

Gaming for diabetes

Martin Úbl¹, Tomáš Koutný²

1 Úvod

Diabetes mellitus, lidově též *cukrovka*, je civilizační choroba. Vyznačuje se zvýšenou hladinou koncentrace glukózy v krvi. Příliš vysoká hodnota této koncentrace (hyperglykémie) způsobuje v dlouhodobém měřítku vážné komplikace, např. poškození orgánů. Z tohoto důvodu je nutné tuto hladinu regulovat pravidelným dávkováním hormonu inzulin, který není schopné tělo pacienta s diabetem produkovat vůbec, nebo nedostatečné množství. Inzulin je možné dávkovat jednorázovými bolusovými dávkami, např. před jídlem, případně tzv. bazální inzulin kontinuálně inzulinovou pumpou. Nadbytek inzulinu v těle však může způsobit, že bude hladina koncentrace glukózy v krvi příliš nízká (hypoglykémie), což s sebou rovněž nese komplikace.

Dávkovat inzulin precizně je ale pro pacienta obtížný úkol – množství cukrů v potravě je obvykle hrubý odhad, a rovněž by pacient musel neustále kontrolovat hladiny koncentrace glukózy a upravovat dávkování ručně. Odezva lidského těla na inzulin se navíc v rámci dne i dlouhodobě mění. Proto je pro efektivní regulaci nutné používat inzulinovou pumpu, která je schopna se pacientovi přizpůsobit dle měřených hodnot a často i nějaké formy předpovědi.

Transformace problému inzulinové terapie do formy hry může přinést nové poznatky v problematice rozhodování při dávkování inzulinu v reálném čase.

2 Regulace

Mezi metody pro výpočet optimální dávky bazálního inzulinu se řadí algoritmy založené na modelově-predikčním řízení (MPC), proporciálně-integrálně-derivačním regulátoru (PID) nebo fuzzy logic. Tyto algoritmy však stále často vykazují určitou nestabilitu a obtížně se ladí.

Další možností je pro daného pacienta odvodit personalizovaný model metodami, které popsal De Falco et al. (2018). Oproti jiným druhům řízení, které vnitřně používají jeden model, pouze pro každého pacienta jinak parametrizovaný, by tento přístup umožnil přizpůsobit celou podobu modelu. Tato metoda by ovšem vyžadovala velkou datovou množinu s co možná nejlepší regulací inzulinovou terapií. S dostatečně přesným modelem pacienta a simulačním frameworkem je však možné chování pacientova těla generovat, jediný problém zůstává v časové řadě dávek inzulinu. V současnosti využívané modely pacienta popsal např. Bergman et al. (1979) nebo Hovorka et al. (2004).

3 Převod problému do mobilní hry

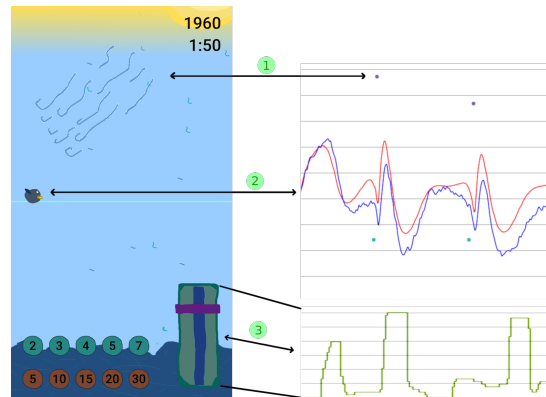
Problém inzulinové terapie byl analogicky převeden do hry pro mobilní telefon. Zvolená herní postava (Íkaros) nesmí přes moře letět ani příliš vysoko, ani příliš nízko – obdobně jako pacient by neměl mít koncentraci glukózy v krvi příliš vysokou nebo nízkou. Generátorem problémů je samotný model pacienta, jehož výstup v podobě naměřené koncentrace glukózy je

¹ student doktorského studijního programu Inženýrská informatika, obor Informatika a výpočetní technika, e-mail: ublm@kiv.zcu.cz

² NTIS - Nové technologie pro informační společnost, e-mail: txkoutny@ntis.zcu.cz

použit jako pozice herní postavy v analogickém světě. Tento model dále přijímá v náhodných intervalech jídla, která se ve hře projeví jako externí vliv v podobě větru. Hráč ovládá analogii virtuální pumpy, která byla do hry převedena jako rychlost mávání křídlů herní postavy. Hráč má dále možnost jednorázově výrazně zrychlit pohyb křídel tlačítkem, což tvoří analogii bolusových dávek inzulínu.

Po celou dobu hry je vyhodnocováno skóre podle vzdálenosti od středové čáry, jakožto analogie metriky součtu absolutních chyb od cílové glykemie. Uživatelské rozhraní bylo realizováno pomocí technologie Xamarin v jazyce C#, výpočetní část a simulační framework byl tvořen komponentami systému SmartCGMS (Koutny a Ubl (2018)).



Obrázek 1: Analogický převod modelu pacienta do hry; 1) převod jídla na překážku ve hře, 2) převod koncentrace glukózy na pozici herní postavy, 3) převod ovládání inzulínové pumpy na rychlost mávání křídlů

4 Závěr

Byla vytvořena jednoduchá hra, díky které je možné generovat datové množiny pro odvození modelu optimální inzulínové terapie. Hra bude dále rozvíjena, a to jak po stránce estetické, tak psychologické. Hráč, kterému je problém inzulínové terapie skryt, má totiž potenciál datovou množinu zatížit chybou způsobenou subjektivní percepcí prvků herního světa.

Poděkování

Tento příspěvek byl podpořen grantovými projekty PUNTIS-LO1506 a SGS-2019-016.

Literatura

- Bergman, R.N., Ider, Y.Z., Bowden, C.R., a Cobelli, C. (1979) *Quantitative estimation of insulin sensitivity*. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 236 (6), pp. E667.
- De Falco, I., Cioppa, A.D., Koutny, T., Krcma, M., Scafuri, U., a Tarantino, E. (2018) *Genetic Programming-based induction of a glucose-dynamics model for telemedicine*. Journal of Network and Computer Applications, 119 (1), pp. 1–13.
- Hovorka, R., Canonico, V., Chassin, L.J., Haueter, U., Massi-Benedetti, M., Orsini Federici, M., Pieber, T.R., Schaller, H.C., Schaupp, L., Vering, T., Wilinska, M.E. (2004) *Nonlinear model predictive control of glucose concentration in subjects with type 1 diabetes*. Physiological Measurement, 25 (4), pp. 905–925.
- Koutny, T., Ubl, M. (2018) *Parallel software architecture for the next generation of glucose monitoring*. Procedia Computer Science, 141 (1), pp. 279–286.