

**Богдан Евгений Александрович**

магистрант

Белорусский государственный университет

информатики и радиоэлектроники

г. Минск, Республика Беларусь

## **ТРЕХМЕРНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

*Аннотация:* в данной работе рассмотрены проблемы, связанные с трехмерными пользовательскими интерфейсами. Идеи, изложенные в статье, предполагают формирование основ для дальнейших исследований в этой области.

*Ключевые слова:* трехмерные пользовательские интерфейсы, двумерные пользовательские интерфейсы, виртуальная реальность.

В последнее время наблюдается быстрый рост технологий в сфере виртуальной реальности. Появляется все большее количество 3D-устройств пользовательского интерфейса потребительского класса, которые с течением времени становятся все доступней (Microsoft Kinect, Oculus Rift, HTC).

Благодаря высокой производительности оборудования технологии виртуальной реальности все глубже проникают в различные сферы человеческой деятельности. Однако эти устройства требуют настройки и интеграции с каждым приложением в отдельности, что серьезно ограничивает их поддержку. Также нет единого механизма, обеспечивающего использование различными приложениями одного и тоже трехмерного аппаратного интерфейса одновременно.

Перечисленные проблемы могут быть решены так же, как они были решены и для 2D-интерфейсов: путем абстрагирования уровня входа оборудования от входных примитивов, обеспечиваемых системой отрисовки окон, и объединения выхода приложений в рамках системы окон перед отображением. Для демонстрации возможностей такого подхода используется компоновщик, который позволяет создавать 3D-интерфейсные контексты в 3D-интерфейсном пространстве таким же образом, как традиционные оконные системы создают контексты 2D-

интерфейса (окна) в пределах двухмерного интерфейсного пространства (рабочий стол), а также позволяет 2D-клиентам отображать окна в 3D-пространстве интерфейса и получать стандартные 2D-события ввода.

Данный подход демонстрирует предоставляемую пользователям трехмерного интерфейсного оборудования возможность использовать трехмерные оконные системы, а также способность этой оконной системы поддерживать приложения с различными 3D-интерфейсами. Реализация подхода этого предполагается в виде надстройки над существующими аппаратными графическими ускорителями и оконной инфраструктурой, что позволяет 2D-интерфейсными приложениями использовать то же трехмерное пространство, что используют 3D-интерфейсные приложения. Это означает, что разработчики приложений смогут создавать различные 3D-интерфейсы без знания аппаратных средств, поддерживающих их, так же как и новые аппаратные средства могут быть использованы без необходимости интегрировать их с отдельными приложениями. Пользователи же смогут смешивать различные приложения с 2D- и 3D-интерфейсами в 3D-интерфейсном пространстве, не заботясь о деталях использованного ими аппаратного оборудования.

Недавний приток коммерчески доступных устройств 3D-ввода и дисплеев на рынок, в сочетании с высокой производительностью потребительских графических карт, дал конечным пользователям доступ ко всему аппаратному обеспечению, необходимому для высококачественных трехмерных взаимодействий с компьютером в первый раз. Тем не менее, текущая поддержка приложениями такого типа оборудования очень ограничена, и состоит в основном из каких-то демо приложений и видео игр. Приложений, которые поддерживают больше одного из таких устройств еще меньше.

Первая проблема, которая сразу бросается в глаза, это то, что существует большое устройств, и она будет только ухудшаться, поскольку все больше и больше устройств приходят на рынок. Существует достаточное количество общего в этих устройствах, и даже большее сходство примитивов в трехмерных интерфейсах, который каждый из них может предоставить. Каждое устройство

---

может предоставить информацию или о позе тела пользователя в трехмерном пространстве, или о расположении в пространстве какого-то устройства, и 3D дисплей служит той же цели, давая пользователю ощущение присутствия в виртуальном (или смешанном) трехмерном пространстве. Несмотря на это, не существует широко применяемой абстракции для 3D устройств ввода или 3D дисплеев, и в то время, как некоторые из них существуют, каждая имеет свои уникальные недостатки.

Возможность использования нескольких приложений одновременно стало основной особенностью парадигм интерфейсов, которые мы используем сегодня, и способность пользователя устанавливать и запускать вместе любой набор приложений, которые ему нравятся, является ключевым моментом модульности программного обеспечения, что позволило персональным компьютерам быть полезными широкому кругу пользователей, которые предъявляют весьма разнообразные требования.

Это же требование модульности может быть применено и к пользовательским трехмерным интерфейсам. Тем не менее, существуют серьезные ограничения, особенно когда речь идет о трехмерных дисплеях. Эти дисплеи требуют персонализированной проекции трехмерной сцены для каждого глаза, и эта проекция должна быть согласована с положением головы пользователя в пространстве по отношению к этой сцене и поверхности дисплея, и многие шлемы виртуальной реальности требуют постпроекционных изменений для коррекции искажений, вносимых оптической системой. И если относительно просто реализовать такое поведение в приложении, которое рисует себя (и только себя) на всю поверхность дисплея, разделение трехмерного дисплея между несколькими приложениями с трехмерным пользовательским интерфейсом вносит существенные проблемы.

Основная проблема в том, что для того, чтобы трехмерное пространство интерфейса было разделено между несколькими трехмерными интерфейсами от различных приложенийенным образом, оно должно быть разделено в 3D. Это трудно, потому что в настоящее время графика и оконная инфраструктура, а

также технология отображения 2D, лежащий в основе 3D-дисплеев, строится вокруг парадигмы приложений, производящих 2D-выход, который комбинируется в 2D-системой окон и отображается двухмерном интерфейсном пространстве традиционных дисплеев. Это хорошо работает для разделения 2D-пространство дисплея между несколькими 2D-интерфейсами, так как каждому из них может быть дан прямоугольный участок прямоугольной дисплея, но разделение двухмерной поверхности трехмерного дисплея среди нескольких 3D-интерфейсов таким образом (без применения правильной стереопроекции и коррекции оптических искажений) дает результаты, которые не находятся в том же 3D-пространстве.

Основная цель этой работы вытекает из простого наблюдения за проблемами, с которыми в настоящее время сталкивается разработка приложений с пользовательским трехмерным интерфейсом и интеграции аппаратных средств, которые поддерживают их, с учетом того, что в области 2D-интерфейсов эти проблемы уже решены. Несмотря на то, что разнообразие дисплеев, мышей и клавиатур сильно перекрывает разнообразие 3D-устройств пользовательского интерфейса, пользователи имеют возможность собрать аппаратный интерфейс практически из любой комбинации устройств, которые они только захотят, и запустить все свои любимые приложения поверх аппаратного интерфейса. Новые устройства 2D-интерфейса не должны быть интегрированы в каждое приложение, которое использует их, и несколько 2D-интерфейсов из различных приложений могут быть использованы вместе в одном 2D-интерфейсном пространства в любых комбинациях.

Основной целью данной работы является демонстрация того, что оконная система способна решить некоторые из основных проблем, стоящих перед трехмерными пользовательскими интерфейсами таким же образом, как они уже решили точно такие же проблемы для пользовательских двухмерных интерфейсов, и что это может быть сделано как расширения к уже существующей оконной системе, позволяя как немодифицированным 2D-приложениям и устройствам, так

---

3D-приложениям обращаться к одному и тому же трехмерному интерфейсному пространству.

Тип оконной системы, описанной здесь, расширяет понятие окна как 2D-области двухмерного интерфейсного пространства к трехмерному интерфейсному пространству, представленному 3D-аппаратными средствами, описанными выше. Это позволяет 3D-приложениям создавать 3D-аналог традиционного окна, представляющий 3D-область интерфейса в трехмерном пространстве, которыми можно управлять в 3D почти таким же образом, как традиционным 2D-окном можно манипулировать в 2D. Эти 3D-окна могут слушать 3D-события ввода при помощи того же механизма, который используется для прослушивания 2D-входных событий, а также 3D-вывод, который они производят, смешивается в трехмерном пространстве с 3D-выводами других 3D-приложений.

Кроме того, этот тип оконной системы позволяет традиционным, неизмененным 2D-приложениям создавать 2D-контекстные интерфейсы в этом трехмерном пространстве, которые ведут себя точно так же, как и обычное окно с точки зрения приложений. Оконная система встраивает эти 2D-окна в пространство во многом таким же образом, как и лист бумаги встраивает 2D-документ в трехмерной реальности, позволяя пользователю манипулировать и управлять этими окнами как трехмерными объектами. Трехмерные входные события, управляемые оконной системой, проецируются на двухмерное окно перед доставкой в 2D-приложения, позволяя пользователю посыпать 2D-вход в приложение с помощью 3D-устройства ввода.

Есть множество преимуществ для решения этих проблем пользовательских трехмерных интерфейсов таким же образом, что мы решаем их для 2D-интерфейсов, некоторые из которых обсуждаются здесь подробно. Некоторые из этих преимуществ являются теми же преимуществами, которые привели к принятию оконным системам, в первую очередь, а другие просто результатом использования обширной работы по внедрению оконных систем для 2D-интерфейсов.

*Заключение:* оборудование, необходимое для обеспечения высокого качества 3D-пользовательских интерфейсов, наконец, становится доступным для потребителей, а также разнообразие этих устройств быстро растет. В настоящее время приложения должны интегрироваться с каждой частью этого оборудования в отдельности, и не существует широко применяемых механизмов, позволяющих нескольким приложениям эффективно использовать это оборудование совместно. Это ограничивает поддержку аппаратных средств и создает фрагментированную экосистему программного обеспечения, сталкивающуюся с серьезными барьерами для развития должным образом.

Эта работа предполагает, что эти проблемы, встречающие трехмерные пользовательские интерфейсы, могут быть решены таким же образом, как они были решены для двухмерных пользовательских интерфейсов: путем обеспечения абстракции трехмерных интерфейсов системного уровня через систему окон. Она представляет собой жизнеспособную архитектуру для трехмерных оконных систем, которая хорошо интегрируется с существующей инфраструктурой, и демонстрирует это в реализации этой архитектуры, надстроенной над существующей системой окон.

Концепции, представленные здесь, предназначены для формирования основы для дальнейших исследований в этой области. Это является лишь одним из многих шагов в долгосрочном процессе предоставления функциональных, модульных трехмерных пользовательских интерфейсов общего назначения для пользователей компьютеров, но все равно очень важным. Будем надеяться, что с дальнейшей работой наши взаимодействия с компьютерами в один прекрасный день будут освобождены от ограничений двух измерений и переведены в трехмерное пространство, в котором мы взаимодействуем со всем остальным миром.