

Monitorace koncentrace glukózy pomocí nositelných zařízení

Martin Úbl¹

1 Úvod

Diabetes je onemocnění, kterým trpí značná část světové populace (IDF (2017)). Vyznačuje se zvýšenou hladinou koncentrace glukózy v krvi. Pro správnou léčbu a zamezení následkům je nutné, aby pacient pravidelně tuto koncentraci měřil a podle zjištěné hladiny dával hormon inzulín, který hladinu glukózy v krvi snižuje. Tato práce se věnuje monitoraci glukózy pomocí mobilního telefonu a „chytrých“ hodinek za použití senzorů pro kontinuální měření hladiny koncentrace glukózy v podkožní tkáni a jejich kombinaci s výpočetními modely, které z tohoto signálu umí vypočítat koncentraci glukózy v krvi, jelikož ta je směrodatným údajem pro orgány v těle a léčbu. Dalším požadavkem je vyvinout takovou podlehlou architekturu, kterou bude možné bez nutnosti modifikace používat jak na mobilním telefonu, tak na osobním počítači pro simulace a další výzkum v této oblasti.

2 Přenos naměřených dat

Senzory pro kontinuální měření využívají nízkopříkonovou technologii Bluetooth Low-Energy (BLE). Podporu této technologie nalezneme v drtivé většině mobilních telefonů. BLE definuje profily pro kontinuální měření glukózy v rámci standardu IEEE 11073 (IEEE (2018)). Tento standard obsahuje definici profilu, který je implementován v moderních senzorech a je možné ho volně použít například i v aplikacích pro mobilní telefon.

Aplikace pro mobilní telefon se musí umět k tomuto senzoru připojit, vyčíst potřebná data, použít jednotný kód k jejich analýze a výsledek prezentovat pacientovi v podobě grafu a aktuálních hodnot.

3 Modely dynamiky glukózy

Jako proof of concept univerzální aplikace budou implementovány dva modely dynamiky glukózy:

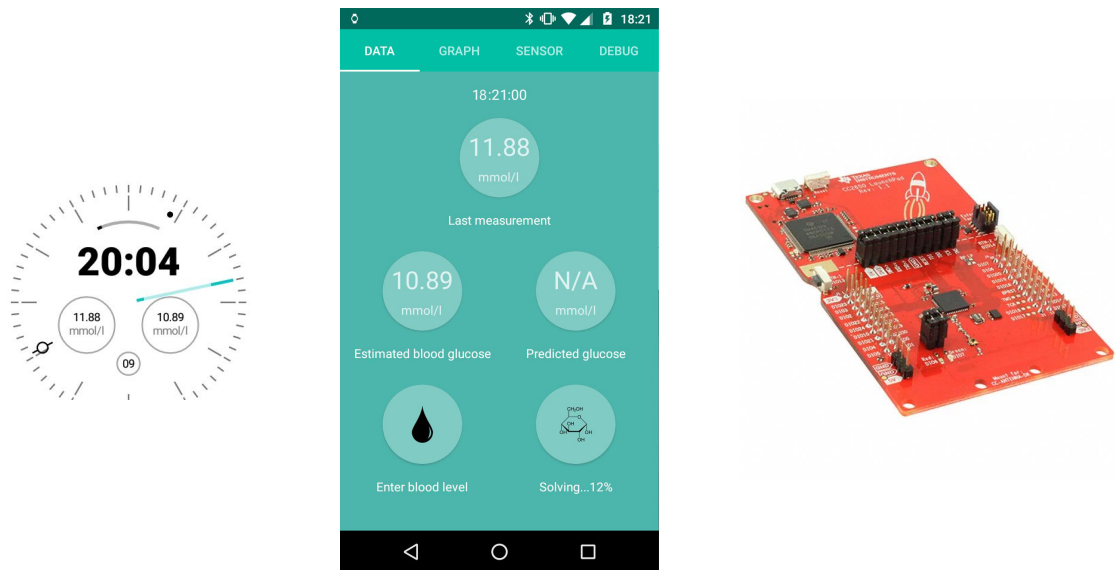
- model Steil-Rebrinové
- difúzní model

a dva algoritmy pro hledání jejich parametrů:

- metadiferenciální evoluce (MetaDE)
- NEWUOA

Jako metrika bude použita Crosswalk, jelikož počítá s časovým uspořádáním hodnot (Koutný (2017)). Tyto algoritmy, modely a metody byly vybrány vedoucím práce na základě současného stavu poznání modelování dynamiky glukózy.

¹ student navazujícího studijního programu Inženýrská informatika, obor Počítačové systémy a sítě, specializace Počítačové sítě, e-mail: ublm@students.zcu.cz



Obrázek 1: Snímek obrazovky mobilní aplikace, *watch face* „chytrých“ hodinek s ukazateli naměřené koncentrace glukózy v intersticiální tekutině a vypočtené koncentrace v krvi a vývojová deska TI LaunchXL CC2650

4 Realizace

Mobilní aplikace byla implementována užitím technologií Xamarin a Xamarin.Forms. Podlehlá architektura sestává z lineárně propojených filtrů v podobě dynamických knihoven a byla implementována v jazyce C++. Aplikace pro osobní počítač je implementována také v C++ a používá knihovny sady Qt. Pro hardwarovou simulaci reálného senzoru byl použit modul Texas Instruments LaunchXL CC2650, do kterého byla implementována podpora profilu definovaného ve standardu IEEE 11073.

5 Dosažené výsledky

Vytvořená mobilní aplikace je schopna se připojit k senzoru, číst hodnoty a kalibrovat jej, provádět výpočet koncentrace glukózy v krvi a výsledky přehledně zobrazovat na „nástěnce“ a ve vykreslených grafech. Také byly využity hodinky, ve kterých jsou hodnoty zobrazovány systémem *complications* v rámci existující *watch face*. Aplikace pro osobní počítač je pak schopna načítat v minulosti naměřené hodnoty z databáze, posílat je ke zpracování dalším filtrům (modely dynamiky glukózy, výpočet chybových, metrik, ...) a výsledky zobrazovat v grafech, mřížkách a tabulkách.

Výsledkem práce je prototyp CGMS nové generace použitelného jak na straně pacienta, tak pro výzkumné účely pro vývoj modelů dynamiky glukózy, metrik a dalších algoritmů.

Literatura

International Diabetes Federation, 2017. Diabetes Atlas. www.diabetesatlas.org

Koutný, T. (2017) *Crosswalk – a time-ordered metric*. Springer Singapore.

IEEE Std. 11073-10425-2017 (2018) *Health informatics – Personal health device communication - Part 10425: Device Specialization – Continuous Glucose Monitor (CGM)*. IEEE.