

УДК 004.42

**ОБЗОР ДУБЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ
ДЛЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «DA VINCI»**

Мухамадиев А. Ю. (Университет ИТМО), **Коваленко С. А.** (СПб ГБУЗ
«Городская больница №40»), **Суринова О. Д.** (Университет ИТМО),

Ветошкин В.А. (СПб НИИ Фтизиопульмонологии)

Научный руководитель – научный сотрудник, к.т.н. Шарков И. А.
(Университет ИТМО)

Введение.

С каждым годом роль автоматизированных систем в различных сферах жизни каждого человека увеличивается. Медицина не стала исключением из этого правила: все чаще используются роботизированные хирургические комплексы, позволяющие проводить минимально инвазивные операции с минимальными последствиями для пациентов. На данный момент, самым прогрессивным решением в данной области является хирургический комплекс «Da Vinci», который позволяет проводить операции с наибольшей точностью позиционирования хирургических инструментов. Это достигается, в том числе, путём добавления стереоскопического зрения на манипуляторе робота с десятикратным увеличением изображения [1]. На данный момент, хирургический комплекс предоставляет возможность наблюдения за действиями робота в 3D режиме только хирургу, что затрудняет работу ассистентов и обучение ординаторов. Для решения данной проблемы была предложена и разработана дублирующая система видеоконтроля, сохраняющая свойства и качество изображения с минимизацией задержек. В работе описаны составные части системы и рассмотрены результаты демонстрации макета.

Основная часть.

В предложенной архитектуре дублирующей системы видеоконтроля можно выделить два основных устройства: сервер обработки видеопотока и принимающие устройства (одно или несколько). Сервер построен на базе дистрибутива Debian, а в качестве принимающего устройства использован шлем виртуальной реальности Oculus Quest 3 [2]. Результаты тестирования системы с хирургическим комплексом “Da Vinci” показали уровень задержек от действия в операционном поле до отображения на дисплее порядка $0.5с \pm 0.2с$, согласно опросу респондентов. Для передачи видеопотока от хирургического комплекса использовался аналоговый интерфейс SDI, обработка сигнала происходила на плате видеозахвата, подключенной по PCI-E шине к серверу. При разработке программного решения была реализована модульная архитектура для возможности масштабирования системы и расширения ее функционала. По итогам разработки стоит выделить следующие ее части: libOBS, выполняющая роль контроллера в системе, Decklink API [3], интерфейс для снятия данных с платы захвата, AVFormat из пакета libAV, для форматирования данных и их передачи между узлами, кодек h264_nvenc для аппаратного кодирования видео с использованием ресурсов видео-ускорителя, и вариация протокола mpeg-ts для транспортировки пакетов по RTP соединению. Решение показало оптимальную производительность на серверной части, а использование libOBS позволяет внедрить в процесс передачи дополнительную обработку потока. Программное решение на принимающем устройстве было разработано на базе движка Unity с использованием сторонней библиотеки libVLC для реализации эффективного процесса работы с потоковым видео, а сохранение стереоскопических свойств изображения было получено средствами рендеринга окружения зависимо от камеры, предлагаемое движком Unity.

Работоспособность системы совместно с хирургическим комплексом «Da Vinci» была апробирована в городской больнице №40. В рамках тестирования проводилась оценка качества изображения и удобства применения.

Выводы.

Разработанный макет подтвердил гипотезу востребованности подобных систем, показал результаты достаточные для начала предварительных испытаний. Для перехода к следующему этапу разработки, требуется провести комплексное исследование задержек, с применением метода черного ящика [4] и сторонних решений для измерения задержек [5], в дублирующей системе видеоконтроля для хирургического комплекса "Da Vinci" [6], которое позволит оптимизировать передачу стереоизображения, предоставив пространство для внедрения дополнительного функционала графического отображения в системе, такого как распознавание образов во время операции.

Список источников.

- [1] Zhao W., Catherine J. Mohr, Simon P. DiMaio. (2013) Stereo imaging system with automatic disparity adjustment for displaying close range objects.
- [2] R. Gruen, E. Ofek, A. Steed at al (2020) Measuring System Visual Latency through Cognitive Latency on Video See-Through AR devices // IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)
- [3] Blackmagic Design Pty Ltd. (2022) SDK-Decklink.
- [4] M. Kibsgaard, M. Kraus (2017) Measuring the Latency of an Augmented Reality System for Robot-assisted Minimally Invasive Surgery // 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2017), pp 321-326
- [5] O. Boyaci, A. Forte, S. A. Baset, at al (2009) vDelay: A Tool to Measure Capture-to-Display Latency and Frame Rate // 11th IEEE International Symposium on Multimedia
- [6] A. Kakanjo, M. Rao, E. Omerdic, at al (2018) Real-Time Video Latency Measurement between a Robot and Its Remote Control Station: Causes and Mitigation // Wireless Communications and Mobile Computing, Vol. 18

Мухамадиев А.Ю. (автор)

Подпись

Шарков И.А. (научный руководитель)

Подпись