

УДК 004.89

## МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ПУЛЬСА ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОЙ ПЛЕТИЗМОГРАФИИ

Лебедев И. И. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Русак А.В.

(ИТМО)

**Введение.** В ряде ситуаций может возникнуть необходимость дистанционного измерения пульса у человека. В настоящее время существуют различные подходы, позволяющие определять частоту сердечных сокращений удаленно: от вычисления пульса по колебаниям цвета кожи на изображении с камеры с помощью преобразования Фурье до использования нейронных сетей. Применение нейронных сетей для получения пульса с потока изображений, несмотря на высокую точность предсказаний, требует много ресурсов и далеко не все предлагаемые реализации способны выполнять задачу в реальном времени.

В данном исследовании рассматривается, как современные методы машинного обучения и анализа изображений могут быть применены для точного предсказания пульса человека по кадрам лица, полученным с веб-камеры.

**Основная часть.** Предлагаемый подход состоит из нескольких этапов. На первом шаге для каждого кадра применяется алгоритм детекции лица на кадре. В ходе исследования было проведено сравнение нескольких вариантов реализаций этой задачи. Первый основан на применении каскадов Хаара [1], алгоритма выделения лица, позволяющего искать совпадения, используя только библиотеку OpenCV. Второй вариант использует нейронную сеть YOLO [2], дообученную для обнаружения лиц. Несмотря на скорость работы каскада Хаара, при плохом качестве изображения он часто не верно определял лицо и область выделения сильно отличалась от кадра к кадру. Модель YOLO, в свою очередь, не проявила недостатков при детекции и показала себя достаточно быстрой, чтобы обрабатывать поток с веб-камеры при частоте 30 кадров в секунду. Во время тестирования модель показала устойчивость к шумам на камере и смене освещения, а также стабильность при выделении лица от кадра к кадру, поэтому она и была выбрана для дальнейшей работы.

На втором шаге применяется медиальный фильтр для удаления лишних шумов и изменения размера кадра (приведения к масштабу 128 на 128 пикселей).

Помимо детекции лица, для точной работы алгоритма необходимо выделить конкретные области интереса. Это позволяет снизить резкие колебания в изменении цвета, поскольку не приходится обрабатывать весь кадр. Чтобы определить нужную часть лица, использовалась библиотека MediaPipe для наложения маски. Данный метод предполагает использование модели нейронной сети для обнаружения точек на лице и дальнейшее наложение маски, позволяющей по точкам выделить интересующие области на кадре.

Далее обработанные кадры поступают на вход нейронной сети, предсказывающей значение пульса по потоку кадров с веб-камеры. Для решения этой задачи было проведено сравнение нескольких моделей нейронных сетей. Для их обучения было изучено множество датасетов, содержащих как синтетические, так и реальные данные, полученные при различном освещении, разрешении камеры и большом разбросе возраста испытуемых. В результате, был выбран один датасет, лучше всего подходящий для решения рассматриваемой задачи. На отобранном наборе данных были протестированы три модели нейронных сетей: EfficientPhys [3], PhysNet [4] и RhythmFormer [5]. Первые две являются

сверточными, последняя имеет архитектуру трансформер. При сравнении учитывалась скорость работы и точность предсказания моделей, которая оценивалась по метрике отклонения, где в качестве истины использовался альтернативный способ получения пульса.

**Выводы.** Предложен подход для определения пульса человека по потоку кадров с веб-камеры. Проведено исследование разных вариантов реализации предложенного решения, в том числе с использованием различных моделей нейронных сетей, оценена их эффективность по выбранной метрике качества.

В результате сравнения лучшей моделью, несмотря на не самую оптимальную скорость работы, оказалась Rhythm Former. Худшей моделью стала PhysNet, она имеет не только наименьшую скорость, но и худшее качество предсказания.

**Список использованных источников:**

1. Cascade Classifier / Ana Huamán // – URL: [https://docs.opencv.org/4.x/db/d28/tutorial\\_cascade\\_classifier.html](https://docs.opencv.org/4.x/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html)
2. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection / Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi // University of Washington, Allen Institute for AI, Facebook AI Research -2015. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1506.02640>
3. Remote Photoplethysmograph Signal Measurement from Facial Videos Using Spatio-Temporal Networks / Zitong Yu, Xiaobai Li, Guoying Zhao // Jaiswal K.B., Meenpal T. // Center for Machine Vision and Signal Analysis University of Oulu. – 2019. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1905.02419>
4. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks / Mingxing Tan Quoc V. Le. – 2020. – URL: <https://arxiv.org/pdf/1905.11946>
5. RhythmFormer: Extracting Patterned rPPG Signals based on Periodic Sparse Attention / Bochao Zoua, Zizheng Guoa, Jiansheng Chena, Junbao Zhuoa, Weiran Huangb, Huimin Maa // SCCE, University of Science and Technology Beijing. – 2024. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2402.12788>