

MOBILE SYSTEM FOR MONITORING SPORTS ACTIVITY

Filip Maleňák

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xmalen03@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jiří Rozman

E-mail: rozman@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of this thesis is to present possible technical solution for monitoring sports activity. Electric signals of heart are transmitted into an open-source Arduino platform and results are presented to the user in a clear and structured way through a mobile application. The suggested system shows the possibilities of using available SW and HW technologies and their implementation in the design of an integrated tool for monitoring sports activity. System also shows the user's respiratory rate.

Keywords: Arduino, Respiratory rate, ECG, iPhone, mHealth, POLAR, Heart Rate

1. ÚVOD

Monitorování biologických parametrů v průběhu sportovního tréninku představuje jeden z nejrychleji rostoucích segmentů v oblasti mHealth. Důležitou součástí těchto systémů je způsob prezentace výsledků měření pomocí mobilních aplikací. Nejčastější metodou monitorování sportovní aktivity je stanovení tepové frekvence v reálném čase. Měřením tepové frekvence lze stanovit hodnotu aktuální fyzické zátěže a následně odvodit individuální pásma intenzit sportovního tréninku. Podstatným parametrem reflektujícím zátěž však může být i frekvence dechová. Tento biologický parametr je u většiny současných sportovních mobilních aplikací opomíjen. Společné měření dechové a tepové frekvence poskytuje uživateli rozšířenou informaci o sportovní aktivitě.

Cílem práce je návrh a realizace technického řešení pro podporu uživatele v průběhu sportovního tréninku prostřednictvím mobilní aplikace. Na rozdíl od jiných řešení, které taktéž využívají pro monitorování sportovní činnosti hrudní pás spojený s mobilní aplikací, se systém zaměřuje na současné monitorování tepové a dechové frekvence. Nejedná se o návrh zcela nového hardwarového řešení. Pro návrh systému jsou použity dostupné "open-source" technologie.

2. NAVRŽENÝ SYSTÉM PRO MONITOROVÁNÍ SPORTOVNÍ AKTIVITY

2.1. MĚŘENÉ BIOLOGICKÉ VELIČINY

Biologické veličiny oběhového systému, především hodnota tepové a dechové frekvence, mají rozhodující význam pro řízení sportovního tréninku. Hodnota tepové frekvence (dále jen TF) udává počet úplných srdečních kontrakcí (systola a diastola) za jednu minutu. Velmi rychle reaguje na zatížení organismu a je spolehlivou veličinou pro posouzení intenzity zatížení. Hodnota TF lineárně narůstá s rostoucí fyzickou zátěží až na úroveň maximální. Tuto nelinearitu v jinak lineárním nárůstu TF je možné změřit a stanovit individuální hodnotu maximální tepové frekvence. Následně odvodit individuální pásma intenzit sportovního tréninku pro zlepšení specifické složky tělesné zdatnosti. Pod pojmem dechová frekvence (DF) rozumíme počet respiračních cyklů za jednu minutu. Aktuální hodnota DF reflektuje potřebu organismu na výměnu plynů, která v rámci fyzické zátěže roste v souvislosti s biochemickými ději přeměny energie. Stanovení hodnoty DF přináší dodatečnou informaci vztahující se ke sportovní činnosti a individuálnímu stavu uživatele [1], [4].

2.2. SENZOROVÁ ČÁST SYSTÉMU

Nejpřesnější metodou stanovení aktuální hodnoty TF v průběhu sportovní činnosti je použití hrudního pásu s integrovaným párem elektrod (POLAR T61). Pás je připevněn okolo hrudníku uživatele, kde detekuje a filtruje EKG křivku srdeční aktivity. Signál odpovídající stahům myokardu je následně přenášen na frekvenci 5,5 kHz do vzdálenosti přibližně 1 m. K detekci signálu hrudního pásu je využito čidlo RMCM-01 integrované v rámci otevřené vývojové platformy Arduino. RMCM-01 generuje na pinu HR 1 ms pozitivní impulzy o velikosti 3V, kde každý impulz odpovídá jedné srdeční kontrakci (R vlna signálu EKG). Výpočet TF je následně proveden pomocí vzorce $TF = 60 / (RR)$, kde RR je aktuální hodnota R-R intervalu. Hodnota TF se přímo přenáší a zobrazuje na displeji mobilního telefonu. Pro snadný přenos měřených biologických parametrů je využita součástka Blend Micro. Jedná se o integrovanou vývojovou desku spojující mikroprocesor platformy Arduino (Atmel ATmega32U4) s modulem Bluetooth 4.0 Low Energy (Nordic nRF8001). Součástka je certifikována pro navázání komunikace s operačním systémem iOS mobilního telefonu iPhone. Velikost součástky Blend Micro umožňuje její umístění do pouzdra vybaveného poutkem. Sensorovou část lze tedy připevnit přímo na hrudní pás tak, aby uživatele v průběhu sportovní činnosti nezatěžovala [2].

2.3. STANOVENÍ DECHOVÉ FREKVENCE

Pro stanovení hodnoty DF není příliš vhodné uživatele zatěžovat pneumotachometrickým snímačem umístěným přímo ve vzdušných cestách. Navržený systém nyní využívá mechanismu respirační sinusové arytmie, tedy odchylek v intervalech mezi jednotlivými kontrakcemi myokardu v rytmu dýchání. V průběhu nádechu se trvání R-R intervalů zkracuje (roste srdeční frekvence), v průběhu výdechu se trvání R-R intervalů prodlužuje (klesá srdeční frekvence). Při znalosti dostatečného množství R-R intervalů je možné provést spektrální analýzu a následný odhad hodnoty DF. Jako alternativa k tomuto řešení je využito ohybového senzoru umístěného v elastické části hrudního pásu. Senzor propojený rovněž s mikroprocesorem platformy Arduino reaguje přímo na respirační pohyby hrudníku a DF je stanovena přímo jako počet respiračních pohybů za minutu [3].

2.4. MOBILNÍ APLIKACE “SPORTSBRAIN“

Signály detekované hrudním pásem a předzpracované mikroprocesorem platformy Arduino jsou pomocí Bluetooth 4.0 přenášeny do nativní mobilní aplikace “SportsBrain“ systému iOS (obr. 1). Pro kódování přenosu je využita otevřená knihovna funkcí společnosti RedBearLab. Hodnota TF je opatřena specifickým identifikátorem pro Bluetooth přenos a přenášena pro zobrazení v reálném čase. Nezávisle na TF jsou pak do mobilní aplikace přenášeny hodnoty DF a R-R intervalů pro následnou spektrální analýzu. Provedení spektrální analýzy a detekce píku odpovídajícímu DF vyžaduje dostatečné množství R-R intervalů. Hodnota dechové frekvence odvozená spektrální analýzou je proto zobrazena nejdříve po první minutě záznamu a následně každých 30 s.

Využitím senzoru GPS s funkcí A-GPS pomocí rámce “Core Location“ je mobilní aplikace schopna stanovit aktuální i průměrnou rychlost sportovní aktivity. Dále pak celkovou vzdálenost, tempo a čas. Aplikace v současné podobě podporuje dva druhy sportovního tréninku – cyklistika, běh. Tyto dva módy se liší charakterem zobrazovaných dat založených na GPS. Zatímco pro cyklistiku je relevantním údajem aktuální a průměrná rychlost, průběh běžeckého tréninku lze lépe analyzovat s využitím údaje o aktuálním a průměrném tempu. Základní dva tréninkové módy se dále zásadněji liší v nastavení konstanty “CLActivityType“. U cyklistiky díky rozdílnému nastavení dochází k méně častému obnovení GPS dat a tedy úspoře baterie mobilního telefonu. Aplikace využívá nástroj “CoreData“ pro uchovávání informací o sportovní aktivitě a vytváří tréninkový deník obsahující předešlé aktivity uživatele. V rámci vyhodnocení aktivity je uživateli zobrazena trasa běžeckého či cyklistického tréninku v mapových podkladech a to včetně rychlostního profilu tratě pomocí barevné škály (obr.1). Zajímavou vlastností aplikace je také schopnost práce na pozadí či v uzamčeném stavu mobilního telefonu. Současně se záznamem sportovní aktivity je tak možné přehrávat hudbu či prohlížet internetový obsah prostřednictvím jiných aplikací.



Obrázek 1: Mobilní aplikace SportsBrain: ikona, mód “Běh“, výsledky sportovní aktivity

Mobilní aplikace je v současné době ve vývoji a ve své finální verzi chce nabídnout také individuální profil sportovce založený na hodnotách maximální tepové a dechové frekvence. Tyto hodnoty bude možné stanovit provedením zátěžového běžeckého testu. Test bude proveden stupňovanou zátěží s celkem čtyřmi stupni zátěže vždy po 30s. Cílem je, aby uživatel na konci testu vyvinul maximální možnou zátěž, na jejímž základě budou vypočteny hodnoty individuálních pásem intenzit sportovního tréninku.

3. ZÁVĚR

Navržený systém prezentuje možnosti volně dostupných HW a SW technologií a jejich implementaci za účelem vytvoření nástroje pro monitorování sportovní aktivity. Na rozdíl od jiných dostupných mobilních aplikací je zobrazovaným parametrem nejen tepová frekvence, ale i odvozená frekvence dechová. Systém využívá hrudního pásu, který monitoruje srdeční činnost a je bezdrátově propojen prostřednictvím vývojové desky Arduino s mobilním telefonem iPhone.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Jiřímu Rozmanovi, CSc. za odbornou pomoc a podnětné rady podávané vždy přátelsky a se zájmem, kdykoli to autor této práce potřeboval.

REFERENCE

- [1] BENSON, Roy a Declan CONNOLLY. *Trénink podle srdeční frekvence: jak zvýšit kondici, vytrvalost, laktátový práh, výkon*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 184 s. ISBN 978-80-247-4036-2.
- [2] Blend Micro. RED BEAR COMPANY. RedBearLab [online]. 2014 [cit. 2015-03-24]. Dostupné z: <http://redbearlab.com/blendmicro/>
- [3] JAVORKA, Kamil. *mechanizmy, hodnotenie, klinické využitie*. Martin: Osveta, 204 s. ISBN 9788080632694.
- [4] ROZMAN, Jiří. *Elektronické přístroje v lékařství*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2006, 406 s., xxiv s. barev. obr. příl. ISBN 80-200-1308-3.