

УДК 004.925, 004.942

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ АККОМОДАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Кинёв И.Е. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., Жданов Д.Д.
(Университет ИТМО)

Введение. Устройства виртуальной реальности на сегодняшний день применяются во многих сферах деятельности человека: игровая индустрия, медицина, реклама и т.д. Однако большинство людей испытывают дискомфорт при длительном использовании устройств виртуальной реальности, проявляются такие симптомы как резь в глазах, тошнота, дезориентация в пространстве, двоение изображения. Одной из основных причин возникновения данных симптомов является конфликт вергенции-аккомодации [1] (vergence-accommodation conflict). За восприятие объема в человеческом зрении отвечают вергенция — поворот зрительных осей (конвергенция – сведение глаз, дивергенция – разведение) и аккомодация - фокусировка взгляда на точке конвергенции. Таким образом между данными стимулами человеческого зрения существует взаимосвязь. Например, при изменении точки наблюдения, происходит конвергенция на новую точку и в соответствии с конвергенцией происходит аккомодация (фокусировка осуществляется на точке поля зрения, где сводятся зрительные оси). Таким образом, создается мнимая виртуальная плоскость аккомодации, которая соответствует углу вергенции. Однако в большинстве системах виртуальной реальности данная плоскость уже создана, ей является экран, представляющий собой плоскую поверхность, расположенную на фиксированном расстоянии от глаз человека. Если глаз человека фокусируется на виртуальные объекты, смещенные относительно плоскости аккомодации системы виртуальной реальности, то это вызывает дискомфорт. Комфортным состоянием для глаз является ситуация, когда при взгляде на ближние объекты размываются дальние и наоборот.

Основная часть. Для устранения конфликта вергенции-аккомодации предлагается использовать фильтры дефокусировки изображений виртуальной реальности. Данные фильтры позволяют адаптивно создавать размытие в определенных областях изображения, в соответствии с естественной аккомодацией человеческого зрения. Для того чтобы наиболее точно производить размытие, необходимо знать направление взгляда человека и диаметр зрачка. Данную информацию можно получить, используя системы трекинга глаз [2], которые в режиме реального времени следят за глазами человека и сегментируют отдельные их части. Таким образом, система создания условий естественной аккомодации будет состоять из следующих компонентов. Во-первых, отслеживание направление взгляда и получение информации о диаметре зрачка с использованием системы трекинга глаз. Во-вторых, формирование RGB изображения виртуального мира с картами глубин. Далее на основе карт глубин и информации о глазах происходит фильтрация изображения для каждого глаза и отображение обработанных изображений на экранах VR очков. В качестве фильтра был реализован алгоритм адаптивной круговой фильтрации, суть которого заключается в том, чтобы вычислить радиус размытия каждой точки изображения и размыть ее в соответствии с этим радиусом. Поскольку фильтр является круговым, краевые ячейки размываются только частично и фильтр корректно обрабатывает эту ситуацию. Однако несмотря на то, что данный алгоритм физически-корректен, он выполняется достаточно долго и не подходит для систем реального времени. Поэтому был предложен ряд решений по оптимизации данного алгоритма: реализовать его на GPU, анализировать точки, на которое допустимо размытие (дальний фон не может размываться на передний), учесть круговой характер ядра фильтра и заранее вычислять и сохранять ядра фильтра, для определенных значений радиусов фильтрации. Кроме того, были рассмотрены алгоритмы фильтрации на основе нейросетевых методов. Была реализована нейросеть DeepFocus [3], которая, со слов авторов, позволяет

производить размытие в реальном времени. Для исследования качества работы данной нейросети было проведено ее сравнение с алгоритмом круговой фильтрации на синтетических сценах. Такое решение естественно, поскольку размытие изображений будет происходить на виртуальных сценах. Основным критерием оценки было сравнение с эталонным изображением, полученным системой физически корректного фотореалистичного рендеринга. Кроме того, изображение в области фокусировки должно быть четким, а по мере отдаления от точки фокусировки объекты должны размываться в соответствии с расстоянием до данной точки. Результаты показали, что скорость нейросетевого фильтра примерно в три раза выше скорости работы кругового фильтра. Однако, круговой фильтр показывает естественную аккомодацию, тогда как нейросетевой фильтр создает чрезмерное размытие изображения, что может быть связано как с неправильным фокусным расстоянием, так и с неправильным размером зрачка глаза.

Выводы. Было проведено исследование и сравнение результатов нейросетевого метода дефокусировки изображений и адаптивного кругового фильтра в условиях естественной аккомодации. При выборе решения необходимо сделать выбор между высокой производительностью с возможностью потери естественной аккомодации и более низкой производительностью, но с правильной аккомодацией.

Список использованных источников:

1. В. О. Афанасьев. Развитие модели формирования бинокулярного изображения виртуальной 3D-среды. // Программные продукты и системы. – 2004. – №4. – С. 27–32.
2. Wu Zhengyang, Rajendran, Srivignesh, As Tarrence, Zimmermann Joelle, Badrinarayanan Vijay, Rabinovich Andrew. EyeNet: A Multi-Task Network for Off-Axis Eye Gaze Estimation and User Understanding. – 2019.
3. Lei Xiao, Anton Kaplanyan, Alexander Fix, Matthew Chapman, Douglas Lanman. DeepFocus: learned image synthesis for computational displays. // ACM Transactions on Graphics. – 2018. – V. 36. – P. 1–13.