

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель генерального
директора по науке,
доктор технических наук,
профессор, академик РАН
Желтов С.Ю.

«25» 11 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» на диссертацию 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»

1. Актуальность темы диссертации для науки и практики

Развитие технологий виртуальной, смешанной и дополненной реальности усиливает интерес к разработке цифровых аватаров людей, которые находят применение в разных областях: киноиндустрии, игровой индустрии, системах для телеконференций и ряде других. В условиях растущего спроса на персонализированные аватары особое внимание уделяется разработке методов, которые смогут обеспечивать высокое качество синтезируемых изображений-проекций при минимальных вычислительных затратах.

Технологии цифровых аватаров играют важную роль в современных коммуникационных системах. В ряде исследований было показано, что использование цифровых аватаров в системах видеоконференцсвязи позволяет сократить объем передаваемых по каналу связи данных без ущерба для визуального качества.

Существующие методы создания цифровых аватаров головы имеют ряд ограничений, включая сложность настройки оборудования (многокамерные системы, системы освещения), высокие вычислительные затраты и низкую степень схожести между субъектом и синтезируемыми изображениями. Разработка новых подходов, обеспечивающих компромисс между точностью, доступностью и вычислительными затратами при создании цифровых аватаров, представляет собой значимое направление как для научных исследований, так и для практического применения.

Высокую научную и практическую значимость также имеет использование в данной работе актуальных современных подходов к созданию моделей трехмерных сцен на основе методов машинного обучения, в частности, метода Neural Radiance Fields (NeRF).

В связи со сказанным, работа Козловой Ю.Х., посвященная разработке методов и алгоритмов создания параметризованных аватаров головы человека, является несомненно актуальной.

2. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации и их достоверность

Научной новизной в диссертационном исследовании Козловой Ю.Х. обладают следующие элементы:

1. Алгоритм оценки параметров модели FLAME с использованием RGBD изображения, который позволил достичь высокой точности трехмерной реконструкции.

2. Параметрическая модель головы человека на основе нейросетевой модели представления поверхности CNeRF, архитектуры сети двумерного нейронного рендеринга с блоком повышения пространственной дискретизации, который позволил ускорить сходимость метода создания аватара, и синтетического набора данных, генерируемого в реальном времени.

3. Метод создания параметризованного аватара головы человека на основе разработанной параметрической модели головы человека, который позволил достичь высокой скорости создания аватара

конкретного человека, а также обеспечить высокую скорость синтеза изображений-проекций аватара при высоком значении показателя качества.

4. Способ аугментации (расширения) реального набора данных, содержащего кадры видеопоследовательности с изображением головы человека, с использованием интерполяции промежуточных кадров, который позволил повысить качество синтезируемых изображений-проекций аватара для коротких видеопоследовательностей.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанных решений в составе коммуникационных и других систем, требующих синтеза визуально реалистичных трехмерных моделей лиц пользователей.

Достоверность научных результатов диссертации обеспечена применением методов статистического анализа, сравнением предложенных алгоритмов с существующими решениями.

Работа прошла достаточную апробацию, ее основные результаты были представлены на Международной конференции «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ, Самара, Россия) в 2022, 2023 и 2024 гг. По теме диссертации опубликовано восемь работ. Из них одна работа в изданиях, рекомендуемых ВАК, три работы опубликованы в изданиях, индексируемых в БД Scopus. Пять работ выполнено без соавторов.

Результаты диссертационной работы использованы:

- в АО «Самара-Информспутник» при выполнении хоздоговорных работ № 4/2021 от 22.09.2021 (2021–2023), № 7/2021 от 08.11.2021 (2021–2023);

- во ФГУП «ГосНИИПП» в рамках составных частей научно-исследовательских работ по договорам №4/2021 от 22.09.2021 года и №7/2021 от 08.11.2021 года;

- в рамках договора №69/12/2023 от 25.12.2023, в рамках гранта от Фонда Содействия Инновациям № 358ГС1ЦТС10-D5/91117 от 18.12.2023 в ООО «Давтех»;

- в учебном процессе в ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» в курсе лекций по дисциплине «Безопасность мультимедиа».

3. Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов

Диссертационная работа Козловой Ю.Х. представляет собой значимый вклад в развитие методов компьютерного зрения, компьютерной графики и машинного обучения, направленных на создание параметризованных цифровых аватаров головы людей.

В плане научной значимости, результаты диссертационного исследования расширяют теоретическую базу в области применения нейросетевых моделей для пространственного представления и визуализации объектов. Разработанный Козловой Ю.Х. подход интеграции параметрической модели головы FLAME с методом представления поверхности NeRF обеспечил синтез фотореалистичных изображений-проекций при низкой вычислительной сложности. Предложенные решения, в частности, настройка параметров разработанной параметрической модели головы на основе способа представления поверхности CNeRF (Conditional NeRF), продемонстрировали возможность обучения нейросетевых моделей с использованием преимущественно синтетических данных.

С точки зрения возможности практического использования, предложенные решения имеют потенциально широкую применимость в различных прикладных отраслях. Разработанные методы и алгоритмы позволяют создавать цифровых аватаров высокого качества на основе одной короткой видеопоследовательности, что делает технологию применимой для массового использования. Это особенно актуально для отраслей, деятельность в которых предполагает частое дистанционное взаимодействие, а также для киноиндустрии и игровой индустрии. Предложенная Козловой Ю.Х. технология может быть практически востребована при создании персонализированных аватаров для взаимодействия в видеоконференциях и системах смешанной реальности, что расширяет возможности дистанционного общения.

Возможность быстрого и точного создания цифровых аватаров снижает затраты на специализированное оборудование и упрощает процессы постобработки данных, например, в системах анимации и разработки контента.

Таким образом, результаты диссертационной работы Козловой Ю.Х. способствуют укреплению связей между теоретическими исследованиями в области компьютерного зрения и практическими потребностями производства, создавая основу для разработки доступных и эффективных технологий синтеза цифровых аватаров.

4. Рекомендации по использованию полученных в работе результатов

1. Разработанный метод создания параметризованного аватара головы человека может быть применен в системах видеоконференцсвязи с низкой пропускной способностью. Такой подход позволит снизить нагрузку на канал связи за счет передачи закодированной низкоразмерной информации, описывающей мимику и позу головы, и синтеза высококачественного изображения-проекции на принимающей стороне.

2. Предложенный метод создания цифрового аватара головы человека может быть использован при разработке приложений виртуальной, смешанной и дополненной реальности. Так, например, технология может найти применение в дистанционном образовании и телеконференциях, создавая эффект присутствия в едином пространстве.

3. Решения, представленные в диссертации, могут быть использованы для автоматизации постобработки захваченных данных в киноиндустрии и игровой индустрии. В частности, методы и алгоритмы могут быть использованы для создания фотореалистичных персонажей для фильмов и видеоигр, что приведет к снижению затрат на ручную обработку данных.

4. Полученные результаты могут быть интегрированы в образовательные программы по компьютерному зрению и графике. Применение разработанных методов и алгоритмов в рамках лабораторных работ позволит студентам изучить современные подходы

по созданию цифровых аватаров людей, что поможет сформировать основу для будущих исследований в данной области.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, критические замечания по диссертационной работе.

Диссертационная работа выглядит целостной и завершенной, выполнена на высоком научном уровне, в ней получены значимые теоретические и практические результаты, вносящие существенный вклад в развитие методов создания цифровых аватаров людей.

По содержанию диссертационной работы имеются следующие замечания:

1. Применение модели FLAME для параметризации головы требует более детального обоснования в части сравнения с альтернативными методами. В частности, полезно было бы рассмотреть сравнение с моделью Basel Face Model.
2. Во втором разделе диссертации предложен алгоритм оценки параметров модели FLAME с использованием RGBD изображения, который позволил достичь высокой точности трехмерной реконструкции. При этом желательно было бы иметь возможность не только визуальной (субъективной), но и количественной (объективной) оценки точности трехмерной реконструкции головы предлагаемым методом в сравнении с альтернативными методами оценки параметров модели головы.
3. С учетом того, что в последнее время задачи создания трехмерных моделей объектов и сцен, решаемые с использованием моделей на основе NeRF, часто решаются также на основе моделей типа 3D Gaussian Avatars (3DGS), желательно было бы проанализировать возможность переноса разработанных в диссертации подходов на модели типа 3DGS для обеспечения большей скорости как обучения, так и синтеза изображений лиц.
4. В работе не описана возможность технологической интеграции предложенного метода с существующими форматами и способами формирования данных в VR/AR системах.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы.

6. Выводы

Работа Козловой Ю.Х. на тему «Метод создания параметризованного аватара головы человека на основе нейросетевой модели рендеринга» представляет собой существенный вклад в развитие методов создания цифровых аватаров людей. Работа обладает высокой актуальностью, новизной и практической значимостью.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту научной специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы».

По объему выполненных исследований, научной и практической новизне, оформлению и практической ценности работа удовлетворяет требованиям ВАК при министерстве науки и высшего образования РФ, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Козлова Юлия Ханифовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. «Информатика и информационные процессы».

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании научно-технического совета подразделения 3000 ФАУ «ГосНИИАС», протокол № 9 от 22 ноября 2024 г.

Начальник подразделения 3000,
д.ф.-м.н., профессор РАН



Визильтер Ю.В.

Секретарь секции НТС
подразделения 3000



Иловайская Е.Б.