



УДК 621.317.444; 616-00-07

DOI: 10.22184/1993-8578.2020.13.4s.521.522

Роботизированная перчатка на основе системы магниторезистивных сенсоров для нейрореабилитации пациентов после инсульта

Robotic Glove Based on a System of Magnetoresistive Sensors to Accelerate the Process of Neurorehabilitation of Post-Stroke Patients

Глаголев П. Ю.^{1,2}, Демин Г. Д.^{1,2}, к. ф.-м. н.

¹ ООО «Интех Прогресс»

107045, г. Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 2

skirdovf@mail.ru

² ЦКП «Микросистемная техника и электронная компонентная база»,

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

124527, г. Москва, г. Зеленоград, Солнечная аллея, 6

Glagolev P. Yu.^{1,2}, Demin G. D.^{1,2}, Ph.D

¹ Intec Progress

bld 2, 10 Seliverstov Lane, Moscow, 107045

skirdovf@mail.ru

² R&D Center "MEMSEC"

National Research University of Electronic Technology (MIET)

6 Solnechnaya Alley, Zelenograd, Moscow, 124527, Russia

Предложена концепция роботизированной перчатки на базе системы высокочувствительных магниторезистивных сенсоров для ускорения процедуры восстановления двигательных функций пациентов после инсульта. Разработан маршрут создания магниторезистивной структуры и выполнена оценка ее чувствительности.

Ключевые слова: роботизированная перчатка; магниторезистивный сенсор; туннельный магниторезистивный эффект; МЭМС-технология; нейрореабилитация; биологическая обратная связь.

The concept of a robotic glove based on a system of highly sensitive magnetoresistive sensors to accelerate the recovery of motor functions in patients after a stroke has been proposed. A route for creating a magnetoresistive structure has been developed, and its sensitivity has been assessed.

Keywords: robotic glove; magnetoresistive sensor; tunnel magnetoresistive effect; MEMS technology; neurorehabilitation; biofeedback.

Одна из приоритетных задач нейрореабилитации пациентов, перенесших инсульт, восстановление базовых двигательных навыков и повышение тонуса мышц пальцев паретичной конечности. Последние исследования показали, что наиболее перспективным методом контроля и стимуляции нейропластичности в настоящее время представляется метод биологической обратной связи (БОС), состоящий в непрерывном отслеживании и последующем анализе двигательной активности [1]. Данный метод реализуется посредством системы миниатюрных датчиков, собирающих информацию о состоянии рук в динамическом режиме при проведении



заранее определенного цикла упражнений. Ключевым параметром, детектирующим мелкую моторику пальцев, является угол поворота фаланг. Высокой точности измерений угла поворота можно достигнуть за счет использования системы высокочувствительных сенсоров (по одному на каждую фалангу). Известно, что магниторезистивные сенсоры (МРС) на основе туннельного магниторезистивного эффекта имеют предельно высокую чувствительность на уровне 10 мкВ/нТл [2].

В работе предлагается оригинальная концепция роботизированной перчатки для проведения нейрореабилитации на основе системы высокочувствительных МРС. Интегрированная в перчатку сенсорная система отслеживает моторику пальцев и в режиме реального времени собирает детальную информацию о двигательной активности, что позволяет эффективно контролировать динамику выздоровления. Разработан технологический маршрут создания магниторезистивной структуры. Оценка ее чувствительности показала возможность достижения высокого углового разрешения менее $0,04$ градуса.

Литература

1. Najafi Z. et al. The effect of biofeedback on the motor-muscular situation in rehabilitation of stroke patients: a randomized controlled trial // *J. Caring Sci.*, 2018. V. 7. № 2. P. 89–93.
2. Wang M. et al. Measurement of Triaxial Magnetocardiography Using High Sensitivity Tunnel Magnetoresistance Sensor // *IEEE Sens. J.*, 2019. V. 19. № 21. P. 9610–9615.

One of the priority tasks of post-stroke neurorehabilitation is the restoration of basic motor skills and an increase in the muscle tone of the fingers of the paretic limb. Recent studies have shown that currently the most promising method for controlling and stimulating neuroplasticity is the method of biofeedback (BFB), which consists in continuous monitoring and subsequent analysis of motor activity [1]. This method is implemented through a system of miniature sensors that collect information about the state of the hands in a dynamic mode during a predetermined cycle of exercises. The key parameter that detects fine motor skills of the fingers is the angle of rotation of the phalanges. High accuracy of measurements of the angle of rotation can be achieved by using a system of highly sensitive sensors (one for each phalanx). It is known that magnetoresistive sensors (MRS) based on the tunneling magnetoresistive effect have an extremely high sensitivity at the level of $10 \text{ }\mu\text{V/nT}$ [2].

The paper proposes an original concept of a robotic glove for neurorehabilitation based on a system of highly sensitive MRS. A sensor system integrated into the glove monitors finger mobility and collects detailed information on physical activity in real time, which allows you to effectively monitor the dynamics of recovery. A technological route for creating a magnetoresistive structure has been developed. An evaluation of its sensitivity showed the possibility of achieving a high angular resolution of less than 0.04 degrees.

References

1. Najafi Z. et al. The effect of biofeedback on the motor-muscular situation in rehabilitation of stroke patients: a randomized controlled trial // *J. Caring Sci.*, 2018. V. 7. № 2. P. 89–93.
2. Wang M. et al. Measurement of Triaxial Magnetocardiography Using High Sensitivity Tunnel Magnetoresistance Sensor // *IEEE Sens. J.*, 2019. V. 19. № 21. P. 9610–9615.