

## Анализ статических и динамических характеристик движения человека для идентификации по походке с помощью методов машинного обучения

М. Хакимова<sup>1,2</sup>, И. Нетай<sup>2</sup>, Е. Панкратов<sup>1,2</sup>, К. Корнилов<sup>1,2</sup>, А.Н. Голубинский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский физико-технический институт,

<sup>2</sup>Институт проблем передачи информации, Российская Академия Наук

m.hakimova@phystech.edu

11 мая 2025 г.

Идентификация человека по походке представляет собой актуальный и перспективный метод биометрической аутентификации, позволяющий распознавать личность на расстоянии без необходимости физического контакта. Уникальность походки делает её надежным идентификатором, практически не поддающимся фальсификации, что особенно важно в сфере безопасности для предотвращения преступлений и контроля доступа.

Цель проекта заключается в разработке эффективного инструмента для идентификации личности на основе анализа походки. Мы стремимся определить личность человека на видеозаписи, сравнивая её с имеющейся галереей, используя методы машинного обучения и анализируя статические и динамические характеристики движения. В рамках работы мы исследуем инструменты разметки данных, применяем предобработку и фильтрацию, а также анализируем временные ряды, полученные из видеопотоков. После фильтрации вычисляются геометрические характеристики скелета человека по пространственным точкам (x,y,z). Получаем длины ребер и углы между ними, получаем 12 длин рёбер, характеризующих расстояния между суставными точками, и 16 углов, описывающих ориентацию соединений в пространстве. Далее проводится анализ динамических свойств данных путём вычисления первых и вторых производных.

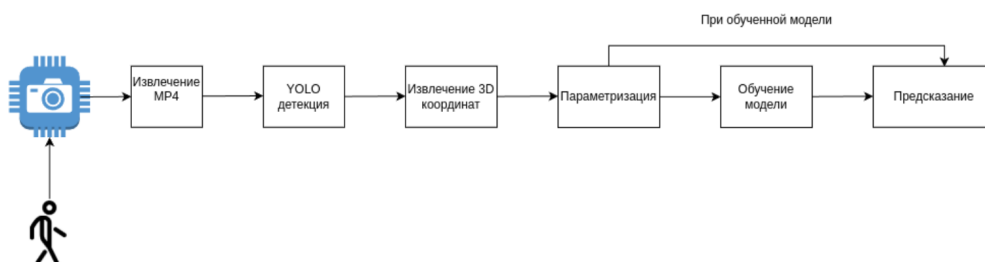


Рис. 1: Общая схема пайплайна для идентификации личности по походке.

На текущий момент мы успешно освоили инструменты разметки данных, такие как CVAT. Мы используем стереокамеру Realsense для получения видеофайлов походки в формате .bag и применяем YOLOv11x-pose для извлечения 17 ключевых точек. Для улучшения качества входных данных мы используем методы сглаживания: экспоненциальное затухание и окно Ханна.

Достигнуты значительные результаты: проведено углубленное изучение и применение архитектур LSTM, MLP и CNN, а также созданы временные и спектральные графи-

ки для анализа. Применение нейросетевых архитектур, таких как многослойный перцептрон (MLP), позволяет достигать высоких метрик F1-score<sup>[2]</sup>, обеспечивая оптимальный баланс между точностью и полнотой распознавания. Также изучена архитектура трансформеров<sup>[1]</sup>.

В дальнейшем мы планируем применить трансформеры, что может значительно повысить точность моделей. Оценка различных архитектур и гиперпараметров нейросетевых моделей также станет важным шагом для повышения эффективности идентификации по походке. Таким образом, наш проект нацелен на создание надежной системы, способной эффективно распознавать людей по уникальным характеристикам их движения, что имеет критическое значение для обеспечения безопасности в общественных местах. Предложенная система эффективно распознает походку с использованием одной камеры, что делает её более масштабируемой и экономичной по сравнению с многокамерными альтернативами<sup>[3]</sup>.

## Литература

1. Vaswani A., Shardlow A., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N., Kaiser L., Kattner K., Nikić D., and Polosukhin I. Attention is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS) 30: 2017. P. 5998–6008. DOI: 10.5555/3295222.3295349.
2. Троицкий А. Простыми словами про метрики в ИИ. Классификация. Confusion matrix, Accuracy, Precision, Recall, F-score, ROC-AUC // Хабр, 2024.  
URL: <https://habr.com/ru/articles/820411/>.
3. Соколова А. И., Конушин А. С. Методы идентификации человека по походке в видео // Труды института системного программирования РАН, 2019, выпуск 1, страницы 69–82. DOI: [https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2019-31\(1\)-5](https://doi.org/10.15514/ISPRAS-2019-31(1)-5).