

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ЦИФРОВОЙ АВАТАР

**В.Д. Минеева, А.А. Житов, А.Н. Волков,
А.С.А. Мутханна, А.Е. Кучерявый**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им.проф. М.А Бонч-Бруевича
Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 22, к. 1
E-mail: muthanna.asa@sut.ru

Ключевые слова: QoS, QoE, цифровые среды, цифровой аватар, сглаживание данных, фильтр Калмана.

Аннотация: На текущий момент актуальность развития цифровых аватаров и отслеживания их параметров качества обслуживания (QoS) обусловлена расширением и изменением цифровых сред, а также методов пользовательского взаимодействия с ними. Важным аспектом является развитие виртуальной и дополненной реальности, услуг телеприсутствия, где цифровые аватары становятся ключевым элементом для улучшения визуальной стороны виртуального опыта. Данная работа посвящена разработке цифрового аватара костюма телеприсутствия и исследованию методов предоставления качества обслуживания. В рамках работы был проведен эксперимент, показывающий различное поведение цифрового аватара относительно изменений метода QoS, а также ключевых характеристик алгоритма сглаживания данных. По результатам эксперимента были сформированы выводы, выявлены оптимальные параметры для восприятия цифрового аватара и рассмотрены вариации внедрения технологии в концепцию HolNetVerse.

1. Введение

В рамках исследования параметров качества обслуживания в роботизированных инфраструктурах был создан костюм телеприсутствия KOLD, предназначенный для захвата движений, предоставления тактильных ощущений, передачи кинестетических данных и управления роботами, а также цифровой аватар костюма для отображения снимаемых показаний с кинестетических датчиков движений. Костюм обеспечивает эффективный анализ трафика, проведение экспериментов и быструю интеграцию с собственными решениями [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. KOLD не является конечным продуктом, представляет собой интегрированный программно-аппаратный комплекс, нацеленный на обеспечение взаимодействия и коммуникации в средах виртуальной и дополненной реальности. Данная система включает в себя множество датчиков и сенсоров, формирующих модель концепции интернета навыков, интернета вещей, тактильного интернета [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Костюм является интерфейсом взаимодействия с сетевыми вселенными, значительно повышающий уровень иммерсивности в отличие существующих подходов, использующих только очков/шлемов виртуальной, дополненной и смешанной реальностей.



Рис. 1. Костюм телеприсутствия KOLD и цифровой аватар.

Основная задача эксперимента представляется как исследование поведения цифрового аватара относительно искусственно вносимых шумов при сглаживании данных и изменении методов QoS протокола MQTT. Необходимо представлять эталонные и данные с измененным коэффициентом Process noise в последовательном порядке.

Для сглаживания / фильтрации данных был использован фильтр Калмана, где параметр R - process noise моделировал процесс шума [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Полезные данные с esp-платы костюма подавались через программный модуль, управление которым производится администратором сеанса. Исходными данными могут являться хаотичные, не синхронизированные движения, транслируемые с костюма телеприсутствия. Программный модуль позволяет вносить изменения в процесс сглаживания данных, путем изменения коэффициента R фильтра Калмана (администратор устанавливает последовательные значения в пределах от 10-5 до 10-1 с шагом 10). Между каждым экспериментом производится изменение программного обеспечения платы для изменения метода предоставления качества обслуживания QoS протокола MQTT, которая занимает в среднем 2-3 минуты.

Основные метрики качества обслуживания - пропускная способность (Throughput) и круговая задержка (RTT) были сняты в процессе передачи данных от esp-платы с ip-адресом 192.168.31.42 на MQTT-сервер с ip-адресом 192.168.31.213:1883. При анализе использовалась программа-анализатор трафика для компьютерных сетей Wireshark. Был установлен фильтр `mqtt && ip.src_host != 172.17.0.10 && ip.dst_host != 172.17.0.10` перехвата трафика для исключения дублирования пакетов.

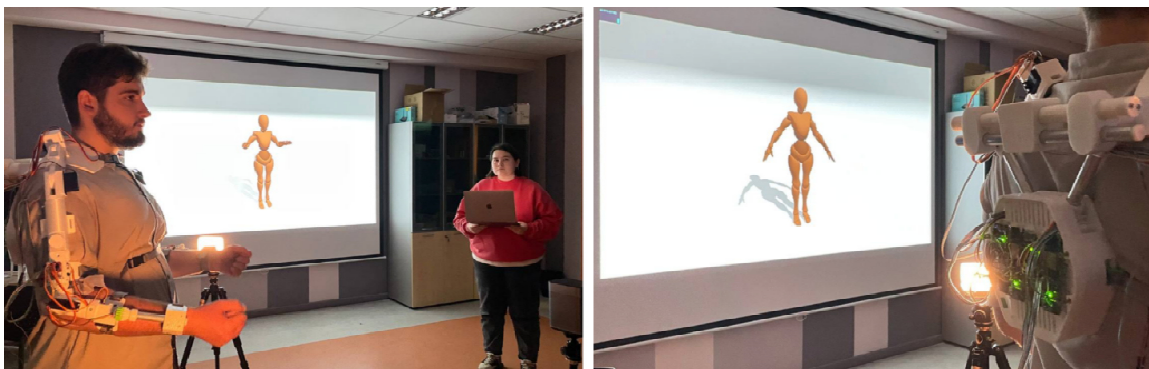


Рис. 2. Проведение эксперимента.

Полученные графики представлены для одного топика протокола MQTT. Значения круговых задержек в трёх экспериментах примерно равны, так как это время доставки одного tcp-сообщения одинаковой длины.

Показатели пропускной способности (Throughput) и круговой задержки (RTT):

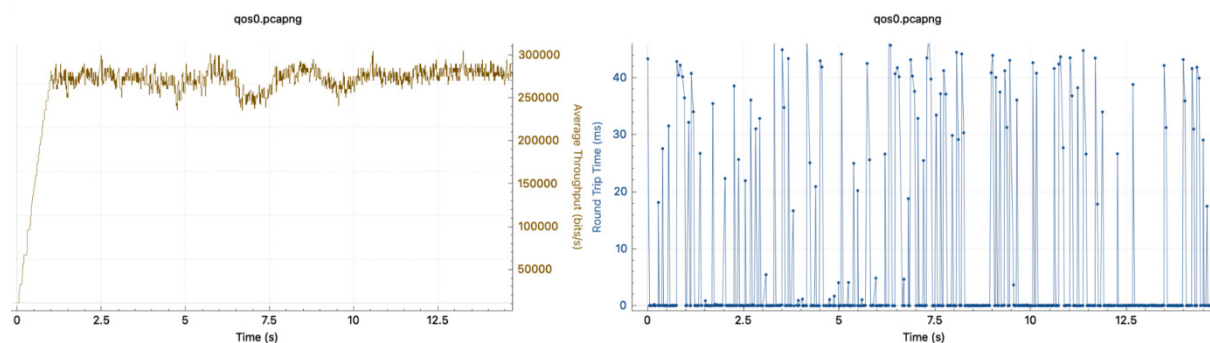


Рис. 3. Пропускная способность и круговая задержка QoS0.

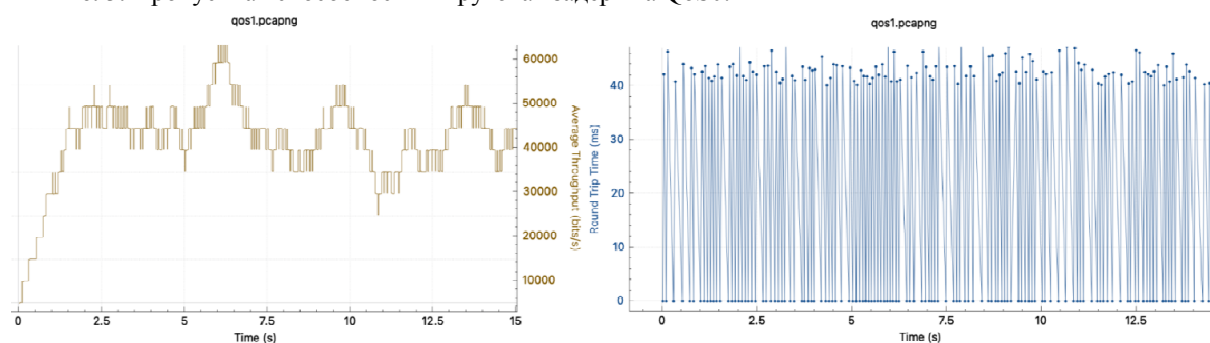


Рис. 4. Пропускная способность и круговая задержка QoS1.

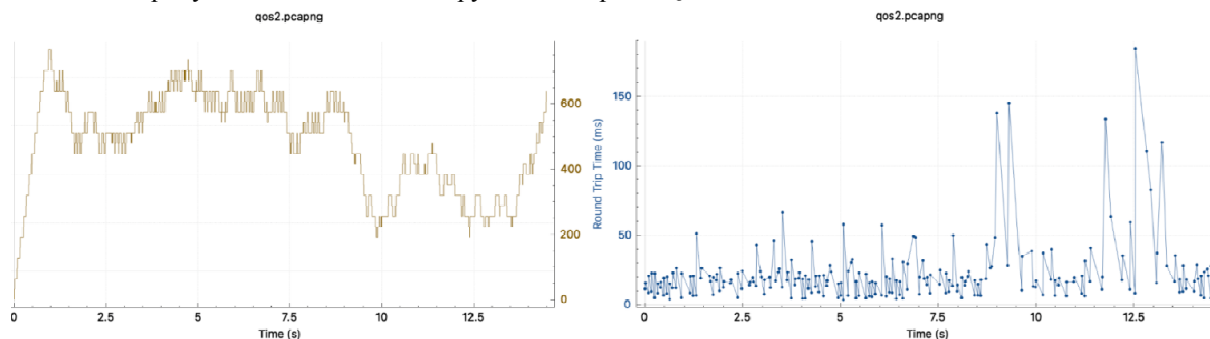


Рис. 5. Пропускная способность и круговая задержка QoS2.

При использовании метода QoS0 средняя круговая задержка (RTT) для большей части пакетов равняется 0 - 1 мс. При использовании метода QoS1 средняя круговая задержка (RTT) для половины пакетов представляется всплеском от 0 мс до ~ 45 мс. Всплески задержек объясняются тем, что сообщения отправляются пачками, так как за один раз передается по 100 сообщений, а более низкие количественные показатели RTT пакетов в пределах 0 - 1мс объясняется процессом подтверждения доставки сообщения брокером и отправкой клиенту уведомления о доставке его сообщения. При использовании метода QoS2 круговая задержка (RTT) в среднем составляет 20 - 25 мс в течение первых 8 секунд, после чего наблюдаются всплески из-за нестабильности соединения.

Пропускная способность (Throughput) для метода QoS0 составляет ~ 275000 бит/с, для метода QoS1 ~ 30000 бит/с, для метода QoS2 ~ 500 бит/с. Данный спад объясняется тем, что спецификой предоставления качества обслуживания для трех методов, где в зависимости от предоставляемого метода изменяется гарантия доставки пакета.

Проведенное исследование позволяет оценить воздействие различных методов предоставления качества обслуживания QoS протокола MQTT на воспроизведения движения цифровой модели и определить, какие изменения приводят к большим потерям качества.

Научное исследование в ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича выполнено в рамках мегагранта Минобрнауки по соглашению № 075-15-2022-1137.

Список литературы

1. Волков А.Н., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е., Бородин А.С., Парамонов А.И., Владимиров С.С., Фокин Г.А., Дунайцев Р.А., Захаров М.В., Горбачева Л.С., Паньков Б.О., Анваржонов Б.Н. Перспективные исследования сетей и услуг 2030 в лаборатории 6G Meganetlab СПбГУТ // Электросвязь. 2023. № 6.
2. FG NET-2030 Sub-G1 an Update of 2nd Report of Use cases and network requirements for Network 2030.
3. ITU-T FG NET2030 Technical Report Network 2030 – Gap analysis of Network 2030 new services, capabilities and use cases.
4. Network 2030 – A Blueprint of Technology, Applications and Market Drivers Towards the Year 2030 and Beyond (May 2019).
5. Kalman R.E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems // ASME. J. Basic Eng. 1960. Vol. 82, No. 1. P. 35-45. <https://doi.org/10.1115/1.3662552>.