

ЗВОРОТНІЙ ЗВ'ЯЗОК В БІОНІЧНИХ ПРОТЕЗАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проводиться огляд технології зворотнього зв'язку в біонічних протезах.

Ключові слова: біонічний протез, біотехнічна система, медична апаратура, зворотній зв'язок.

Abstract

A review of feedback technology in bionic prostheses is performed.

Keywords: bionic prosthesis, biotechnical system, medical equipment, feedback.

На кінчику пальця людини перебуває понад 3000 сенсорних рецепторів. Людина може відчувати не тільки розмір та форму об'єкта, але і його текстуру, гнучкість, температуру та багато іншого. Навіть із зав'язаними очима людина може ідентифікувати об'єкти на дотик. Сенсорний зворотний відіграє певну роль в управлінні нашими рухами. Наприклад, це допомагає перемістити об'єкт в певне положення. Це можливо, тому що сенсорна кора головного мозку і моторна кора (що відповідає за рух) мають тісний зв'язок. Без цих можливостей користувачі біонічних рук змушені візуально контролювати кожен нюанс руху руки — процес, який часто буває повільним, і таким, що стомлює.

Одним з найпростішим методом забезпечення зворотнього зв'язку це вібрація в гнізді коли пальці торкаються об'єкта, інформуючи користувача як про контакт, так і про тиск. Іншим простим методом забезпечення зворотнього зв'язку є система яка використовує електричний заряд, що подається через шкіру, для безпосередньої стимуляції нерва та обману мозку, що змушує його думати, що він щось відчув. Одним з найбільш продуктивних методів забезпечення зворотнього зв'язку є нейроінтерфейс. У цьому методі електроди хірургічним шляхом імплантуються в куксу, щоб сформувати нервовий пучок. Коли датчики на біонічній руці виявляють сенсорне введення, це введення передається в систему управління, яка, у свою чергу, використовує електричний заряд для безпосередньої стимуляції нерва, знову ж таки, щоб змусити мозок відчувати відповідне відчуття. Наприклад, якщо біонічний палець натрапить на гострий предмет, мозок може бути обдурений і відчує біль. Проблема з нейроінтерфейсами полягає в тому, що вони пов'язані з хірургічним втручанням[1].

Для наведення практичних значень сучасних досягнень реалізації системи зворотнього зв'язку використаємо результати експерименту [2]. У експерименті використовується неінвазивна система сенсорного зворотнього зв'язку, яка застосовується до існуючих протезів руки, може передавати соматотопічний сенсорну інформацію через фантомну карту руки. Для аналізу використовували змішаний метод, що включає кількісні тести (АКМЦ, пропріоцептивне завдання на покажчик, опитувальник) та інтерв'ю. Результати інтерв'ю показали, що сенсорний зворотній зв'язок відчувався як дотик, що сприяло відчуттю повноти. Проте результати опитування показали, що почуття свободи дій та продуктивність залишилися незмінними чи погіршилися. Здатність відчувати і маніпулювати маленькими предметами була важкою, і хотілося сильнішого зворотнього зв'язку. Фантомні болі купіювалися у чотирьох із п'яти пацієнтів. Учасники заявили, що система зворотнього зв'язку має позитивні якості щодо відчуття володіння тілом та досвідченого сенсорного зворотнього зв'язку від протезу. Крім того, це може полегшити фантомний біль. Проте продуктивність із протезом не покращилася. Позитивний досвід сенсорного зворотнього зв'язку був виражений, і користувачі відчували себе повними під час носіння протеза. Сенсори на кінчиках пальців були досить великими, що робило їх громіздкими під час точних маніпуляцій. Також сенсори у деяких ситуаціях сприймалися як надто м'які, через що було важко утримувати дрібні предмети або отримати чітке захоплення. Наведене тут технічне рішення слід розглядати як прототип із потенціалом удосконалення.

Сучасний етап розвитку технології зворотнього зв'язку в біонічних протезах є недостатньо розвинутий, а сама технологія зворотнього зв'язку має ряд проблем, таких як: оцінка зворотнього зв'язку, швидкість обробки команд, вимірювання сенсором, передача сигналу на нерв. З огляду на недоліки потребує більшого вивчення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wayne Williams. Sensory Feedback for Bionic Hands. 2021.

2. Ulrika Wijk, Ingela K. Carlsson¹, Christian Antfolk, Anders Björkman, Birgitta Rosén. “Sensory Feedback in Hand Prostheses: A Prospective Study of Everyday Use”. original research article. Sweden. 2020.

Білий Руслан Ігорович — студент групи 163а, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ram13b.biliy@gmail.com.

Коваль Леонід Григорович — к. т. н., доцент, завідувач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Biliy Ruslan Igorovich — student of 163a, Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnitsa National Technical University, c. Vinnitsa, e-mail: ram13b.biliy@gmail.com.

Koval Leonid Hryhorovych – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.