

Dokumentace k výsledku typu software (R)

Hodnocení zdraví pomocí tvorby Health Image skóre

- Autoři:** Radovan Smíšek, Lukáš Smital, Andrea Němcová, Martin Králík, Daniela Chlíbařková, Jana Kolářová, Vojtěch Myška, Jakub Arm, Michal Harvánek, Martin Kolařík, Jaromír Hubálek
- Projekty:** H2020 ECSEL JU, ID: 8A20007 – Next generation smart perception sensors and distributed intelligence for proactive human monitoring in health, wellbeing, and automotive systems (NextPerception)
- Součást:** RG-1-02, CEITEC, VUT Brno
- Datum:** 30.5.2023

Popis:

Jedná se o algoritmus pro výpočet Health Image skóre z parametrů zadaných přes mobilní aplikaci a získaných z nositelných zařízení. Aplikace získává toto hodnocení z cloudové služby, kde je proveden výpočet pomocí navržených softwarů.

Metodologie

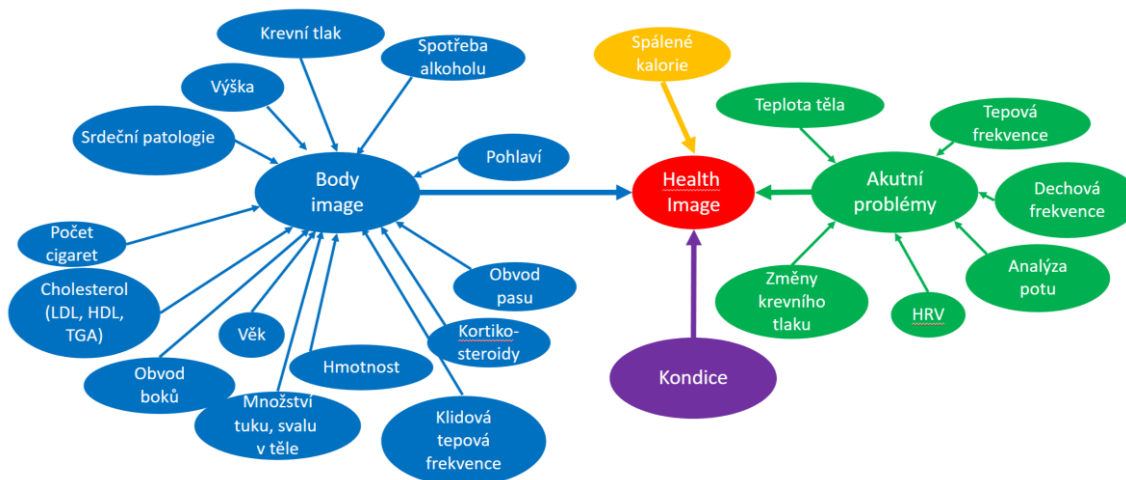
Health Image skóre je získáváno kombinací čtyř vyhodnocovaných oblastí – spálené kalorie, body image skóre, kondice a akutní problémy (Obrázek 1).

Spálené kalorie vypočítáváme pomocí z upravených matematických rovnic určení Metabolic Equivalent. Tyto rovnice umožňují výpočet spálených kalorií na základě znalosti hmotnosti, rychlosti klidového metabolismu a typu a intenzity vykonávané aktivity.

Body image skóre je vyhodnoceno na základě parametrů vybraných dle literární rešerše. Byly vybrány parametry související se zdravotním stavem člověka a s dlouhodobou zdravotní prognózou. Tyto parametry jsou pohlaví, věk, výška, hmotnost, obvod pasu, obvod boků, diastolický krevní tlak, systolický krevní tlak, diabetes mellitus, celková koncentrace cholesterolu, koncentrace LDL cholesterolu, koncentrace HDL cholesterolu, koncentrace triacylglycerolu (TGA), počet vykouřených cigaret za den, braní kortikosteroidů, procento tělesného tuku, procento svalové hmoty a klidová tepová frekvence (Obrázek 1). Některé parametry lze změřit a některé lze získat dotázaním uživatele. Čím více parametrů je bráno v úvahu, tím je výpočet body image robustnější a spolehlivější. Na druhou stranu ne vždy jsou všechny parametry známe (např. uživatel je nechce vyplnit v aplikaci), což bylo bráno v úvahu při tvorbě algoritmu a nemusí tak být nutně všechny zadány.

Kondice uživatele je stanovena na základě analýzy biologických signálů (EKG, PPG, EDA, míra pocení, dechová křivka), které jsou uživateli snímány nositelnými zařízeními během pohybu. Mezi nejdůležitější příznaky pro vyhodnocení kondice patří tepová frekvence během zátěže a rychlost nárůstu tepové frekvence na začátku aktivity a rychlost poklesu tepové frekvence po konci aktivity.

Mezi akutní problémy patří zvýšená teplota a náhlá změna tepové frekvence, dechové frekvence a také potu.



Obrázek 1: Základní schéma parametrů ovlivňujících výsledné Health Image skóre

Popis algoritmu

A) Spálené kalorie

Pro výpočet spálených kalorií byl využit software „Přesné určení spálených kalorií z parametrů nositelných zařízení“ vyvinutý v rámci tohoto projektu a je zapsaný v databázi RIV. Tento software je vykázán samostatně a nebude zde podrobněji popisován.

B) Body image skóre

Body image skóre je vyhodnoceno na základě parametrů, které dle předchozích studií souvisejí se zdravotním stavem a prognózou člověka a byly popsány v části Metodologie. Na základě expertních pravidel je pro každý tento parametr přiřazeno člověku bodové ohodnocení mezi 0 a 10 bodů. Pokud uživatel zadal více parametrů týkajících se stejné vyhodnocované oblasti, např. LDL a HDL cholesterol a TGA, potom jsou tyto příznaky vyhodnocovány současně do jedné bodové škály. Výsledné body image skóre je dáno váhovaným průměrem dle významnosti jednotlivých parametrů.

C) Kondice

Automatické hodnocení kondice je realizováno pomocí navrženého modelu klasifikačního stromu. Vstupem do tohoto klasifikačního stromu jsou např. parametry odvozené z tepové frekvence při zátěži daného subjektu, klidová tepová frekvence, rychlost poklesu tepové frekvence po zátěži a poměr mezi náročností vykonávané aktivity a odezvou těla na tuto aktivitu. Výstupem našeho modelu je jedna ze šesti tříd vitality – very poor, poor, fair, good, excellent a superior.

D) Akutní problémy

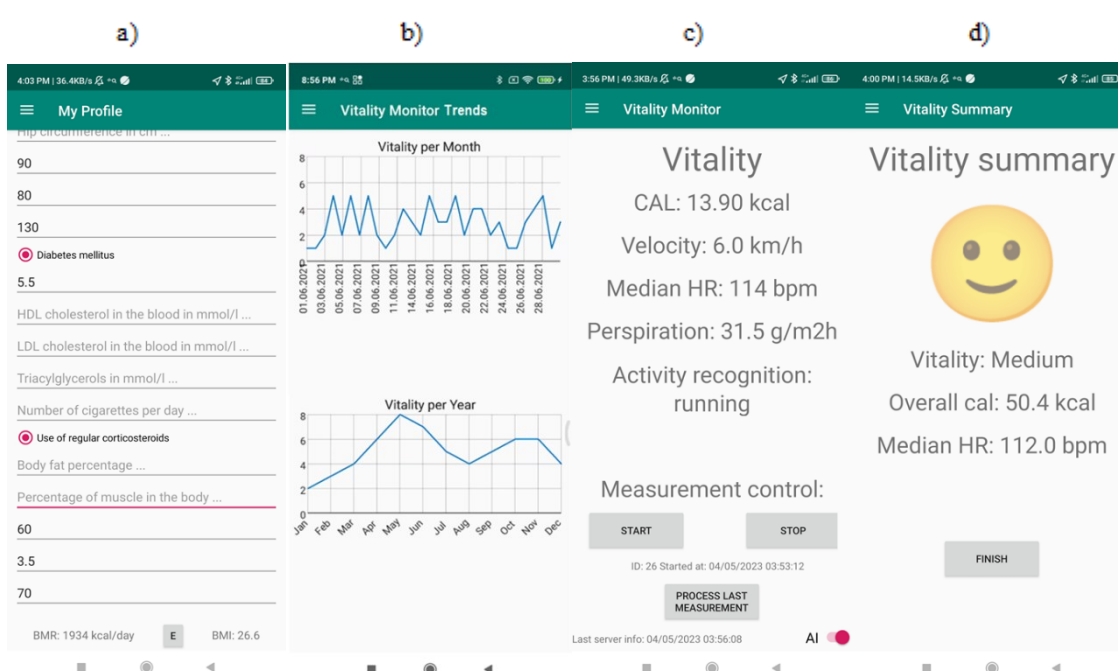
Akutní problémy jsou podobně jako body image skóre vyhodnoceny na základě expertních pravidel. Každý ze sledovaných parametrů se může prudce změnit v řádu hodin. Tato prudká změna značí akutní problém.

Softwarové řešení

Software byl vytvořen v programovém prostředí MATLAB verze R2021a. V případě vyhodnocení body image a akutních problémů se jedná o rozhodování na základě expertních pravidel. V případě spálených kalorií se používá k výpočtu matematických vzorců experimentálně

stanovených pro výpočet spálených kalorií při různých aktivitách. Pro vyhodnocení kondice byl vytvořen model strojového učení, konkrétně klasifikační strom.

Vytvořený software je využit jako cloudová služba, kterou lze využívat z vytvořené mobilní aplikace. Ukázky z vytvořené mobilní aplikace jsou na Obrázku 2.



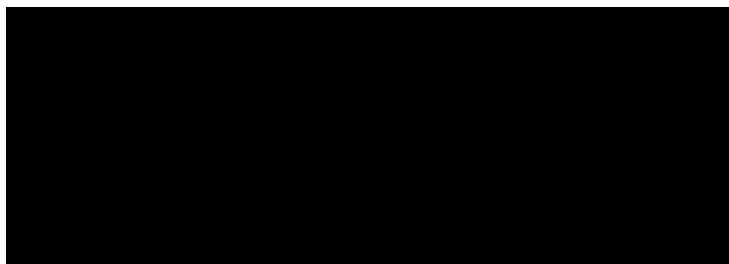
Obrázek 2 Vytvořená mobilní aplikace využívající navržený algoritmus pro vyhodnocení Health Image jako cloudovou službu. Obrazovka pro zadávání zdravotních údajů uživatelem (a), obrazovka zobrazující vývoj vitality/kondice v čase (b), obrazovka zobrazující výsledky jednoho měření (c) a obrazovka zobrazující dlouhodobější stav uživatele (d).

Validace a dosažená přesnost

A) Body image skóre

Vytvořený software byl navržen dle rešerše medicínských parametrů souvisejících s celkovým zdravotním stavem. Dosažená přesnost nelze číselně kvantifikovat, jelikož v našem projektu nemáme dlouhodobě sledované zdraví subjektů.

Přesnost lze sledovat na jednotlivých případech testovaných subjektů (case study). Na Obrázku 3 je hodnota body image počítaná pro tři různé lidi, kteří mají různou kondici. Jedná se o mladé lidi. První je muž, nesporevec s vyšší hmotností, jeho body image dosahuje hodnoty 76 %. Tato hodnota je velmi podobná poslednímu subjektu, rovněž muži, který je ale pravidelně trénující sportovec. Tento sportovec rovněž nemá všechny posuzované hodnoty ve fyziologických limitech, proto jeho body image nedosahuje vyšších hodnot. Nejvyšší hodnoty body image dosahuje druhý subjekt – žena, která je hobby sportovkyně.



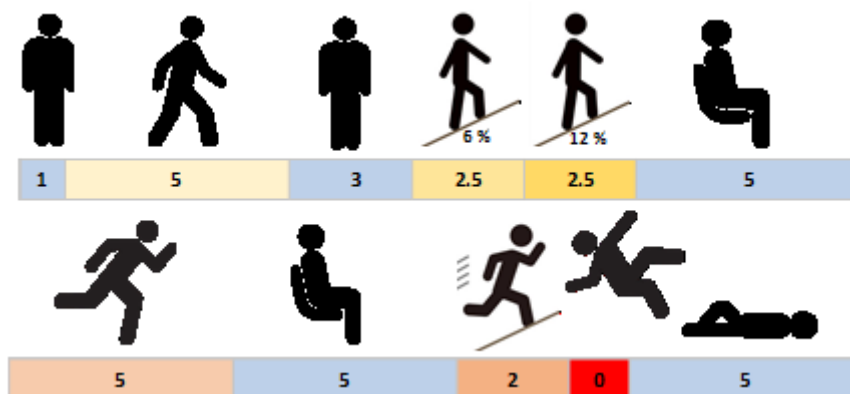
Obrázek 3: Porovnání hodnocení algoritmu zdraví u třech dobrovolníků s různou kondicí

B) Kondice

Přesnost vytvořeného softwaru pro stanovení kondice byla testována při pilotním měření v indoor i outdoor podmínkách. Testovací protokoly těchto měření jsou na Obrázcích 4 a 5.

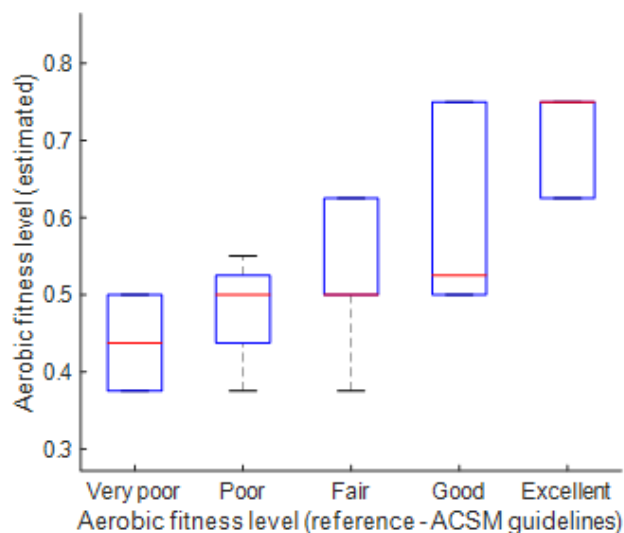


Obrázek 4: Protokol pilotního venkovního testování v první fázi projektu



Obrázek 5: Protokol pilotního testování v laboratoři ve druhé fázi projektu

Chování jednoho z parametrů vstupujícího do klasifikačního stromu při outdoor měřeních – referenční parametr aerobic fitness level (AFL) - je vidět na Obrázku 6. Je vidět, že stanovený parametr AFL je nízký u osob s nízkou vitalitou (nízké referenční AFL) a vysoký u osob s dobrou vitalitou, boxploty potvrzují, že se jedná o parametr se silnou rozlišovací schopností.



Obrázek 6: Referenční kategorie AFL (very poor, poor, fair, good a excellent) a korespondující hodnota AFL stanovená naším automatickým algoritmem. Vyhodnoceno na datech z outdoor měření, osoba s referenční třídou superior v outdoor měření nebyla.

Matice záměn pro klasifikaci kondice při pilotním indoor měření je na Obrázku 7.

		Confusion Matrix						
		1	2	3	4	5	6	
Output Class	Superior	1 2.3%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	Excellent	0 0.0%	5 11.6%	2 4.7%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	71.4% 28.6%
	Good	0 0.0%	0 0.0%	14 32.6%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	Fair	0 0.0%	0 0.0%	2 4.7%	6 14.0%	0 0.0%	0 0.0%	75.0% 25.0%
	Poor	0 0.0%	2 4.7%	1 2.3%	0 0.0%	9 20.9%	1 2.3%	69.2% 30.8%
	Very poor	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
		100% 0.0%	71.4% 28.6%	73.7% 26.3%	100% 0.0%	100% 0.0%	0.0% 100%	81.4% 18.6%
		1	2	3	4	5	6	
		Target Class						

Obrázek 7: Úspěšnost finálního klasifikačního stromu klasifikujícího vitalitu do šesti tříd – very poor, poor, fair, good, excellent a superior