

## **СПОСОБИ КЕРУВАННЯ ПРОТЕЗОМ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Розвиток штучного інтелекту (ШІ) суттєво змінює медичну галузь, і однією з найперспективніших сфер є створення інтелектуальних протезів. Розглянемо можливі варіанти керування протезами з використанням штучного інтелекту. Перспективними є способи керування через акселерометр, комп'ютерний зір, голосове керування та гібридні схеми керування з використанням нейросигналів.

1. Перспективним напрямком є розробка гібридної системи керування біонічним протезом руки на основі ШІ та ЕМГ (це міоелектричне керування, яке використовує електроміографічні (ЕМГ) сигнали м'язів пацієнта).

Принцип роботи наступний: на кінцівку встановлюються ЕМГ-датчики, які зчитують біоелектричні сигнали м'язів. ШІ аналізує та класифікує рухи, розпізнаючи, що хоче зробити користувач. Отримані дані передаються на сервомотори, які рухають штучну кінцівку. Протез стає природнішим у використанні та швидше реагує на команди.

2. Керування рухами протезу з використанням акселерометра.

Акселерометр – це сенсор, що вимірює прискорення по одній або кількох осях. У контексті протезування, акселерометр встановлюється на частину тіла (наприклад, плечовий м'яз), що збереглася, або безпосередньо в корпус протеза.

Під час руху кінцівки або частини тіла, акселерометр генерує аналогові або цифрові сигнали, які фіксують напрямок руху, швидкість (прискорення) руху, положення в просторі (при використанні гіроскопа – кутове положення).

Сигнали з акселерометра передаються до мікроконтролера, де фільтруються, розпізнаються шаблони рухів, за допомогою алгоритмів машинного навчання визначається команда для протеза. Наприклад: нахил уперед – стиснення кисті; поворот вправо – обертання протеза, підняття

Мікроконтролер подає сигнал на виконавчі механізми протеза (серводвигуни, електродвигуни), які імітують бажаний рух.

3. Керування рухами протезу за допомогою комп'ютерного зору.

Для початку встановлюється камера, яка спрямована на ділянку тіла користувача (наприклад, обличчя, залишену частину руки, очі або інші контрольні зони). Це може бути звичайна вебкамера, інфрачервона або 3D-камера, Камера вбудована в окуляри або шолом.

Зібране відео потрапляє на обробку комп'ютерним зором. Система використовує бібліотеки на кшталт OpenCV, MediaPipe, TensorFlow/Keras.

Алгоритм обробляє відео й визначає жест або керуючий рух. Виявлений жест інтерпретується як команда до дії. Оброблені команди передаються через мікроконтролер до електроприводів у протезі, які виконують відповідну дію.

Цей метод особливо корисний для людей, які втратили рухливість кінцівок, але зберегли рухливість голови, обличчя або очей.

4. Реалізація голосового управління біонічним протезом.

Для початку система потребує мікрофон або гарнітуру, які записують голос користувача. Записаний голос обробляється мовним інтерфейсом, наприклад Google Speech-to-Text API, Vosk або написаною програмою на Python з використанням бібліотек `speech_recognition`, `pyaudio`, `vosk`, `DeepSpeech`.

Після перетворення мови в текст, програма порівнює отриману команду з попередньо визначеним списком дій. Якщо команда знайдена, викликається відповідна дія. Команда надсилається до мікроконтролера який керує сервомоторами або актуаторами протезу. Мікроконтролер інтерпретує команду як електричний сигнал і керує елементами протеза.

Голосове керування особливо корисне для користувачів, які не можуть використовувати фізичні сенсори чи жести, але можуть чітко говорити. Такий підхід підвищує рівень автономності користувача.

Застосування штучного інтелекту в керуванні біонічними протезами кінцівок відкриває нові горизонти в реабілітаційній техніці, забезпечуючи більш природну, інтуїтивну та адаптивну взаємодію між людиною та пристроєм. Системи на базі ШІ здатні навчатися, адаптуватися до особливостей користувача, розпізнавати індивідуальні жести, інтонації та патерни руху. Це значно підвищує комфорт, швидкість реакції та ефективність управління протезом, роблячи повсякденне життя людей з втратою кінцівок більш незалежним та інтегрованим у соціальне середовище.

### **Список використаних джерел:**

1. Савчук А.В., Попов А.О. Методи та засоби інтелектуального управління протезами верхніх кінцівок. *Електроніка та зв'язок*, 22(2), 2017, с. 33 – 42.