

PŁYNIE W NAS SŁODKA KREW. CZY AI O TYM WIE?

Wojciech Korczyński, Tomasz Hawro, Joanna Waczyńska, Jan Słowik, Karolina Antonik

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

Politechnika Wrocławska

Problem

Pewnego dnia Danusia czytała gazetę.

- Marek, czy wiesz, że co 11 dorosły na świecie ma zdiagnozowaną cukrzycę?

- W dodatku, patrz co tu piszą. Co 6 sekund umiera osoba z powodu cukrzycy i jej konsekwencji. - zaglądnął przez ramię Marek. Danusia uśmiechnęła się łagodnie.

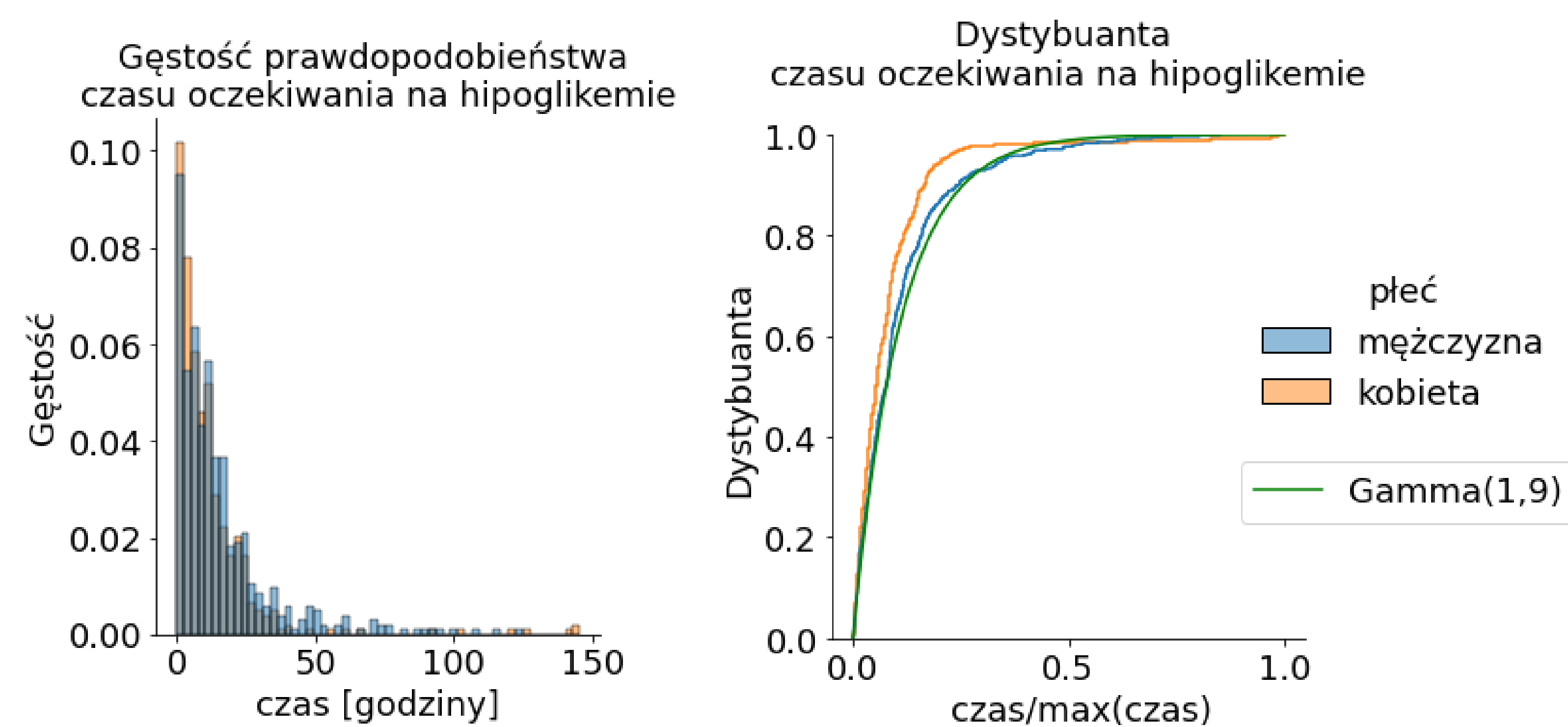
- Tak, cukrzyca uważana jest za chorobę cywilizacyjną. Da się z nią żyć, ale należy się kontrolować. Popatrz, ja noszę takie urządzenie i korzystam z systemu ciągłego pomiaru glikemii. Dzięki temu jestem w stanie lepiej kontrolować poziom cukru w danym momencie. Nie muszę kłuć się też w palec.

- Czy to oznacza, że możesz zobaczyć, jaki będzie przyszły poziom glukozy? - zapytał Marek. - W pewnym sensie tak... Niestety takie urządzenia są drogie. Spójrz tu są dane, czy umiałbyś przewidzieć przyszłe wartości?



Markowe sugestie

Marek otrzymał dane dotyczące poziomu cukru od Danusi i jej kolegów i koleżanek [3]. Dowiedział się, że jednym z ważniejszych momentów dla diabetyka jest stan hipoglikemii. Dlatego zastanawiał się, jak wyglądają rozkłady prawdopodobieństwa, kiedy mówimy o czasie oczekiwania na hipoglikemię. Wyniki widoczne są na rysunku 1. Jedną z ważniejszych obserwacji jest zauważenie, że bardzo często hipoglikemia następuje jedna po drugiej. Czyli czas oczekiwania na nią jest bardzo krótki.



Rysunek 1: Zbadanie czasu oczekiwania na hipoglikemię w zależności od płci.

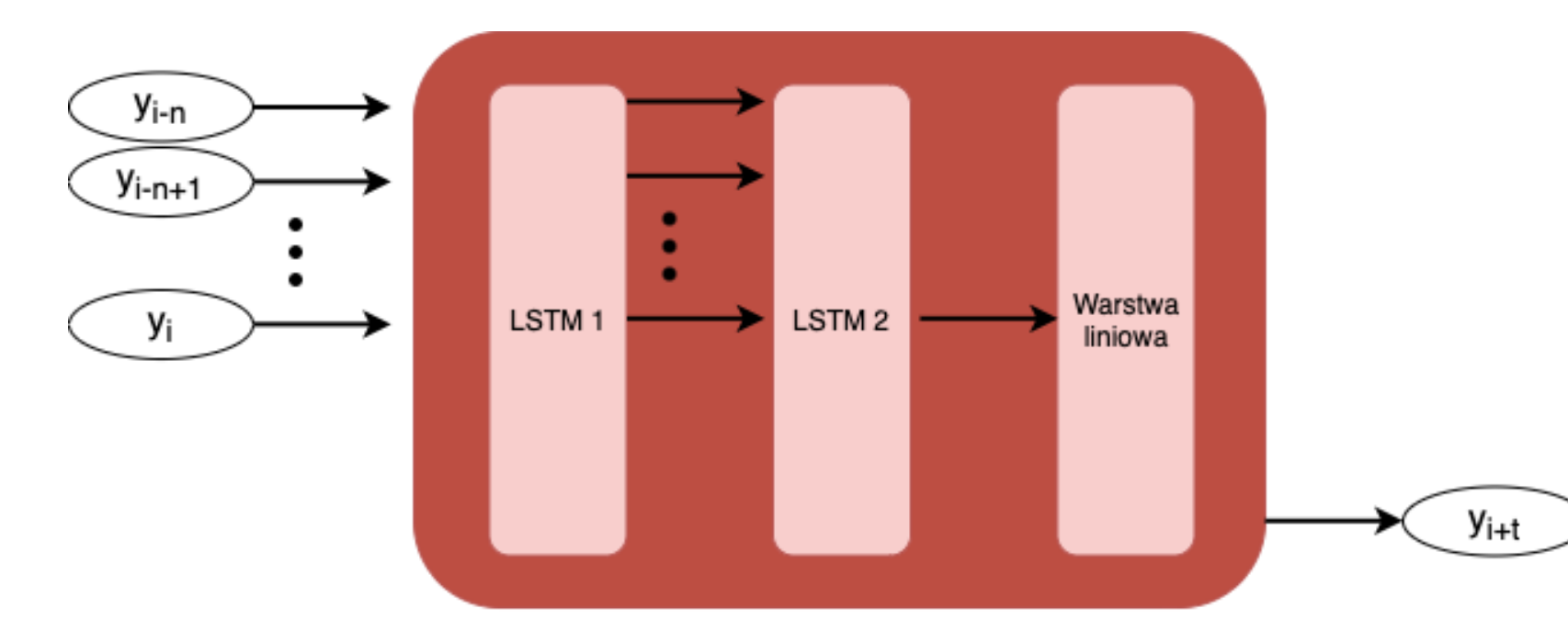
Ile kroków do przodu? Czyli o sieci LSTM

Marek postanowił skorzystać też z naszej pomocy by móc predykować przyszłe wartości. Użyliśmy do tego rekurencyjnej sieci neuronowej LSTM (ang. Long short-term memory). Jest to sieć (rysunek 2), która bardzo dobrze sprawdza się do zadań polegających na prognozowaniu szeregów czasowych.

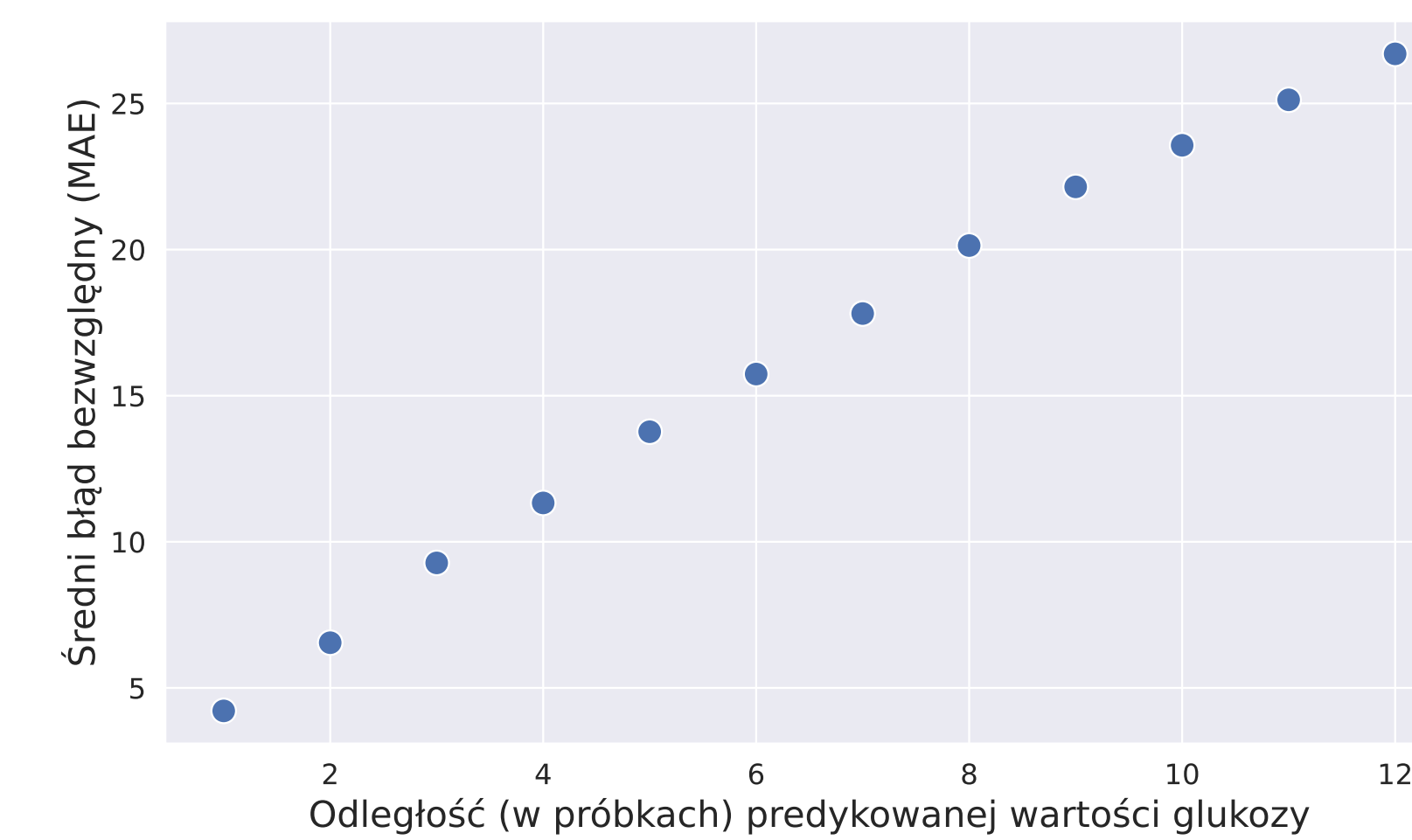
Model jako dane wejściowe przyjmuje 6 próbek (odpowiadających danym historycznym z 30 minut) wartości poziomu glukozy, a na wyjściu predykuje pojedynczą wartość przyszłej wartości poziomu glukozy, która w zależności od podejścia była oddalona od 5 do 60 minut od ostatniej próbki w sekwencji wejściowej. Dla każdego z wyżej wspomnianych podejść wytrenowano osobny model. Następnie dla danych ze zbioru testowego, z którymi model wcześniej nie miał kontaktu, wyznaczono średni błąd bezwzględny MAE (ang. Mean Absolute Error)

$$MAE = \sum_{i=1}^N |\hat{y}_i - y_i|. \quad (1)$$

Wykres błędów MAE przedstawiono na rysunku 3 (różnica czasowa między próbkami to 5 minut).

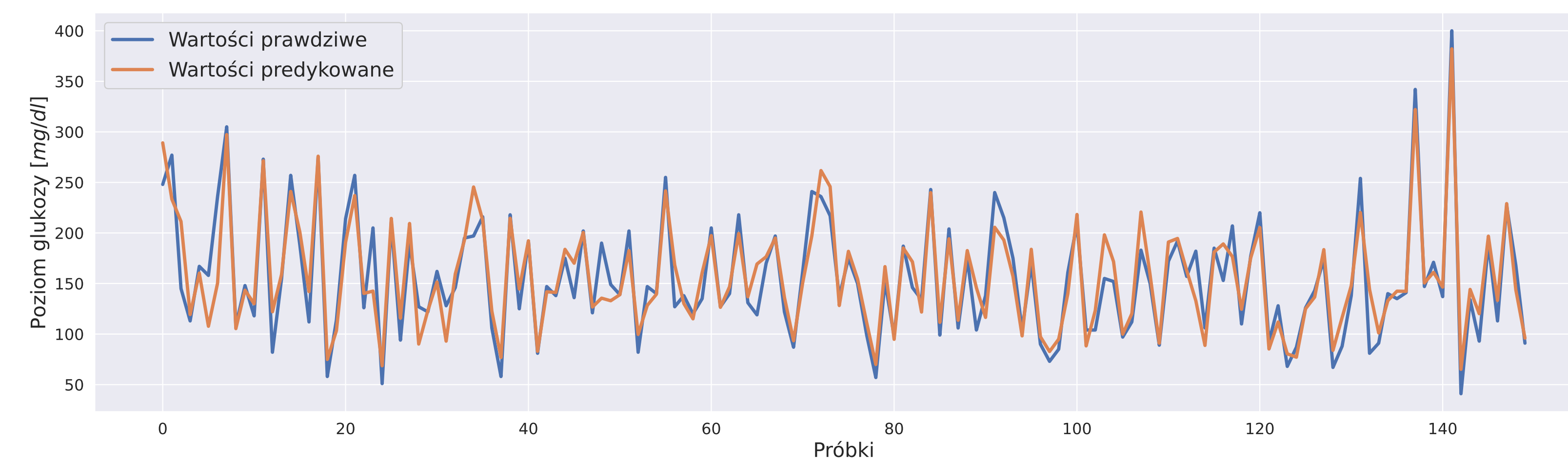


Rysunek 2: Diagram użytej sieci LSTM



Rysunek 3: Zależność MAE od horyzontu czasowego predykcji

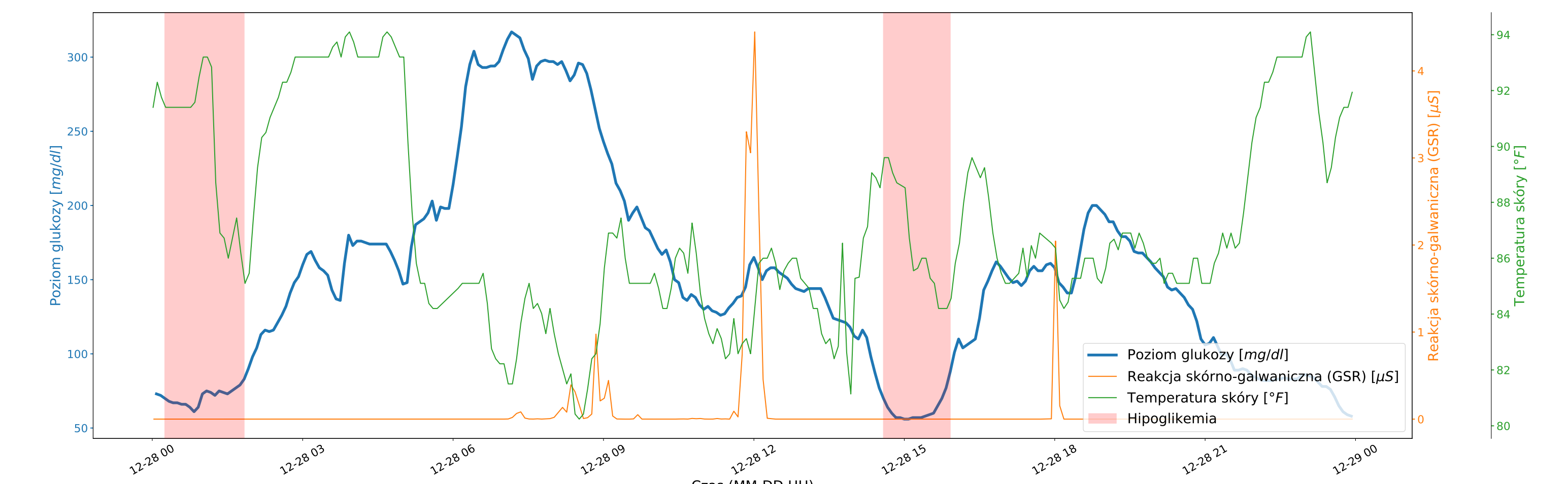
Predykcja poziomu glukozy pół godziny do przodu jest bardzo potrzebnym narzędziem. Dzięki temu, możemy reagować dużo szybciej na zbliżającą się hipoglikemię lub inne niepokojące zmiany. Zauważmy, że dla predykcji poziomu glukozy 30 minut do przodu (6 próbek) model na zbiorze testowym (po dostrojeniu parametrów) uzyskuje wartość MAE około **15,17**. Jest to bardzo dobry wynik. Wykres na rysunku 4 przedstawia wartości prawdziwe poziomu glukozy wraz z wartościami predykowanymi przez model.



Rysunek 4: Wartości predykowane i prawdziwe poziomu glukozy

Podsumowanie i dalsze badania

Jak widzimy na zaprezentowanych wykresach, na podstawie analizy historycznych poziomów stężenia glukozy z całkiem dobrym wynikiem można prognozować stany przyszłe.



Rysunek 5: Sygnały poziomu glukozy (niebieski), temperatury skóry (zielony) oraz reakcji skórno-galwanicznej (pomarańczowy). Czerwone pola przedstawiają przedziały czasowe, w których wystąpiła hipoglikemia

Przyszła praca:

- Zbadanie możliwości predykcji z węższym oknem przesuwnym i krótszym horyzontem predykcji.
- Predykcja poziomu glukozy na podstawie czynników fizjologicznych. Takimi sygnałami są np. temperatura ciała, praca serca, odpowiedź rezystancyjna skóry. Pozwoliłoby to na mniej uciążliwe terapie, które nie wymagałyby nakłuwania skóry lub drogich urządzeń typu CGM (Continuous Glucose Monitoring). Przykładowe dane przedstawione są na rysunku 5. Idea projektu jest widoczna na rysunku 6.



Rysunek 6: Idea projektu

- Detekcja hipoglikemii (stanów, gdy poziom glukozy we krwi znajduje się poniżej 70 mg/dl), z racji tego, że krótkoterminowo są bardziej niebezpieczne dla chorych.
- Nawiązanie współpracy z lekarzami diabetologami. Utworzenie zbioru danych sygnałów fizjologicznych pozyskiwanych przy pomocy zintegrowanego systemu smartwatch'y z poziomem glukozy.

Źródła cennej wiedzy

- 1 <https://stories.freepik.com/people> Illustration by Freepik Stories
- 2 <https://storyset.com/health> Health illustrations by Storyset
- 3 C. Marling and R. Bunesco. The OhioT1DM dataset for blood glucose level prediction: Update 2020. In Proceedings of the 5th International Workshop on Knowledge Discovery in Healthcare Data, Santiago de Compostela, Spain, August 30, 2020
- 4 Christopher Olah. Understanding LSTM Networks <https://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs>