



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии

Выпускная квалификационная работа

Android приложение "Автомобильные гонки в виртуальной реальности"

Выполнил студент группы БПИ131
образовательной программы
09.03.04 «Программная инженерия»

Ефремов Савелий Валерьевич

Научный руководитель:

доцент департамента программной инженерии, к.т.н
Ахметсафина Римма Закиевна

ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Виртуальная реальность становится
повсеместно используемой технологией



- Развитие игровой индустрии в целом
- Практически полное отсутствие гоночных игр для мобильных устройств с поддержкой технологии виртуальной реальности
- Поддержка шлемов виртуальной реальности от различных производителей

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Шлем виртуальной реальности — устройство, позволяющее частично погрузиться в мир виртуальной реальности, создающее зрительный и акустический эффект присутствия.



Варианты VR-шлемов



Стационарные

- Oculus Rift
- Playstation VR



Мобильные

- Google Cardboard
- VR One



ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Стереοизображение — картина или видеоряд, использующий два отдельных изображения, позволяющих достичь стереοэффекта.

Поле зрения — это угол, на котором оптический прибор (глаз) способен видеть объекты, фокусируясь на объекте на оптической оси.

Дисторсия — погрешность изображения в оптических системах, при которых нарушается геометрическое подобие между объектом и его изображением.

IPD (Interpupillary distance) — расстояние между центрами зрачков.

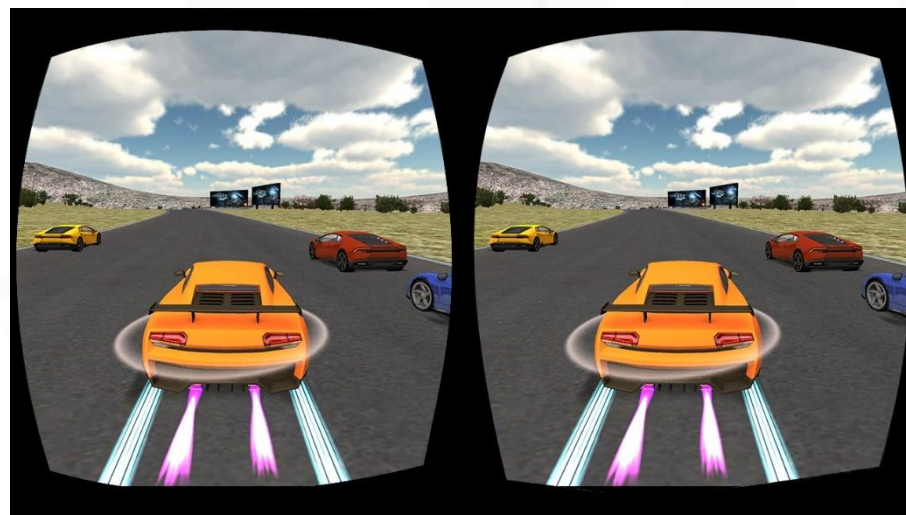
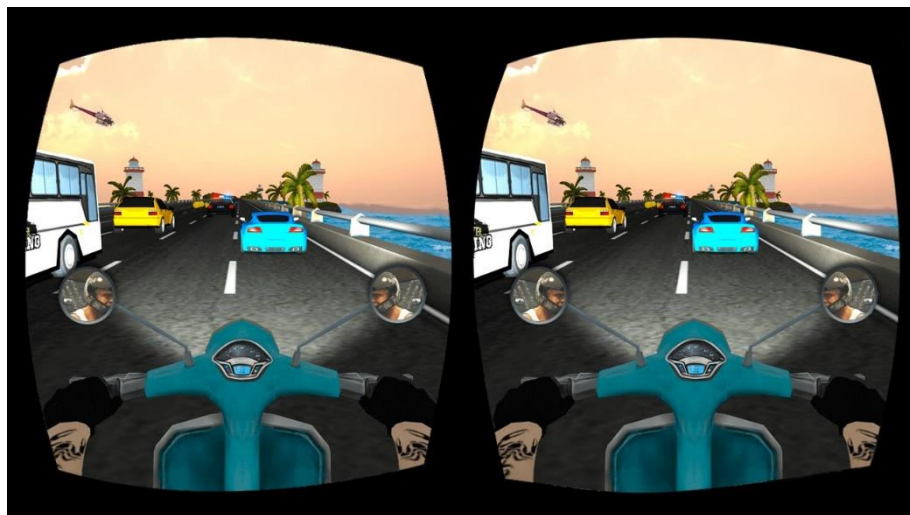
SDK (Software Development Kit) — комплект средств разработки, который позволяет специалистам по программному обеспечению упростить создание приложений.

Был произведен обзор аналогов в App Store и Google Play среди гоночных игр и сформулированы их недостатки:

- Отсутствие поддержки шлемов виртуальной реальности от различных производителей. Это является недостатком, поскольку линзы в шлемах виртуальной реальности разные, соответственно настройки дисторсии также должны быть разные
- Нереалистичный вид от первого лица или его отсутствие
- Отсутствие режима мультиплеера
- Повороты транспортного средства осуществляются поворотами головы либо вообще отсутствуют (игрок-зритель)
- Большое количество рекламы, которая мешает играть

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Был произведен обзор аналогов в App Store и Google Play среди гоночных игр и сформулированы их недостатки:



ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Цель работы:

Создание конкурентоспособной мобильной игры «Автомобильные гонки в виртуальной реальности» для операционной системы Android с поддержкой технологии виртуальной реальности

Задачи работы

- Осуществление обзора рынка SDK для создания VR
- Создание собственного SDK для игрового движка Unity с поддержкой наиболее популярных шлемов виртуальной реальности
- Изучение технологии создания 3D моделей и их экспорт в игру
- Реализация физической модели транспортного средства
- Изучение скелетной анимации и её реализация при управлении транспортным средством
- Изучение технологии создания совместной игры по интернету (мультиплеера) и реализация его в игре
- Реализация поддержки беспроводного контроллера
- Разработка технической документации

Произведен обзор встраиваемых в игровые движки SDK для создания виртуальной реальности:

Список обзораемых SDK:

- **OpenVR SDK:** не поддерживает мобильную разработку
- **Oculus Mobile SDK:** поддерживает разработку только для шлема виртуальной реальности Samsung GearVR
- **Google Cardboard SDK:** перестанет поддерживаться компанией Google ближайшее время
- **Google Daydream SDK:** поддерживает работу начиная с Android 7.1 (0.4% рынка Android смартфонов)



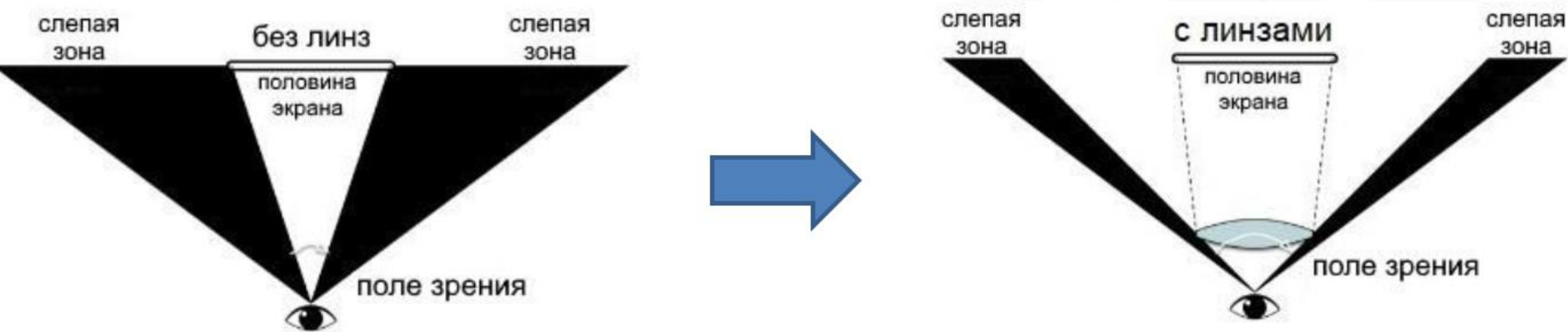
Cardboard



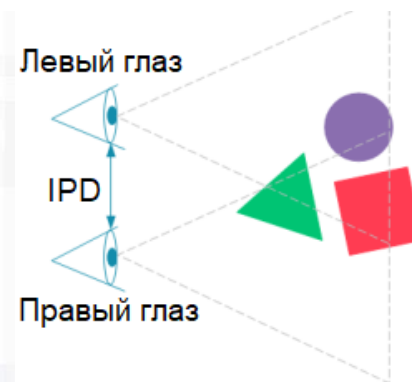
Daydream

Основные принципы работы шлема виртуальной реальности и особенности создания SDK:

- Работа линз в шлеме виртуальной реальности:



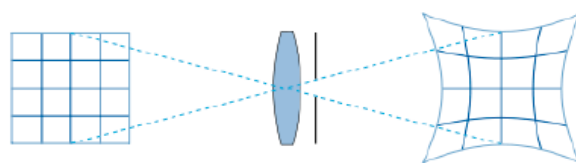
- Две виртуальные камеры: камеры расположены на расстоянии 60 мм. друг от друга



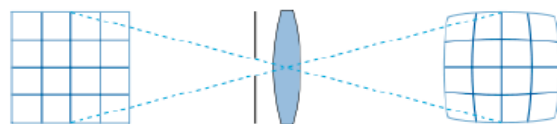
ПОДХОДЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ SDK

Основные принципы работы шлема виртуальной реальности и особенности создания SDK:

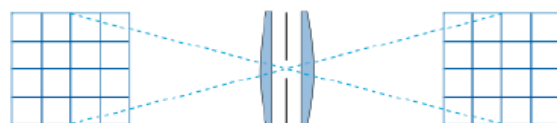
- Виды дисторсии



Подушкообразная
(Pincushion distortion)



Бочкообразная
(Barrel distortion)



Отсутствие дисторсии

- Гироскоп мобильного устройства:** отслеживает изменения положения устройства в пространстве, что позволяет изменять изображения на виртуальных камерах

Линзы шлемов виртуальной реальности имеют «подушкообразное» искажение

Для компенсации этой дисторсии использована модель Брауна-Конради, создающая «бочкообразное» искажение

$$x_{corrected} = x_u(1 + k_1r^2 + k_2r^4),$$
$$y_{corrected} = y_u(1 + k_1r^2 + k_2r^4),$$

где:

$(x_{corrected}, y_{corrected})$ - искаженное изображение точки

(x_u, y_u) - неискаженное изображение точки

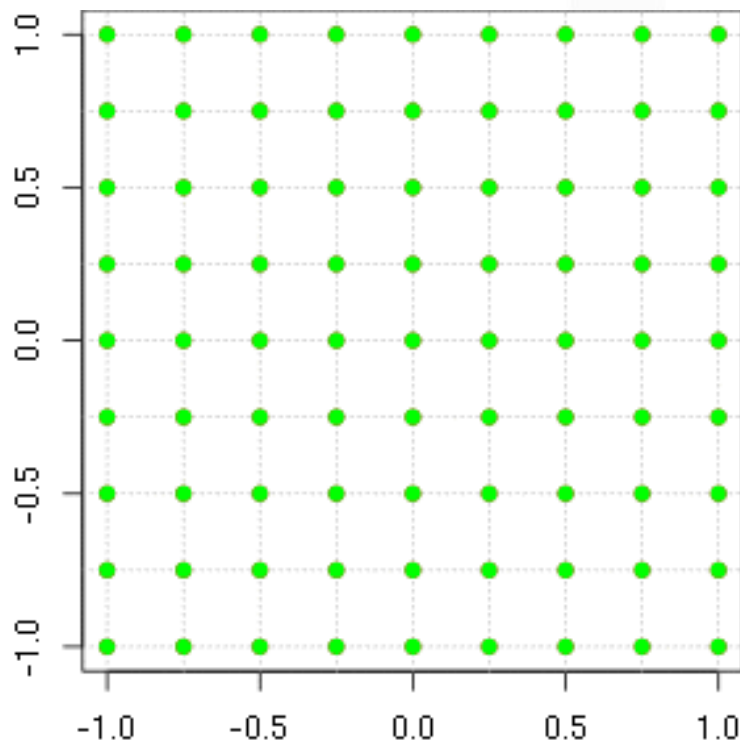
k_1 и k_2 - коэффициенты дисторсии

$r = \sqrt{(x_u - x_c)^2 + (y_u - y_c)^2}$ - расстояние от центра искаженного отображения точки

(x_c, y_c) - центр дисторсии

МОДЕЛЬ БРАУНА-КОНРАДИ

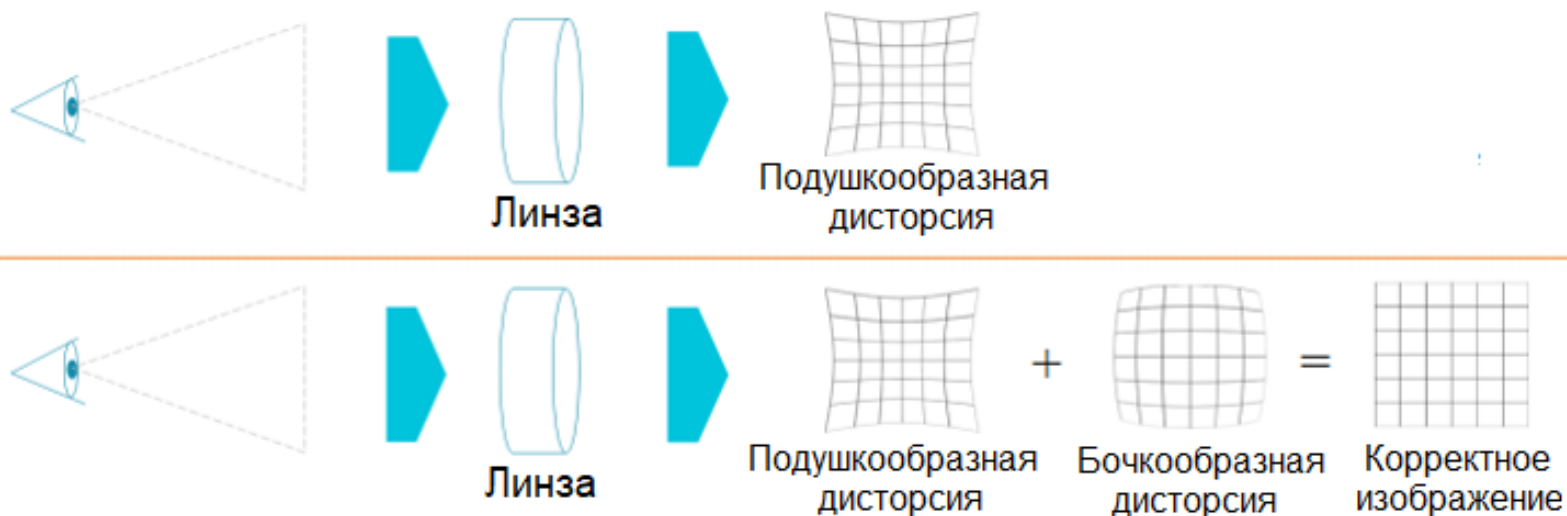
**Линзы шлемов виртуальной реальности имеют
«подушкообразное» искажение**



КОМПЕНСАЦИЯ ДИСТОРСИИ

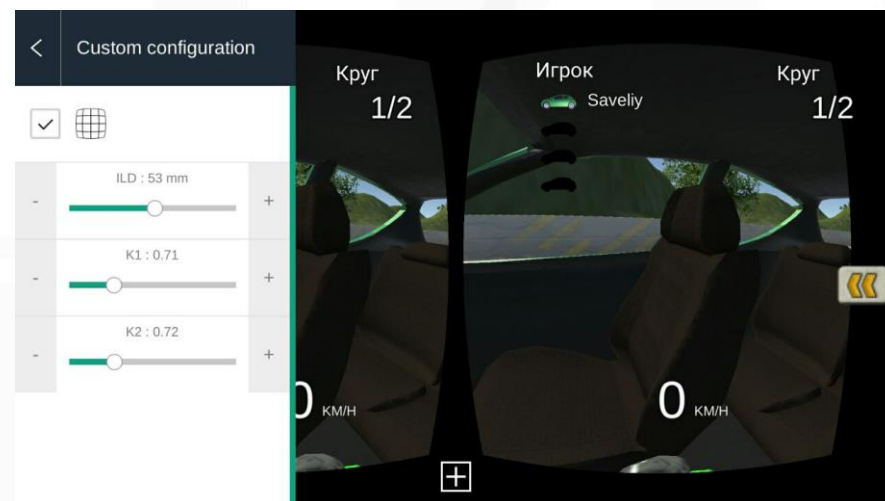
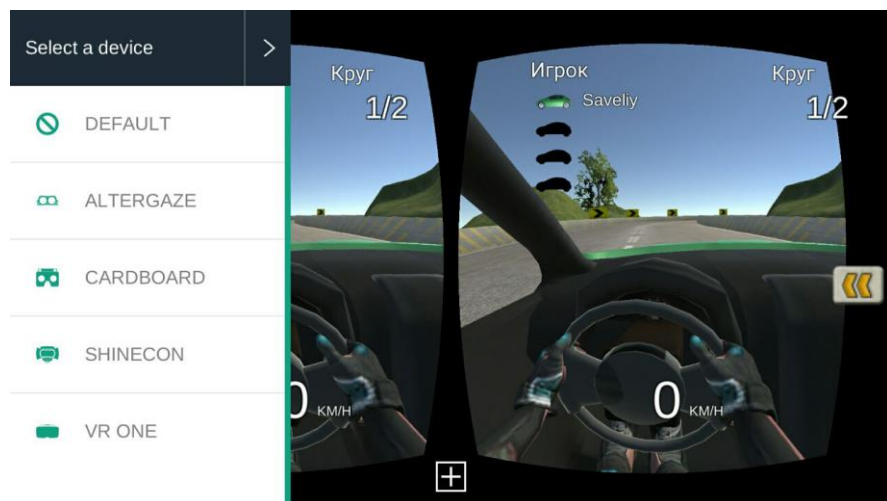
Линзы шлемов виртуальной реальности имеют
«подушкообразное» искажение

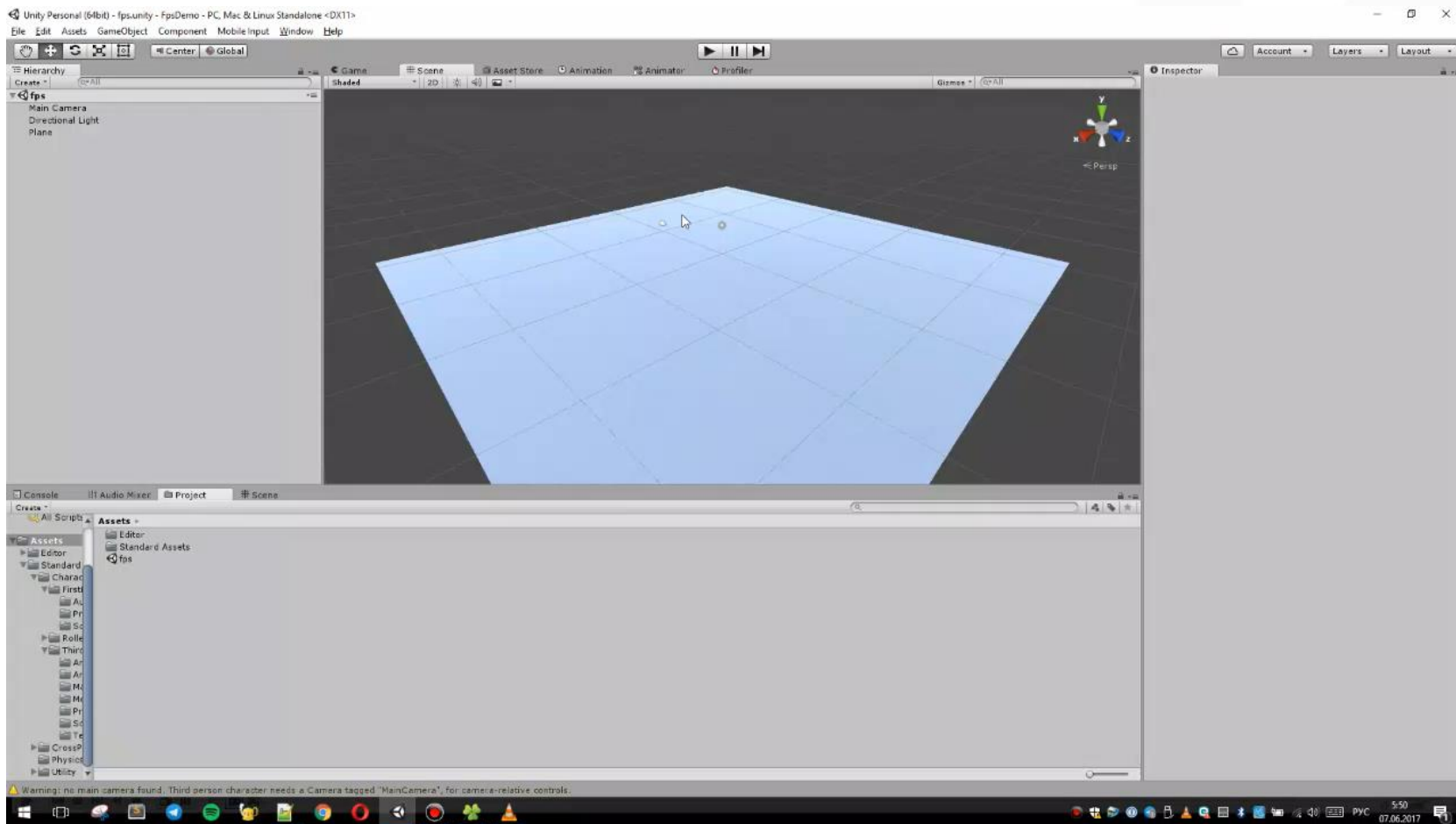
Компенсация дисторсии



ПОДДЕРЖКА РАЗЛИЧНЫХ ШЛЕМОВ

Поддержка различных шлемов виртуальной реальности реализуется благодаря изменению коэффициентов k_1 и k_2





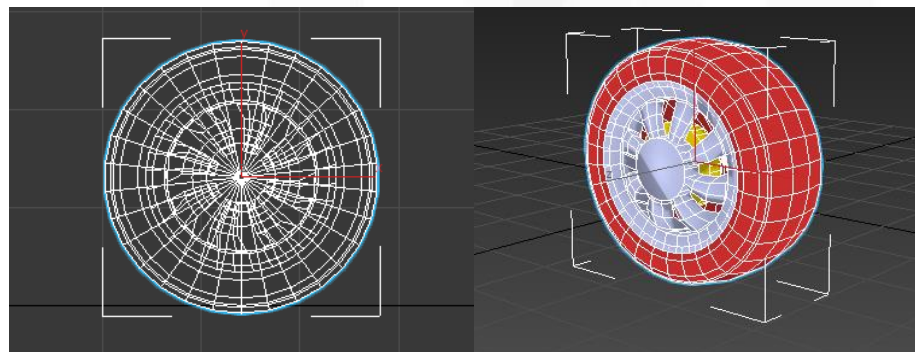
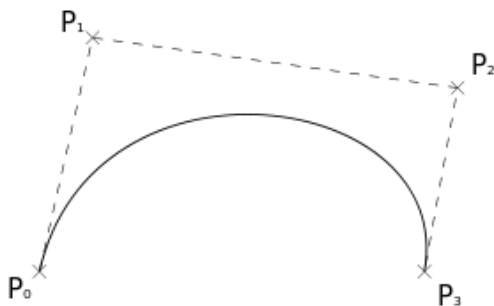
СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ

Модели на сцене были созданы в 3ds Max при помощи сплайнов.

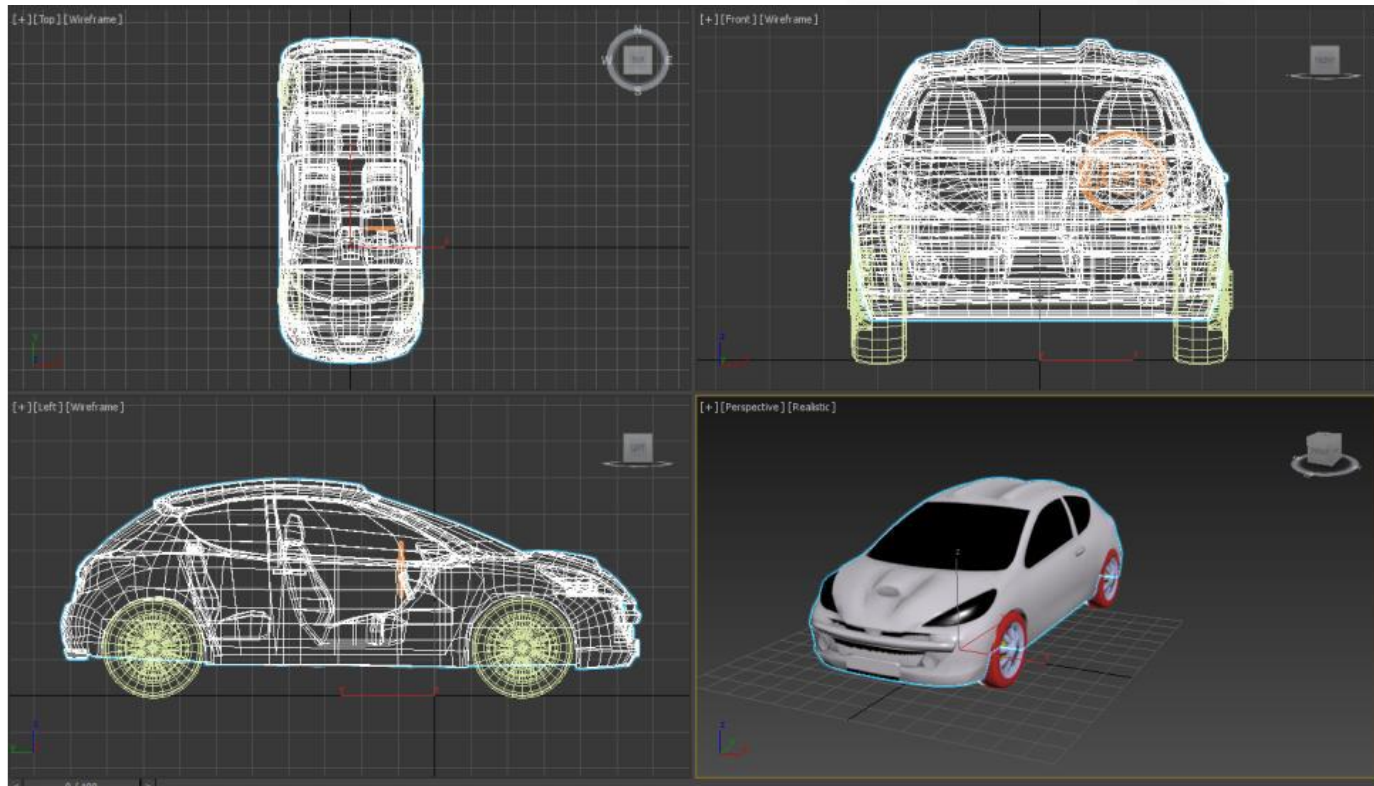
Сплайн – это группа вершин и соединяющих их сегментов, используемых для создания прямых или кривых линий.

Наиболее используемым типом сплайнов является **Bezier**. Он основан на кубических кривых Безье, которые имеют четыре опорные точки.

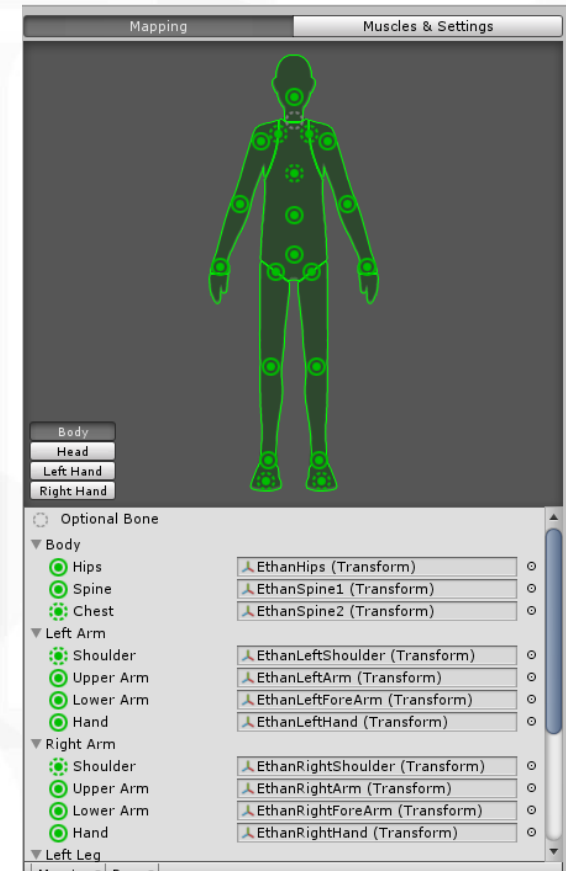
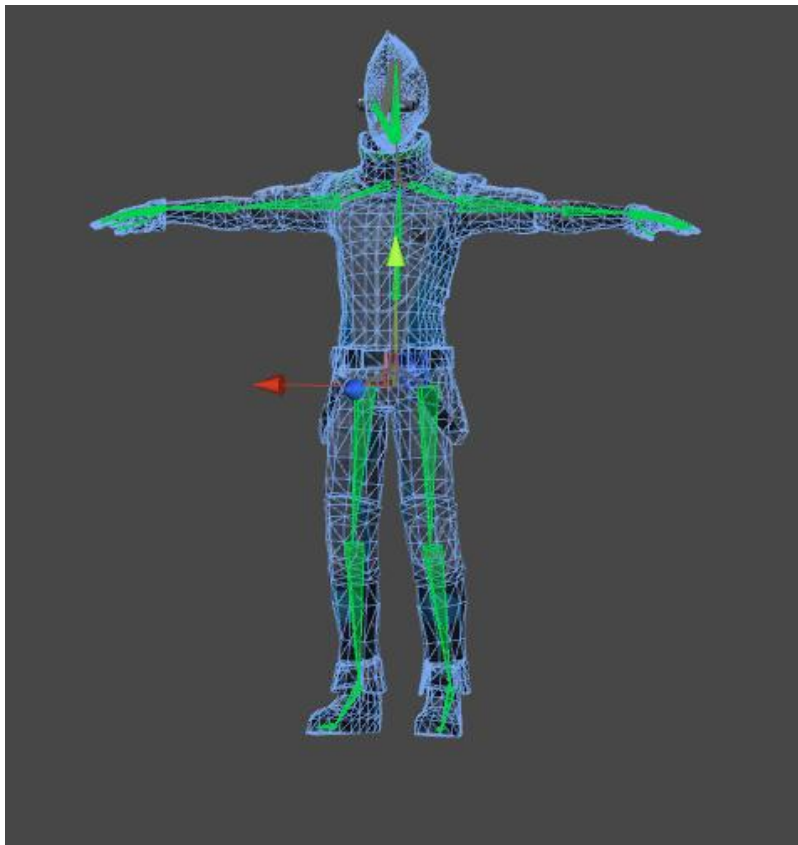
$$\mathbf{B}(t) = (1 - t)^3 \mathbf{P}_0 + 3t(1 - t)^2 \mathbf{P}_1 + 3t^2(1 - t) \mathbf{P}_2 + t^3 \mathbf{P}_3, \quad t \in [0, 1]$$



СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ



Для реалистичного управления транспортным средством, было реализовано управление от первого лица

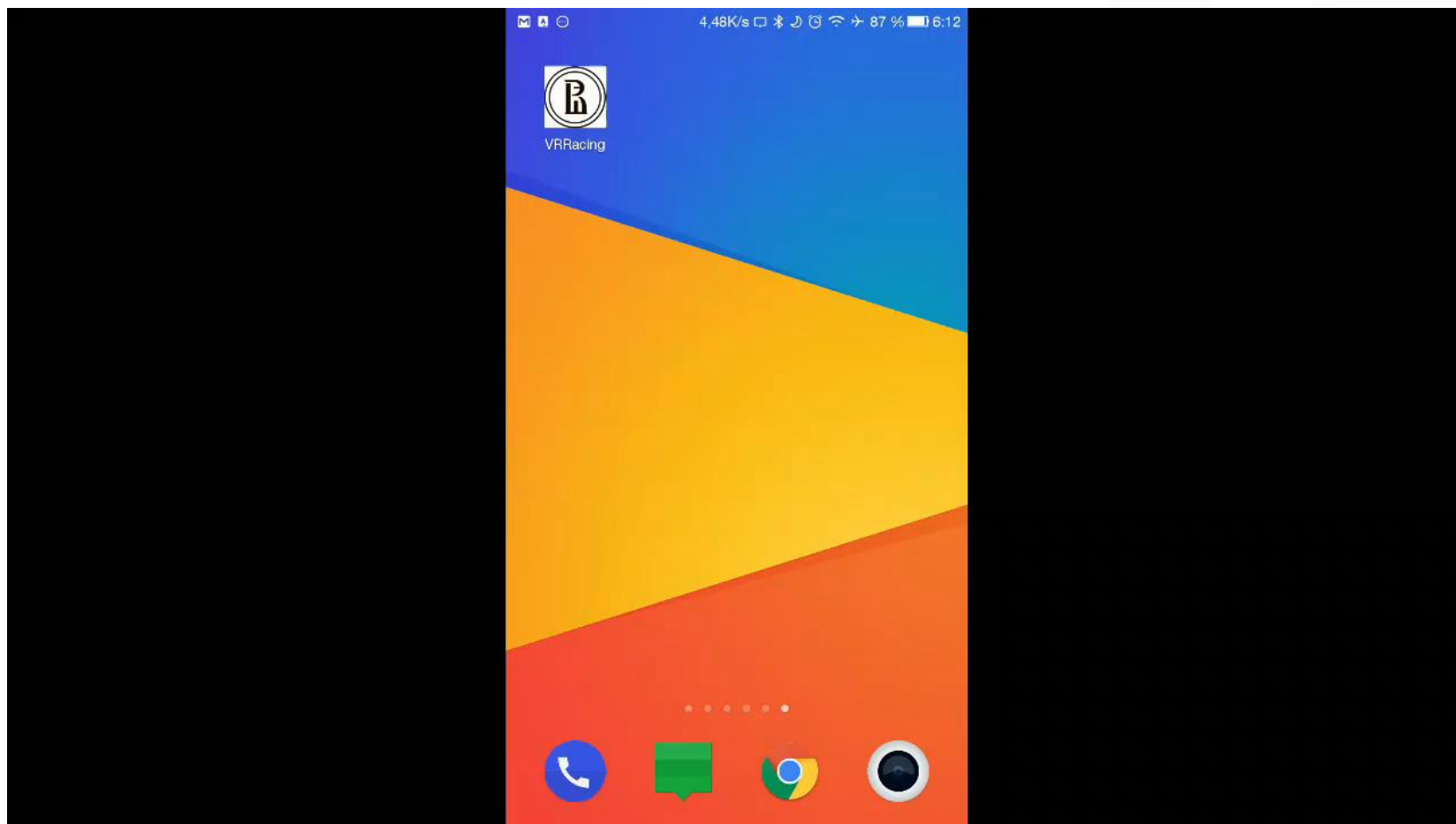


Реализована совместная игра по интернету

Особенности реализации мультиплеера:

- Каждый пользователь вводит своё имя и подключается к лобби
- Пользователь может создать свою комнату или подключиться к уже созданной
- Переход к гонке происходит из комнаты нажатием на кнопку «Старт»
- В комнате может находиться до 4 игроков (в гонке также принимает участие до 4 игроков)
- Турнирная таблица отображает игроков в порядке приближения к финишу

ДЕМО ПРОЦЕССА ИГРЫ



Операционная система: Microsoft Windows 10



Среда программирования: Visual Studio Community Edition



Язык программирования: C#



Среда создания 3D модели: 3ds Max 2015



Среда разработки сцены: Unity



Плагин для создания режима мультиплеера: Photon Unity Network



Задачи, выполненные в течение разработки ВКР:

- Осуществление обзора рынка SDK для создания VR
- Создание собственного SDK для игрового движка Unity с поддержкой наиболее популярных шлемов виртуальной реальности
- Изучение технологии создания 3D моделей и их экспорт в игру
- Реализация физической модели транспортного средства
- Изучение скелетной анимации и её реализация при управлении транспортным средством
- Изучение технологии создания совместной игры по интернету (мультиплеера) и реализация его в игре
- Реализация поддержки беспроводного контроллера
- Разработка технической документации

Новизна:

Первая реализация автомобильных гонок для игры в шлеме виртуальной реальности, с возможностью выбора режима работы в зависимости от шлема пользователя.

Практическая значимость:

- Может применяться как в развлекательной, так и в образовательной сфере
- Позволяет пользователю почувствовать себя за рулем автомобиля
- Возможность соревноваться с другими пользователями данной игры

Пути дальнейшей работы:

- Доработка SDK и добавление в него большего количества шаблонов для различных шлемов виртуальной реальности
- Добавление новых транспортных средств и трасс
- Добавление режима обучения
- Разработка аналогичного приложения для iOS
- Создание сообщества игроков

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. T. Parisi, Learning virtual reality: Developing Immersive experiences and applications for desktop, web, and mobile. United States: O'Reilly Media, Inc, USA, 2015.
2. J. Linowes, Unity virtual reality projects. United Kingdom: Packt Publishing, 2015.
3. Вольф Д. OpenGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов. М.: ДМК Пресс, 2015. – 368 с.
4. Optical Aberrations // Wolfram Research URL:
<http://scienceworld.wolfram.com/physics/topics/OpticalAberrations.html> (дата обращения: 12.02.2017).
5. W. Robinett and R. Holloway, "The visual display transformation for virtual reality," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 4, no. 1, pp. 1–23, Jan. 1995.
6. Three approaches to VR lens distortion // Interaction engineering URL:
<http://smus.com/vrlens-distortion/> (дата обращения: 11.05.2017).
7. W. Robinett and J. P. Rolland, "A Computational Model for the Stereoscopic Optics of a Head-Mounted Display," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol. 1, no. 1, pp. 45–62, Jan. 1992.
8. J. P. Flynt and D. Kodicek, Mathematics and physics for programmers. Boston, MA: Course Technology, Cengage Learning, 2012.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

9. S. A. Kuhl, W. B. Thompson, and S. H. Creem-Regehr, "HMD calibration and its effects on distance judgments," ACM Transactions on Applied Perception, vol. 6, no. 3, pp. 1–20, Aug. 2009.
10. Периметрия. Поле зрения // Всё о глазах и зрении URL: <http://infoglaza.ru/korrektseyazreniya/178-perimetriya-pole-zreniya> (дата обращения: 18.02.2017).
11. Обзор доступных на рынке VR-устройств // VC URL: <https://vc.ru/p/vrglass-review> (дата обращения: 24.03.2017).
12. Стивен Тилл, Джеймс О'Коннелл Разработка трехмерных (3D) моделей в Autodesk 3ds max 7. М.: Вильямс, 2005. – 336 с.
13. Speeding up GPU barrel distortion correction in mobile VR // Imagination Technologies URL: <https://www.imgtec.com/blog/speeding-up-gpu-barrel-distortion-correction-inmobile-vr/> (дата обращения: 18.04.2017).
14. Дж. Альберг, Э. Нильсон Теория сплайнов и ее приложения. М.: Мир, 1972. – 320 с.
15. Wheel Colliders // Unity Documentation URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-WheelCollider.html> (дата обращения: 11.04.2017).

16. Астронавты NASA проходят VR-симуляции деятельности на МКС // Голографика | Дополненная и виртуальная реальность URL: <http://holographica.space/news/nasa-htcvive-3290> (дата обращения: 11.03.2017).
17. Sensors Overview // Android Developers URL: https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html (дата обращения: 25.02.2017).
18. Применение виртуальной реальности в медицине и биологии // VE Group, Виртуальная реальность URL: <http://ve-group.ru/3dvr-resheniya/meditsina/> (дата обращения: 12.03.2017).
19. Configuring the Avatar // Unity Documentation URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/ConfiguringtheAvatar.html> (дата обращения: 14.03.2017).
20. Слайн // Математика URL: <http://ru.math.wikia.com/wiki/Слайн> (дата обращения: 28.02.2017).
21. Джастин Роджерс Алгоритмические основы машинной графики. М.: Книга по Требованию, 2012.
22. Уравнения кривой Безье // Научный форум dxdy URL: <http://dxdy.ru/topic16478.html> (дата обращения: 15.04.2017).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

23. Кривая Безье // Wikipedia URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кривая_Безье (дата обращения: 15.04.2017).
24. Рита Семак 3dsMax 2008 для дизайна интерьеров. СПб.: Питер, 2008. – 256 с.
25. Prefabs // Unity Documentation URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html> (дата обращения: 25.03.2017).
26. Модификаторы создания объектов из сплайновых форм 3ds Max // Все о графике URL: <http://x-graphics.org/modifikatory-sozdaniya-obektov-iz-splajnovyx-form-3ds-max/> (дата обращения: 11.03.2017).
27. Как в НАСА виртуальная реальность помогает не уплыть в открытый космос // Geektimes URL: <https://geektimes.ru/post/253118/> (дата обращения: 18.03.2017).
28. Закон Ламберта. Модель отражения Фонга. Модель отражения Блинна-Фонга // Компьютерная графика URL: http://compgraphics.info/3D/lighting/phong_reflection_model.php (дата обращения: 23.03.2017).
29. Platform Versions // Android Developers URL: <http://developer.android.com/intl/ru/about/dashboards/index.html> (дата обращения: 28.04.2017).
30. Colliders // Unity Documentation URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/CollidersOverview.html> (дата обращения: 10.04.2017).



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Демонстрация



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Спасибо за внимание!

Ефремов Савелий Валерьевич,
svefremov_1@edu.hse.ru

Москва - 2017