



УДК 004.78

doi: 10.21685/2587-7704-2023-8-1-1



Open
Access

RESEARCH
ARTICLE

Система адаптивной виртуальной реальности с использованием нейроинтерфейса

Александр Дмитриевич Иванов

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
sailtothe54@gmail.com

Александр Юрьевич Тычков

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
tychkov-a@mail.ru

Дмитрий Леонидович Овчинников

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40
dmitry_ovch@mail.ru

Аннотация. Система, представленная в данной работе, предназначена для регистрации сигналов головного мозга по нескольким отведениям электрической активности головного мозга с последующей передачей данных на устройства виртуальной реальности. Таким образом, создается биологическая обратная связь, которая при одновременном использовании нейроинтерфейса и виртуальной реальности позволяет достичь эффективного погружения в виртуальный мир.

Ключевые слова: нейроинтерфейс, виртуальная реальность, мозговая активность, электроэнцефалография, биологическая обратная связь

Для цитирования: Иванов А. Д., Тычков А. Ю., Овчинников Д. Л. Система адаптивной виртуальной реальности с использованием нейроинтерфейса // Инжиниринг и технологии. 2023. Т. 8 (1). С. 1–4. doi: 10.21685/2587-7704-2023-8-1-1

Adaptive virtual reality system using a neural interface

Aleksandr D. Ivanov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
sailtothe54@gmail.com

Aleksandr Yu. Tychkov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
tychkov-a@mail.ru

Dmitriy L. Ovchinnikov

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia
dmitry_ovch@mail.ru

Abstract. The system presented in this paper is designed to register brain signals by several leads of electrical activity of the brain with subsequent data transmission to virtual reality devices. Thus, a biofeedback is created, which, with the simultaneous use of a neurointerface and virtual reality, allows you to achieve effective immersion in the virtual world.

Keywords: neurointerface, virtual reality, brain activity, electroencephalography, biofeedback

For citation: Ivanov A.D., Tychkov A.Yu., Ovchinnikov D.L. Adaptive virtual reality system using a neural interface. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2023;8(1):1–4. (In Russ.). doi: 10.21685/2587-7704-2023-8-1-1

Виртуальная реальность (VR) – это тип человеко-компьютерного интерфейса, который позволяет пользователям взаимодействовать с компьютерами в режиме реального времени и погружаться в заранее смоделированную среду. Пользователями VR являются более 40 млн человек в мире



(2019 – 35 млн человек, 2020 – 42 млн человек), их число стремительно растет. VR широко используется во многих сферах, в том числе в медицине.

Используя данные технологии, специалисты в области здравоохранения добиваются значительных результатов в лечении и профилактике различных патологий. Направляя внимание пациента на виртуальные сцены, можно добиться так называемого «эффекта отвлечения», который заключается в смещении фокуса пациента с медицинского вмешательства на искусственно созданную среду. С помощью измерения пульса и насыщения крови кислородом было доказано, что при введении местной анестезии контрольная группа, не использующая VR, была больше подвержена стрессу, чем группа, ощутившая «эффект отвлечения» при использовании VR [1]. Снижение уровня стресса при проведении процедур положительно влияет на скорость проведения процедуры и качество выздоровления пациентов. Технология VR успешно применяется как эффективное обезболивающее средство для ожоговых пациентов, перенесших смену повязки, как полезный метод отвлечения внимания для облегчения восприятия боли в педиатрии, у пациентов после операций, связанных с онкологическими заболеваниями, и пациентов нейрохирургического профиля [2].

С помощью VR появляется возможность лечить психосоматические фантомные боли в конечностях. Например, человек, страдающий от фантомных болей в руке, погрузившись в VR может сместить фокус восприятия с болевых ощущений в отсутствующей конечности на ее цифровой прообраз, в результате чего боль либо исчезает, либо становится менее выраженной [3].

Нейроинтерфейс – система для обмена информации между мозгом человека и электронным устройством. Эта технология позволяет человеку взаимодействовать с внешним миром на основе регистрации электрической активности мозга – электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Данные устройства эффективно используются в медицине, например, при реабилитации пациентов после инсульта. Контрольная группа в количестве 10 человек, перенесших инсульт, использовала нейроинтерфейс для анализа паттернов сигнала (воображении движения рукой) с последующей визуализацией данного движения на экране. Группу сравнения составили 10 пациентов, получавших только стандартную восстановительную терапию. В результате исследования было выяснено, что работа по обучению правильному (кинестетическому) воображению движения в паретичной руке с использованием нейроинтерфейса позволяла достичь большего эффекта в реабилитации [4].

Объединение технологий VR и нейроинтерфейса позволяет проводить более эффективные сеансы лечения. Система, объединяющая VR и нейроинтерфейс, может использоваться для реабилитации после инсульта [5]. Биологическая обратная связь успешно используется для лечения фобических расстройств [6].

Существующие решения по объединению устройств VR и нейроинтерфейса обладают значительными недостатками. В некоторых случаях пользователю приходится совершать различные движения, что провоцирует создание помех, мешающих работе системы. Плохая эргономика, наличие проводов и другие особенности технических решений доставляют неудобства при использовании системы. В настоящий момент также отсутствует программное обеспечение и среды разработки, позволяющие разработчикам и специалистам использовать систему для своих целей.

Предлагаемая система (рис. 1) состоит из нейроинтерфейса, совместимого с большинством существующих шлемов VR. Особая эргономика и беспроводные интерфейсы передачи данных не ограничивают пользователя в движении и способствуют помехозащищенности.

Структурная схема системы (рис. 2) состоит из трех основных блоков: нейроинтерфейс, персональный компьютер и устройства VR. Одновременно с погружением в VR, нейроинтерфейс отправляет на компьютер данные о мозговой активности пользователя. Эти данные обрабатываются ПО и специалистом для последующего принятия решений об адаптации сцен VR или изменении других параметров погружения в VR.

С помощью малошумящих усилителей и фильтров, внешнего АЦП, быстродействующего ARM микроконтроллера и особых алгоритмов цифровой обработки сигнала достигается минимальное значение показателя сигнал/шум и улучшается качество регистрации сигналов головного мозга. Аккумуляторы, плата распределения питания и bluetooth соединение позволяют избавиться от проводов, мешающих использованию системы.

Наличие аппаратной части с прилагающейся средой разработки, корректно работающее ПО и качественная передача сигнала улучшают опыт погружения пользователя в виртуальную реальность и обеспечивают специалиста инструментами для проведения более эффективных сеансов лечения и профилактики различных патологий.

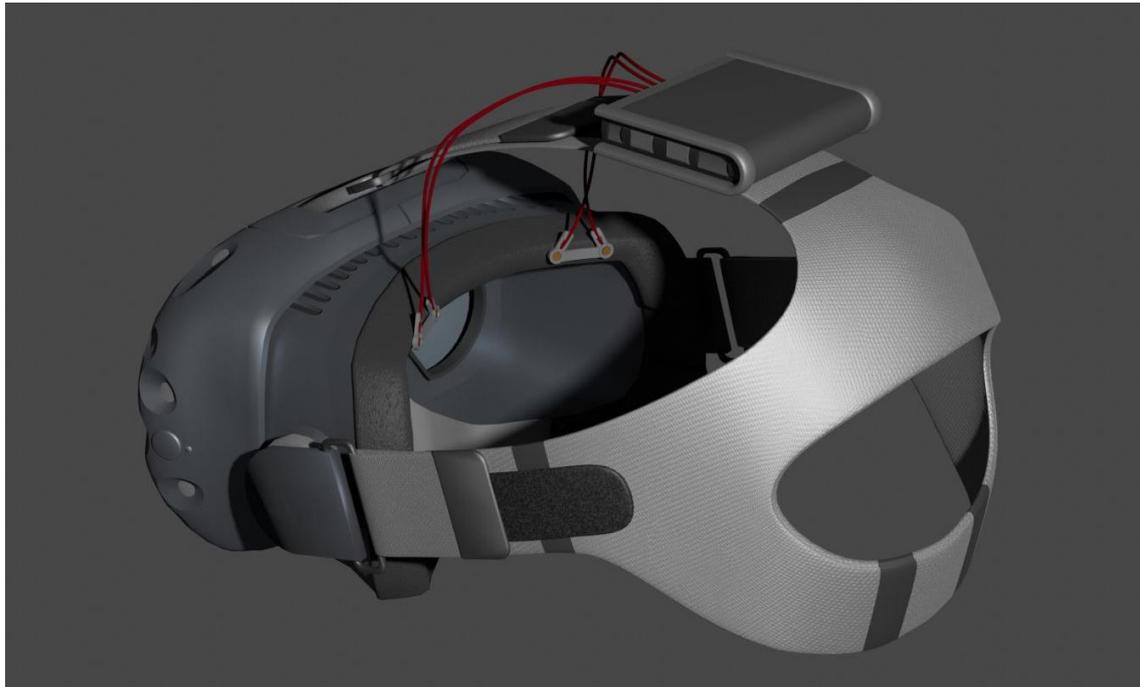


Рис. 1. Система адаптивной виртуальной реальности с использованием нейроинтерфейса

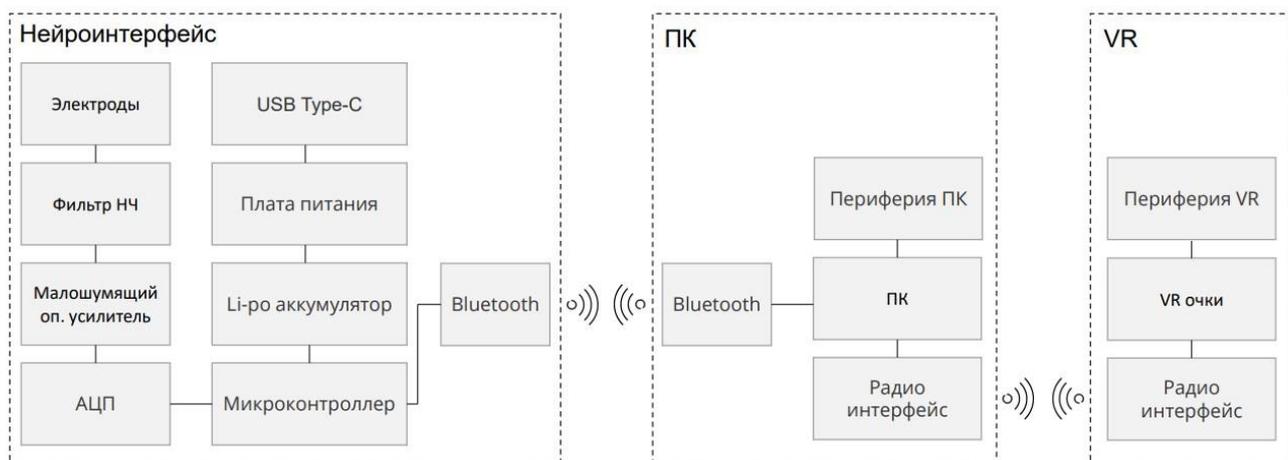


Рис. 2. Структурная схема системы адаптивной виртуальной реальности с использованием нейроинтерфейса

Список литературы

1. Sweta V. R., Abhinav R. P., Ramesh A. Role of Virtual Reality in Pain Perception of Patients Following the Administration of Local Anesthesia // Annals of Maxillofacial Surgery. 2019. № 9 (1). P. 110–113.
2. Бофанова Н. С., Тычков А. Ю., Дятлов А. В. [и др.]. Технология виртуальной реальности как перспективное направление в терапии послеоперационной и посттравматической боли // Российский журнал боли. 2022. № 20 (2). С. 68–72.
3. Устинова К. И., Черникова Л. А. Виртуальная реальность в нейрореабилитации // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2008. № 2 (4). С. 34–39.
4. Фролов А. А., Бирюкова Е. В., Бобров П. Д. [и др.]. Эффективность комплексной нейрореабилитации пациентов с постинсультным парезом руки с применением нейроинтерфейса «мозг – компьютер + экзоскелет» // Альманах клинической медицины. 2016. № 44 (3). С. 280–286.
5. Сазонова Н. Н., Дегтярев С. В., Сазонова Е. С. Аппаратно-программный комплекс на основе нейроинтерфейса и vr-технологии в системе реабилитации пациентов с поражением головного мозга после инсульта // Информационные технологии в управлении, автоматизации и мехатронике : сб. науч. ст. 4-й Междунар. науч.-техн. конф. Курск, 2022. С. 180–183.
6. Демарева В. А., Вяхирева В. А., Петрова И. Э. Разработка нейрогарнитуры для контроля состояния человека при лечении фобий // Вестник психофизиологии. 2021. № 4. С. 37–42.



References

1. Sweta V.R., Abhinav R.P., Ramesh A. Role of Virtual Reality in Pain Perception of Patients Following the Administration of Local Anesthesia. *Annals of Maxillofacial Surgery*. 2019;(9):110–113.
2. Bofanova N.S., Tychkov A.Yu., Dyatlov A.V. et al. Virtual reality technology as a promising direction in the therapy of postoperative and post-traumatic pain. *Rossiyskiy zhurnal boli = Russian Journal of Pain*. 2022;(20):68–72. (In Russ.)
3. Ustinova K.I., Chernikova L.A. Virtual reality in neurorehabilitation. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noy neurologii = Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2008;(2):34–39. (In Russ.)
4. Frolov A.A., Biryukova E.V., Bobrov P.D. et al. The effectiveness of complex neurorehabilitation of patients with post-stroke paresis of the hand using the neurointerface «brain – computer + exoskeleton». *Al'manakh klinicheskoy meditsiny = Almanac of Clinical Medicine*. 2016;(44):280–286. (In Russ.)
5. Sazonova N.N., Degtyarev S.V., Sazonova E.S. Hardware and software complex based on neurointerface and VR technology in the rehabilitation system of patients with brain damage after stroke *Informatsionnye tekhnologii v upravlenii, avtomatizatsii i mekhatronike: sb. nauch. st. 4-y Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. = Information technologies in management, automation and mechatronics : collection of scientific articles of the 4th International Scientific and Technical conf.* Kursk, 2022:180–183. (In Russ.)
6. Demareva V.A., Vyakhireva V.A., Petrova I.E. Development of neurogarnitura for monitoring the human condition in the treatment of phobias. *Vestnik psikhofiziologii = Bulletin of psychophysiology*. 2021;(4):37–42. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 06.04.2023

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 05.05.2023

Принята к публикации / Accepted 21.05.2023