

Введение. Активные и пассивные экзоскелеты имеют значительные перспективы в медицине [1], промышленности военной и других сферах для разгрузки человека. Они помогают снизить физическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и минимизировать риск травм, что повышает безопасность и комфорт на производстве. Экзоскелеты с поддержкой двигательных функций делают подъем и перенос грузов менее утомительным, что может повысить производительность и продлить трудоспособность сотрудников, особенно в условиях дефицита кадров, о которых свидетельствуют данные росстата. В данной сфере ведут работу такие компании, как Ekso Bionics, Норникель, SuitX, The Levitate Airframe, Sarcos Robotics, ProExo.

Основная часть. Цель исследования – разработка метода определения фазы шага в реальном времени при выполнении наклонов, приседаний и других движений.

Для достижения данной цели проведен анализ существующих методов отслеживания движений человека с использованием инерциальных сенсоров [2], тензодатчиков[3]. Выделены ключевые параметры, которые необходимо учитывать при разработке алгоритма. В ходе работы были рассмотрены два типа задач:

- 1) Определение фаз движения с использованием алгоритмов обработки данных инерциальных датчиков и системы из тензодатчиков, расположенных в стопе. Это позволило выделить характерные особенности движений, соответствующие различным фазам шага.
- 2) Разработка алгоритма классификации движений на основе методов машинного обучения и статистического анализа временных рядов. Проведено тестирование различных моделей, включая фильтрацию сигналов и анализ спектральных характеристик, что позволило минимизировать погрешности при определении фаз движения.

Алгоритм улучшает точность определения фаз движения за счет комбинации данных с инерциальных сенсоров и тензодатчиков, что позволяет более точно оценивать движения пользователя. Использование фильтрации и спектрального анализа минимизирует погрешности, а интеграция этих данных с экзоскелетом позволяет адаптировать его работу в реальном времени. Это улучшает производительность и комфорт, расширяя возможности применения экзоскелетов в медицине, промышленности и других сферах.

Выводы. Проведен анализ методов определения фазы шага человека и алгоритм для исследуемой системы, собраны данные для проверки работы алгоритма.

Список использованных источников:

1. Wang, T.; Zhang, B.; Liu, C.; Liu, T.; Han, Y.; Wang, S.; Ferreira, J.P.; Dong, W.; Zhang, X. A Review on the Rehabilitation Exoskeletons for the Lower Limbs of the Elderly and the Disabled. Electronics 2022, 11, 388. <https://doi.org/10.3390/electronics11030388>
2. Liu, Zekun & Wei, Jun & Xing, Yusong & Song, Jingke & Zhang, Jianjun. (2024). IMU-based continuous prediction of human lower limb joint angles. 1194-1199. 10.1109/ICMA61710.2024.10632997.
3. W. -Z. Li, G. -Z. Cao and A. -B. Zhu, "Review on Control Strategies for Lower Limb Rehabilitation Exoskeletons," in IEEE Access, vol. 9, pp. 123040-123060, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3110595.

Автор _____ Петриков Ф. С
Научный руководитель _____ Ловлин С. Ю