

Особенности реализации естественных интерфейсов для прикладных задач

И.С. Стародубцев^{1,2}, Г.А. Зуева²

StarodubtsevIS@imm.uran.ru|g_z11@mail.ru

¹Институт математики и механики им. Н.Н.Красовского (ИММ УрО РАН), Екатеринбург, Россия;

²Уральский федеральный университет (УрФУ), Екатеринбург, Россия

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

Ключевые слова: естественные интерфейсы, жестовые интерфейсы, жесты, человеко-машинное взаимодействие.

Features for implementing natural interfaces for applications

I.S. Starodubtsev^{1,2}, G.A. Zueva²

StarodubtsevIS@imm.uran.ru|g_z11@mail.ru

¹Krasovskii Institute of Mathematics and Mechanics (IMM UB RAS), Yekaterinburg, Russia;

²Ural Federal University (UrFU), Yekaterinburg, Russia

The paper describes the implementation of the system of interaction with virtual objects based on gestures. The paper describes the common problems of interaction with virtual objects, specific requirements for the interfaces for virtual and augmented reality.

Keywords: natural interface, gesture-based interface, gesture, NUI, human-computer interaction.

1. Введение

Со времени создания компьютеры прошли большой путь в плане обеспечения *Человеко-Машинного Взаимодействия* (HCI). Были использованы и механические системы взаимодействия и аналоговые. На сегодняшний день самыми распространёнными являются *Графические Пользовательские Интерфейсы* (GUI), в которых пользователь использует классические средства ввода – мышку, клавиатуру или тачпад/тачскрин и графическое отображение результатов взаимодействия с компьютером. И, хотя GUI многое дал нам, он имеет и некоторые ограничения. Пришло время для следующего шага – *Естественное Человеко-Компьютерное Взаимодействие* (NUI), которое подразумевает использование средств, данных нам природой, своего собственного тела.

В современном мире компьютеризация широко проникает во все аспекты жизни. Сегодня компьютеры это не только то, к чему можно присоединить мышшь и клавиатуру. Это телефоны, телевизоры, игровые консоли и даже холодильники и микроволновки. И в некоторых случаях, выразительные средства мыши и клавиатуры оказываются избыточны, особенно если необходимо совершать небольшой набор несложных действий.

С другой стороны, встречается и обратная ситуация, когда подключение мыши и клавиатуры невозможно по тем или иным причинам. Например, управление медицинским оборудованием во время проведения операции. Использование традиционных средств

ввода приведёт к выходу из режима стерильности. Или же взаимодействие с объектами в средах виртуальной и расширенной реальности. В этом случае применение классических средств ввода ограничено их недостаточной выразительной способностью при работе с трехмерными объектами.

В этих случаях использование естественных интерфейсов может предложить решение, в котором пользователь управляет приложением непосредственно руками, используя определённый набор движений и жестов.

Разработку интерфейсов можно разделить на два направления: разработка массовых интерфейсов общего назначения и специализированных интерфейсов. От первых требуется максимальная универсальность, возможно и в ущерб удобству в конкретных ситуациях. В качестве примера можно привести интерфейсы командной строки и некоторые виды графических интерфейсов, использующих классические средства ввода, которые с разной степенью удобства подходят для решения самого разнообразного круга задач.

Вторые же разрабатываются исходя из конкретных задач и условий использования и ставят во главу угла именно удобство для решения конкретной задачи, использования в конкретных условиях или даже конкретным пользователем. В ущерб универсальности.

Далее будут рассмотрены результаты в области исследования и разработки специализированных интерфейсов, использующих NUI как основу. В частности,

будут рассмотрены требования к интерфейсу при использовании его для конкретных задач.

2. Практические задачи

При выполнении данных исследований перед нами ставились такие реальные задачи:

2.1. Навигация в абстрактном пространстве

Используемые при численном моделировании сетки иногда имеют дефекты, такие как вырожденные ячейки, самопересечения, нарушения структурной топологии, которые сложно искать и исправлять в автоматическом режиме. Несмотря на то, что работы в этой области ведутся очень активно и представлено большое количество результатов по автоматизации этого процесса, многие ситуации требуют ручной обработки специалистом.

В связи с этим родилась идея визуализации сеток с применением технологий виртуальной реальности. Погрузившись «внутри» сетки и имея возможность проанализировать дефект с разных ракурсов, в том числе и изнутри, если необходимо, специалист получит более качественное представление о проблеме, в сравнении с использованием 2D представления сетки.

Но в ходе исследований было выявлено, что использование клавиатуры и мыши во время пребывания в виртуальной реальности приводит к постоянному переключению внимания между виртуальным и реальным мирами, что крайне неудобно, и, более того, приводит к нарушению эффекта присутствия, что сильно снижает производительность труда.

Поэтому было принято решение об исследовании и реализации системы навигации (в сеточном пространстве) и взаимодействия с виртуальными объектами с использованием жестового интерфейса, как частного случая NUI.

Требование к такому интерфейсу:

1. Нативное позиционирование и взаимодействие с трёхмерными объектами в трёхмерном пространстве.
2. Отсутствие необходимости выходить из виртуальной реальности для осуществления манипуляции.

2.2. Управление медицинским оборудованием

Другая задача пришла из области медицины, кардиохирургии. Во время выполнения операции специалисту необходимо контролировать работу и следить за показаниями множества систем. При этом, находясь в режиме стерильности, он не может взаимодействовать с устройствами ввода напрямую и ему необходим посредник, ассистент. Это приводит к необходимости личностного коммуникативного общения, что в условиях повышенного стресса во время операции приводит к увеличению нагрузки на специалиста и, как следствие, вероятности ошибки.

В связи с этим начата разработка жестового интерфейса для хирурга, позволяющего бесконтактно управ-

лять приложениями и переключаться между ними, не выходя при этом из режима стерильности.

В дальнейшем задача была расширена до создания системы команд и языка для управления реальным медицинским оборудованием, в т.ч. ангиографом и электродом при малоинвазивной операции на сердце.

Выделенные требования:

1. Бесконтактный интерфейс для сохранения режима стерильности.
2. Трёхмерное позиционирование для управления оборудованием в пространстве.
3. Повышенная надёжность и отказоустойчивость.
4. Гибкость языка жестов для персонализации и индивидуальной настройки для конкретного хирурга.

2.3. Требования к интерфейсу

Таким образом, обобщая вышесказанное, мы приходим к следующим требованиям: необходима разработка интерфейса, использующего жесты для ввода информации, как частный случай NUI. При этом интерфейс должен быть:

1. Надёжным. Должен отвечать повышенным требованиям надёжности и отказоустойчивости, предъявляемого к медицинскому оборудованию.
2. Бесконтактным.
3. Нетребовательным. Интерфейс не должен предъявлять особые требования к пользователю (например, использовать какие-нибудь предметы, манипуляторы или перчатки) или к окружающей обстановке (например, определённый уровень освещения или акустического шума).

Кроме самого самого интерфейса так же необходима разработка специального языка взаимодействия для него. Язык так же должен удовлетворять ряду критериев, основанных на идее деятельностного подхода. В частности, слова языка (в данном случае – жесты) должны быть:

1. Простыми в исполнении.
2. Не противоречить основной деятельности пользователя.
3. Легко повторимыми с одной стороны, и надёжно распознаваемыми с другой.
4. Иметь большие выразительные возможности при небольшом количестве самих жестов.

3. Результаты и обсуждение

Для реализации такого интерфейса были разработаны методы захвата движения на основе карт глубины сцены [1, 2], которые легли в основу для создания программно-аппаратного комплекса «VirtualHand». Этот комплекс представляет реализацию естественно-человеко-компьютерного интерфейса, основанного на жестах. В отличие от близких по подходу разработок MS Kinect SDK [3], OpenNI [4] и Intel RealSense, комплекс «VirtualHand» имеет ряд особенностей:

1. Он не привязан к одному типу оборудования. Благодаря модульной структуре, он может использовать практически любое оборудование, которое

может генерировать карту глубин. Были проведены эксперименты с камерами Kinect, стереокамерами, скоростным сканирующим лидаром и камерой LeapMotion.

- Он не использует предопределенный неизменяемый набор жестов. Вместо этого он включает фреймворк для разработки языка жестов, позволяющий гибко реализовать специализированный интерфейс с учетом особенностей использования.

В работах [5, 6] приводятся примеры использования в реальных задачах. В [7] приводится пример разработки языка жестов для задачи навигации и взаимодействия с большими расчетными сетками в виртуальной реальности.

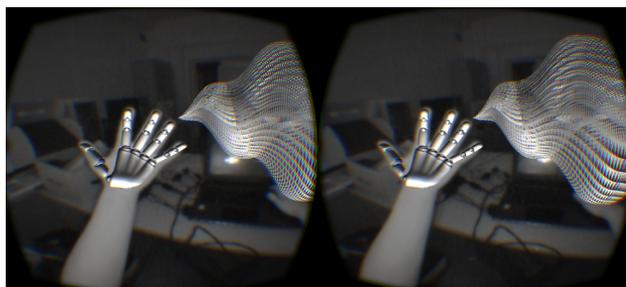


Рис. 1. Пример использования VirtualHand для взаимодействия с виртуальными объектами (рассчитанная сетка) при помощи жестов в расширенной реальности.

Так же в заключении можно добавить, что данное направление исследований является востребованным не только в научной визуализации и медицинских приложениях.

Оно так же востребовано в таких областях как:

1. Мобильная и промышленная робототехника. Использование трехмерных жестов делает управление колесными и летающими дронами более естественным.
2. Обучение. Манипуляция с виртуальными объектами в режиме совместного доступа может быть использована в процессе обучения или для демонстрации.
3. Искусство. Использование пространственных жестов может моделировать наиболее точно моделировать процесс создания скульптур и лепки.

4. Благодарности

Работа опубликована при финансовой поддержке РФФИ, грант 15-07-20347.

5. Литература

- [1] Стародубцев И.С. Инициализируемый захват движения и слежение на основе карт глубин для жестового интерфейса // Научно-технический вестник Поволжья – 2013. – № 3. – С. 264–268.
- [2] Стародубцев И.С. Захват движения на основе иерархического гибкого скелета // Научно-

технический вестник Поволжья – 2014. – № 1. – С. 159–162.

- [3] Zhang Zhengyou Microsoft Kinect Sensor and Its Effect // IEEE MultiMedia – 2012. – 19. – P. 4–12.
- [4] Lu Xia, Chia-Chih Chen, Aggarwal J.K. Human detection using depth information by Kinect // CVPR 2011 WORKSHOPS – 2011. – P. 15–22. DOI: 10.1109/CVPRW.2011.5981811
- [5] Авербух В. Л., Авербух Н. В., Стародубцев И. С., Тоболин, Д. Ю. Использование жестовых интерфейсов при взаимодействии с объектами // Научная Перспектива – 2014. – 56(10). – С. 57–66.
- [6] Starodubtsev I., Averbukh V., Tobolin D., Averbukh N. Professional Natural Interfaces for Medicine Applications // ed. Stephanidis C. / – HCI International 2014 - Posters' Extended Abstracts, Communications in Computer and Information Science, Springer International Publishing – 2014. – vol. 435 – P. 435–439.
- [7] Пестова М.С., Стародубцев И.С. Разработка специализированных жестовых интерфейсов для системы научной визуализации // Труды международной конференции GraphiCon'2016 – 2016. – С. 369–372.