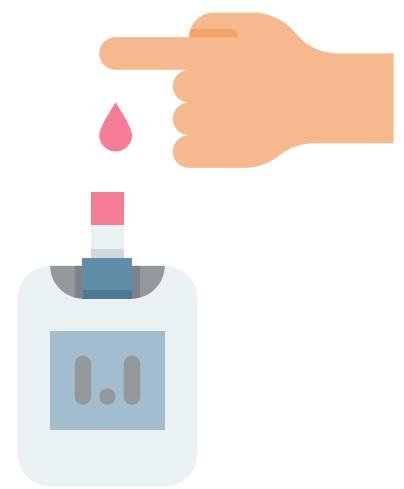




GlucoPred - czyli o nieinwazyjnej predykcji poziomu glukozy

Wykonawcy: Karolina Antonik, Tomasz Hawro, Wojciech Korczyński, Jan Słowiak, Joanna Waczyńska
Kierunek: Sztuczna Inteligencja, Wydział Informatyki i Telekomunikacji, Politechnika Wrocławska

Opiekunowie projektu: prof. Przemysław Kazienko, dr Jan Kocoń, dr n. med. Dariusz Sowiński, prof. Adam Polak



Pomysł na projekt

Celem projektu jest opracowanie wygodnego i bezinwazyjnego systemu wykrywania hipoglikemii, czyli stanów obniżonego poziomu cukru u pacjentów ze zdiagnozowaną cukrzycą typu 1 i 2.



Obecne rozwiązania inwazyjne:

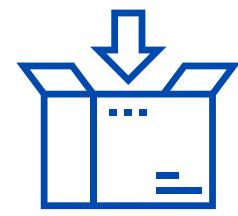
Poziom cukru jest mierzony przede wszystkim za pomocą:



- glukometrów – urządzeń medycznych używających krwi,
- CGM (Continuous Glucose Monitoring) – pomiar inwazyjny wykorzystujący podskórnie wszechzpione sensory.

Nasze rozwiązanie:

- Zbieranie i przetwarzanie sygnałów fizjologicznych za pomocą urządzenia wearable (Empatica E4),
- Opracowanie modelu uczenia maszynowego dokonującego predykcji poziomu cukru we krwi oraz wykrywania hipoglikemii.



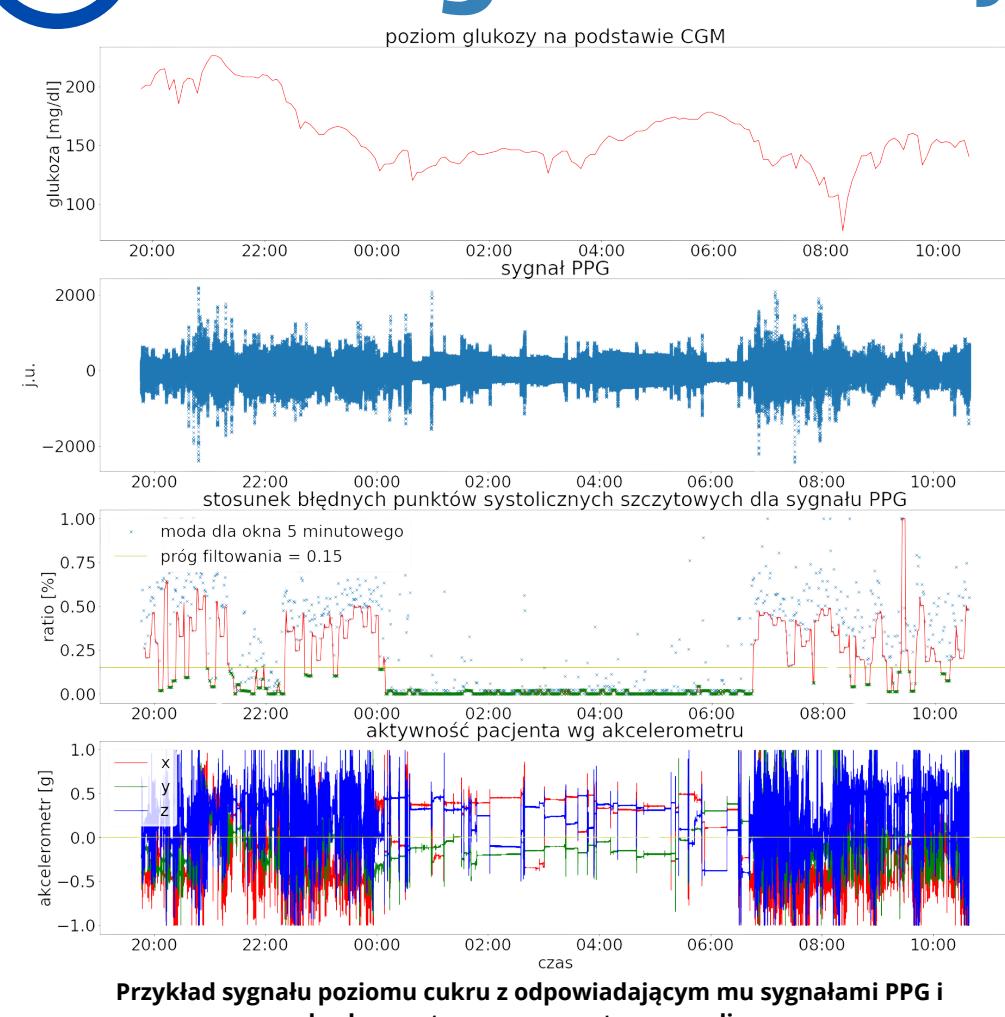
O zbieraniu danych

We współpracy z Centrum Medycznym "Dobrzyńska" zebrano zbiór sygnałów za pomocą urządzeń Empatica E4 oraz CGM-ów*:

- 12 pacjentów (11 kobiet, 1 mężczyzna), proces zbierania danych wciąż trwa,
- sygnały fizjologiczne (temperatura, PPG, GSR, akcelerometr) oraz pomiary poziomu glukozy z CGM (co 5 minut),
- 2100h danych, w tym około 800h nocnych, 40GB,
- 48 przypadków hipoglikemii (poziom cukru utrzymuje się przez pewien czas poniżej 70 mg/dl).



Danych dużo, ale...



... jakość nienajlepsza.

Napotkane problemy:

- sygnały mocno zaszumione (zegarek nie zawsze dobrze przylega do ciała),
- ściągnięcie zegarka przez pacjentkę w trakcie trwania sesji,
- zbyt duża mobilność urządzenia monitorującego sygnały fizjologiczne w trakcie ruchu,
- wyniki ciężkie do generalizacji.

Źródła:

- [1] A. Prabha et al., Non-invasive Diabetes Mellitus Detection System using Machine Learning Techniques, 2021
- [2] T. Das et al., Early detection of diabetes based on skin impedance spectrogram and heart rate variability noninvasively, 2017
- [3] Blood Glucose Level Prediction Challenge sites.google.com/view/kdh-2020/bglp-challenge

*MiniMed 640G MMT-1512/1712, FreeStyle LibreLink, Paradigm Veo - 754;
do zbierania danych potrzebna była zgoda Komisji Etycznej

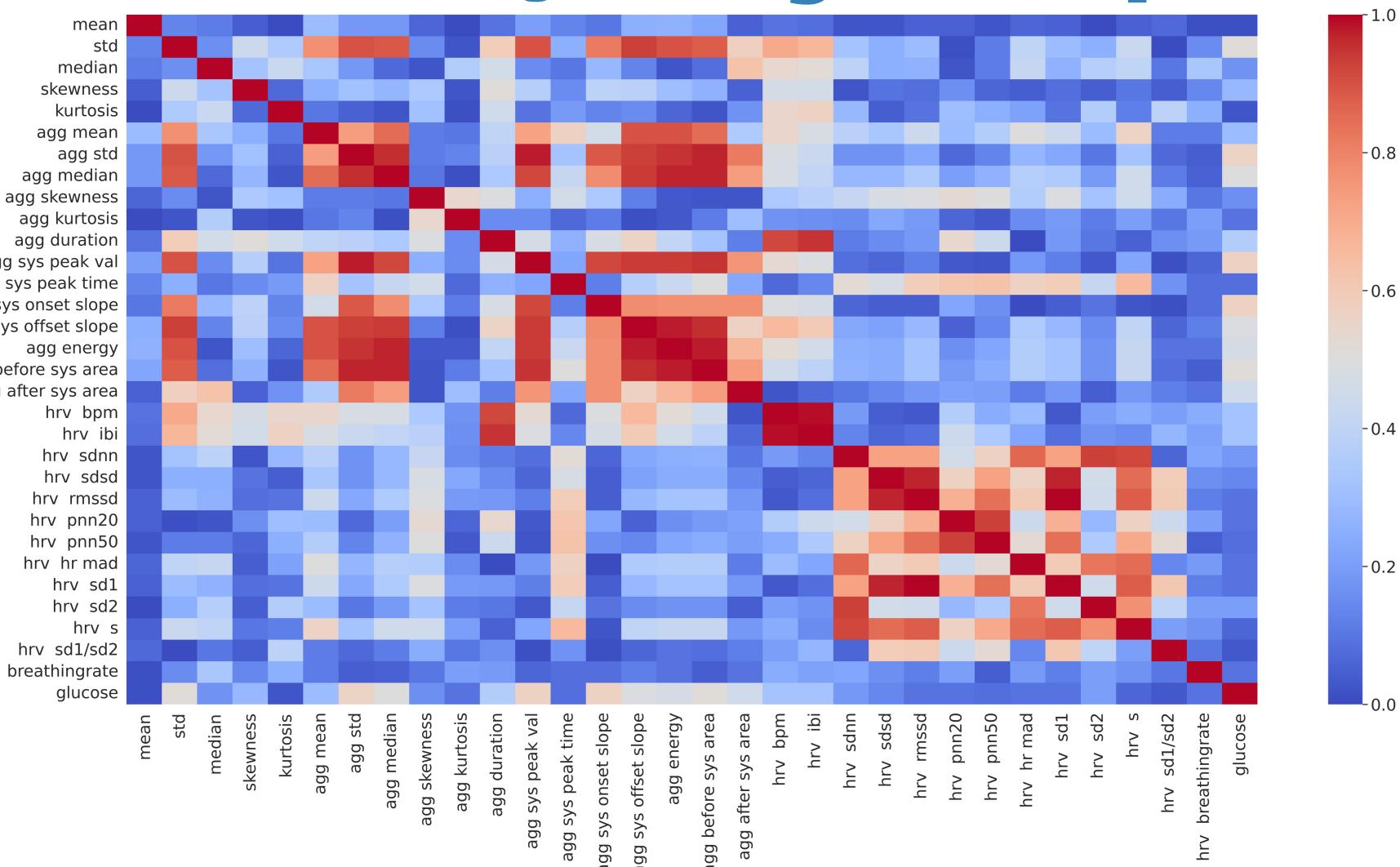


Filtracja danych

- Skupiamy się na danych z nocy – redukcja szumów zewnętrznych. Mniejsza ruchliwość pacjentów. Główne zalety: stała temperatura środowiska, wyciszenie organizmu.
- Odfiltrowanie niepoprawnie wyglądającego sygnału PPG lub sygnału, gdy znaczco obniżała się temperatura (może to oznaczać np. zdjęcie zegarka przez pacjenta/kę) oraz brak sygnału wskazującego na ruch.

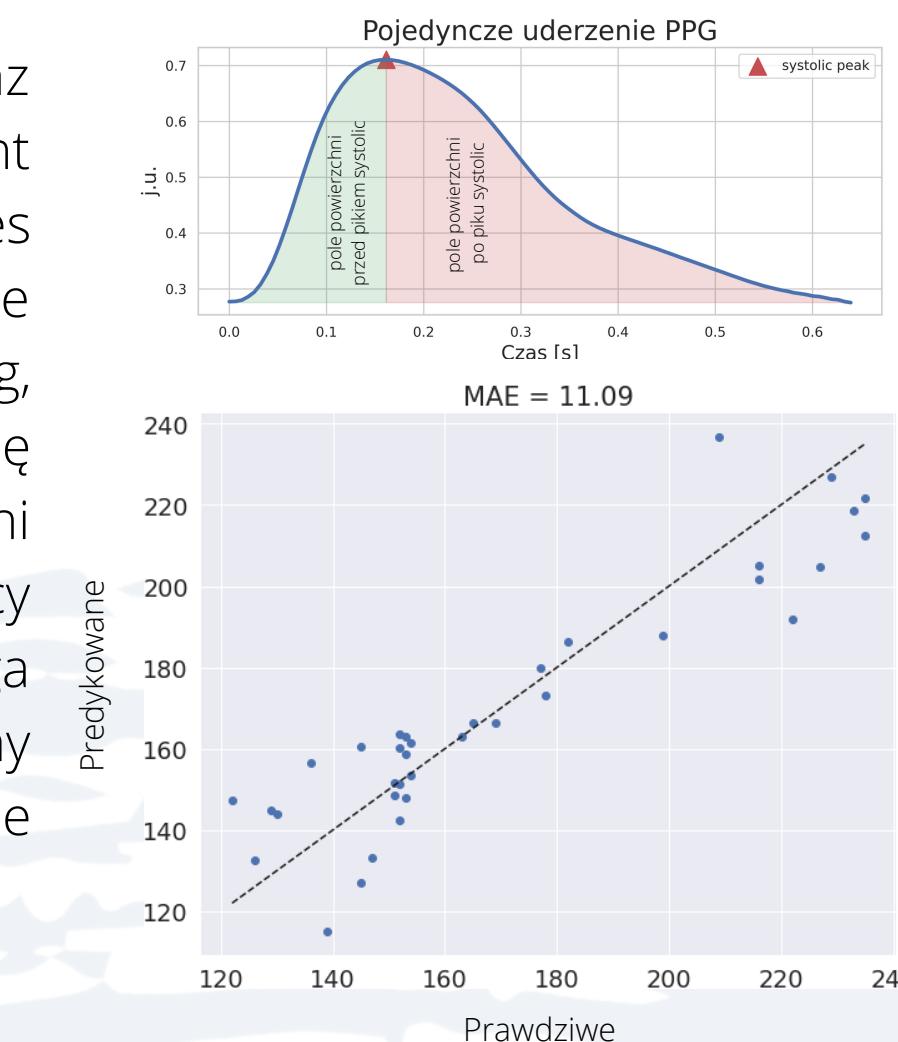


Nasze nadzieje, czyli o hipotezach



Wybrano pojedynczą sesję (jedna osoba, jedna noc, 120 pomiarów glukozy), a następnie wydobyto cechy statystyczne i specjalistyczne z sygnału PPG (5 minut sygnału PPG na jedną próbkę glukozy). Macierz korelacji pokazuje, że istnieją cechy, które mogą być istotne w kontekście predykcji poziomu glukozy (dolny rzad macierzy). Przeważnie odnoszą się do zagregowanego uderzenia PPG: odchylenie standardowe, wartość piku systoliczny, zbocze narastające oraz pole powierzchni pod krzywą do momentu wystąpienia piku systolickiego.

Z wydobytych cech stworzono zbiór danych oraz dokonano ewaluacji. Wykorzystano Light Gradient Boosting Machine (LGBM). Zamieszczony wykres przedstawia wartości prawdziwe i predykowane poziomu glukozy dla podziału danych: 70% na trening, 30% na test. Dodatkowo przeprowadzono walidację krzyżową dla 20 podziałów, w której uzyskano średni wynik **MAE = 18.51**. Model *dummy* (predykujący średnią na podstawie zbioru treningowego) osiąga wynik **MAE = 26.69**, czyli gorszy niż model wytrenowany na cechach sygnału PPG. Można więc stwierdzić, że wytrenowany model lepiej generalizuje.



Podsumowanie

Analiza wyników uzyskanych dla pojedynczej osoby pokazuje, że sygnały fizjologiczne zbierane przy pomocy systemu Empatica E4 niosą istotne informacje w kontekście predykcji poziomu glukozy. Rozszerzenie zbioru, oraz odfiltrowanie danych umożliwia uniknięcie obecnie występującej sytuacji "garbage-in, garbage-out". Wierzymy, że przyczyni się do wytrenowania lepszego modelu wnioskującego o poziomie cukru. Rozważane warianty działania modelu:

- model regresji – przybliżona predykcja poziomu glukozy (sekwenca 15-minutowa),
- model klasyfikujący – predykcja wykrywania stanu hipoglikemii, idealnie – 15 min. przed jej wystąpieniem.



Fundusze Europejskie
Polska Cyfrowa



Rzeczpospolita Polska

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Program Operacyjny Polska Cyfrowa na lata 2014-2020.

Oś priorytetowa nr 3 „Cyfrowe kompetencje społeczeństwa”, działanie nr 3.2 „Innowacyjne rozwiązania na rzecz aktywizacji cyfrowej”.

Tytuł projektu: „Akademia Innowacyjnych Zastosowań Technologii Cyfrowych (AI Tech)”.



Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego

