

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Козловой Юлии Ханифовны «Метод создания параметризованного аватара головы человека на основе нейросетевой модели рендеринга», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы

### **Актуальность тематики диссертационной работы**

Диссертационная работа Ю. Х. Козловой посвящена решению задачи создания параметризованного аватара головы человека. Актуальность темы обусловлена растущим интересом к применению цифровых аватаров в системах телеприсутствия, видеоконференцсвязи, виртуальной, смешанной и дополненной реальности, а также в образовательных платформах, киноиндустрии и игровой индустрии.

Современные подходы для создания цифровых аватаров требуют значительных вычислительных ресурсов, сложного оборудования (многокамерные установки и системы освещения) и специализированных методик постобработки, что ограничивает их доступность и широкое применение. Выполненный автором диссертационной работы анализ научной литературы показывает рост интереса к менее затратным методам синтеза аватаров, например, при помощи технологий нейросетевого рендеринга, таких как Neural Radiance Fields (NeRF).

Однако вместе с тем стремительно растут и требования к качеству (реалистичности) цифровых моделей в системах визуализации и взаимодействия. К аватару предъявляется требование не только визуальной схожести с человеком, но и правдоподобности мимики лица. Это делает актуальной разработку параметризованных алгоритмов, при котором мимика и поза головы будут управляться значениями некоторых параметров, чему и посвящена диссертационная работа Ю. Х. Козловой.

### **Структура и содержание работы**

Входящий № 206-9120  
Дата 02 ДЕК 2024  
Самарский университет

Диссертационная работа Ю. Х. Козловой состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы (102 наименования) и одного приложения. Диссертационная работа изложена на 209 страницах, содержит 59 рисунков, 2 таблицы и 2 приложения.

В **первом разделе** проведен анализ текущего состояния в области создания цифровых аватаров головы человека. Представлен обзор актуальных научных работ, представленных на значимых конференциях и опубликованных в ведущих научных журналах. Проведена классификация существующих методов, что позволило систематизировать подходы и определить ключевые направления для дальнейшего исследования.

Во **втором разделе** представлен обзор параметрической модели головы FLAME, широко используемой в современных исследованиях. Описан известный ранее алгоритм оценки параметров модели по RGB-изображению, а также предложен усовершенствованный алгоритм, использующий RGBD-изображение. Разработанный подход позволяет создавать «грубое» векторное описание поверхности головы человека, которое выступает ключевым компонентом входных данных для дальнейшего построения цифрового аватара.

В **третьем разделе** приведено описание разработанной параметрической модели головы на основе нейросетевой модели представления поверхности CNeRF и параметрической модели головы FLAME. Описан механизм генерации синтетических данных для настройки параметров разработанной модели с использованием открытого набора данных лиц FFHQ. Приведены порядок проведения и результаты экспериментальных исследований, в которых производится оценка влияния предложенных автором аугментаций на синтез итоговых изображений-проекций. Также представлены результаты исследований, которые показывают, что интеграция разработанного блока повышения дискретизации в модуле двумерного нейронного рендеринга позволила ускорить сходимость процедуры оптимизации более чем в 2 раза.

В **четвертом разделе** приведено описание разработанного метода создания параметризованного цифрового аватара головы человека. Подробно

рассмотрены этапы реализации метода, включая аугментацию данных, настройку параметров и оценку качества. Проведен сравнительный анализ предложенного метода с современными решениями, результаты которого подтверждают его высокую производительность и практическую применимость для создания и анимации цифровых аватаров.

### **Научная новизна выносимых на защиту результатов.**

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Предложен алгоритм оценки параметров модели FLAME с использованием RGBD-изображения, который достигает точности трехмерной реконструкции равной 0,2 мм.
2. Разработана параметрическая модель головы человека на основе нейросетевой модели представления поверхности CNeRF с двумерным нейронным рендерингом, использующая синтетические данные, генерируемые в реальном времени. Интеграция разработанной архитектуры двумерного нейронного рендеринга позволила ускорить сходимость метода создания аватара более чем в 2 раза.
3. Предложен метод создания параметризованного аватара головы человека на основе разработанной параметрической модели головы человека, который позволяет синтезировать изображения-проекции со средним значением PSNR 26,29 дБ по отношению к изображениям из тестовой выборки. Разработанный метод превосходит в среднем рассмотренные в рамках диссертационной работы state-of-the-art методы по значению PSNR на 0,6 дБ; превосходит лучший метод из рассмотренных по времени, необходимому на синтез одного изображения-проекции, на 84%; находится на одном уровне с лучшим методом из рассмотренных по затратам времени, необходимым для создания аватара.
4. Предложен способ аугментации реального набора данных, содержащего кадры видеопоследовательности с изображением головы человека, с использованием интерполяции промежуточных кадров. Способ позволяет повысить качество (среднее значение показателя качества PSNR по отношению

к тестовой выборке увеличивается на 0,17 дБ) синтезируемых изображений-проекций аватара для коротких видеопоследовательностей.

### **Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы**

Представленные в рамках диссертационного исследования методы и алгоритмы создания параметризованного аватара головы человека позволяют повысить качество синтезируемых изображений-проекций при относительно низких вычислительных затратах по сравнению с актуальными конкурирующими решениями.

Разработанные подходы могут быть использованы в разнообразных системах, включая видеоконференцсвязь, телеприсутствие, создание цифрового контента и платформы виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Практическая значимость результатов диссертационной работы подтверждается использованием предложенной автором методологии в рамках договорных работ в АО «Самара-Информспутник», ФГУП «ГосНИИПП» и ООО «Давтех».

### **Обоснованность и достоверность положений, выносимых на защиту**

Обоснованность и достоверность положений, представленных в диссертационной работе Ю. Х. Козловой, подтверждается корректным применением методов машинного обучения, компьютерного зрения и статистического анализа. Также достоверность разработанных методов и алгоритмов подтверждена корректной интерпретацией результатов, их согласованностью с существующими исследованиями по выбранной тематике, а также экспериментальной проверкой на различных наборах данных.

### **Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы**

Имеются следующие замечания по диссертации:

1. В разделе 2 предложен разработанный автором алгоритм оценки параметров модели FLAME по RGBD-изображению, обеспечивающий точность 0,0002 м, и сделан вывод о том, что он “дает более качественные результаты,

которые близки к истинной форме головы, в отличие от метода DECA и классического алгоритма оценки параметров модели FLAME по RGB снимку”. В то же время, никаких данных для такого анализа не представлено: не описан численный или экспертный способ, которым оценивалась близость к истинной форме головы.

2. В разделах 3 и 4 автором систематически используется формулировка “изображения, соответствующие изображениям, синтезированным при помощи модели FLAME”. Так, утверждается, что разработанная автором параметрическая модель способна синтезировать изображения, соответствующие изображениям, синтезированным при помощи модели FLAME; проверке этого тезиса посвящены экспериментальные исследования (подраздел 3.4), в выводах (подраздел 3.5) указывается, что этот тезис “подтверждают представленные показатели качества (например, PSNR более 30 дБ) и полученные изображения-проекции для тестовых данных”. В то же время, рецензенту не удалось найти определения, что подразумевается под “соответствующими изображениями”.

3. В выводах и результатах третьего раздела (подраздел 3.5) указано, что “представлено подробное описание предлагаемой параметрической модели головы человека на основе нейросетевой модели представления поверхности CNeRF, двумерного нейронного рендеринга и синтетического набора данных, генерируемого в режиме реального времени с использованием параметрической модели головы FLAME”. В том же подразделе сказано, что “предложенная параметрическая модель основана на использовании актуальных идей и технологий”. Вряд ли модель может основываться на процессе, и, тем более, на данных. Следует указать, какие ранее известные модели каким именно образом вошли в предложенную модель, а также какие ранее не предлагавшиеся модификации (если такие есть) были привнесены в модель.

4. Иллюстрации 11-15, 21-25, 36, 57, 58 представлены на английском языке без перевода

### **Оценка диссертационной работы в целом**

Указанные выше замечания носят, в основном, редакционный характер и не оказывают влияние на общее положительное восприятие работы. Диссертационная работа Ю. Х. Козловой «Метод создания параметризованного аватара головы человека на основе нейросетевой модели рендеринга» является целостным завершённым научным исследованием, основные результаты которого опубликованы в восьми печатных работах. Из них одна работа – в издании, индексируемом ВАК, три работы – в изданиях, индексируемых БД Scopus. Автореферат диссертации с достаточной полнотой отражает ее содержание. Диссертация отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

### **Официальный оппонент:**

Руководитель отдела 95 «Зрительные системы» Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», (119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, кор. 2), доктор технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы, доцент

e-mail: [d.p.nikolaev@gmail.com](mailto:d.p.nikolaev@gmail.com)

тел: +7 916 146 24 87

Д. П. Николаев

25.11.2024

Подпись Николаева Д.П. удостоверяю

Ученый секретарь ФИЦ ИУ РАН



В. Н. Захаров