

УДК 519.171.1

Исследование восприятия динамических 3D-сцен в тренажёрах с системами виртуального окружения

А.Д. Сандлр¹

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

Актуальность

1. Необходимость метрик для численной оценки погружения в 3D-сцену для улучшения процесса тренировок
2. Актуальность задачи разработки бинокулярного интерфейса с использованием трекинга головы и глаз

Степень научной разработанности и научная новизна

1. Пионерские работы Б.В. Раушенбаха
2. Экспериментальная медицина
3. Исследование восприятия отдельных параметров виртуального окружения — расстояний, скоростей и размеров объектов
4. Оценка погружения с помощью анкет и опросников
5. Предыдущие работы на горнолыжном тренажёре МФТИ

Цели работы

1. Разработка метрик оценивания погружения:
 - Корреляция с исследуемым значением
 - Возможность сравнения нескольких спортсменов
 - Относительная простота вычисления
2. Разработка приложения для анализа записанных заездов по трассе
3. Разработка модуля бинокулярного интерфейса для совмещения реальных и виртуальных объектов

Задачи

1. Провести исследование процесса тренировки на горнолыжном тренажёре: *откалибровать тренажёр, настроить экспорт данных, написать код первичной обработки данных*
2. Реализовать в приложении метрики для оценки погружения и тренированности
3. Реализовать модуль совмещения объектов на примере задачи «шарик на палке»

Метод исследования

Рассматривались четыре группы тренирующихся:

1. Спортсмены горнолыжной секции МФТИ
2. Автор работы
3. Новички
4. Контрольная группа — параметры тренировки не известны, замеры производились без участия автора

Все участники проходили одну и ту же трассу в одних и тех же условиях. Предполагается, что между заездами изменялось только погружение в 3D-сцену.

Параметры заезда

1. Скорость, средняя скорость, дисперсия
2. Плотность, средняя плотность, дисперсия
3. Количество пропущенных ворот

Метрики оценивания погружения

Интегральная метрика плотности

$$I(P) = \int_1^G Penalty(P)dt, \quad (1)$$

$$Penalty(P(t_k)) = \begin{cases} P(t_k), & \text{if } P(t_k) > 0 \\ C_{pen}, & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (2)$$

Коэффициент IDC

$$IDC(I(P), \overline{P(t)}) = \sqrt{\frac{I(P)}{100} * \overline{P(t)}} \quad (3)$$

Коэффициент VDC

$$VDC(\overline{V(t)}, \overline{P(t)}) = \frac{\sqrt{\frac{\overline{V(t)}}{10}}}{\overline{P(t)}} \quad (4)$$

Коэффициент VIC

$$VIC(\overline{V(t)}, I(P)) = \frac{\overline{V(t)}}{\sqrt{I(P)}} \quad (5)$$

Ожидаемые результаты измерений

1. Уменьшение интегральной метрики вплоть до момента усталости (в связи с увеличением погружения между попытками)
2. Кластеризация групп по коэффициентам IDC, VDC, VIC
3. Уменьшение вероятности пропуска ворот в связи с увеличением погружения в течение одной попытки

Результаты работы

1. Разработаны метрики оценки погружения в процесс тренировки на горнолыжном тренажёре МФТИ
2. Разработано приложение TrackAnalyzer для анализа заездов, сделанные в ходе анализа выводы совпадают с ожидаемыми
3. Разработан модуль бинокулярного интерфейса для совмещения объектов.

Литература

1. Раушенбах Б. В. Вибрационное горение, М.: Физико-математическая литература, 1961 г. 500 с. Тираж 7000 шт.
2. Раушенбах Б. В. Управление ориентацией космических аппаратов, М.: Наука, 1974 г.
3. Раушенбах Б. В. Системы перспективы в изобразительном искусстве: общая теория перспективы, М.: Наука, 1986
4. Раушенбах Б. В. Геометрия картины и зрительное восприятие, М.: Интерпракс, 1994 (СПб.: Азбука-классика, 2001. — 320 с., илл. ISBN 5-352-00001-X)
5. Раушенбах Б. В. Пространственные построения в живописи. М.: Наука, 1980.
6. Раушенбах Б. В. Передача троичного догмата в иконах // Вопросы искусствознания, № 4, 1993.
7. Сандлер А.Д., Алёшин В.П. Применение оптического трекинга в тренажерах с системами виртуального окружения. Труды Международной конференции «Физико-техническая информатика СРТ2014».
8. Алёшин В.П., Афанасьев В.О., Клименко А.С., Клименко С.В., Пугач В.Н., Ротков С.И., Сандлер А.Д., Уразметов В.Ф. Особенности реализации виртуального окружения для тренировки сложных режимов пилотирования в учебно-тренажёрных комплексах. Нижний Новгород, Приволжский научный журнал, 2014 г. № 3(31), с. 91-99.