

# ИНТЕРФЕЙСЫ НА ОСНОВЕ ЖЕСТОВ ДЛЯ СИСТЕМ НАУЧНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Александр Владимирович Зырянов,  
Уральский федеральный университет  
*Alexander.V.Zyryanov@gmail.com*

Илья Сергеевич Стародубцев,  
Уральский федеральный университет  
*StarodubtsevIS@ya.ru*

## Аннотация

В статье рассказывается о двух подходах к реализации интерфейсов для научной визуализации на базе захвата и распознавания жестов, а так же рассматриваются сферы их применения.

**Ключевые слова:** Жест, жестовый интерфейс, захват, распознавание, взаимодействие, виртуальный объект, трёхмерный, Motion capture.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Вычислительные возможности компьютеров стремительно растут, а вместе с ними увеличивается и объём вычисляемых данных. Объём результатов процесса моделирования, размеры сложных связанных структур (например, графов) настолько велики, что данные удаётся наглядно визуализировать только в трёхмерном пространстве, что в свою очередь порождает проблему пользовательского ввода и взаимодействия с полученными моделями, необходимого для интерпретации результатов. В этих, и многих других задачах в качестве пользовательского интерфейса всё чаще выбираются интерфейсы на основе жестов. Их основными преимуществами являются меньшее время обучения, более широкая доступность (при правильной реализации), отсутствие, в некоторых случаях, манипуляторов, и, что актуально на сегодняшний день, возможность применения на мобильных платформах.

В данной статье мы рассмотрим два способа захвата и распознавания жестов и поговорим о том, для каких задач, помимо научной визуализации, подобные интерфейсы можно применять.

## 2. «ИНТЕРФЕЙС ФОНАРИКА»

В качестве манипулятора для ввода трёхмерных жестов был выбран обыкновенный карманный фонарик. В

качестве датчика света используется стандартная веб-камера, которая крепится к монитору. Фонарик, помимо низкой стоимости и лёгкости использования обладает одним немаловажным преимуществом: он является не точечным, а протяжённым источником света. Иными словами, камера видит фонарик не как точку, а как круг. Эта особенность позволяет нам вычислять расстояние и ориентацию фонарика на основе анализа изображения всего одной камеры. Большая активная зона достигается благодаря использованию нескольких камер, которые могут быть автоматически откалиброваны в фоновом режиме в реальном времени.

Для создания богатого интерфейса недостаточно просто определить трёхмерно положение рук пользователя. Необходимо также уметь распознавать пользовательские жесты – траектории, по которым перемещаются фонарики. Для решения данной задачи был создан алгоритм, позволяющий в реальном времени не только распознавать жесты, но и выделять их в непрерывном пользовательском вводе. Сам же интерфейс строится на следующей идее: поскольку мы хотим взаимодействовать с виртуальными объектами точно так же, как если бы объект был реален, и поскольку в руках у пользователя находится манипулятор, в «виртуальной руке» пользователя тоже должен находиться предмет, с помощью которого и осуществляется взаимодействие. Иными словами, все манипуляции с объектами должны выполняться не непосредственно, а при помощи виртуальных инструментов. Благодаря этому подходу пользователь, основываясь на опыте реальной жизни, знает, какой жест применить, чтобы воспользоваться определённым инструментом, и каких результатов от этого действия следует ожидать. Таким образом, пользователь может взаимодействовать с виртуальной средой без предварительного обучения, либо с минимальным обучением принципам функционирования системы. Также следует отметить, что подобные жесты связаны

исключительно с предметами и потому не зависят от национальной культуры человека.

Недостатком «интерфейса фонарика», является отсутствие кнопок, задающих режим работы. Так, для того, чтобы различать состояния «перемещение курсора над объектом» и «перетаскивание объекта» приходится использовать либо специальные жесты захвата (что не естественно и снижает точность), либо фонарик, находящийся в другой руке (что менее удобно) [1-3].

### **3. «ВИРТУАЛЬНАЯ ПЕРЧАТКА»**

Существует целый ряд задач, не допускающих наличия «посторонних» предметов в руках у пользователя. Для таких случаев был разработан другой род жестовых интерфейсов, основанный на безмаркерном захвате движения. В основе этой технологии лежит поиск и трекинг объекта на основании карт глубин сцены, генерируемых с помощью нескольких камер или датчиков глубины.

Кроме избавления от необходимости использования «посторонних» манипуляторов (в качестве манипулятора выступает рука пользователя), использование такого подхода даёт ряд дополнительных преимуществ. Во-первых, это возможность распознавания 6 степеней свободы при использовании одной руки, что позволяет сделать интерфейс более естественным и «незаметным» для пользователя (естественное вращение виртуальных объектов рукой). Во-вторых, появляется возможность выделения отдельных пальцев, и, следовательно, распознавание некоторых кистевых жестов, что ведёт к существенному расширению жестового языка.

«Виртуальная перчатка» позволяет распознавать как жесты-движения, представляющие собой траектории в пространстве, так и жесты-позы (определённый кистевой жест), что позволяет создать более богатый и естественный интерфейс. Например, перемещение виртуального объекта может осуществляться с помощью захвата (жест-поза «сжатие кулака»), перемещения рук (жест-движение) и отпускания («разжать ладонь»).

Существует большое количество приложений, в которых цена ошибки ложного срабатывания очень высока, и в этих случаях от интерфейса требуется особая точность распознавания жестов. В «виртуальной перчатке» каждый информативный жест может отделяться от других паузой, движениями в другой плоскости или специальным жестом-

позой. В зависимости от конкретной задачи мы можем выбирать тот подход, который больше соответствует ментальной модели пользователя, т.е. обеспечивать точность ввода, не жертвуя естественностью интерфейса. Дополнительная точность может обеспечиваться за счёт создания «манипулятивного пространства» в виде параллелепипеда или сферы в пространстве, за границами которого любые жесты игнорируются.

Недостатком «виртуальной перчатки» является использование заранее заданной конфигурации нескольких камер или датчиков глубины, что неизбежно приведёт к ограничению области видимости и появлению «слепых пятен» [4].

### **4. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ**

Оба интерфейса могут применяться в очень широком круге задач. Это может быть взаимодействие с гигантской трёхмерной сеткой, с визуализацией сложных математических моделей, с трёхмерным представлением больших взаимосвязанных структур, вроде графов. Это могут быть и простые, содержащие всего пару объектов, сцены, где положение по оси Z является существенным.

«Интерфейс фонарика» может применяться для отслеживания положения объекта в пространстве при использовании инерциального или механического Motion Capture. Распознавание жестов можно использовать вместе с другими методами ввода движений, а также применительно к двумерным интерфейсам (например, сенсорным экранам). Метод калибровки можно использовать для калибровки оптических камер и за пределами «интерфейса фонарика», хотя при этом мы лишимся возможности коррекции результатов калибровки по ходу работы.

«Виртуальная перчатка» может применяться в тех случаях, когда использование манипуляторов для ввода невозможно. В качестве примера можно привести задачи управления медицинским оборудованием во время операции, когда режим стерильности не должен нарушаться. Возможность распознавания положения пальцев рук позволяет работать с жестовыми языками наподобие языка глухонемых, в том числе, собственно, и для распознавания языка глухонемых. Кроме того, жесты-позы вводятся быстрее, чем жесты движения, что делает «виртуальную перчатку» предпочтительной в тех задачах, где от

пользователя требуется быстрая реакция на происходящие события.

## Литература

1. Зырянов, А.В. Использование языка жестов для манипуляций с трёхмерными объектами в системах научной визуализации. // Параллельные вычислительные технологии 2009: Труды международной научной конференции. 30 марта - 3 апреля 2009 г., стр. 485-489.
2. Зырянов А.В. Самокалибрующаяся масштабируемая система ввода трёхмерных жестов // Системы управления и информационные технологии, 1.1(39), 2010 г. стр. 135-139.
3. Зырянов А. Интерфейс фонарика. Ввод и распознавание трёхмерных жестов на основе фонарика и веб-камеры. Saarbrücken, Germany, LAP Lambert Academic Publishing. 2011.
4. Стародубцев И.С., Авербух В.Л., Манипуляторы для систем научной визуализации // XIII Международный семинар СУПЕРВЫЧИСЛЕНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. Саров, ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ», 2011, стр. 124-125.