

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ЖЕСТОВ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ СКЕЛЕТНОГО ТРЕКИНГА В РАМКАХ ДЕТСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Калмыкова Е. С.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Добренко Н. В.

Университет ИТМО

katkatuato@yandex.ru

Введение

На данный момент происходит цифровизация процесса реабилитации моторных функций кисти у детей с неврологическими и травматическими нарушениями, чаще всего для данного перехода используется технология компьютерного зрения [1]. Существует практика использования открытой библиотеки MediaPipe Hands, которая позволяет создавать системы для домашней реабилитации [2], однако существующие алгоритмы и наборы данных, применяемые с MediaPipe Hands, направлены на распознавание и классификацию лишь бытовых жестов, тогда как для реабилитационных задач требуется классификация специфических движений, ориентированных на реабилитацию определенных моторных навыков [3]. Основной нерешённой задачей остается выбор оптимального метода распознавания реабилитационных жестов в реальном времени и при несовершенных условиях.

Основная часть

На основе сформированной со специалистами-реабилитологами библиотеки из пяти целевых жестов были определены характерные геометрические признаки, позволяющие отличить их друг от друга. Программным путём был создан синтетический датасет генерируемых координат 21 точки кисти с контролируемыми вариациями углов и положений [2]. Для каждого жеста сгенерировано по 1000 примеров с разными углами и положениями кисти, а также добавлением шума для имитации неидеальных условий съёмки. В рамках исследования было реализовано три метода классификации: rule-based подход на основе анализа геометрических соотношений между точками, метод машинного обучения с использованием алгоритмов SVM, Random Forest и градиентного бустинга, а также нейросетевой метод, представленный многослойным перцептроном с двумя скрытыми слоями и рекуррентной сетью LSTM для обработки временных последовательностей координат [4]. Далее производилась оценка методов по критериям точности классификации, задержке обработки одного кадра, устойчивости к шуму и вариативности выполнения действия.

Выводы

Реализованное исследование позволяет определить наиболее оптимальный метод классификации жестов для внедрения в разрабатываемую в рамках выпускной квалификационной работы систему для реабилитации моторных функций кисти у детей с неврологическими и травматическими нарушениями в зависимости от условий эксплуатации. Разработка оптимального алгоритма станет основой для разработать алгоритма оценки качества выполнения реабилитационных упражнений.

Литература

1. Calderone A., Latella D., Bonanno M., Quartarone A. Towards Transforming Neurorehabilitation: The Impact of Artificial Intelligence on Diagnosis and Treatment of Neurological Disorders // *Biomedicines*. 2024. Vol. 12, No. 10. Art. No. 2415. DOI: 10.3390/biomedicines12102415. License: CC BY 4.0.
2. Meng Y., Jiang H., Duan N., Wen H. Real-Time Hand Gesture Monitoring Model Based on MediaPipe's Registerable System // *Sensors*. 2024. Vol. 24, No. 19. Art. No. 6262. DOI: 10.3390/s24196262. PMCID: PMC11478756. PMID: 39409300.
3. Figueroa Quiñones J., Ipanaque-Neyra J., Gómez Hurtado H., Bazo-Alvarez O. Development, validation and use of artificial-intelligence-related technologies to assess basic motor skills in children: a scoping review // *F1000Research*. 2025. Vol. 12. P. 1598. DOI: 10.12688/f1000research.138616.2.
4. Gu Y., Xu Y., Shen Y., Huang H. A Review of Hand Function Rehabilitation Systems Based on Hand Motion Recognition Devices and Artificial Intelligence // *Brain Sciences*. 2022. Vol. 12, No. 8. Art. No. 1079. DOI: 10.3390/brainsci12081079. License: CC BY 4.0. C. 2-12.