manipulations can be implemented by:

- a) using a language of gestures (including glove-based gestures); but this language is found to be tied to the data domain via the operations;
- b) using natural instruments, with real instruments, such as based on laser pointer and screen sensors, "detecting" the laser dot appearance, or "virtual", based on the traditional mouse, keyboard and 3D manipulators, among them; in the latter case the commands are tracked by the program and displayed on the screen.

Traditionally the special literature pays significant attention to finding interface techniques. Research and development in this direction are carried out with much activity. But there are difficulties with new manipulation metaphors. We have some results in this direction.

In medical information system as manipulator's metaphor the idea of "magic lancet" is offered. "Lancet" allows "to dissect" this or that organism area for the profound exploring. During any human organism object "dissecting", all physical changes are visualized, as if we did it in a reality. The work with the "lancet" was implemented using mouse.

The manipulation set in the psychological tests supporting system was also implemented using mouse. These tests should compare the capabilities of solving several intellectual tasks using real data and virtual objects. In this case visual representation of virtual manipulator with an object takes place. This representation is used to facilitate user's perception. The choice of mouse is based, first of all on the fact that it allows continual movements, unlike keyboard, which also requires memorization of used keys positions and functions.

The glove on the one hand expands the possibilities of positioning and potentially intensify the immersion due to higher naturalness. But on the other hand its use makes difficult to implement the rotations and increases the interface mastering complexity. When using the glove, gesture system (lack of coincidence between the gesture and its reflection on the screen) and technical issues (temporary loss of connection with the receiver) may appear. Simultaneous use of mouse and keyboard was found ineffective due to difficulties in mastering and because of necessity to work with both hands simultaneously, which needs additional distribution of attention and makes the immersion difficult.

The experience in implementation of manipulations shows that the main difficulty for the work in virtual environment is to perform rotations and movements. In many cases the manipulations

should be implemented using real objects or their closest possible analogues, and not with artificial interface elements.