

Martin Bernát

Milan Ftáčnik

12. januára 2019

1. Úvod

Smart city, je koncept, ktorý využíva digitálne a informačné technológie pre zvýšenie kvality v meste. Jedny zo smerov na ktoré sa koncept smart city orientuje, sú optimalizácia dopravy a zdieľanie dát pre verejné účely. Detekcia voľných parkovacích miest sa týka oboch týchto smerov. V dnešnej dobe sa v mestách nachádza veľmi veľa áut, čo znamená, že parkovanie v meste je veľmi náročné. Vodiči musia hľadať v meste voľné parkovacie miesto niekedy aj desiatky minút, čo nie je veľmi príjemné. A to sa bavíme o vodičoch, čo aspoň poznajú dané mesto a vedia kde zaparkovať. Čo ale takí čo prišli do mesta prvý krát a potrebujú čo najefektívnejšie zaparkovať? Sú stratení a doprava tak isto, pretože veľa vodičov tým pádom, len blúdi mestom. Cieľom našej práce je preskúmať možnosť určovania voľných parkovacích miest s využitím snímok kamery na stĺpe verejného osvetlenia a prakticky ju overiť.

2. Prehľad problematiky

2.1. Spôsoby detekcie voľného parkovacieho miesta

Detekcia voľných parkovacích miest ,ako koncept, nie je nič nové, pretože spôsobov na realizáciu je hneď niekoľko a väčšina z nich je technologicky nenáročná. Ukážeme si štyri základné spôsoby detekcie, ich možné výhody a nevýhody. Treba si ale uvedomiť, že našim cieľom je detekcia voľných parkovacích miest po celom meste, so stovkami parkovacích miest. Takže možné výhody alebo nevýhody jednotlivých spôsobov sa budú vzťahovať práve na tento cieľ.

2.1.1. Počítadlo

Tento spôsob sa týka hlavne uzavretých parkovacích miest a pravdepodobne by sa nedal využiť na pokrytie parkovacích miest v celom meste. Je to spôsob, jednoduchého počítania prichádzajúcich a odchádzajúcich vozidiel. V praxi to znamená že na uzavretom parkovisku je rampa, ktorá vždy keď sa otvorí prichádzajúcemu vozidlu, inkrementuje sa počet vozidiel na parkovisku, rovnakým spôsobom sa dekrementuje, keď z takéhoto parkoviska vozidlo odchádza.

+ jednoduchá implementácia

- + vhodné na vonkajšie použitie
- nedostatok informácií, nie je známe ktoré miesta sú voľné
- vhodné len pre uzavreté parkoviská
- nízka dôveryhodnosť, ak vozidlo zaparkuje cez viac ako jedno miesto, systém začne ukazovať nepresný počet voľných miest

2.1.2. Magnetický senzor

Magnetický senzor je malé zariadenie, ktoré reaguje na zmenu magnetického poľa. Takýto senzor sa navrtá do zeme v každom parkovacom slotе. Senzor zareaguje keď auto príde na parkovacie miesto a pošle správu do centrálného počítača. Vďaka tomu systém vie ktoré miesto je obsadené a aj ako dlho je obsadené. Vodiči môžu tieto informácie získať pomocou mobilnej aplikácie. Študenti STU predstavili jedno riešenie založené práve na týchto senzoch. Jedno takéto zariadenie by podľa nich malo stáť 100€ so životnosťou baterky 7 rokov.

- + jednoduchá inštalácia (jedného senzoru)
- + vysoká presnosť
- + vhodné na vonkajšiu aplikáciu
- neposkytuje informácie o samotnom aute, nie je možná kontrola parkovného

2.1.3. Ultrazvukový senzor

Ultrazvukový senzor pomocou ultrazvukových vln meria vzdialenosť. Takýto senzor je zavesený nad parkovacím slotom. Auto ktoré vojde do parkovacieho miesta skrúti nameranú vzdialenosť a senzor indikuje obsadené parkovacie miesto. Takýto spôsob detekcie je veľmi často používaný v podzemných garážach.

- + vysoká presnosť
- vhodné na vnútorné použitie
- neposkytuje informácie o samotnom aute, nie je možná kontrola parkovného

2.1.4. Počítačové videnie

Priemyselná kamera, pripevnená napríklad na stĺpe verejného osvetlenia, sníma parkovacie sloty a v pravidelnom intervale posiela tieto dáta na server. Systém tieto dáta stiahne a počítačové videnie rozhodne, či je dané miesto obsadené alebo prázdne. Kamera nám môže poskytnúť viac informácií o parkovacích miestach než predošlé spôsoby. napríklad farbu auta, typ a poznávaciu značku ŠPZ. Samozrejme

- + vysoká presnosť
- + viac informácií o vozidle
- + vhodné na vonkajšie použitie

2.2. Počítačové videnie

Proces detekcie voľného parkovacieho miesta pomocou počítačového videnia sa delí na niekoľko častí ktoré obraz získaný z kamery spracujú, detekujú a vyhodnotia. Tieto kroky vieme ale zhrnúť do dvoch samostatných procesov ktoré sa dejú po sebe. Prvý je detekcia parkovacieho miesta a druhý je vyhodnotenie parkovacieho miesta.

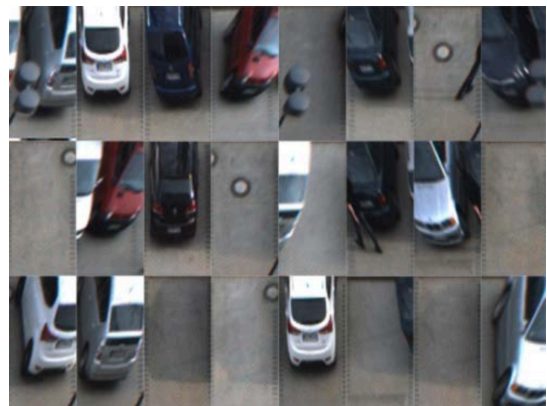
2.2.1. Detekcia parkovacieho miesta

V tomto procese musí počítač obraz spracovať a správne určiť naše oblasti záujmu, čiže detegovať kde v obraze sa nachádzajú parkovacie miesta.

2.2.1.1. Najjednoduchšie riešenie je označiť parkovacie miesta ručne. Po spustení systému, užívateľ označí, pomocou farebných obdĺžnikov (obrázok 1), parkovacie miesta na niektorom z obrazov získaných z kamery. Systém si pozície týchto obdĺžnikov zapamätá a následne podľa nich začne získané obrazy orezávať (obrázok 2). Takto orezané obrazy už sú pripravené na ďalší proces.



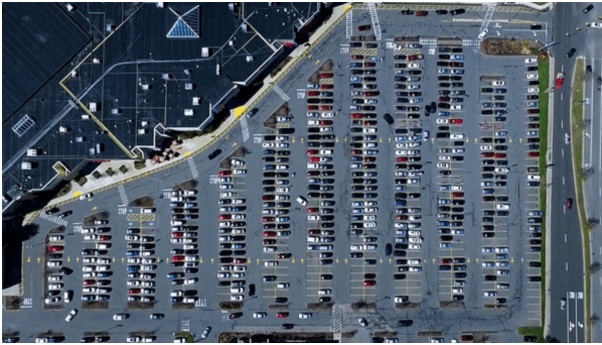
(Obrázok 1)
označené parkovacie miesta



(Obrázok 2)
orezané parkovacie miesta

2.2.1.2. V štúdií, ktorú publikovala Priya Dwivedi [1], sa využíva detekciu parkovacích miest knižnica OpenCV. Táto knižnica je voľne dostupná a použiteľná na akademické aj komerčné účely. Sú v nej zadané rôzne metódy ktoré sa využívajú pri spracovaní obrazu. Snímky použité v tejto štúdií sú fotečné z veľkej výšky, kolmo na parkovisko. V tomto prípade sú parkovacie miesta vytvorené z dlhých zvislých čiar, ktoré sú pravidelne rozdelené kratšími horizontálnymi čiarami do zhodných obdĺžnikov.

- Na pôvodný obraz (obrázok 3) aplikuje Cannyho hranový detektor [7], populárny viacstupňový algoritmus na detegovanie hrán, vytorený Johnom F. Canny. Začína v obraze ďalej pomocou viacstranového polygónu vyfiltruje náš región záujmu . (obrázok 4).
- Na (obrázok 4) aplikuje OpenCV Houghline metódu, ktorá aplikuje Houghovu transformáciu [1] a vyznačí všetky čiary ktoré dokáže identifikovať, podľa vstupných parametrov ako napríklad minimálna dĺžka čiary. Taktiež izolovala identifikáciu len na horizontálne čiary pomocou podmienky sklonu čiary blízkej nule, (obrázok5) .
- Houghline metóda spravila dobrú prácu, no niektoré čiary boli duplicitné a niektoré naopak chýbali. Keďže vyznačené čiary mali rovnaké x-ové súradnice, pomocou ich zoskupovania vyznačila 12 parkovacích blokov (obrázok 6).
- týchto 12 parkovacích blokov rozdelila na jednotlivé parkovacie miesta, pomocou vzdialenosti jednotlivých čiar z obrázka 5. Výsledkom je vyznačenie všetkých parkovacích slotov (obrázok 7), ktorých súradnice uloží, pomocou nich bude program orezávať ďalšie snímky.



(Obrázok 3)
pôvodná snímka



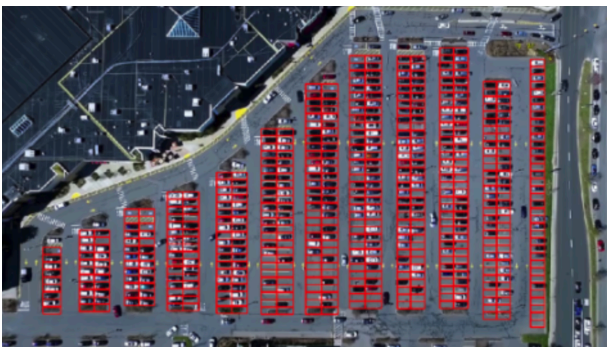
(Obrázok 4)
Cannyho hranový detektor regiónu záujmu



(Obrázok 5)
OpenCV HoughLine Metóda



(Obrázok 6)
vyznačenie parkovacích blokov pomocou zhlu-
kovania x-ových súradníc



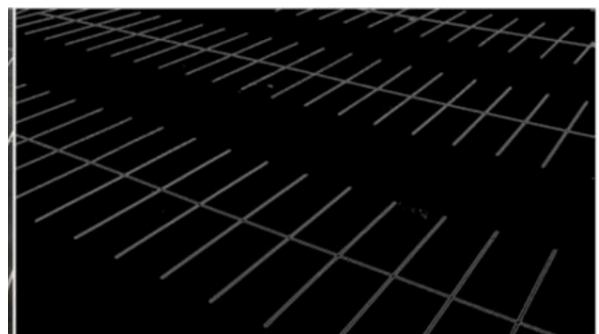
(Obrázok 7)
Vyznačenie jednotlivých parkovacích slotov

2.2.1.3. Jan Onder v svojej publikácii Free parking spots detection [4] taktiež využíva knižnicu OpenCV. Snímka ktorú využíva na Detekciu parkovacích miest obsahuje len prázdne parkovacie miesta.

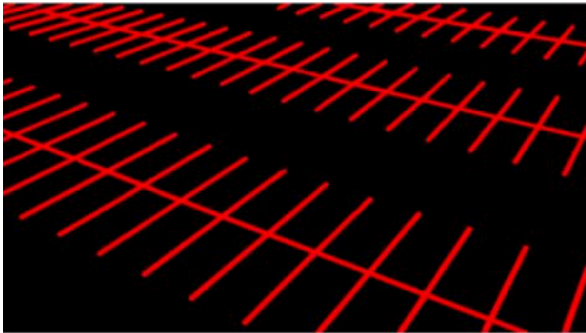
- Prvotný cieľ je získať z obrázu parkovacie čiary. Aplikuje teda Cannyho hranový detektor[7] (obrázok 9), následne použije OpenCV Houghline metódu [6] na detekciu hrán a odstráni šum pomocou erózie a dilatácie (obrázok 10).
- V ďalšom kroku vytvorí kópiu obrázku 10 na ktorú aplikuje dvojitú dilatáciu, čo spôsobí, že parkovacie čiary sa rozšíria. Od toho obrázu následne odčíta obrázok 10, vďaka čomu získa obrysy parkovacích čiar (obrázok 11).
- znovu použije Cannyho hranový detektor a Houghline metódu, tento krát s cieľom odedliť od seba jednotlivé obrysy čiar (obrázok 12).
- obrázok 12 teraz poslúži ako maska pre algoritmus segmentácie povodí (Watershed algorithm). Tento algoritmus nájde parkovacie miesta a každé vyfarbí inou farbou (obrázok13).
- Obráz je teda vysegmentovaný a vieme presnú polohu parkovacích miest. Je teda pripravený na detekciu voľného parkovacieho miesta.



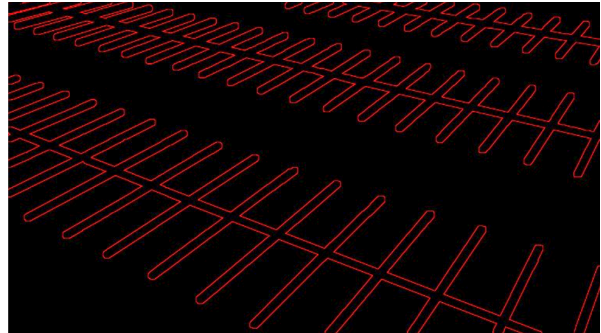
(Obrázok 8)
pôvodný obrázok



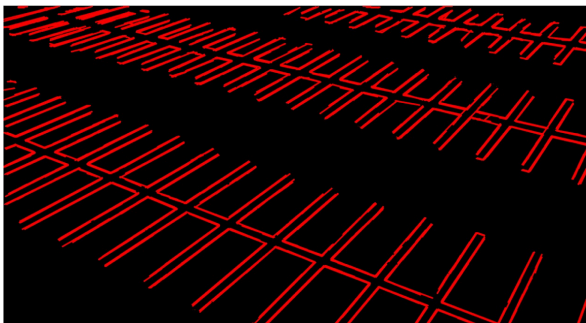
(Obrázok 9)
Cannyho hranový detektor

**(Obrázok 10)**

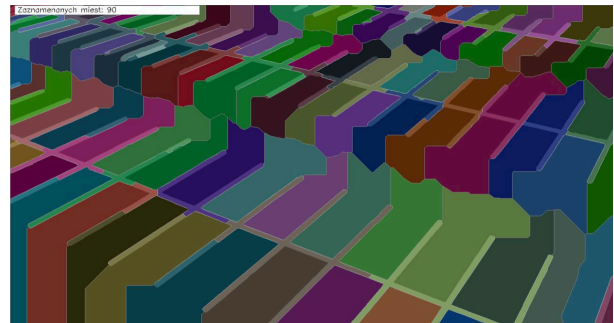
Open CV HoughLine metóda bez šumu

**(Obrázok 11)**

dilatácia a následné odčítanie

**(Obrázok 12)**

odstránenie spojení pomocou Canny a Hough

**(Obrázok 13)**

Selektovanie pomocou povodí

2.2.2. Detekcia voľného parkovacieho miesta

Tento proces počíta s tým, že máme detegované oblasti nášho záujmu, parkovacie miesta, snaží sa teda čo najpresnejšie určiť či je daná oblasť záujmu prázdna, alebo obsadená. Takýto proces sa zkladá z dvoch častí. Prvá časť je získanie vlastností, presnejšie príznakov, obrazu, druhá časť je ich klasifikácia.

2.2.2.1. Získavanie príznakov

Ako je uvedené v [1] príznakom sa rozumie výsledok merania, ktoré kvantifikuje nejakú vlastnosť objektu v obraze. Viacero jednotlivých príznakov sa spája do príznakového vektora, vektora príznakov.

3. Zoznam použitých zdrojov

1. Elena Šikudová, Zuzana Černeková, Wanda Benešová, Zuzana Haladová, Júlia Kučerová. 2011 Počítačové videnie. Detekcia a rozpoznávanie objektov. Dostupné z: http://sccg.sk/~cernekova/Pocitacove_videnie.pdf
2. Marc Tschentscher, Marcel Neuhausen. 2012 Video-based Parking-space Detection. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/242346624>
3. Harish Bhaskar, Saeed AL-Mansoori, Naoufel Werghi 2011 Rectangular Empty Parking Space Detection using SIFT based Classification. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/221415567>
4. Jan Onder. Free parking spots detection. Dostupné z: <https://vgg.fii-t.stuba.sk/2016-06/free-parking-spots-detection/>
5. Priya Dwivedi. 2018 Find where to park in real time using OpenCV and Tensorflow. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/find-where-to-park-in-real-time-using-opencv-and-tensorflow-4307a4c3da03>
6. OpenCV dokumentácia Dostupné z: <https://docs.opencv.org/3.4/index.html>
7. Václav Hlaváč, Hledání hran. Dostupné z: <http://people.ciirc.cvut.cz/~hlavac/TeachPresCz/11DigZprObr/22EdgeDetectionCz.pdf>
8. Zuzana Haladová Júlia Kučerová, Obrazové Transformácia. Dostupné z: <https://dai.fmph.uniba.sk/upload/b/bf/MATLAB4Hough.pdf>