



УДК 621.319

*А.Ю. Жигулин, В.О. Сафонов*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИДЕОКОНТЕНТА НА СЛОЖНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НЕСКОЛЬКИХ УСТРОЙСТВ ВЫВОДА**

*A.Yu. Zhigulin, V.O. Safonov*

### **VIDEO CONTENT PROJECTING ON COMPLEX SURFACES USING MULTIPLE OUTPUT DEVICES**

Рассмотрено приложение, проигрывающее контент на сложных поверхностях, не искажая его, а также сохраняя целостность контента. Представлено описание действия данного приложения, предложены перспективные пути развития данной области.

**ПОВЕРХНОСТИ БЕЗЬЕ. ЭТАЛОННОЕ АЛЬФА-ЗНАЧЕНИЕ. ЦЕЛОСТНОСТЬ КОНТЕНТА. DIRECTX. DIRECTSHOW.**

The article discusses the application, which plays content on complex surfaces without distorting it, as well as maintains the integrity of the content. The description of the application steps is presented, the development perspectives of this area are proposed.

**BEZIER SURFACES. THE REFERENCE ALPHA VALUE. INTEGRITY OF THE CONTENT. DIRECTX. DIRECTSHOW.**

В области медиа одной из самых сложных проблем является представление контента на любой поверхности без искажения изображения. В зависимости от предполагаемого устройства вывода контента на целевую поверхность, расстояние между устройством и поверхностью, а также площадь отображения контента данным устройством может варьироваться. За этой проблемой следует и другая: при наличии нескольких устройств вывода необходимо не только настроить каждое устройство по отдельности, но и правильно состыковать выводимые этими устройствами изображения.

При данной стыковке изображение искажается, а также может иметь неоднородный альфа-канал, что разрушает целостность контента. На данный момент существующие приложения-проигрыватели либо полностью игнорируют проблемы целостности изображения, либо не поддерживают стыковку в целом.

#### **Описание реализации**

В данной статье рассматривается пакет приложений, предназначенный для следующих задач:

стыковка отдельных частей отображаемого контента, в результате которой получается единое изображение;

установка правильной яркости изображений — приведение их к общему значению альфа-канала;

проигрывание изображений в распараллеленном режиме, позволяющее сохранить целостность контента.

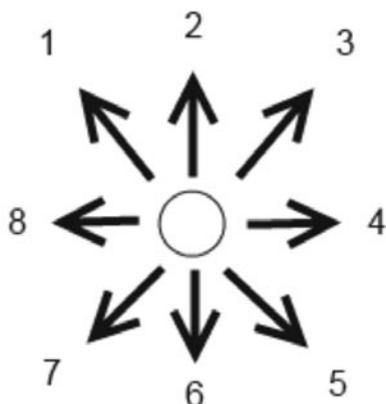
Суть работы системы описывается следующими шагами.

1. Запуск проигрывателя, на который подается статичная однотонная картинка.

2. Запуск настройщика поверхностей, который

- подключается к камере с высоким разрешением, анализирующей область отображения;

- перемещает точки поверхностей Безье, определяющие форму итогового изображения. В каждый момент времени настройщик хранит в себе координаты всех определяющих точек Безье, выбирает две соседние поверхности, не удовлетворяющие заданной точности, подсвечивает определяющие точки данных поверхностей и начинает



Направления смещения точки

смещать их в направлении стыковки. При соблюдении точности стыковки пары соответствующих друг другу точек, алгоритм переключается на следующую пару. После соединения всех пар точек данных поверхностей запускается вариативный алгоритм, смещающий точку, наиболее близкую к самой несостыкованной части изображения (определяется на основании данных камеры итоговая площадь несостыковки  $S$ , равная сумме площадей недоведенной до стыковки части и части, ушедшей в перекрытие). На рисунке показаны направления смещения точки на один из восьми близлежащих пикселей.

Каждое смещение продолжает цепочку вариативного смещения, запоминая промежуточный результат как наилучший в случае уменьшения общей площади несостыковки. Если после достаточно большого количества шагов все результаты ведут к ухудшению результата, данная ветка отбрасывается как бесперспективная. После успешной стыковки двух поверхностей алгоритм выбирает следующую пару поверхностей. Алгоритм также запоминает уже смещенные ранее точки и сопоставленные им точки соседних поверхностей как «пары соответствия», что позволяет учитывать сразу несколько точек в случае, когда в особо сложном месте необходимо стыковать сразу несколько поверхностей Безье;

- останавливается в случае, если соблюдена необходимая стыковка изображений (по заданной точности).

3. Запуск анализатора альфа-значений контента, который

- определяет минимальное альфа-значение на поверхности, достигнутое отображением контента на максимальной яркости;
- устанавливает данное альфа-значение как эталонное;
- подсвечивает другим цветом один из пикселей изображения;
- фиксирует камерой область, полностью охватывающую данный пиксель;
- варьирует альфа-значение пикселя до максимального соответствия среднего альфа-значения области с эталонным альфа-значением. Выбирается такое альфа-значение, которое наименее отклоняется от эталонного в большую либо меньшую сторону, что считается допустимой погрешностью, неразличимой для человеческого глаза;
- обрабатывает следующий пиксель.

Рассматриваемая система разделена на несколько частей:

1. Проигрыватель, реализованный на платформе .NET (язык C#), использующий следующие технологии Microsoft:

DirectShow [1] (отвечает за проигрывание полученного контента, а также за наложение фильтров — масок необходимого разрешения, у которых присутствует только альфа-канал, — уменьшающих альфа-канал у отдельных пикселей исходного контента);

DirectX [2] (отвечает за создание поверхностей вывода с полученными данными поверхностей Безье, на которые накладывается модифицированный контент).

2. Настройщик поверхностей, на которые отображается контент (реализован на платформе .NET (язык C#), с использованием технологии DirectX). Настройщик варьирует определяющие точки поверхностей Безье, опираясь на данные камеры.

3. Анализатор альфа-значений контента (реализован на платформе .NET (язык C#)), варьирующий альфа-значение отдельных пикселей изображения, опираясь на данные камеры.

В ходе проведенных исследований получены следующие результаты.



- Создан проигрыватель, позволяющий отображать контент на любом количестве устройств вывода (основные ограничения накладываются из-за мощности используемого оборудования: требуются видеокарты с большим количеством видеовыходов, а также мощный процессор, от которого зависит скорость определения итоговых координат точек поверхностей Безье и альфа-значений).

Также была рассмотрена дополнительная перспективная версия проигрывателя. Проигрыватель с клиент-серверной системой: главный компьютер-синхронизатор, на котором запущена серверная версия проигрывателя, отвечающая за синхронизацию изображений, а также несколько компьютеров с клиентской версией, получающих координаты для своей поверхности Безье и отвечающие за проигрывание своей части контента. Помимо соединения клиентских компьютеров с устройствами вывода, можно соединять с этими устройствами и серверный проигрыватель. В таком случае приложение в случае отказа одного из клиентов сможет перевести часть управления на себя, запустив резервную копию клиентского приложения и переключив канал входа на устройстве вывода с помощью протокола управления устройством (например, посредством передачи команд через RS-232).

Плюс данной системы заключается в

упрощении поиска подходящего оборудования для компьютера: вместо многоканальных видеокарт можно использовать одноканальные.

- Создан анализатор альфа-значений, позволяющий при наличии камеры с высоким разрешением стабилизировать альфа-канал на любой охватываемой поверхности.

- Создан прототип настройщика поверхностей, который оперирует определяющими точками поверхностей Безье, тем самым стыкуя различные участки изображения и получая единую картинку.

Являясь перспективным направлением, рассмотренная система позволяет уменьшить требования при проигрывании контента, т. к. она способна функционировать на любых поверхностях, опираясь лишь на алгоритм стыковки отдельных изображений.

Тем не менее данная система очень зависима от предоставленного оборудования: необходимо и мощное оборудование для функционирования алгоритмов системы, и дорогостоящие устройства вывода, камеры с высоким разрешением.

Также при сложных поверхностях необходимо продолжительное время в случае большой точности стыковки: вариативному алгоритму потребуется множество шагов, чтобы определить подходящее положение точек Безье, особенно в местах стыков нескольких поверхностей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Pesce, Mark D.** Programming Microsoft DirectShow for Digital Video and Television [Text] / Mark D. Pesce. — USA, 2003. — 448 p.

2. **Thorn, A.** DirectX 9 Graphics: The Definitive Guide to Direct 3D [Text] / A. Thorn. — USA, 2005. — 349 p.

#### REFERENCES

1. **Pesce Mark D.** Programming Microsoft DirectShow for Digital Video and Television. — USA, 2003. — 448 p.

2. **Thorn A.** DirectX 9 Graphics: The Definitive Guide to Direct 3D. — USA, 2005. — 349 p.

---

**ЖИГУЛИН Андрей Юрьевич** — аспирант Санкт-Петербургского государственного университета. 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9.  
E-mail: dron.subzero@gmail.com

**ZHIGULIN Andrei Yu.** — St. Petersburg State University. 199034, Universitetskaya nab. 8-9, St. Petersburg, Russia.  
E-mail: dron.subzero@gmail.com

**САФОНОВ Владимир Олегович** — доктор технических наук Санкт-Петербургского государственного университета.

199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9.

E-mail: vosafonov@gmail.com

**SAFONOV, Vladimir O.** — *St. Petersburg State University.*

199034, Universitetskaya nab. 8-9, St. Petersburg, Russia.

E-mail: vosafonov@gmail.com