

АЛГОРИТМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПОХОДКИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ MEDIAPIPE

А. А. БОЖИЙ, М. А. ШИЛЬЦЫН, Д. Е. ПОГОНИНА

Научный руководитель А. Д. ОБУХОВ, д-р техн. наук, проф.

Тамбовский государственный технический университет
Тамбов, Россия

Оценка асимметрии походки позволяет выявлять различия между движением левой и правой стороны тела. Компьютерное зрение и методы машинного обучения применяются для анализа реабилитационных упражнений, распознавания движений человека и управления адаптивными тренировочными комплексами [1]. В данной работе аналитический алгоритм IGAS используется для обработки трехмерных координат ключевых точек тела человека и расчета биомеханических параметров походки [2].

Алгоритм определяет длину шага, время опоры, углы суставов, амплитуду движений и скорость стоп. На основе этих параметров рассчитывается интегральный индекс асимметрии IGAS. Классификация выполняется с использованием адаптивных порогов, рассчитанных по записям нормальной походки. Общая последовательность этапов аналитического алгоритма представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема работы аналитического алгоритма IGAS

Входными данными являются трехмерные координаты ключевых точек тела человека [3]. На начальном этапе выполняются загрузка параметров, поиск

файлов, проверка структуры датасета и разделение записей на тренировочные и проверочные в соотношении 70/30.

Далее каждая запись проходит предварительную обработку. Проверяется наличие необходимых ключевых точек. Записи разделялись на временные окна длительностью 5 с с шагом 2,5 с. Для каждого окна рассчитываются биомеханические параметры походки: длина шага, время опоры, углы суставов, амплитуда движений суставов, подъем и скорость стоп.

На основе рассчитанных параметров определяются показатели асимметрии и интегральный индекс IGAS. Значения по окнам агрегируются на уровне целой записи. Адаптивные пороги рассчитываются только по записям нормальной походки из обучающей выборки.

Классификация выполняется по превышению порогов. Если IGAS или несколько ключевых метрик превышают свои пороги, запись относится к классу нарушенной походки, иначе – к классу нормальной походки. Качество алгоритма оценивалось на тестовой выборке с использованием общей точности, сбалансированной точности, точности положительного прогноза, чувствительности и F1-меры. Метрики качества классификации алгоритма на тестовой выборке представлены в табл. 1.

Табл. 1. Метрики качества

Уровень агрегации данных	Общая точность	Сбалансированная точность	Точность	Чувствительность	F1-мера
Временные окна	0,8107	0,7886	0,7469	0,7886	0,7617
Целые записи	0,8333	0,8889	0,8000	0,8889	0,8125

Использование метода адаптивных порогов позволило достичь сбалансированной точности 88,89 % на уровне анализа целых записей. Чувствительность 88,89 % свидетельствует о достаточно высокой выявляемости записей с нарушенной походкой.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Разработка адаптивных реабилитационных систем для лечения когнитивных, моторных и сенсорных нарушений и патологий» (FEMU-2026-0002).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Control of adaptive running platform based on machine vision technologies and neural networks / A. D. Obukhov, M. N. Krasnyanskiy, D. L. Dedov [et al.] // Neural Computing and Applications. – 2022. – Vol. 34, № 15. – P. 12919–12946.
2. Automated gait analysis based on a marker-free pose estimation model / C. S. T. Hii, K. B. Gan, N. Zainal [et al.] // Sensors. – 2023. – Vol. 23, № 14. – Art. 6489.
3. **Обухов, А. Д.** Отслеживание положения тела пользователя на всенаправленной дорожке / А. Д. Обухов, Д. А. Побединский, Я. В. Х. Меркурьев // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 21–22 окт. 2024 г. – Тамбов : Тамбов. гос. техн. ун-т, 2024. – С. 207–210.