Využití dat ze senzorů v mobilních zařízeních

Semestrální práce z předmětu smap

Ondřej Bílek, AI2

univerzita hradec králové | Fakulta informatiky a managementu

2012

Úvod

Současná mobilní zařízení již nejsou jen mobilní telefony určené pouze pro telefonování a zasílání SMS zpráv, ale všestranné přístroje vybavené řadou funkcí a výkonem, kterým nedávno disponovali jen plnohodnotné počítače. Díky tomu se rozšířily i možnosti využití těchto moderních mobilních zařízení o řadu jiných funkcí, pro které dříve byly potřeba specializované zařízení, jako je např. pořizování fotografii a natáčení videa či např. GPS navigace. Do popředí se dostaly nově i další kategorie mobilních zařízení, jako jsou různé tablety, které jsou schopny zastat velkou část funkcionality počítačů a notebooků.

Díky prudkému pokroku v této oblasti nedošlo jen k prudkému nárůstu výkonu zařízení, zkvalitňování displejů a jiných na první pohled důležitých a snadno rozpoznatelných parametrů, ale i k integraci řady senzorů s různým využitím, které dále posunují možnosti mobilních zařízení a zejména díky moderním operačním systémům s pokročilými možnostmi a snadným přístupem k vývoji může každý tyto možnosti využívat a dále rozvíjet.

Senzory v mobilních zařízeních

# Používané senzory

Současná mobilní zařízení mohou obsahovat řadu senzorů, které lze rozdělit do různých kategorií. U v současnosti jedné z nejpopulárnějších mobilních platforem, kterou je Android od společnosti Google, se používá rozdělení senzorů na tři základní kategorie [1] :

* **Pohybové senzory** kam patří akcelerometr, gyroskop, senzor gravitace a rotačního vektoru. Účelem těchto senzorů je zaznamenat zrychlení zařízení a jeho rotaci v prostoru
* **Senzory pozice** kam patří magnetometr a GPS přijímač. Tyto senzory ve spojení s triangulací dle GSM či WiFi síti slouží k určení pozice zařízení v prostoru a to včetně jeho orientace vzhledem k zemským pólům
* **Senzory prostředí** kam patří teploměr, barometr, vlhkoměr a senzor osvětlení. Většina senzorů této kategorie se začala používat déle než ostatní a slouží k získání dodatečných informací o prostředí.

Krom těchto v moderních zařízeních integrovaných senzorů navíc zařízení disponují i déle používanými snímači, zejména mikrofonem a fotoaparátem. Jak je vidět, výbava senzory může být bohatá, díky čemuž se naskýtají široké možnosti jejich využití kdekoli, kde má uživatel své mobilní zařízení.

# Senzory a Context-Awareness

Pod pojmem Context-Awareness si můžeme představit vylepšení možností mobilního zařízení za využití faktu, že zařízení dokáže předvídat, v jakém se nachází prostředí, v jaké situaci je jeho uživatel, co ho obklopuje a tím lze vylepšit spolupráci a možnosti mezi mobilním zařízením a jeho uživatelem [2]. A právě k získání potřebných dat bez zbytečné interakce s uživatelem lze využít spektrum senzorů, z nichž jich je mnoho integrováno přímo v zařízeních.

Vhodným využitím dat získaných ze senzorů, jejich kombinací a následným zpracováním, které díky výkonu mobilních zařízení je možné i v akceptovatelném čase, lze dosáhnout pozoruhodných výsledků, které by byly ještě v nedávné minulosti považované za sci-fi a jimiž se bude zabývat i tento text.

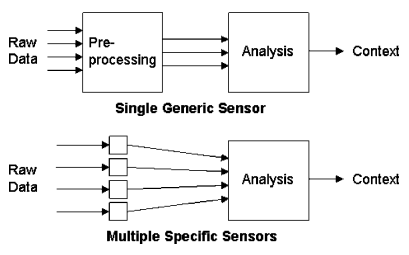
## Sledování polohy a kontext v závislosti na lokaci

Nejdůležitější informací, která vede k zlepšení spolupráce uživatele s jeho zařízením, je informace o lokaci uživatele a jeho momentální pozici. V minulosti se zařízení spoléhalo hlavně na využití systému GPS, který má ale svá omezení (nutný výhled na oblohu), ale nyní lze využít k určení lokace i triangulaci dle různých bezdrátových sítí a k upřesnění pozice vestavěné senzory v mobilním zařízení.

## Vizuální a sluchový kontext

Za využití senzorů včetně mikrofonu a fotoaparátu lze mobilní zařízení zasadit i do vizuálního a sluchového kontextu. Za pomoci technik počítačového vidění lze zjistit i informace o prostředí, které jiné senzory nevidí, jako je například rozpoznávání log, textu či například obličejů. V této oblasti se sice nenachází uplatnění tolika senzorů, ale lze i díky nim celý proces určení kontextu uživatele dále usnadnit.

Záznam dat a jejich vyhodnocení

Jak vyplývá z předchozího textu, tak data nemusíme získávat jen z jednotlivých senzorů, ale častěji kombinací a následnou analýzou dat z více senzorů, jak je znázorněno na obrázku 1. Jen tak získáme o kontextu, ve kterém se zařízení momentálně nachází, maximum dostupných informací. V následujícím textu budou rozebrány dva články zabývající se zjištěním fyzické aktivity uživatele využitím dat ze senzorů, v prvním případě pouze akcelerometru, v druhém se zapojením více senzorů.

Obr. Proces získání kontextu ze senzorů. Převzato z [2]

# Sledování aktivity uživatele s využitím akcelerometru

Názorným příkladem, jak lze využít vestavěné senzory k zpřesnění údajů o prostředí kolem mobilního zařízení a o chování jeho uživatele, je studie popsaná v článku *Activity Recognition on an Accelerometer Embedded Mobile Phone with Varying Positions and Orientations* [3]. Článek popisuje jak zpřesnit s využitím akcelerometru záznamy o chování uživatelů mobilního zařízení, provést analýzu a vyhodnocení těchto záznamů a tím zlepšit životní návyky uživatelů zařízení např. doporučením vhodného cvičení.

## Získávání dat o fyzické aktivitě uživatele

Data o fyzické aktivitě uživatele lze získávat různými způsoby jako je např. analýza obrazu z fotoaparátu. Tento způsob ale naráží na řadu překážek, jako je nutnost využití více fotoaparátů rozmístěných různě po těle uživatele, problémy se samotným získáváním dat jako je oslnění fotoaparátu či naopak nedostatek světla a hlavně s nutností zpracovat obrovské množství dat. Jinou metodou získání dat o aktivitě uživatele je využití zařízení, které uživatel nosí stále u sebe. Nabízí se hodinky a mobilní telefony. Hodinky se pro analýzu aktivity uživatele ale příliš nehodí díky tomu, že pohyb rukou uživatele přímo nesouvisí s aktivitou uživatele. Proto se jako vhodnější řešení jeví mobilní telefon umístěny ideálně v kapse se známou pozicí vzhledem k tělu uživatele.

S neustále rostoucí výbavou moderních „chytrých“ mobilních telefonů se naskytuje řada dalších způsobů záznamu aktivity uživatele. Jako nejlogičtější řešení se nabízí využití systému GPS, který umožňuje sledovat pozici a pohyb uživatele. Bohužel řešení pouze přes GPS neumožňuje sledovat, jak se uživatel pohybuje, navíc nefunguje bez výhledu na oblohu, což je vzhledem k faktu, že lidi tráví většinu svého času v budovách, kritický nedostatek. Proto se jeví vhodnější doplnit data z GPS za pomoci dalších integrovaných senzorů, konkrétně zejména akcelerometru.

Akcelerometr díky své schopnosti sledovat zrychlení ve třech základních osách poskytuje další možnosti sledování fyzické aktivity uživatele. Článek [3] popisuje využití akcelerometru ke dvěma základním sledováním fyzické aktivity uživatele:

1. Jako krokoměr sledující počet kroků uživatele a na základě toho vypočítávající kalorie, které na daný pohyb uživatel spotřeboval.
2. K rozeznání fyzické aktivity, kterou uživatel provádí. Sledováním dat z akcelerometru a jejich analýzou lze určit, zda uživatel běží, sedí či třeba řídí auto nebo jede na kole.

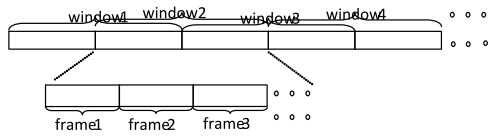
Využití akcelerometru jako krokoměru je ve většině případů poměrně snadné, selhává ale např. při cyklistice a neposkytuje širší souvislosti o životním stylu daného uživatele. Naopak analýzou chování uživatele lze na základě doby, po kterou prováděl danou činnost, odhadnout spotřebované kalorie v podstatě kdekoli. Článek se proto zabývá, jak analýzou dat z akcelerometru mobilního telefonu umístěného v kapse detekovat 7 základních fyzických aktivit.

Již dřívější výzkum se zajímal o sledování aktivity uživatele, ale zpravidla využíval jeden či více senzorů umístěných fixně na těle uživatele v nejvhodnějších pozicích. Autoři článku [3] se proto rozhodli dosáhnout obdobných výsledků s telefonem umístěným v kapse bez větších požadavků na jeho pozici.

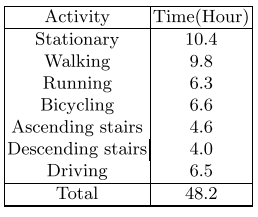
Jako první krok řešení se autoři zabývají umístěním mobilního telefonu vzhledem k uživateli, aby poté mohli přizpůsobit další zpracování dat této pozici. Na základě předešlých výzkumů určili 6 nejběžnějších kapes, do kterých uživatelé umisťují své mobilní telefony (obr. 2a, kapsy po obou stranách) a 4 základní možné pozice umístění telefonu v kapse (obr. 2b).

Obr. 2 Umístění telefonu vzhledem k uživateli. Převzato z [3]

## Zpracování dat ze senzoru

Akcelerometr v telefonu neustále poskytuje informaci o zrychlení ve třech osách v závislosti na poloze telefonu. K získání potřebných údajů z těchto hrubých dat autoři článku navrhují rozdělení dat do oken, kdy následující okno z poloviny zasahuje do předešlého. Každé okno se skládá z několika jednosekundových rámců, díky čemuž lze odfiltrovat krátkodobé výkyvy a z jednoho okna lze vyvozovat závěry o aktivitě uživatele. Data z oken autoři zpracovávají na základě pěti základních statistických veličin, které se na základě předešlých výzkumů ukázaly jako nejvíce vypovídající a přitom relativně snadno vypočitatelné – konkrétně jde o střední hodnotu, rozptyl, korelaci a další dvě zabývající se frekvenční povahou dat. Před zpracováním byly data také normalizovány na rozsah <0;1>.

Obr. 3 Vytváření oken z rámců. Převzato z [3]

Následně autoři přistoupili k získávání dat přímo na mobilním telefonu, kterým byl v jejich případě model Nokia N97 s operačním systémem Symbian. Za pomocí jednoduché aplikace získali vzorky dat z akcelerometru při všech požadovaných fyzických aktivitách a různých pozicích mobilního telefonu vzhledem k uživateli. Zajištění potřebného množství dat zajistilo 7 testovacích uživatelů různého věku a pohlaví, z nichž každý používal zároveň dva telefony, bez zvláštních požadavků na oblečení uživatelů – uživatele pouze museli dodržovat požadované umístění telefonu (pravá kapsa u kalhot apod.). Tímto způsobem autoři nahromadili 48,2 hodiny dat k analýze, jejichž rozložení ukazuje tabulka 1.

Ze získaných dat byla provedena analýza za účelem určení vzorců identifikujících danou aktivitu za daného umístění mobilního zařízení. Schopnost určení aktivity hodně závisí na velikosti určovaného časového okna, u krátkých oken nelze jednoznačně určit aktivitu, naopak u dlouhých oken může dojít k sejití více aktivit v jednom okně a vzhledem k omezenému množství získaných testovacích dat to může opět vést k nepřesnostem. Ideální se ukázala délka okna od 1 do 6 sekund, přičemž nejvyšší přesnosti bylo dosaženo při 4 sekundách. Tímto postupem autoři dosáhli oproti předešlým výzkumům zlepšení přesnosti o 5-6%. Následně autoři porovnali rozdíl přesnosti bez známé polohy telefonu vzhledem k uživateli a se známou polohou telefonu. Ukázalo se, že při známé poloze telefonu přesnost stoupne z 91,6% na 94,8%.

Tabulka 1 Rozdělení získaných dat. Převzato z [3]

## Další zpřesnění analýzy aktivity uživatele

Zatímco autoři článku [3] se zabývali pouze využitím akcelerometru, v jiném - novějším článku *Activity logging using lightweight classiﬁcation techniques in mobile devices* [4] autoři rozvíjejí analýzu fyzických aktivit uživatele o zapojení dalších senzorů obsažených v moderních telefonech. Ve svém článku kromě samotného využití více senzorů a zkoumání korelace mezi výstupy jednotlivými senzory autoři identifikují oproti článku [3] více vzorů chování, např. i chození po schodech. Následně se autoři zabývají i konkrétními možnostmi řešení na mobilním telefonu s platformou Android včetně i dalších faktorů usnadňujících využití jejich technologie jako je vliv rychlosti vzorkování dat na výdrž mobilního telefonu.

K samotné analýze dat autoři článku [4] používají obdobné statistické veličiny jako autoři předešlého článku, hlavním rozdílem je využití více senzorů. V závěru porovnávají dosažené výsledky se zpracováním s překrytými časovými okny (jako autoři článku [3]) i s nepřekrývajícími se okny a navíc s využitím více senzorů a pouze samotného akcelerometru. Nejvyšší přesnosti 94% dosáhli s současným využitím všech senzorů. Autoři také dosáhli zajímavých závěrů ohledně vlivu pozice mobilního telefonu na přesnost, kde se např. ukázalo, že přední kapsa u kalhot je pro přesnou kvalifikaci aktivit nevhodná. Stejně jako autoři předešlého článku došli k závěru, že při známé pozici mobilního telefonu dojde k dalšímu zpřesnění výsledků. Výsledkem jejich výzkumu byl také fakt, že s přihlédnutím na výkon mobilních zařízení a výdrž jejich baterie, je využití pouze akcelerometru nejvýhodnější, protože dojde k velkému zlepšení provozních vlastností za cenu pouze nízkého poklesu přesnosti.

Závěr

Jak ukázali v textu rozebrané články, senzory v mobilních zařízeních lze s úspěchem využít nejen k analýze chování uživatele mobilního zařízení, čímž lze následně za pomoci vhodných rad zlepšit uživatelovu životosprávu. A to je jen jedna ukázka využití senzorů v mobilních zařízeních, navíc převážně jen akcelerometru. Je tedy jasné, že možnosti využití senzorů v mobilních zařízeních, ať již jednotlivých senzorů či více senzorů zároveň s případným zapojením i jiných systémů telefonu (fotoaparát, GPS, seznam hovorů, kalendář) skrývá obrovské možnosti. A i proto se této problematice v současnosti věnuje celá řada studií, ať akademických, tak i komerčních a vznikají stále nové aplikace využívající vestavěné senzory v mobilních zařízeních. Navíc samotné senzory pronikají do stále více zařízení, stejně jako mobilní zařízení do našich životů, a již je nenajdeme jen v mobilních telefonech, ale i v tabletech, které nahrazují notebooky, ale i v dříve jednoúčelových zařízeních, jako jsou fotoaparáty, GPS navigace či kamery zaznamenávající provoz z automobilu (černé skříňky).

Díky této dostupnosti zařízení vybavených senzory a moderním platformám se snadným programátorským přístupem si může každý vyzkoušet jak již hotové aplikace, tak i vytvoření vlastní aplikace využívající vestavěné senzory.

Zdroje

1. Sensors Overview. GOOGLE INC. Android Developers [online]. [cit. 2012-11-16]. Dostupné z: <http://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview.html>
2. GELLERSEN, Hans W., Albrecht SCHMIDT a Michael BEIGL. Multi-Sensor Context-Awareness in Mobile Devices and Smart Artifacts. *Mobile Networks and Applications* [online]. 2002, roč. 7, č. 5, s. 341-351. ISSN 1383469x. DOI: 10.1023/A:1016587515822. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/openurl.asp?id=doi:10.1023/A:1016587515822>
3. LIN, Sun, Zhang DAQING, Li BIN, Guo BIN a Li SHIJIAN. Activity Recognition on an Accelerometer Embedded Mobile Phone with Varying Positions and Orientations. *Ubiquitous intelligence and computing 7th international conference, UIC 2010, Xi'an, China, October 26-29, 2010* [online]. 2010DOI: 10.1007/978-3-642-16355-5\_42. Dostupné z: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-16355-5_42>
4. MARTÍN, Henar, Ana M. BERNARDOS, Josué IGLESIAS a José R. CASAR. Activity logging using lightweight classification techniques in mobile devices. *Personal and Ubiquitous Computing*. 2012, s. -. ISSN 1617-4909. DOI: 10.1007/s00779-012-0515-4. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s00779-012-0515-4>