

Разработка специализированных жестовых интерфейсов для системы научной визуализации*

М.С. Пестова¹, И.С. Стародубцев²

MarinaPestova@mail.ru | StarodubtsevIS@imm.uran.ru

Екатеринбург, Россия, ¹Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина;

²Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения РАН

Работа посвящена разработке жестовых интерфейсов для специализированных систем научной визуализации с использованием виртуальной реальности. В работе описывается реализация системы взаимодействия с виртуальными объектами, основанная на жестах. В работе описываются общие проблемы взаимодействия с виртуальными объектами, особые требования, предъявляемые к интерфейсам для сред виртуальной и расширенной реальности и обосновываются предложенные методы.

Ключевые слова: жестовые интерфейсы, виртуальная реальность, научная визуализация

1. Введение

В современном мире компьютеры становятся все мощнее, и одно из основных их использований – математические вычисления. В связи с тем, что сейчас можно решать более сложные задачи, их результаты не всегда получается обработать аналитически, поэтому разрабатываются все новые и новые представления абстрактных данных.

Одним из самых популярных способов представления является визуализация данных, которая отвечает за обеспечение анализа и интерпретацию полученных результатов. Основным недостатком большинства современных сред визуализации является их ограниченность пространством монитора и невозможностью изучить данные более подробно.

С другой стороны, сейчас появляется все больше средств, которые позволяют просматривать трехмерные модели (очки дополненной реальности, очки виртуальной реальности), но в большинстве случаев их используют для развлекательных целей.

Мы решили исследовать вопрос визуализации математических данных, в частности сеток, в среде виртуальной реальности.

Целью этой работы является описание проблем, возникающих при работе с виртуальной реальностью, а так же, создание набора жестов для навигации в такой среде и их реализация.

2. Естественные персонализированные интерфейсы

Используется несколько определений естественных интерфейсов. В одних из них упор делается на то, что в рамках естественных интерфейсов пользовательские операции интуитивно понятны и основаны на естественном бытовом поведении. В других говорится о базирующемся на естественных элементах фактически незаметном интерфейсе (или

становящимся таковым после его освоения пользователем).

Мы, говоря о естественных интерфейсах, будем иметь в виду интерфейсы, построенные на фиксации и распознавании какой-либо комбинации движений человека или активности его органов.

Наши исследования связаны с жестовыми интерфейсами. Использование трехмерных жестовых интерфейсов в настоящее время весьма актуально для медицинских приложений. Такие интерфейсы могут использоваться в системах визуализации на базе больших экранов или в средах виртуальной реальности типа CAVE для манипуляции виртуальными объектами и для навигации в виртуальном пространстве.

В случае профессиональных интерфейсов цель деятельности пользователя predetermined заранее. Постановка задачи в целом диктует требования к интерфейсу. «Профессионал» также не может отказаться от использования интерфейса, так как его деятельность строго регламентирована. Проектировщик интерфейса должен изучить цели и особенности данной деятельности с тем, чтобы не исказить ее и не вносить в нее дополнительные сложности. Профессиональный интерфейс не должен предполагать деятельности, противоречащей или отвлекающей пользователя от основной задачи.

В «профессиональные» интерфейсы, по нашему мнению, не следует включать сложные настройки, и вообще всего того, что может в каком-либо смысле рассматриваться как программирование, так как программирование является самостоятельной деятельностью, дополнительной к основным обязанностям профессионала-исследователя. В этом плане необходимы лаконичные интерфейсы с минимальными требованиями к памяти и вниманию пользователя.

Как следствие, разрабатываемый интерфейс должен быть удобен для нашего конкретного пользователя. Такие интерфейсы называются «персонализированными».

Работа опубликована при финансовой поддержке РФФИ, грант №16-07-20482

Перед нами стояла задача создать систему для просмотра математических сеток в виртуальной реальности. Это позволит более подробно визуализировать и изучить их изнутри. В частности, нам было необходимо создать систему, для управления и взаимодействия с сетками. Для этой цели мы выбрали «естественные» интерфейсы, точнее жесты рук.

Эта задача появилась из – за того, что сетка состоит из множества объектов, и не всегда можно аналитически обнаружить все ее особенности и интересующие нас данные. Причем в последние годы, количество ячеек в сетках значительно возросло. При визуализации мы можем получить наглядное представление того, как это выглядит. Например, можно выделить цветами различные области, или каким-либо еще образом выделить ячейки, которые могут заинтересовать пользователя. Но в связи с тем, что сетки, чаще всего, являются объемными данными со множеством ячеек, то надо уметь в них передвигаться. Мы предлагаем систему навигации, связанную с жестами. Это позволит пользователю передвигаться внутри сетки, с возможностью более близкого рассмотрения интересующих его мест. Так же, есть возможность, добавления задания некоторых ключевых параметров пользователем, перед началом или во время работы.

Мы разрабатываем систему под вполне конкретного пользователя – математика занимающегося сетками. Это значит, что у нас есть конкретный объект, который надо визуализировать – сетка. Мы представляем сетку в виде множества точек, объединенных между собой в ячейки. При этом, каждая точка имеет свои свойства, которые можно узнать, нажав на нее.

3. Общие проблемы при работе с виртуальным пространством

3.1 Описание общих проблем взаимодействия в виртуальном пространстве

Одной из основных проблем взаимодействия с виртуальной реальностью является невозможность (или сложность) одновременного отслеживания мозгом и виртуального пространства и реального. В связи с этим, возникает множество проблем как физического, так и психологического характера. Например, часто, людей, в первый раз надевающих очки виртуальной реальности, начинает укачивать или у них болит голова.

Так же, могут возникать проблемы, при взаимодействии с реальными объектами, во время нахождения в виртуальном мире. Дело в том, что виртуальная реальность конструирует полностью новый мир, не всегда похожий на наш. Например, там могут быть изменены элементарные физические законы, и как следствие, после нахождения в таком

состоянии, наш мозг может не сразу адаптироваться обратно, к реальности.

Допустим, пользователь управлял своими действиями в виртуальном мире с помощью специальных девайсов, например, джойстиков. Тогда, после возвращения обратно, первое время у него будет возникать желание такого же управления реальным миром.

3.2 Описание общих проблем взаимодействия с виртуальными объектами

При взаимодействии с виртуальными объектами так же возникает множество проблем.

Одна из них – соответствие виртуального объекта – реальному. Например, у нас есть виртуальная комната с мебелью, по которой мы можем ходить. Но в то же время, у нас есть реальная комната, с реальной мебелью. И в результате, обходя мебель из виртуальной комнаты (которую мы видим), можно врезаться в реальную мебель.

Так же, если у нас, например, есть какой-либо виртуальный объект, то мы хотим с ним как-нибудь взаимодействовать. Обычные, девайсные, интерфейсы здесь не очень удобны, т.к. они находятся как раз таки в реальном мире. Поэтому, надо использовать что-нибудь, что может относиться и будет видно в виртуальном пространстве.

На данный момент есть разнообразные специальные девайсы, например, перчатки с датчиками, которые надеваются на руки и фиксируют их положение. Или специальные джойстики, с помощью которых можно управлять виртуальной реальностью. Но это все требует дополнительных затрат и навыков, со стороны конечного пользователя. Поэтому, самыми естественными, для управления, в данном случае, будут как раз жесты. Мы все привыкли получать большую часть информации именно через жесты, трогая какой-либо предмет. В виртуальной реальности все примерно так же. Мы можем потрогать предмет, взять его, приблизить или отдалить... Но в связи с этим, часто может возникать проблема определения, какой же именно предмет мы хотим изучить.

Современные средства распознавания жестов не всегда обладают достаточной точностью и четкостью, что бы определить это наверняка. Именно поэтому, необходимо создать достаточно простую и понятную систему жестов, которая бы могла помочь в изучении объектов виртуальной реальности.

4. Выбор и обоснование жестов

Одной из главных задач нашего исследования стоял выбор и обоснование удобной системы жестов, для навигации в виртуальном пространстве.

Первым, самым необходимым, был жест для указания объекта, с которым пользователь хочет взаимодействовать. В связи с тем, что сейчас очень

распространены сенсорные экраны, то вполне естественным жестом для выполнения этой задачи стал аналог жеста «ScreenTap» (см. Рисунок 1). Он заключается в нажатии пальцем на желаемом объекте, и удержание пальца на несколько секунд. После этого, в зависимости от объекта, происходят какие-либо действия (открывается меню, выбирается его пункт..).



Рис. 1: Жест указания объекта.

Следующее, что необходимо для удобной навигации – движение. Так как мы разрабатываем систему, для взаимодействия с 3D очками, то поворот в ней осуществляется поворотом головы (или всего тела) в нужную сторону. В связи с этим, нам необходимо обработать только движение вперед или назад (иначе говоря приблизить – отдалить объект). Для этого мы выбрали жест называемый «Pinch» (см Рисунок 2). Он заключается в соединении

большого и указательного пальцев одной руки, и удержании их в таком положении. Для движения вперед удерживается правой рукой, для движения назад – левой. Мы решили использовать обе руки, так как это в некоторой степени упрощает использование нашей системы. Если использовать только одну руку, то появляется много лишних действий: сначала надо выбрать направление движения вперед или назад, затем начать движение и после этого остановить движение. Это сразу добавляет несколько движений, которые пользователю надо запоминать и делать. Использование обеих рук упрощает эту задачу. Выбор направления происходит автоматически, в зависимости от вида руки. И пользователю остается только задать начало движения и скомандовать, когда остановиться. Для этого и используется жест «Pinch». Когда пользователь зажимает пальцы необходимым образом, то спустя несколько секунд, необходимых для опознавания того, что это был не случайный жест, он начинает двигаться. Как только жест меняется – движение останавливается. Иными словами, движение идет только пока пользователь удерживает жест «Pinch».

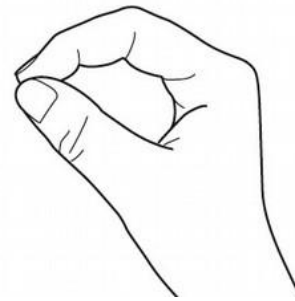


Рис. 2: Жест «Pinch».

После выбора предыдущих жестов, мы решили, что должен быть некий жест, который устанавливает так называемую «паузу», то есть пользователь использует этот жест, и все остальные жесты игнорируются до повторного введения жеста «паузы». Это необходимо, если, например, пользователю надо ненадолго отвлечься. Для выполнения этих функций мы выбрали жест «Stop»: рука ладонью от себя, все пальцы вместе (см Рисунок 3). Его так же необходимо удерживать несколько секунд, для предотвращения ложных срабатываний. Сопровождается надписью о паузе. Для возобновления отслеживания жестов необходимо сделать его еще раз.



Рис. 3: Жест «Stop».

Следующим жестом, который мы решили включить в систему, стал жест выхода. Для этого мы выбрали движение «QuickSwitch». Оно заключается в необходимости провести рукой перед лицом снизу-вверх. Такой выбор обосновывается тем, что это не возвратный жест, то есть в отличие от остальных, его не получится отменить. В отношении остальных жестов, мы можем каким-либо образом отменить нежелательные действия (например, вернуться назад, если слишком далеко продвинулись вперед), в случае же выхода, с этим уже сложнее. Поэтому решено было сделать не просто какой-нибудь жест, который можно воспроизвести случайно, а целое движение.

После совещания со специалистами, для которых разрабатывается эта система, мы решили дополнить ее еще двумя жестами – действиями.

Первый из них: вращение объекта вокруг вертикальной оси будет осуществляться с помощью жеста «Пролистывание» (см Рисунок 4) в том направлении, куда мы хотим повернуть, то есть либо слева на право, либо наоборот. Это удобно использовать, например, когда мы хотим рассмотреть изучаемый объект издали и со всех сторон.



Рис. 4: Жест «Пролистывание».

Аналогично второй жест: вращение объекта вокруг горизонтальной оси. Так же используем жест пролистывания, но сверху вниз или снизу-вверх, для поворота.

5. Заключение

Для реализации были использованы специальный контроллер, отслеживающий движения Leap Motion с очками виртуальной реальности Oculus Rift и программное обеспечение Unity 3D с языком программирования C#. В качестве основы взяты библиотеки из LeapMotionCoreAssets.

Oculus Rift это специализированные очки виртуальной реальности, состоящие из 2х линз-дисплеев, на которые транслируется изображение. Их особенность заключается в наличии различных датчиков, благодаря которым можно определять положение головы человека в текущий момент, что позволяет создавать полноценную 3D модель. Так же их можно соединить непосредственно с Leap Motion, что позволяет удобно использовать их вместе.

В качестве основной среды разработки мы выбрали Unity. Unity – это инструмент для разработки двух- и трехмерных приложения для систем Windows, OS X, Android и другими. Есть возможность создавать приложения для запуска в браузерах, с помощью специального модуля Unity Web Player или через реализацию WebGL. Мы выбрали именно Unity для разработки, т.к. в этой программе можно достаточно удобно отлаживать код, отслеживать все действия, и у Leap Motion есть специальный модуль упрощающий работу через Unity.

Также был разработан сервер команд, позволяющий отсылать распознанные команды во внешние приложения по протоколу Open Sound Control

(OSC), что потенциально позволяет использовать разработанную систему с различными приложениями.

Литература

- [1] Авербух В.Л., Бахтерев М.О., Васёв П.А., Манаков Д.В., Стародубцев И.С. Развитие подходов к разработке специализированных систем компьютерной визуализации // GraphiCon2015: Междунар. науч. конф., Протвино, 22-25 сентября 2015 / АНО Науч. о-во «ГРАФИКОН»; Ин-т физ.-техн. информатики. Москва; Протвино, 2015. С. 17-21.
- [2] Авербух В.Л., Авербух Н.В., Стародубцев И.С., Тоболлин Д.Ю. Использование жестовых интерфейсов при взаимодействии с объектами // Научная перспектива. № 10 (56) / 2014. Стр. 57-66.
- [3] Зырянов А.В., Стародубцев И.С. Интерфейсы на основе жестов для систем научной визуализации // SCVIRT'2011 Труды международных научных конференций «Ситуационные центры и информационно-аналитические системы класса 4i (SC-IAS4i-2011)» и «Системы виртуального окружения для комплексной безопасности и антитеррористической защищенности зданий и сооружений (VRTerro2011)». Москва-Протвино. Ин-т физ.-техн. Информатики. 2011 С. 138-139.
- [4] Стародубцев И.С., Авербух В.Л. Манипуляторы для систем научной визуализации // Труды XIII международного семинара «Супервычисления и математическое моделирование». Саров. ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ», 2012. С. 506-509.
- [5] Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. - СПб. Питер, 2005.
- [6] Li Y.-T., Wach J. P. Context-based hand gesture recognition for the operation room // Pattern Recognition Letters. 2014. Vol 36, N 0, P. 196-203.
- [7] Baker M.P., Wickens Ch.D. Human Factors in Virtual Environments for The Visual Analysis of Scientific Data // NCSA-TR032, August 1995.
- [8] Visualization in Scientific Computing (1987) Special Issue, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, V. 21, N 6, November.