

HERO – HEALTH ROBOT

Jiří Chod

Anotace

Budoucnost zdravotnictví předpokládá i efektivní kontrolu a sledování zdravotního stavu nejenom běžného pacienta, ale v rámci prevence by bylo výhodné kontrolovat prakticky celou populaci. V dnešní době, kdy se téměř neodmyslitelnou částí života stal mobilní telefon, je tento cíl zdánlivě snadnější. Jedním z cílů zdravotní péče je tedy nalezení informací potřebných pro efektivnost kontroly a prevence. Standardní údaje lékařských vyšetření je nutno doplnit nejlépe průběžným sledováním. Problém je tedy „co“ měřit a zejména „jak“ měřit. Rozbor možností ukazuje, že jedním z důležitých parametrů je měření systolického a diastolického tlaku. Je zjevné, že měření musí být neobtěžující, bezkontaktní, tedy žádná manžeta atd.

Příspěvek představí projekt HeRo (Health Robot), který tyto záležitosti řeší a je schopen komunikovat s domácím centrem, lékařským centrem a nouzovým centrem první pomoci atd.

Na konferenci budou ukázány funkční vzorky a jejich výsledky, které si účastníci konference mohou po přednášce vyzkoušet.

Klíčová slova

zdravotnictví, robot, systolický tlak, diastolický tlak, bezkontaktní snímání, pletysmografická křivka

1. Úvod

Jedním z velkých úkolů zdravotní péče je nalezení klíčových informací potřebných k tomu, aby systém kontroly a prevence zdraví jednotlivce byl dostatečně efektivní. Budoucí dálkový dohled kontroly zdraví by měl být nejenom nad pacientem, ale obecně nad libovolným subjektem, neboť je třeba si uvědomit, že podstatnou část fatálních problémů a ve svém konci úmrtí je možno omezit prevencí. Je tedy zřejmé, že bude potřebné dlouhodobě sledovat a průběžně vyhodnotit takové údaje o stavu subjektu, aby tím byl zachycen skutečný stav případného onemocnění v dostatečném předstihu. Výchozí budou údaje lékařských vyšetření, získané při návštěvách lékaře a při pobytech v lékařských zařízeních, (vlastní vyšetření, krevní a jiné rozborů a testy, subjektivní sdělení atd.) a ty bude třeba doplnit nejlépe průběžným sledováním klíčových zdravotních údajů. Prvotní otázka tedy je „co“ měřit, „jak“ měřit a na jakou skupinu budoucích uživatelů se zaměřit. Tato idea má samozřejmě řadu úskalí – obtížnost provedení, obtěžování člověka při běžné činnosti, velikost přístrojů obecně, komunikační schopnosti atd.

Na první otázku můžeme odpovědět relativně snadno – bylo by dobré mít k dispozici údaje o tepu, teplotě, dýchání, obsahu kyslíku v krvi, hladině cukru, vhodné by bylo měření systolického a diastolického krevního tlaku, stejně tak EKG a EEG. Tady je při současném stavu měřicí techniky zřejmé, že některá měření budou obtížně realizovatelná (EKG, EEG) s ohledem na potřebu

připojení většího počtu snímacích elektrod, případně obtížnosti měření (glykémie) vyžadující odběr, i když malého, množství krve. Zatím co měření teploty, teploty, dýchání, obsahu kyslíku v krvi jsou relativně snadno realizovatelná, tak měření systolického a diastolického krevního tlaku stávajícími postupy vyžaduje obtěžující používání tlakovací manžety. Je obtížné si představit nasazení takového měření pro celou populaci a to nepřehlídíme k energetické náročnosti vlastního systému.

Přitom, přes dlouhodobý rozvoj projektů e-Health, je dostupné ve skutečnosti pouze minimum skutečně použitelného vybavení pro (dálkovou) kontrolu zdravotního stavu člověka. Navíc jsou to většinou pouze jednoúčelově zaměřená zařízení monitorující omezený počet údajů – např. jenom teplotu, tep, případně dýchání. Proto jich zatím většinu nalezneme spíše v centrech pro sledování stavu sportovců. Velmi podstatnou nevýhodou bývá i velikost přístrojů nebo jejich omezené možnosti „neobtěžujícího“ měření. Podstatnou nevýhodou však může být i Orwellovský svět, neboť není horší představa než snadno dostupná data o zdravotním stavu subjektu, navíc doplněná o časové a polohové údaje. Proto stejně důležitou částí jako vlastní měření, musí být odpovídající zabezpečení jak samotných dat, tak jejich přenosu a zpracování.

Cílem přednášky bude informace a ukázka vývoje projektu HeRo (Health Robot), který tyto záležitosti v řadě oblastí řeší a výsledek se zdá být schopný masového nasazení a představuje jeden z možných základů budoucího elektronického zdravotnického dohledu nejen nad pacienty, ale i obecně nad celou populací.

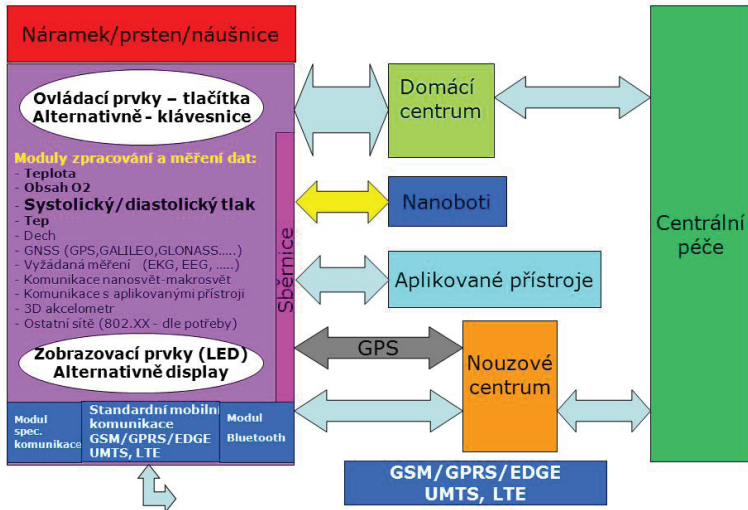
2. HeRo (Health Robot)

Cílem projektu HeRo je zpracovat návrh a realizovat mobilní terminál – robota – dohlížejícího na člověka, tedy terminál samostatně kontrolující životní funkce nositele a komunikující s domácím centrem, lékařským centrem a nouzovým centrem první pomoci. Musí zpracovat – pro začátek – standardní data (teplota, obsah kyslíku v krvi, tep, tlak syst./dias.), v dalším rozšíření mít možnost propojení dalších modulů (např. EKG, EEG atd.) a spolupracovat např. s inzulinovou pumpou apod. V případě potřeby musí být schopen informovat uživatele o problémech a případně přivolat první pomoc.

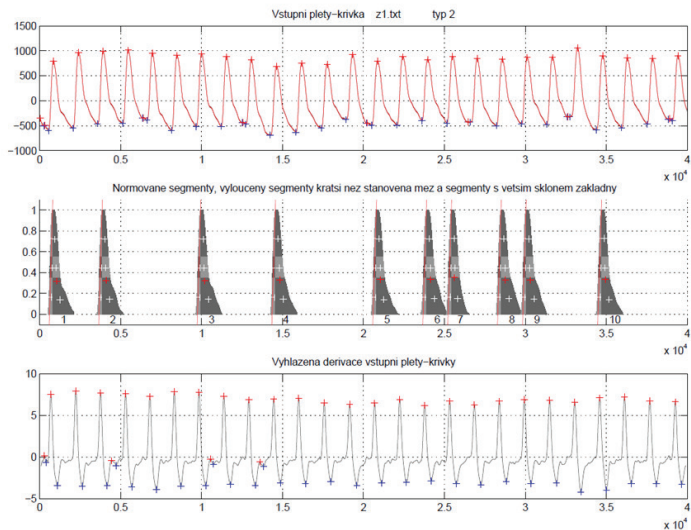
Blokové schéma projektu, včetně komunikace, ukazuje obr. 1. Je vidět, že systém umožňuje základní, výše citovaná měření a obsahuje bloky Globálních navigačních satelitních systémů (GNSS) – GPS, GLONASS, GALILEO, komunikační prostředky sítí PAN (Bluetooth) a WAN (mobilní komunikační sítě 2G – 4G). Je zřejmé, že některé bloky zařízení může představovat současný „chytrý“ mobilní telefon s vlastním operačním systémem a tyto funkce na něj mohou být převedeny.

Všechna měření používají bezkontaktní snímání. Nejpodstatnějším výsledkem však není miniaturizace výsledného přístroje, ale nový způsob výpočtu systolického a diastolického krevního tlaku z pletysmografické křivky, tedy bez použití jakékoliv manžety a jejího nafukování. To otevírá zcela novou možnost,

Komunikační schéma HeRo

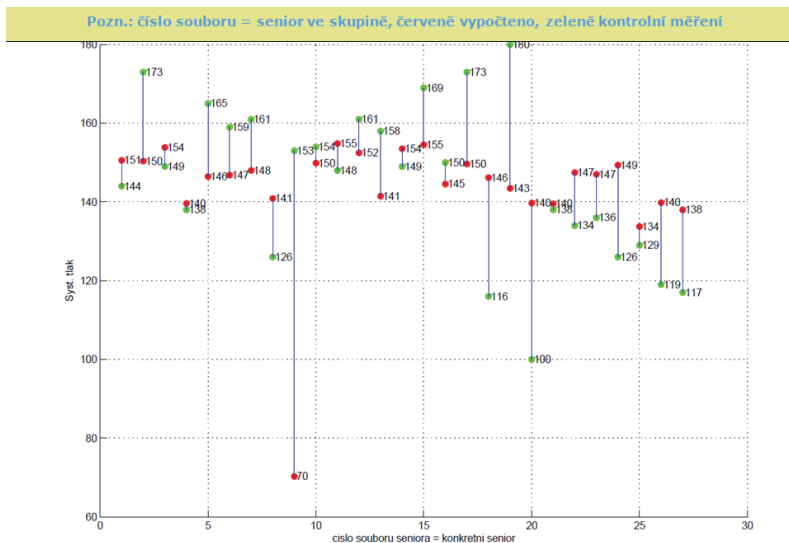


Obrázek 1 – Základní blokové a komunikační schéma projektu HeRo

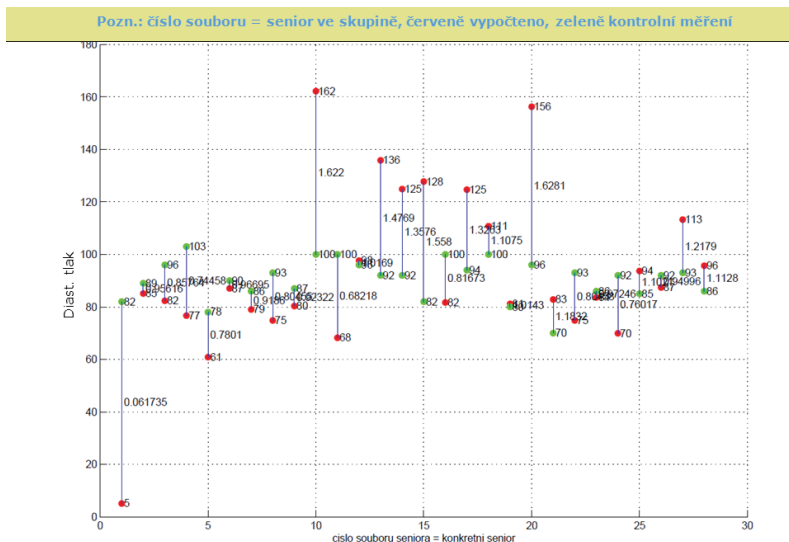


Obrázek 2 – Výběr segmentů z pletysmografické křivky

kteřá ve svých důsledcích nejenom že mění vlastní měření, ale otevírá zcela nový prostor ke globálnímu nasazení a systematické kontrole pro prevenci celé populace.



Obrázek 3 – Příklad naměřených dat systolického tlaku



Obrázek 4 – Příklad naměřených dat diastolického tlaku

2.1 Princip měření

Nový princip měření lze ukázat na několika následujících obrázcích, ukazujících, jak je nově pleťsmografická křivka vyhodnocena, zpracována a následně

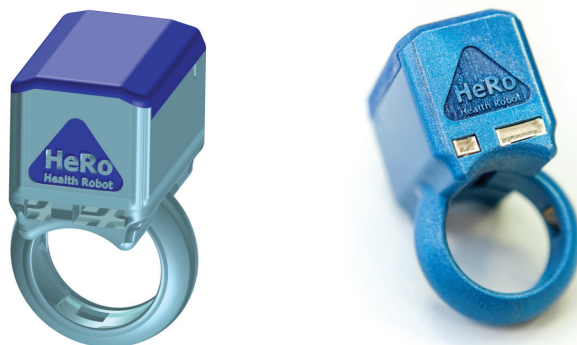
jsou propočteny hodnoty systolického a diastolického tlaku. Základem je digitalizace křivky spojená s filtrací a nalezení vhodných kritérií pro výběr segmentů – viz obrázek 2.

Vybrané segmenty jsou dle nového algoritmu zpracovány a výsledek systolického a diastolického tlaku je zobrazen na obrázcích 3 a 4.

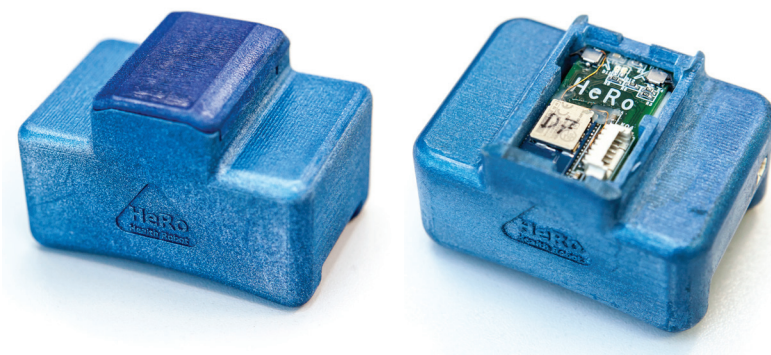
Zde je uveden vzorek 30 lidí a je zřejmé, že v některých příkladech došlo k odchýlnému stanovení správné hodnoty. To je dáno odlišnostmi při specifických onemocněních měřené osoby a v přednášce bude ukázán postup pro nápravu.

2.2 Konstrukční řešení

Konstrukční řešení v současnosti obsahuje 5 základních variant, zahrnujících provedení v podobách od „náramku“, až po „prsten“ nebo „náušnici“ a to buď zcela autonomního systému až po provedení spolupracující s tablety nebo SmartPhony. Vlastní modul však lze zabudovat i přímo do SmartPhone.

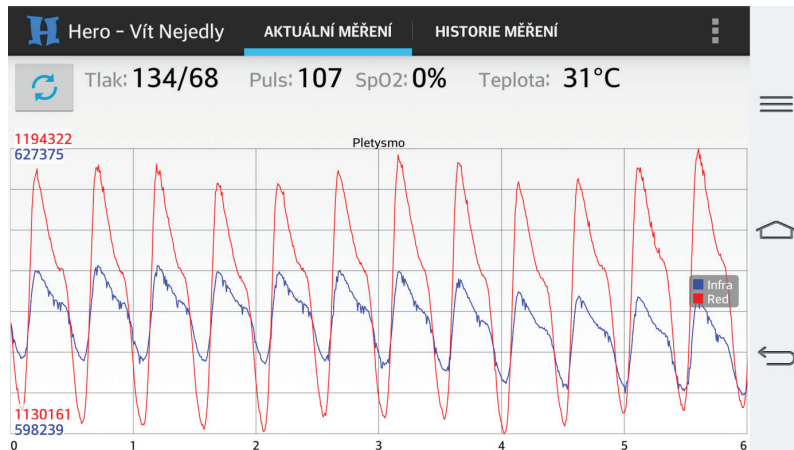


Obrázek 5 – Provedení prsten – návrh a realizace (složeno z obr. 5a a 5b)



Obrázek 6 – Provedení náramek (složeno z obr. 6a a 6b)

Obrázky 7 a 8 pak ukazují příklady zobrazení na obrazovce spolupracujícího Smartphone.



Obrázek 7 – Zobrazení PGP a platných dat na display SmartPhone

Naměřeno	Systolický	Diastolický	Puls	SpO2	Teplota
26.8.2015 21:34:58	132	63	109	0	31
	140	73	109	0	31
	135	70	-1	98	-1
26.8.2015 21:34:18	143	81	106	0	30
	134	68	107	0	31
	142	79	107	0	31
26.8.2015 21:33:33	135	70	-1	98	-1
	143	81	106	0	30
	143	81	106	0	30
	135	70	-1	98	-1
	0	0	0	0	0

Obrázek 8 – Zobrazení platných dat na display SmartPhone

Současná měření demonstrují, v podobě technologických demonstrátorů, zpracování veličin: teplota, obsah kyslíku v krvi a systolický a diastolický tlak. Na konferenci budou účastníkům tyto vzorky dostupné k prohlédnutí a krátkému testování měření.

3. Závěr

Přestože v současnosti je projekt řešen převážně jako (dělená) jednotka s vlastní komunikací i vyhodnocením, tak v blízké budoucnosti bude integrován

do stávajících SmartWatch nebo „sportovních pásků“, které jsou v současnosti na vzestupu a jejich nástup má jediný cíl – přivyknout veřejnost na to, že nastoupí nové služby zdravotního dohledu. Na to se všichni velcí výrobci masivně připravují – viz ohlašované projekty Apple nebo projekt SAMI firmy Samsung. Všechny stávající projekty ale naráží na to, že měření musí být bezkontaktní, neobtěžující a v podstatě o něm uživatel nemusí (nemá) vědět. Zatím platí, že výsledky projektu HeRo, kryté národními a mezinárodními patenty, představují jedinou platformu, která to umí uskutečnit.

Celé řešení je navrženo v intencích koncepce EU v oblasti inteligentního, distančního, zdravotního dohledu, řešícího zcela klíčovou otázku zlepšení zdravotního dohledu i zdravotní prevence v blízké budoucnosti. Důležitá je i značná autonomnost systému a jeho schopnost předat v kritických situacích (ohrožení zdraví a života uživatele) relevantní data diagnózy a souřadnice polohy a tím maximálně zjednodušit případné záchranné operace.

Literatura

- [1.] *HeRo (Health Robot) – Výzkum z vývoj mobilního terminálu – robota – dohlížejícího na člověka a jeho životní funkce (2010-2012), FR-TI/662*
- [2.] *Příhláška mezinárodního patentu PCT/CZ2014/000068*
- [3.] *Chod, J., Zahradnik, P., Jansa, J.: HeRo – Health Robot. Mezinárodní konference Med-e-Tel 2014. Luxemburk. International Society for Telemedicine and eHealth (ISfTeH). Sborník str. 454–458.*

Kontakt:

Doc. Ing. Jiří Chod, CSc.
ČVUT v Praze fakulta elektrotechnická
Technická 2
166 27 Praha 6
Tel.: 224352086
mobil +42060234312
e-mail: chod@fel.cvut.cz