

Martin  
Úbl

Diplomová práce

Inženýrská informatika  
Počítačové systémy a sítě  
2017/2018

Vedoucí práce:  
Doc. Ing. Tomáš Koutný, Ph.D.

# Monitorace koncentrace glukózy pomocí nositelných zařízení

## Diabetes mellitus

Diabetes mellitus, hovorově též “cukrovka”, je onemocnění, kterým trpí značná část světové populace. 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 dávalo hormon inzulín, který hladinu glukózy v krvi snižuje.

## Měření koncentrace glukózy

- sporadicky z krve - ~3x denně píchnutím do prstu
- kontinuálně z podkoží - senzor zavedený do podkoží

Koncentrace v těchto prostředích nejsou stejné. Pro orgány je rozhodující koncentrace glukózy v krvi, jejíž měření je nepohodlné. Je proto nutné mít model dynamiky glukózy, který měřené koncentrace umí převádět.

Naměřené hodnoty kontinuálního senzoru jsou přenášeny bezdrátovou technologií do dalšího zařízení - inzulínové pumpy, sběrného zařízení nebo mobilního telefonu. Na základě naměřených hodnot pak může inzulínová pumpa dávkovat inzulín. Ta však vyhodnocuje situaci pouze dle měřených hodnot - neintegruje model dynamiky glukózy. Kromě mobilního telefonu lze uvažovat navíc o tzv. “chytrých” hodinkách pro pohodlnější monitoring.

## Modely dynamiky glukózy

Existuje větší množství modelů, na prakticky dostupných signálech zakládají tyto dva:

- model Steil-Rebrinové
- difúzní model

Pro oba modely je nutné najít parametry dle měření u konkrétního pacienta. Pro nalezení parametrů vedoucí práce vybral dle předchozích zkušeností tyto algoritmy:

- NEWUOA
- metadiferenciální evoluce (MetaDE)

## Požadavky

Hlavním požadavkem bylo tedy vytvořit takovou aplikaci, která umožní přijímat kontinuálně měřenou koncentraci glukózy na straně pacienta, použít model k její transformaci a výsledky přehledně vizualizovat. Rovněž bylo nutné vytvořit simulátor, díky kterému bude možné ve výzkumném procesu dále zlepšovat modely dynamiky glukózy, algoritmy pro hledání jejich parametrů, metriky a další, související části celého systému. Navíc byl jedním z požadavků i simulovaný senzor za použití vývojové desky s podporou technologie Bluetooth Low Energy a implementovaným protokolem IEEE 11073 pro kontinuální monitoraci koncentrace glukózy. Výsledek tedy má být simulací celého zásobníku pro monitoraci na straně pacienta.

## Realizované řešení

Aplikace staví na jednotném základu tzv. fall-through architektury implementované v moderním jazyce C++17. Aplikace pro mobilní telefon byla vyvinuta v jazyce C# s použitím technologie Xamarin a Xamarin.Forms, aplikace pro osobní počítač pak v C++ s knihovnou Qt. Řešení dále zahrnuje zobrazování hodnot v existující watch face “chytrých” hodinek použitím systému complications, a simulaci reálného senzoru s užitím vývojové desky Texas Instruments LaunchXL CC2650. Řešení bylo otestováno na dostupných datech a byla změřena spotřeba pro oba modely a algoritmy výpočtu parametrů na mobilním telefonu. Tabulka níže obsahuje střední hodnoty měřených veličin.

Algoritmus/Model	T [s]	Q [mAh]	E [mWh]
MetaDE/difúzní	77.335	1.7722	7.3263
MetaDE/Steil-Rebrin	75.282	1.7242	7.1278
NEWUOA/difúzní	0.284	0.0304	0.1257
NEWUOA/Steil-Rebrin	0.777	0.0336	0.1389

