

Система сбора и анализа показателей жизнедеятельности на основе данных с мобильных устройств

Автор: А. Ю. Байгельдин, гр. 14.Б09-мм

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент К. Ю. Романовский

Рецензент: зам. ген. директора ООО “ПитерСофтвареХаус” Хитров Д. В.

Введение

- **Стресс** — **неспецифическая** реакция организма на воздействие различных (как положительных, так и отрицательных) факторов, нарушающее **гомеостаз** (равновесное состояние организма).
- **Эустресс** повышает функциональный резерв организма.
- **Дистресс** истощает организм и способствует развитию заболеваний.
- **Симпатическая** система отвечает за стресс (*“fight or flight”*).
- **Парасимпатическая** система отвечает за отдых (*“rest and digest”*).

Актуальность

- Получили развитие различные методики управления стрессом.
- Однако, человек может не замечать, что он находится под стрессом.
- Требуется система для **автоматического отслеживания** стресса, обладающая **достаточной мобильностью**, чтобы использовать ее в повседневной жизни.

Постановка задачи

Цель работы заключается в создании **прототипа мобильного приложения**, определяющего стресс на основе данных с носимых медицинских устройств.

Задачи:

- Изучить природу стресса и выбрать наиболее важные признаки.
- Спроектировать архитектуру приложения и его взаимодействия с моделью машинного обучения и носимыми устройствами.
- Разработать мобильное приложение и интегрировать в него модель машинного обучения.
- Собрать данные для обучения модели, обучить модель и оценить ее эффективность.

Существующие решения

- Большинство мобильных решений используют **фотоплетизмографию**.
- Стационарные системы используют разные показатели **активации симпатической нервной системы**: электрическая активность кожи, кровяное давление, сердцебиение, частота дыхания.
- Популярно применение **вариабельности сердечного ритма (HRV)**.
- На основе HRV и данных о физической активности достигается **86%** качества определения стресса.

Выбор признаков

- **HRV** — крайне важный показатель баланса нервной системы.
- **Физическую активность** можно рассчитать по данным акселерометра.
- Пульсометры дешевы и мобильны.

Взаимодействие с устройствами



Интерфейс

6:05 0.04K/s 90%




Started scanning for devices.
Please, choose an HRM device from the list.

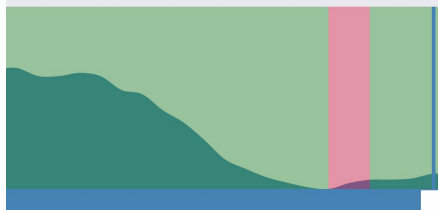
Beets BLU HRM1 by Beets BLU
Beets BLU

CANCEL

11:28 5.99K/s 95%

Stress Detection Kit

 **HRV** **HR** **ACTIVITY**
24 **68** **0**
RELAXED ms bpm points



11:27:58 May 14th REST

Heart rate variability
RMSSD 24 ms

Heart rate
Mean heart rate 68 bpm

Activity in last

STOP MONITORING

11:28 0.08K/s 95%

Developer

Accelerometer Queue	39
Pulse Queue	6
RR Intervals Queue	6
Perceived Stress	0
Collected Chunks	94
Current Samples	22

NO STRESS

LOW STRESS

MEDIUM STRESS

HIGH STRESS


Current stress level is none.
Stress started at 11:12 May 14th.


STOP MONITORING


4:57 7.83K/s 62%

Settings

DEVICES


 Current device
TICKR by Wahoo Fitness


 Select a device
Choose from available devices

 Remove the device
Unpair the current device

CALIBRATION

 Age
22 years

 Baseline heart rate variability
34 ms

 Baseline heart rate
72 bpm

 Accelerometer error
0.00009 m² / s

 Calibrate
Identify baseline values

Сбор данных

- Стрессовые ситуации
 - Подготовка к ответу и сам ответ на экзамене
 - Тест Струпа с негативной обратной связью (в движении и без)
 - Видеоигры в жанре хоррор
- Не стрессовые ситуации
 - Отдых и сон
 - Прогулка
 - Чтение книги
- Было собрано **~700** измерений общей продолжительностью **6** часов.

Конструирование признаков

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2} \quad (1)$$

$$HR_{max} = 220 - age \quad (2)$$

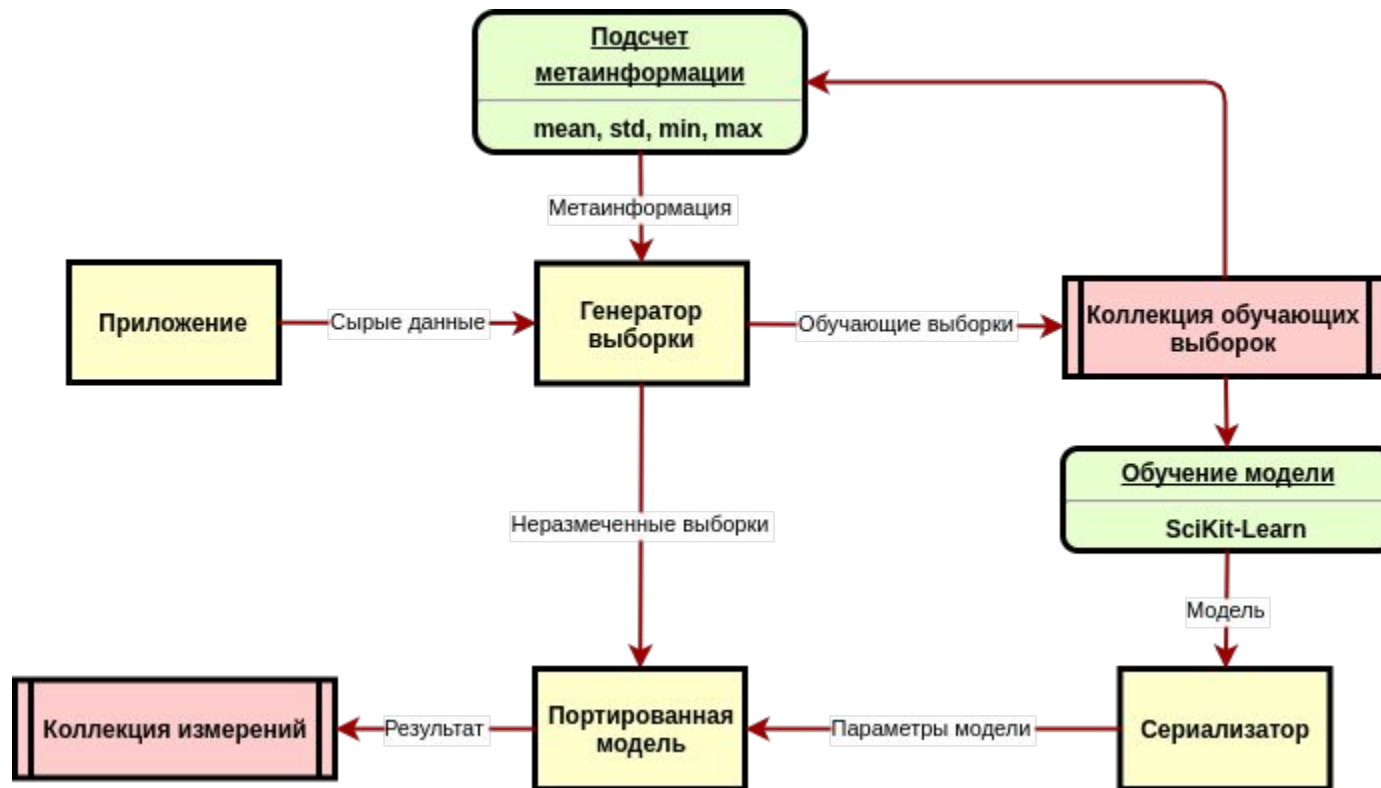
$$AI = \sqrt{\max\left(\frac{1}{3} \left\{ \sum_{i=1}^3 \frac{\sigma_i^2 - \bar{\sigma}^2}{\bar{\sigma}^2} \right\}, 0\right)} \quad (3)$$

$$\%HR = \frac{HR - HR_{baseline}}{HR_{max} - HR_{baseline}} \quad (4)$$

$$\Delta HRV = \ln RMSSD - \ln RMSSD_{baseline} \quad (5)$$

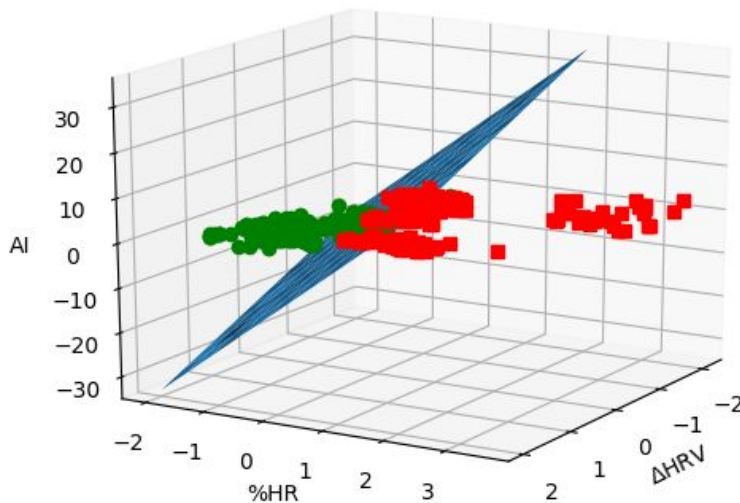
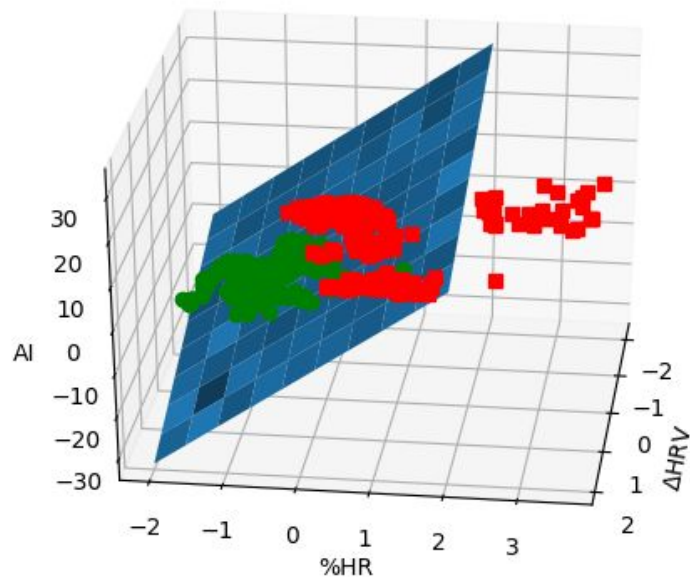
$$(\Delta HRV, \%HR, AI) \quad (6)$$

Взаимодействие с моделью



Описание модели

- **SVM** (Support Vector Machine) с линейным ядром.
- **SMOTE** (Synthetic Minority Over-sampling Technique).



Оценка эффективности

	Точность	Полнота	F-мера
Отрицательно	0.96 (± 0.06)	0.93 (± 0.08)	0.95 (± 0.03)
Положительно	0.94 (± 0.07)	0.96 (± 0.06)	0.95 (± 0.03)
Среднее	0.95 (± 0.03)	0.95 (± 0.03)	0.95 (± 0.03)

- **Апробация** подтвердила точность для отрицательного класса и полноту для положительного, точность же положительного класса была **~50%**.
- Модель детектирует стресс при общении с окружающими.

Ограничения

- Недостаток данных принуждает к линейной аппроксимации.
- Слабую персонализированность модели (т. е. фиксированный порог активации) можно решить:
 - Сведением проблемы к задаче регрессии.
 - Обучением моделей с разной чувствительностью к стрессу.

Результаты

- Проведен анализ существующих решений для определения стресса и выбраны наиболее важные показатели для данной задачи.
- Спроектирована гибкая архитектура приложения и его взаимодействия с медицинскими сенсорами и моделью машинного обучения.
- Реализовано мобильное приложение для платформ iOS и Android.
- Проведена оценка эффективности обученной на собранных данных модели и показано, что на основе данных с пульсометра и акселерометра можно эффективно определять стресс.