Detekcia pohybu v špecifických indoor prostrediach s využitím senzorov smartfónu

Mgr. Miroslav Opiela, Slavomír Slovenkai

Ústav Informatiky, Prírodovedecká fakulta, UPJŠ Košice

Abstrakt

Práca sa zaoberá detekciou pohybu v špecifickom indoor prostredí s využitím senzorov smartfónu za účelom určenia zmeny poschodia v budovách bez nutnosti vytvorenia dodatočnej infraštruktúry. Z dostupných senzorov, ktoré sú ponúkané smartfónmi, bol využitý najmä akcelerometer, ktorý sníma zrýchlenie pôsobiace na zariadenie a je dostupný vo väčšine smartfónov. Navrhnuté riešenie danej problematiky, ktoré rozširuje metódu uvedenú v [1] je založené na spracovávaní dát zrýchlenia a detekcii zmeny pohybu spôsobeného výťahom v reálnom čase. Na základe získaných údajov a uskutočnených testov je možné konštatovať, že výsledný algoritmus je schopný detegovať zmenu pohybu spôsobenú výťahom ak užívateľ stojí v pokoji a odlíšiť pohyb výťahu od bežnej chôdze alebo nie príliš prudkého otáčania.

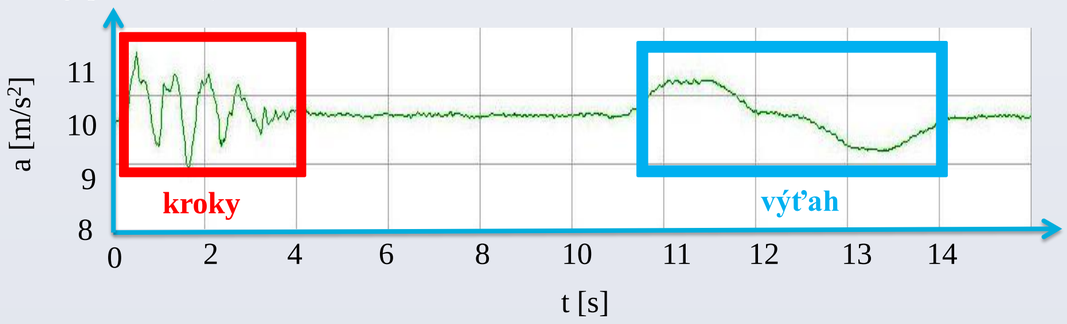
Problém

Detekcia pohybu výťahu za účelom určenia zmeny aktuálneho poschodia užívateľa v budove.

Vstupy:
- dáta z akcelerometra

Výstupy:
- detegovanie vertikálneho pohybu
- určenie smeru pohybu
- určenie počtu prejdených poschodí

Dodatočné vstupy:
- dáta z iných senzorov smartfónu
- informácie o výťahu (doba zrýchľovania, čas zmeny poschodia)



Obrázok 1: Dáta zrýchlenia obsahujúce kroky, zrýchľovanie a spomaľovanie výťahu.

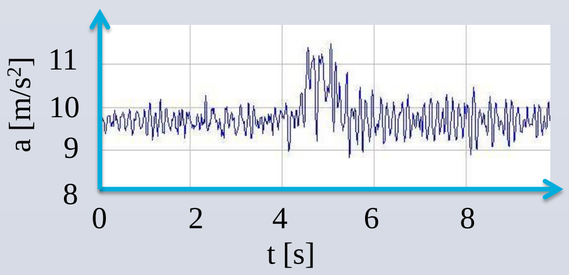
Filtrovanie dát

Cieľom filtrovania je upraviť nameranú hodnotu na základe niekoľkých predošlých hodnôt tak, aby sa uľahčila detekcia zrýchlenia a spomalenia výťahu.

Kĺzavý priemer - nová hodnota je výsledkom priemeru aktuálnej a predchádzajúcich hodnôt.

Lowpass filter - nová hodnota je vypočítaná ako súčet α násobku nameranej hodnoty a α-1 násobku predošlého výstupu.

Kalmanov filter - množina matematických rovníc, ktoré poskytujú efektívne rekurzívne výpočtové prostriedky na odhadnutie reálnej hodnoty s minimalizovaním chyby.



Obrázok 2a: Nefiltrované dáta zrýchlenia.

Obrázok 2b: Filtrované dáta zrýchlenia.

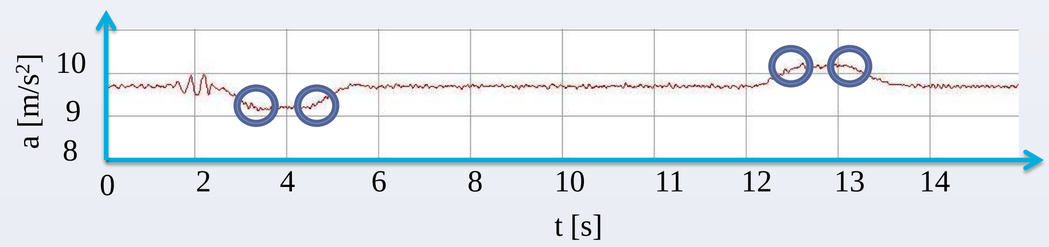
Literatúra

1. MARTINEZ, A. - HIROI, K. - KAWAGUCHI, N., 2015. Design and implementation of algorithm for estimation of elevator travel distance using smartphone accelerometer. In *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*. New York : ACM, s. 1489-1497. ISBN 978-1-4503-3575-1.
2. KAISER, S. - LANG, Ch., 2016. Detecting elevators and escalators in 3D pedestrian indoor navigation. In: *2016 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*. IEEE, s. 1-6. ISBN 978-1-5090-2425-4.
3. RADU, V. - MARINA, M. K., 2013. Himloc: Indoor smartphone localization via activity aware Pedestrian Dead Reckoning with selective crowdsourced Wifi fingerprinting. In: *2013 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation*. IEEE, s. 1-10. ISBN 978-1-4799-4043-1.

Detekcia pohybu

Metóda kritických bodov

Metóda, ktorú popisuje Martinez a kol. [1] je založená na tom, že hodnoty zrýchlenia výťahu na začiatku a konci zrýchľovania (spomaľovania) dosahujú väčší rozptyl ako v miestach kedy sa výťah nehýbe alebo je rovnomernom pohybe. Tieto miesta sú nazvané **kritické body**, pričom prvé 2 kritické body určujú, že výťah začal pohyb a posledné 2, že výťah zastal. Rozptyl v čase *t* bol počítaný z filtrovaných hodnôt zrýchlenia na intervale *(t – Δ, t)*, kde *Δ* bolo *500ms*. Kritický bod bol detegovaný, keď hodnoty rozptylu presiahli vopred určenú prahovú hodnotu.



Obrázok 3: Umiestnenie kritických bodov na filtrovaných dátach zrýchlenia výťahu.

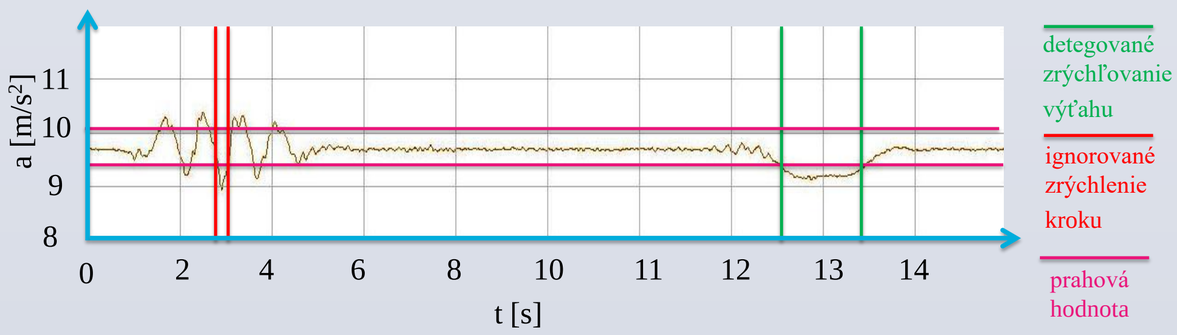
Obrázok 4: Rozptyl hodnôt zrýchlenia z obrázku 4. V kritických bodoch nadobúda výraznejšie hodnoty.

Detekcia prahovou hodnotou

Pohyb je detegovaný, ak filtrované hodnoty zrýchlenia klesnú pod prahovú hodnotu po tom, ako ju presiahli. Prahová hodnota označuje zrýchlenie, ktoré je potrebné dosiahnuť, aby začala detekcia pohybu. Keďže zrýchlenie výťahu je produkované v oboch smeroch vertikálneho pohybu, rozlišuje sa horná a dolná prahová hranica.

Detekcia prahovou hodnotou a časom

Táto metóda je rozšírením *Detekcie prahovou hodnotou* a využíva predpoklad, že zrýchlenie spôsobené krokmi trvá kratšie, ako zrýchlenie spôsobené výťahom., čo je vyjadrené **časovou konštantou.** Merané hodnoty od prekročenia prahovej hodnoty až po klesnutie pod prahovú hodnotu vytvárajú časové okno. Ak je dĺžka vytvoreného časového okna väčšia ako časová konštanta, je detegovaný pohyb.



Obrázok 5: Porovnanie aplikácie metódy *Detekcia prahovou hodnotou a časom* na zrýchlenie spôsobené krokmi (ľavá časť) a zrýchlenie spôsobené začiatkom pohybu výťahu (pravá časť).

Výsledky testovania

Uvedené metódy detekcie pohybu sme testovali v kombináciách s metódami filtrovania na 30-tich vzorkách, ktoré obsahovali štyri výťahy s rôznou časovou dĺžkou a maximálnou hodnotu zrýchľovania. Vzorky zahŕňajú merania zachytávajúce iba zrýchlenie výťahu bez dodatočného pohybu užívateľa a merania kedy boli spravené kroky pri vstupe do výťahu. Testovanie vzorky je úspešné, ak sú detegované všetky fázy zrýchľovania, spomaľovania výťahu a sú ignorované ostatné zmeny v zrýchlení (kroky, otočenia, ...).

Metóda detekcie	Počet úspešných testov na 30-tich vzorkách		
	Kĺzavý priemer	Lowpass filter	Kalmanov filter
Kritické body (detekcia prahom)	16 z 30	10 z 30	7 z 30
Detekcia prahovou hodnotou	8 z 30	3 z 30	2 z 30
Detekcia prahovou hodnotou a časom	30 z 30	30 z 30	30 z 30

RESEARCH POSTER PRESENTATION DESIGN © 2015
www.PosterPresentations.com