Využitie rozšírenej reality v indoorovej navigácii

Bianka Šimková

3AIb, 2017 - 2018

Abstrakt. V našej práci je spomínaný úvod do problematiky indoorovej navigácie, ktorá je potrebná v rámci budovy vzhľadom nato, že GPS signály sú obmedzené prevažne na vonkajšie účely. Opisuje prehľad súčasného stavu v danej oblasti zo skúmaných vedeckých článkov. Cieľom je analyzovať a preskúmať existujúce riešenia využívajúce rozšírenú realitu pre určovanie polohy v interiéri prostredníctvom spracovania obrazu. Tak isto preskúmať použiteľnosť a presnosť senzorov smartfónov pre zobrazovanie navigačných značiek v režime rozšírenej reality.

Kľúčové slová: rozšírená realita, indoorová navigácia, senzory smartfónov, analýza obrazu

1 Úvod

Keďže navigácia pre chodcov sa stala všadeprítomnou prostredníctvom smartfónov s technológiou GPS, dopyt po spoľahlivom lokalizovaní v interiéri sa výrazne zvyšoval. Lokalizácia a navigácia v interiéroch sa považujú za príležitosť pre rôzne aplikácie, ako napríklad usmerňovanie cestujúcich na letiskách, účastníkov konferencie, návštevníkov nákupných centier, nemocníc alebo budov a mnohých iných služieb. Tradične používaná vonkajšia metóda lokalizácie GPS nie je dostupná vo vnútorných prostrediach. Je to spôsobené tým, že tento signál nie je dostatočne silný na to, aby prenikol cez steny budovy. Taktiež štruktúra vonkajšieho prostredia je odlišná od štruktúry toho vnútorného, kde sa môžu nachádzať eskalátory, výťah, poschodia alebo schody.

Polohu používateľa môžeme získavať prostredníctvom vopred definovaných prvkov, ktoré aplikácia rozpoznáva, ako sú QR kódy, ale aj chodby. Prístupy založené na analýze obrazu z kamery pre mobilnú lokalizáciu sa nespoliehajú na infraštruktúru, a preto sú škálovateľné a lacné.

Pre spoľahlivejšiu lokalizáciu je možné využiť navigačné šípky, ktoré by boli dokresľované do obrazu z kamery, ako súčasť rozšírenej reality. Toto riešenie je optimálnejšie a prijateľnejšie pre používateľa než väčšina súčasných aplikácií, ktoré využívajú pre navigáciu vo vnútri budov 2D mapy. Daný spôsob sa opiera o charakteristické referenčné obrazy a iné faktory, ako napríklad poloha smartfónu. Tú vieme získať pomocou zabudovaných senzorov ako akcelerometer, magnetometer či gyroskop. Tieto senzory sa zaradzujú k indoorovej lokalizácii, IPS.

1.1 Rozšírená realita

Rozšírená realita je spojenie digitálnych informácií s prostredím používateľa v reálnom čase. Na rozdiel od virtuálnej reality, ktorá vytvára úplne umelé prostredie, rozšírená realita využíva existujúce prostredie a navyše prináša nové informácie, ktoré sú získavané z rôznych zdrojov. Pomocou pokročilých technológií (napríklad pridanie počítačového videnia a rozpoznávania objektov) sa informácie v okolitom reálnom svete používateľa stávajú interaktívnymi a digitálne manipulovateľnými.

1.2 IPS

Indoorová lokalizácia (Indoor positioning system, ďalej len IPS) je systém, prostredníctvom ktorého je možné vyhľadávať osoby a objekty v rámci budovy pomocou magnetických polí, rádiových vĺn alebo informácií zo senzorov zhromaždených zo smartfónov. Existuje niekoľko komerčných systémov, štandard pre IPS avšak neexistuje.

1.3 Prehľad súčasného stavu

V súčasnosti existuje mnoho riešení, či aplikácií, ktoré pomáhajú pri orientácii a lokalizácií v indoorovom prostredí. Avšak vedecké články, ktoré sa danou problematikou zaoberajú a využívajú pri tom analýzu obrazu z kamery, pracujú vo väčšine prípadov s mobilným robotom. V takomto prípade je spracovávanie obrazu z kamery jednoduchšie a prináša optimálnejšie výsledky. Mobilný robot má kameru v statickej polohe, nenakláňa sa do strán. Tak je možné získať určité informácie z obrazu kamery, potrebné napríklad pri určovaní smerovania chodby, v nemennej podobe. Mobilný robot má taktiež konštantný pohyb, ktorý vieme s určitou pravdepodobnosťou predpovedať a statické senzory.

V našej práci však pracujeme s človekom, čo znamená, že pohyb predvídať nedokážeme a dáta zo senzorov sa neustále menia, keďže poloha kamery smartfónu nie je statická. Väčšina prác, ktoré sme čítali, opisovala hlavne optimálnejšie situácie, v ktorých svoje riešenia testovali. Išlo o prostredie chodieb, na ktorých sa nenachádzali skoro žiadne ďalšie objekty, ako ľudia, ktorí by prechádzali popred kameru alebo nábytok popri stenách. Ďalším možným problémom, ktorý sa vo vedeckých prácach riešil taktiež len minimálne, sú odlesky svetiel na podlahe alebo samotné svetlá.

2 Návrh riešenia

V našej práci teda budeme pre navigáciu používateľa využívať obraz z kamery smartfónu doplnený o dáta zo senzorov. Hlavným cieľom je detekcia podlahy, aby sme mohli určiť smerovanie chodby a tak isto miesto dokreslenia navigačnej šípky. Je potrebné rozlíšiť podlahu a stenu, ktoré oddeľuje určitá hrana. Túto hranu je potrebné na obraze detegovať. Prvým krokom je všeobecne bežne využívané predspracovanie

obrazu, konkrétne jeho prevedenie do šedotónovej podoby. Výsledný obraz si vieme predstaviť ako maticu s počtom riadkov *x*, a počtom stĺpcov *y*. Každému pixelu v obraze je priradená jedna hodnota, v našom prípade jas. Táto hodnota je výstupom obrazovej funkcie *f(x, y)*, kde (x, y) sú súradnice v rovine.

Účelom detekcie hrán je zvýrazniť tie časti obrazu, kde dochádza k prudším zmenám jasu. Neželaným sprievodným javom je zvýraznenie šumu. V našej práci sme implementovali dva spôsoby detekcie hrán a to Sobelov operátor a Cannyho hranový detektor.

2.1 Sobelov operátor

Sobelov operátor predstavuje masku, maticu s rozmermi 3 x 3, s ktorou postupne prechádzame po jednotlivých pixeloch skúmaného obrazu. Výsledkom aplikácie Sobelovho operátora získame gradientný obraz, teda obraz tvorený hranami. Existujú dve masky, osobitne pre vertikálny a horizontálny smer, je preto pomerne lacný z hľadiska výpočtov.

2.2 Cannyho hranový detektor

Filozofia tohto detektora berie do úvahy nielen hodnotu, čiže gradient, hrany na danom mieste, ale aj spoľahlivosť jeho susedných pixelov. Cannyho hranový detektor je komplexnejší. Najprv využije Gaussov filter pre elimináciu šumu, čo je v konečnom dôsledku taktiež maska, teda matica. Následne spomínaný Sobelov operátor pre získanie gradientného obrazu. Výsledný obraz je prahovaný prostredníctvom dvoch prahov.

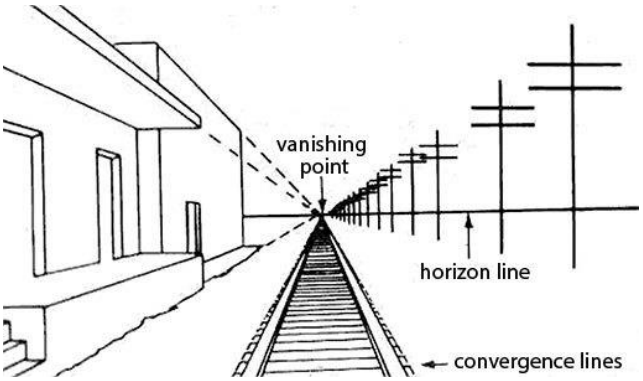
Prahovanie je proces oddelenia objektov popredia od pozadia, výsledkom je v našom prípade binárny obraz. Ak je hodnota pixelu väčšia ako určený prah, pixel patrí objektu, inak je zaradený do pozadia.

Po porovnaní týchto dvoch spôsobov a ich výstupov sme dospeli k záveru, že Sobelov operátor bude lepšou voľbou pri detekcií hrán, nakoľko sme pri následnom spracovaní obrazu pomocou Houghovej transformácie získali optimálnejšie výsledky.

2.3 Houghová transformácia a bod prieniku v nekonečne

Po zredukovaní počtu hrán prostredníctvom detektora môžeme prejsť k samotnej detekcii výrazných čiar. Na to sme využili Houghovú transformáciu, ktorá okrem čiar dokáže v obraze nájsť aj iné tvary, ktoré je možné zadať parametricky, ako kruh alebo elipsa. Výsledkom bolo niekoľko navzájom sa pretínajúcich priamok. Dôležité sú priamky prechádzajúce hranicou medzi stenou a podlahou. Práve ich prienik v nekonečne nám udáva smerovanie chodby.

Takýchto bodov prieniku v nekonečne, nazývaných aj vanishing point, môže byť avšak na obraze viac. Potrebujeme teda určiť ten správny, ktorý udáva smer. Pomôcť nám môže čiara horizontu, na ktorej by mal vanishing point ležať.

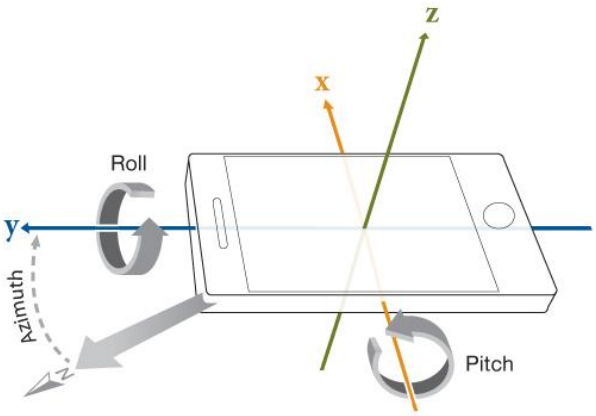


Obrázok 1. Znázornenie bodu prieniku v nekonečne (vanishing point) ležiaceho na čiare horizontu.

2.4 Využitie senzorov smartfónu

V prípade spomínaných mobilných robotov je poloha tejto čiary horizontu nemenná. Vzhľadom na to, že používateľ nedrží smartfón kolmo k zemi a neustále mení jeho polohu, je potrebné na vypočítanie horizontu využiť zabudované senzory. Tieto senzory nám sprostredkúvajú uhol natočenia okolo osy *x* a okolo osy *y*.

Pre tento účel sme vytvorili pomocnú Android aplikáciu, ktorá počas snímania obrazu zapíše pre každú snímku hodnotu oboch natočení.



Obrázok 2. Znázornenie otáčania smartfónu okolo jednotlivých osí.

Následne sú prostredníctvom týchto parametrov vykonané operácie posunutia a otočenia, výsledná čiara horizontu je zakreslená do pôvodného obrazu. Analógiou sú napríklad indikátory polohy využívané v lietadlách.

Tento postup nedal očakávané výsledky, keďže čiara vo väčšine prípadov bola síce natočená o príslušný uhol, no posunutie neodpovedalo reálnemu horizontu. Teda nebolo možné využiť prienik bodu a vykreslenej čiary.

2.5 Houghová transformácia pre segmenty čiar

Implementovali sme aj iný postup, pri ktorom sa využívala detekcia segmentov čiar namiesto priamok. Jednotlivé segmenty boli rozdelené do dvoch skupín podľa uhla natočenia, a to horizontálne a vertikálne segmenty. Tento spôsob bol inšpirovaný istou vedeckou prácou a bol pôvodne navrhovaný pre mobilného robota. To znamená predpoklad horizontu približne v strede obrazu, horizontálne a vertikálne čiary nad touto úrovňou sa neberú do úvahy. Tak isto sa nebrali do úvahy čiary, ktoré boli kratšie než určitá predvolená dĺžka, keďže boli považované za nepodstatné, poprípade predstavovali odlesk svetla na podlahe. Pospájaním počiatočných a koncových bodov týchto čiar sme získali ohraničenia podlahy, na ktorú by mala byť v finálnej fáze vykresľovaná navigačná šípka.

2.6 Konvexný obal

Avšak takýto spôsob je možné využiť len ak snímame jednofarebnú podlahu bez nadbytočných objektov. Vylepšením predchádzajúceho spôsobu môže byť využitie konvexného obalu, čo znamená že by ohraničenie podlahy tvorili len body segmentov ležiacich práve na obrysoch podlahy, alebo v jej blízkom okolí. Do úvahy by sa nebrali segmenty vo vnútri tohto obrysu.

3 Záver

Nasledujúcim možným postupom by mohlo byť využitie zmenšenia obrazu, pri rozlíšení 32 x 24 je ešte možné detegovať hrany, no taktiež by tento postup mohol vylúčiť tie, ktoré by boli pre ďalšie spracovanie obrazu nadbytočné.

Doteraz sme využívali detekciu scény na základe jednej, aktuálnej snímky z videa. Ďalšou možnosťou je využiť aj predchádzajúce snímky, pričom najtriviálnejším riešením, ktoré by sa v tomto prípade dalo využiť je priemerná poloha bodu prieniku v nekonečne. To by nám mohlo zabezpečiť stabilnejšiu polohu daného bodu pri zmenách polohy smartfónu používateľa.

Iný možný spôsob by sa mohol zamerať konkrétne na detekciu podlahy pomocou konvexného obalu, ako bolo spomínané v predchádzajúcej kapitole.

Tento spôsob by avšak nemusel fungovať pri nakláňaní smartfónu do strán, z čoho vyplýva ďalší potencionálny postup a to obmedziť detekciu obrazu pri vychýlení zariadenia o určitý uhol. Čo znamená, že by sa navigačná šípka zobrazovala len pri aktuálne vyhovujúcej polohe smartfónu používateľa.

Literatúra

1. MULLONI, Alessandro; SEICHTER, Hartmut; SCHMALSTIEG, Dieter. Handheld augmented reality indoor navigation with activity-based instructions. In: Proceedings of the 13th international conference on human computer interaction with mobile devices and services. ACM, 2011. p. 211-220.
2. MÖLLER, Andreas, et al. A mobile indoor navigation system interface adapted to vision-based localization. In: Proceedings of the 11th international conference on mobile and ubiquitous multimedia. ACM, 2012. p. 4.
3. LI, Yinxiao; BIRCHFIELD, Stanley T. Image-based segmentation of indoor corridor floors for a mobile robot. In: Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2010. p. 837-843.