

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE  
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

URČOVANIE DOHĽADNOSTI ZO SNÍMKOV  
STACIONÁRNEJ KAMERY  
BAKALÁRSKA PRÁCA

2024  
VERONIKA BENDÍKOVÁ



UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE  
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

URČOVANIE DOHĽADNOSTI ZO SNÍMKOV  
STACIONÁRNEJ KAMERY  
BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: Aplikovaná informatika  
Študijný odbor: Aplikovaná informatika  
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky  
Školiteľ: RNDr. Peter Borovanský, PhD.  
Konzultant: Mgr. Lukáš Ivica

Bratislava, 2024  
Veronika Bendíková





Univerzita Komenského v Bratislave  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

---

## ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

**Meno a priezvisko študenta:**

**Študijný program:**

**Študijný odbor:**

**Typ záverečnej práce:**

**Jazyk záverečnej práce:**

**Sekundárny jazyk:**

**Názov:**

**Anotácia:**

**Vedúci:**

**Katedra:**

**Vedúci katedry:**

**Dátum zadania:**

**Dátum schválenia:**

garant študijného programu

.....  
študent

.....  
vedúci práce

**Pod'akovanie:** Tu môžete poďakovať školiteľovi, prípadne ďalším osobám, ktoré vám s prácou nejako pomohli, poradili, poskytli dáta a podobne.

## Abstrakt

Slovenský abstrakt v rozsahu 100-500 slov, jeden odstavec. Abstrakt stručne sumarizuje výsledky práce. Mal by byť pochopiteľný pre bežného informatika. Nemal by teda využívať skratky, termíny alebo označenie zavedené v práci, okrem tých, ktoré sú všeobecne známe.

**Kľúčové slová:** jedno, druhé, tretie (prípadne štvrté, piate)

## **Abstract**

Abstract in the English language (translation of the abstract in the Slovak language).

**Keywords:**





# Obsah

Úvod	1
<b>1 Východiská</b>	<b>3</b>
1.1 Zdôvodnenie potreby aplikácie na určovanie dohľadnosti . . . . .	3
1.2 Požiadavky kladené na aplikáciu . . . . .	4
1.2.1 Detekcia objektov, pri ktorých má zmysel určovať vzdialenosť . . . . .	4
1.2.2 Detekcia objektov pri rôznych svetelných podmienkach . . . . .	4
1.2.3 Detekcia objektov pri rôznych poveternostných podmienkach . . . . .	5
1.2.4 Možnosť voľby jednotiek vzdialenosti . . . . .	5
1.2.5 Zobrazenie gps súradníc a nadmorskej výšky daného objektu . . . . .	5
1.2.6 Vstupné fotografie . . . . .	6
1.2.7 Zobrazované informácie . . . . .	6
1.3 Detekcia objektov . . . . .	7
1.3.1 Detekcia objektov pomocou Cannyho detektora v OpenCV . . . . .	7
1.3.2 Detekcia objektov pomocou neurónových sietí . . . . .	9
1.3.3 Houghova transformácia . . . . .	9
1.4 Odhad vzdialenosti na fotografiách . . . . .	10
1.4.1 Odhad vzdialenosti od kamery k známemu objektu . . . . .	10
1.4.2 Stereoskopia . . . . .	10
1.5 Gps informácie a výškové dáta . . . . .	11
1.5.1 Nájdenie zaujímavých miest v okolí . . . . .	12
1.5.2 Vzdialenosť medzi gps súradnicami . . . . .	12
1.5.3 Výškové dáta . . . . .	13
<b>2 Výskumné otázky</b>	<b>15</b>
2.0.1 Detekcia objektov . . . . .	15
2.0.2 Odhad vzdialenosti na fotografiách . . . . .	15
2.0.3 Gps informácie a výškové dáta . . . . .	15
<b>3 Návrh a realizácia experimentov</b>	<b>17</b>
3.0.1 Detekcia objektov . . . . .	17

3.0.2	Odhad vzdialenosti na fotografiách . . . . .	17
3.0.3	Gps informácie a výškové dáta . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Výsledky experimentov</b>	<b>19</b>
4.0.1	Detekcia objektov . . . . .	19
4.0.2	Odhad vzdialenosti na fotografiách . . . . .	19
4.0.3	Gps informácie a výškové dáta . . . . .	19
<b>5</b>	<b>Diskusia</b>	<b>21</b>
	<b>Záver</b>	<b>23</b>
	<b>Príloha A</b>	<b>27</b>
	<b>Príloha B</b>	<b>29</b>

# Zoznam obrázkov

1.1	Príklad fotografie z Popradského letiska . . . . .	6
1.2	Príklad fotografie z Popradského letiska . . . . .	6
1.3	Ukážka výstupu z Cannyho detektora . . . . .	8
1.4	Ukážka výstupu Cannyho detektora s prahmi 90 a 250 . . . . .	8
1.5	Príklad stereoskopických obrazov . . . . .	11



# Zoznam tabuliek



# Úvod

Cieľom tejto práce je poskytnúť študentom posledného ročníka bakalárskeho štúdia informatiky kostru práce v systéme LaTeX a ukážku užitočných príkazov, ktoré pri písaní práce môžu potrebovať. Začneme stručnou charakteristikou úvodu práce podľa smernice o záverečných prácach [?], ktorú uvádzame ako doslovný citát.

Úvod je prvou komplexnou informáciou o práci, jej celi, obsahu a štruktúre. Úvod sa vzťahuje na spracovanú tému konkrétne, obsahuje stručný a výstižný opis problematiky, charakterizuje stav poznania alebo praxe v oblasti, ktorá je predmetom školského diela a oboznamuje s významom, cieľmi a zámermi školského diela. Autor v úvode zdôrazňuje, prečo je práca dôležitá a prečo sa rozhodol spracovať danú tému. Úvod ako názov kapitoly sa nečísluje a jeho rozsah je spravidla 1 až 2 strany.

V nasledujúcej kapitole nájdete ukážku členenia kapitoly na menšie časti a v kapitole ?? nájdete príkazy na prácu s tabuľkami, obrázkami a matematickými výrazmi. V kapitole ?? uvádzame klasický text Lorem Ipsum a na koniec sa budeme venovať záležitostiam záveru bakalárskej práce.





# Kapitola 1

## Východiská

Táto kapitola je rozdelená na nasledujúce časti:

- zdôvodnenie potreby aplikácie - v tejto časti najskôr všeobecne opíšeme dôvody, prečo sú aplikácie na určovanie dohľadnosti dôležité. Následne uvádzame špecifické argumenty pre dôležitosť takýchto aplikácií pri určovaní dohľadnosti zo snímkov stacionárnej kamery v našich podmienkach
- opis požiadaviek kladených na aplikáciu - tento úsek sa zameriava na opis kľúčových požiadaviek, ktoré sú nevyhnutné pre správne fungovanie aplikácií na určovanie dohľadnosti. Tieto požiadavky sú kľúčové pre úspešnú implementáciu a efektívne využitie takýchto aplikácií.
- opis technológií, ktoré sú vhodné k vytvoreniu aplikácie - postupne prejdeme cez rôzne technológie, ktoré sú vhodné pre vytvorenie aplikácií na určovanie dohľadnosti. Pri každej technológii poskytneme základné informácie o jej fungovaní a dôležité aspekty, ktoré sú potrebné pre našu prácu.

### 1.1 Zdôvodnenie potreby aplikácie na určovanie dohľadnosti

Vnímanie prostredia ako detekcie objektov a výpočet vzdialenosti pomocou spracovania obrazu je jednou z najdôležitejších oblastí výskumu počítačového videnia a aplikácií robotickej navigácie. Tento prístup umožňuje počítačovým systémom získavať informácie o okolitom svete prostredníctvom analýzy obrazových dát, čo má kľúčový význam pre rôzne odvetvia, vrátane leteckého snímání krajiny, bezpečnostných systémov, dopravy a ďalších. Zlepšenie presnosti a efektivity určovania dohľadnosti má potenciál viesť k lepšiemu porozumeniu prostredia, zvýšeniu bezpečnosti a optimalizácii procesov v priemysle.

Jedným z kľúčových aspektov je využitie v leteckom snímaní, kde presné získavanie informácií o teréne, budovách a objektoch získaných z leteckých snímok má zásadný význam pre mapovanie, monitorovanie prostredia, a plánovanie infraštruktúry. Detekcia objektov a výpočet ich vzdialenosti umožňuje vytvárať detailné a presné mapy, ktoré sú nevyhnutné pre rôzne aplikácie od geografických informačných systémov až po urbanistické plánovanie.

V našom kontexte je potreba aplikácie na určovanie dohľadnosti zo snímok stacionárnej kamery významná z hľadiska automatizácie manuálnej práce, kedy zamestnanci musia hľadať objekty a potom im určovať vzdialenosť od kamery pomocou máp. Táto aplikácia by mohla slúžiť aj ako nástroj pre pilotov v prípadoch, keď sa v určitej oblasti nachádza len kamera bez ďalšieho tímu na analýzu vznikajúcich snímok.

## 1.2 Požiadavky kladené na aplikáciu

V naledujúcej časti si opíšeme jednotlivé požiadavky, ktoré sú nevyhnutné pre správne fungovanie aplikácií na určovanie dohľadnosti.

### 1.2.1 Detekcia objektov, pri ktorých má zmysel určovať vzdialenosť

Detekcia objektov je dôležitým prvkom počítačového videnia, no zmysluplná interpretácia objektov je rovnako podstatná. Keď sa snažíme odhadnúť vzdialenosť od objektov, je nevyhnutné vedieť triediť detekované objekty podľa ich významu v danom kontexte. Triedenie objektov nám umožňuje identifikovať tie, ktoré majú význam pre naše ciele a úlohy, a následne na ne aplikovať výpočty vzdialeností. Zmysluplné objekty môžu byť napríklad vozidlá na ceste alebo parkovisku, okolité budovy prípadne rôzne stožiare. Na našich fotografiách sa často nachádzajú aj rôzne čiary, ktoré slúžia pre navigáciu lietadiel. Chceli by sme aby tieto čiary neboli súčasťou výslednej množiny objektov aby sme k nim nemuseli určovať vzdialenosti.

### 1.2.2 Detekcia objektov pri rôznych svetelných podmienkach

Správna detekcia pri rôznych svetelných podmienkach je nevyhnutnou súčasťou mnohých aplikácií a systémov, ktoré vyžadujú spoľahlivú identifikáciu objektov, akcií alebo udalostí. Táto schopnosť je kritická pre zachovanie bezpečnosti, efektívnosti a funkčnosti mnohých technologických systémov a procesov.

V oblasti počítačového videnia a spracovania obrazu je dôležité zabezpečiť, aby algoritmy detekcie a rozpoznávania boli robustné voči variáciám svetelných podmienok. To umožňuje presnú a konzistentnú analýzu obrazových dát aj v prípade zmeny osvetle-

nia. To má kľúčový význam pre rôzne aplikácie, ako sú autonómne vozidlá, sledovanie objektov v reálnom čase alebo letecké snímanie.

V našej aplikácii je to dôležité z hľadiska bezpečnosti, napríklad keď sa pilot lietadla rozhodne na základe našich výsledkov pristáť, musíme mať istotu, že nami poskytnuté informácie sú validné.

### 1.2.3 Detekcia objektov pri rôznych poveternostných podmienkach

Správna detekcia objektov pri rôznych poveternostných podmienkach je nevyhnutným prvkom mnohých aplikácií a systémov, ktoré závisia od analýzy obrazových dát. Zlepšenie schopnosti detekcie v rôznych poveternostných podmienkach môže viesť k bezpečnejšiemu, spoľahlivejšiemu a účinnejšiemu fungovaniu technologických systémov a procesov. Mnohé dôvody dôležitosti, ktoré sme uvádzali pre detekcia objektov pri rôznych svetelných podmienkach sú použiteľné aj tu.

### 1.2.4 Možnosť voľby jednotiek vzdialenosti

Možnosť voľby jednotiek vzdialenosti predstavuje dôležitý aspekt v mnohých aplikáciách a prostrediach, kde sa pracuje s meraním vzdialenosti. Táto flexibilita umožňuje používateľom prispôbiť meranie vzdialenosti jeho individuálnym preferenciám a potrebám.

Možnosť voľby jednotiek vzdialenosti umožňuje používateľovi pracovať s jednotkami, ktoré sú mu najbližšie alebo najrelevantnejšie v kontexte jeho aktuálnej lokality. Napríklad používatelia môžu preferovať meranie vzdialeností v kilometroch, míľach alebo iných jednotkách v závislosti od ich kultúrnych alebo preferenčných zvyklostí.

Celkovo možnosť voľby jednotiek vzdialenosti prispieva k väčšej prispôbitelnosti a univerzalite aplikácií a systémov, čo zvyšuje ich použiteľnosť a atraktivitu pre rôzne typy používateľov. Táto funkcia poskytuje užívateľom slobodu vo voľbe preferovaných meraní vzdialenosti, čo vedie k lepšiemu používateľskému zážitku a efektívnejšiemu využitiu aplikácií a systémov.

### 1.2.5 Zobrazenie gps súradníc a nadmorskej výšky daného objektu

Táto informácia poskytuje užívateľom presné geografické umiestnenie objektu a dodáva ďalšie kontextové údaje, ktoré sú nevyhnutné pre rôzne účely, ako sú navigácia, mapovanie, zber dát alebo sledovanie. Celkovo zobrazenie GPS súradníc a nadmorskej výšky daného objektu je nevyhnutnou funkciou pre mnohé aplikácie a systémy, ktoré sa zaoberajú geografickou lokalizáciou a navigáciou.

### 1.2.6 Vstupné fotografie

V našej práci budeme pracovať s fotografiami z Popradského letiska, ktoré nám na výskumné účely poskytla firma MicroStep-MIS [4].



Obr. 1.1: Príklad fotografie z Popradského letiska



Obr. 1.2: Príklad fotografie z Popradského letiska

### 1.2.7 Zobrazované informácie

Pre detekované objekty na fotografiách zobrazíme:

- gps súradnicu, vďaka ktorej si vieme daný objekt nájsť aj v mape
- nadmorskú výšku, ktorá je dôležitá hlavne pri detekcii okolitých pohorí

- vzdialenosť od kamery

Ich dôležitosť sme už opísali v predchádzajúcich podkapitolách.

## 1.3 Detekcia objektov

Detekcia objektov v obraze je široká oblasť v počítačovom videní a spracovaní obrazu. Táto schopnosť umožňuje počítačom automaticky identifikovať a lokalizovať objekty, čo má množstvo praktických aplikácií v rôznych odvetviach. V súčasnosti je detekcia objektov v obraze veľmi aktívnou oblasťou výskumu a vývoja, kde sa stále vylepšujú existujúce metódy a vytvárajú sa nové prístupy. Výzvy spočívajú v rôznorodosti objektov ale aj v tom na čo je kladený dôraz aj v našej práci, teda na správnu detekciu objektov v rôznych svetelných podmienkach ale aj pri zmene poveternostných podmienok.

### 1.3.1 Detekcia objektov pomocou Cannyho detektora v OpenCV

OpenCV je open-source knižnica pre počítačové videnie, strojové učenie a spracovanie obrazu, ktorá sa okrem iného zaoberá aj detekciou objektov na obrázkoch a videách [12]. Práve v tejto knižnici je už naimplementovaný Cannyho detektor, ktorý sa používa na detekciu hrán v obraze [1]. Detekcia hrán je jednou z najčastejšie používaných operácií pri analýze obrazu. Dôvodom je, že hrany tvoria obrysy objektu. To znamená, že ak je možné identifikovať hrany v obraze vieme lokalizovať všetky objekty a určiť základné vlastnosti, ako je plocha, obvod a tvar.

Medzi hlavné kritéria Cannyho algoritmu patria [16]:

- minimálna chybovosť - mali by byť nájdené iba hrany a mali by byť nájdené všetky
- poloha - poloha detekovanej hrany musí byť čo najbližšie k jej skutočnej polohe v obraze
- jednoznačnosť - detektor by nemal identifikovať viacero pixelov hrán v prípade, že existuje len jedna hrana

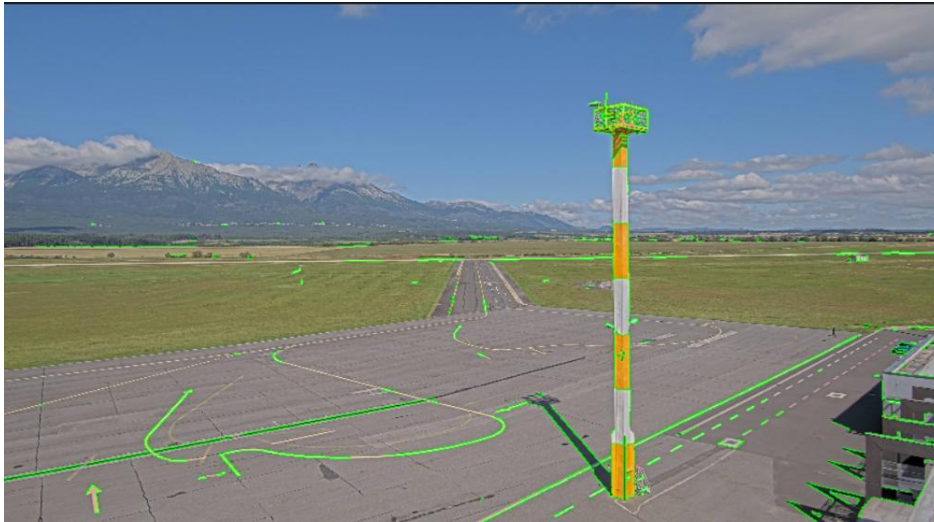
Vidíme, že dané kritéria sa zhodujú aj s našimi požiadavkami, ktoré kladieme na našu aplikáciu, preto sme si aj tento detektor vybrali.

Cannyho detektor naimplementovaný v OpenCV funguje v nasledovných krokoch:

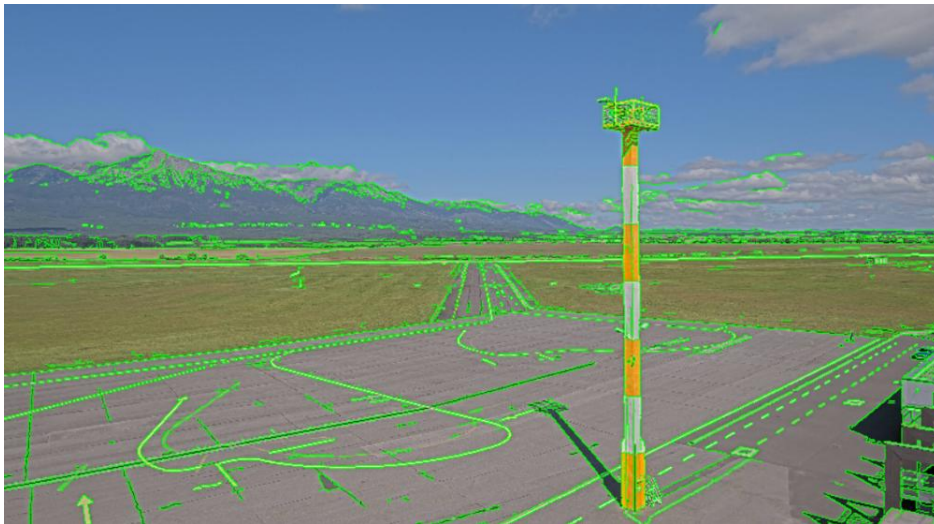
- odstránenie šumu - pomocou Gaussovského filtra
- výpočet gradientu - pomocou Sobelovho operátora

- nájdenie lokálnach maxím - zachovanie hrán s najsilnejšou odozvou
- eliminácia nevýznamných hrán - použijú sa dva prahy na rozdelenie zvyšných hrán na silné a slabé hrany (silné hrany ostanú vo výsledku)

Po aplikácii Cannyho detektora na vstupnú fotografiu získame informácie o hranách, ktoré využijeme na identifikáciu a lokalizáciu objektov v obraze. Ukážky výstupov z Cannyho detektora pri rôznych prahoch:



Obr. 1.3: Ukážka výstupu z Cannyho detektora



Obr. 1.4: Ukážka výstupu Cannyho detektora s prahmi 90 a 250

Na obrázku 1.3 vidíme výstup kde bol použité prahy ... zatiaľ čo pri obrázku 1.4 boli použité prahy 90 a 250. Z uvedených obrázkov je patrnejší význam správneho stanovenia prahových hodnôt pri práci s Cannyho detektorom. Je nevyhnutné zdôrazniť, že správne určenie týchto hodnôt je kľúčové, pretože nesprávne nastavené prahy

môžu viesť k výsledkom, ktoré sú nežiaduce alebo nepoužiteľné. Napríklad, môžeme pozorovať detekciu nežiaducich prvkov, ako sú oblaky alebo nerovnosti zemského povrchu, čo by mohlo negatívne ovplyvniť výsledky analýzy alebo spracovania obrazu. Takéto nedostatočné určenie prahových hodnôt môže skresliť konečné výsledky a výrazne ovplyvniť presnosť a spoľahlivosť detekcie hľadaných objektov. Preto je zásadné venovať osobitnú pozornosť tomuto kroku pri použití Cannyho detektoru s cieľom dosiahnuť presné a relevantné výsledky.

### 1.3.2 Detekcia objektov pomocou neurónových sietí

Detekcia objektov pomocou neurónových sietí predstavuje jednu z najperspektívnejších oblastí v oblasti počítačového videnia. Táto metóda využíva architektúru hlbokých neurónových sietí na identifikáciu a lokalizáciu objektov v obraze s vysokou presnosťou a úspešnosťou. Hlavným prínosom neurónových sietí pre detekciu objektov je ich schopnosť naučiť sa reprezentácie rôznych tried objektov priamo z tréningových dát.

Existuje niekoľko populárnych architektúr neurónových sietí navrhnutých špeciálne pre detekciu objektov, vrátane Faster R-CNN, SSD (Single Shot MultiBox Detector) a YOLO (You Only Look Once). Tieto architektúry sú schopné detekovať objekty v reálnom čase s vysokou presnosťou a rýchlosťou, čo ich robí vhodnými pre rôzne aplikácie, vrátane autonómnych vozidiel, sledovania objektov na videosekvenciách, alebo v oblasti biomedicínskeho výskumu.

Neurónové siete pre detekciu objektov sa neustále vyvíjajú a zlepšujú, pričom nové architektúry a techniky tréningu sú neustále predstavované. S ich pomocou sa otvárajú nové možnosti v oblasti rozpoznávania obrazu a počítačového videnia, čo poskytuje silný nástroj na automatizáciu a zlepšenie mnohých procesov a aplikácií.

ESTE SA BUDE DOPISOVAT

### 1.3.3 Houghova transformácia

Houghova transformácia je významným nástrojom v oblasti spracovania obrazu a počítačového videnia, ktorý sa používa na detekciu geometrických tvarov v obraze. Transformácia je nazvaná po matematikovi Paulovi Houghovi a poskytuje spôsob identifikácie a lokalizácie priamok, kruhov, alebo iných tvarov v obraze, aj keď sú tieto tvary nepresné alebo deformované. Pôvodne bola navrhnutá na detekciu rovných čiar ale postupným výskumom a vývojom danej metódy dokážeme pomocou nej detekovať ľubovoľných tvarov ak sa tieto tvary dajú reprezentovať v matematickom vyjadrení.

V našej práci budeme používať Houghovu transformáciu, ktorá je už naimplementovaná priamo v OpenCV. [5]

ESTE SA BUDE DOPISOVAT



## 1.4 Odhad vzdialenosti na fotografiách

Určovanie vzdialenosti na základe fotografií predstavuje významnú dovednosť nielen pre fotografov, ale aj pre tých, ktorí sa zaujímajú analýzou obrazu. Táto schopnosť má široké uplatnenie v rôznych oblastiach, vrátane autonómnych vozidiel, lietadiel a robotiky. Informácie o vzdialenostiach sú kľúčové pre rozhodnutia pri navigácii a plánovaní trás.

V súčasnosti sa v danej oblasti vedú intenzívne výskumy, ktoré sa zameriavajú na vývoj algoritmov a techník, ktoré umožnia strojom odhadovať vzdialenosť na základe obrazových dát. Samotný odhad môže byť prevedený viacerými spôsobmi a my sa pozrieme na viaceré z nich. Je dôležité poznamenať, že každá z uvedených metód má svoje výhody ale aj obmedzenia v závislosti na požiadavky aplikácie.

### 1.4.1 Odhad vzdialenosti od kamery k známemu objektu

V tomto prístupe využijeme metódu podobnosti trojuholníkov [2]. Predpokladajme, že máme objekt so známym rozmerom  $W$  (rozmerom môže byť výška, šírka alebo dĺžka daného objektu) vo vzdialenosti  $D$  od našej kamery. Vyfotografujme daný objekt a zmerať jeho rozmer v pixeloch, ktorý označíme  $P$ . To nám dovoľuje odvodiť si ohniskovú vzdialenosť  $F$ , ktorá je kľúčovým parametrom pre výpočet vzdialenosti objektu:

$$F = \frac{P * D}{W} \quad (1.1)$$

V prípade, že ohniskovú vzdialenosť poznáme, nemušíme ju zisťovať uvedeným spôsobom. Teraz si môžeme vyjadriť samotnú vzdialenosť.

$$D = \frac{W * F}{P} \quad (1.2)$$

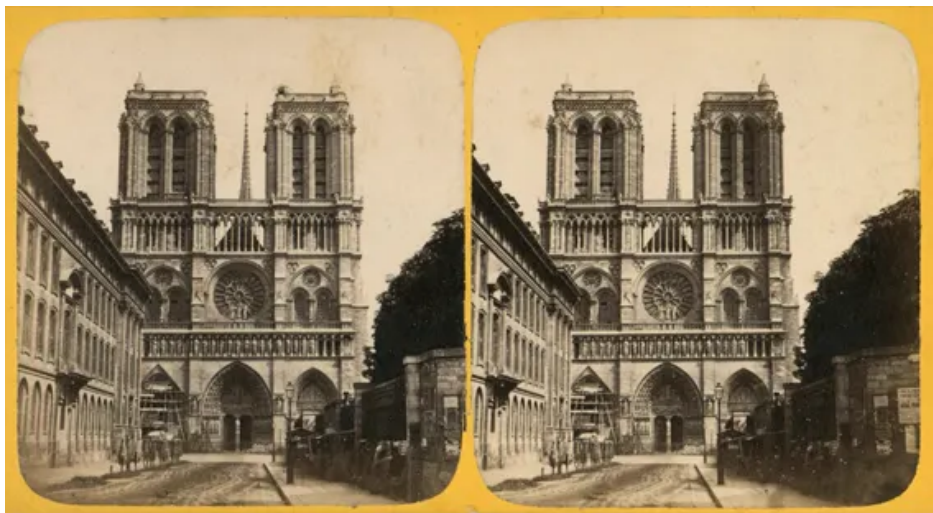
Výsledkom výpočtov už bude samotná vzdialenosť objektu od kamery.

### 1.4.2 Stereoskopia

Samotná stereoskopia je fascinujúca technika, ktorá využíva prirodzený spôsob ako funguje ľudské oko.

Stereoskopické obrazy, ktoré sú výsledkom tejto techniky sú dvojice obrazov zobrazujúce tú istú scénu alebo objekt z dvoch mierne odlišných uhlov, ktoré zodpovedajú uhlom videnia dvoch očí osoby pozerajúcej sa na samotný objekt ako vidíme na obrázku 1.5.

Mozog potom interpretuje tieto dva samostatné obrazy, kombinuje ich z hľadiska hĺbky a my vidíme obraz v jeho stereoskopickej trojrozmernej kráse.



Obr. 1.5: Príklad stereoskopických obrazov

Tento koncept sa často využíva aj pri odhade vzdialeností z dvoch fotografií [13]. Najskôr si na prvej fotografii (obvykle tá, ktorá bola odfočená ako prvá) nájdeme daný objekt, ktorý nás zaujíma (zapamätáme si jeho x-ovú a y-ovú súradnicu v obraze). V ďalšom kroku prejdeme k hľadaniu tohto objektu na druhej fotografii (obvykle tá, ktorá vznikla po posunutí kamery). Vzhľadom k tomu, že využívame princípy stereoskopie, postupujeme tak, že daný objekt hľadáme na y-ovej súradnici objektu z prvej fotografie. Stačí nám teda určiť len x-ovú súradnicu daného objektu. Akonáhle túto informáciu máme, vypočítame si disparitu objektu, čo je vlastne rozdiel medzi pozíciou objektu na našich dvoch snímkach. Túto hodnotu potom môžeme využiť na výpočet vzdialenosti objektu od kamery pomocou nasledovného vzorca:

$$Z = \frac{F}{d} * \frac{T}{D} \quad (1.3)$$

kde  $Z$  predstavuje vzdialenosť medzi objektom a kamerou,  $F$  predstavuje ohniskovú vzdialenosť kamery,  $T$  predstavuje vzdialenosť medzi pravou a ľavou kamerou,  $D$  nám predstavuje disparitu a  $d$  reprezentuje veľkosť pixelu v snímači fotoaparátu.

## 1.5 Gps informácie a výškové dáta

Pre fotografov a tvorcov obsahu je GPS dôležitým nástrojom, pretože umožňuje geotagovanie fotografií. Geotagovanie spočíva v pridávaní geografických údajov, ako sú súradnice polohy, k fotografiám. To znamená, že každá fotografia môže byť identifikovaná nielen podľa svojho obsahu, ale aj podľa miesta, kde bola zachytená.

Znalosť miesta kde bola fotografia zachytená nám dovoľuje využiť nástroje na nájdenie zaujímavých miest v okolí a v neposlednom rade vieme vyjadriť aj ich vzdialenosť od

našej kamery. V nasledujúcej časti sa pozrieme na metódy, ktoré by mohli byť prospešné aj pre našu prácu.

### 1.5.1 Nájdienie zaujímavých miest v okolí

Často sa nám stáva, že potrebujeme rýchlo nájsť najbližší obchod, lekáreň alebo ubytovanie v aktuálnej lokalite. Podobne ako v prípade použitia aplikácie Google Maps, kde je možné zadať hľadaný typ miesta a získať zoznam relevantných výsledkov s vzdialenosťou a ďalšími informáciami, existuje aj možnosť vykonávať podobné vyhľadávania priamo z aplikácií pomocou rôznych API.

V našej práci sme sa rozhodli využiť Google API, konkrétne Places API [10]. Táto služba umožňuje vyhľadávať zaujímavé miesta v okolí zadaných geografických súradníc, s definovaným polomerom vyhľadávania a špecifikáciou typu hľadaných miest.

My sme sa sústredili na vyhľadávanie okolitých pohorí a vrchov. Výsledkom tejto metódy je zoznam miest, kde každé miesto zahrňuje názov, geografické súradnice, informácie o polohe na mape a ďalšie údaje, ako je hodnotenie, fotografie a ďalšie relevantné informácie.

Odobné výsledky vieme dostať aj od GEOPY [7]. GEOPY je klient Pythonu, ktorý uľahčuje vývojárom v jazyku Python vyhľadávanie súradníc adries, miest, krajín a orientačných bodov na celom svete.

Danej metóde [8] dáme rovnaké argumenty ako sme definovali pre Google API a dostaneme podobné výsledky.

Je ale dôležité povedať, že dané Google API je platené od počtu požiadaviek. Tiež, APIčko a metóda od GEOPY, vyžadujú internetové pripojenie, čo by mohlo byť problémom keby sme sa ich rozhodli používať v lietadle kde sa nemôžeme spoliehať na signál mobilných dát.

Možným riešením by bola práca s mapovými SDK, ktoré zabezpečujú zobrazovanie mapových dlaždíc a umožňujú zobrazovanie ďalších mapových vrstiev. Vďaka tomu, by sme vedeli vyhľadávať zaujímavé miesta aj bez využitia internetového pripojenia. Ak by čitateľa zaujímalo viac informácií o daných mapových SDK a o spôsobe ich využiti v leteckej navigácii, odporúčame si prezrieť prácu študenta Marcela Palaja, Navigácia pre športové lietanie [15], kde vieme nájsť mnoho užitočných informácií.

### 1.5.2 Vzdialenosť medzi gps súradnicami

Výpočet vzdialenosti medzi dvomi gps súradnicami je dôležitým prvkom viacerých navigačných aplikácií, pri práci s geografickými dátami ale aj pri záchranných operáciách. V našej aplikácii nám to vie pomôcť v prípade, že vieme detekovať nejaké významné objekty, pri ktorých si vieme určiť gps súradnice.

Rozhodli sme sa využiť metódu z GEOPY [7], ktoré sme spomínali v predchádzajúcej

podkapitole. Vstupom sú dve gps súradnice, naša gps súradnica a gps súradnica miesta, ktoré nás zaujíma.

Výstupom je vzdialenosť pri ktorej si vieme určiť jednotky, v ktorých chceme aby sa zobrazovala, napríklad míle, metre, stopy, kilometre.

Samozrejme, nemusíme vôbec využívať nejaké špeciálne metódy pretože si to vieme so znalosťou goniometrických funkcií ľahko naprogramovať [3].

Výhodou obidvoch metód, ktoré sme spomenuli je, že pre správne fungovanie nepotrebujú internetové pripojenie.

### 1.5.3 Výškové dáta

Výškové dáta sú kľúčovým prvkom v mnohých oblastiach, ktoré sa zaoberajú geografickým prostredím, od geodézie až po aplikácie v geografických informačných systémoch, environmentálnej vede a mnohých ďalších. Tieto dáta nám poskytujú informácie o vertikálnom umiestnení bodov na Zemi a sú dôležité pre pochopenie topografie, geomorfológie a pre rôzne analýzy v priestore.

Výškové dáta môžu byť získané z rôznych zdrojov a metód.

My sme v našej práci rozhodli otestovať Google API [9] a metódu od OpenTopoData [11]. Obidva spôsoby by ale boli problematické keby sme sa ich rozhodli využívať v lietadle, pretože potrebujú internetové pripojenie.

Vhodným riešením, ktoré sa zvikne využívať ale vyzerajú byť dáta z projektu SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) [14]. Tieto dáta sú získané prostredníctvom radarového snímkovania uskutočneného agentúrou NASA z raketoplánu Endeavour v priebehu februára 2000 a sú k dispozícii bezplatne. Ak by čitateľa zaujímal spôsob využitia týchto dát odporúčame pracovať s knižnicou elevation [6] v Pythone.



# Kapitola 2

## Výskumné otázky

2.0.1 Detekcia objektov

2.0.2 Odhad vzdialenosti na fotografiách

2.0.3 Gps informácie a výškové dáta



# Kapitola 3

## Návrh a realizácia experimentov

3.0.1 Detekcia objektov

3.0.2 Odhad vzdialenosti na fotografiách

3.0.3 Gps informácie a výškové dáta





# Kapitola 4

## Výsledky experimentov

4.0.1 Detekcia objektov

4.0.2 Odhad vzdialenosti na fotografiách

4.0.3 Gps informácie a výškové dáta



# Kapitola 5

## Diskusia



# Záver

Na záver už len odporúčania k samotnej kapitole Záver v bakalárskej práci podľa smernice [?]: „V závere je potrebné v stručnosti zhrnúť dosiahnuté výsledky vo vzťahu k stanoveným cieľom. Rozsah záveru je minimálne dve strany. Záver ako kapitola sa nečísluje.“

Všimnite si správne písanie slovenských úvodzoviek okolo predchádzajúceho citátu, ktoré sme dosiahli príkazom `\uv`.

V infromatických prácach niekedy býva záver kratší ako dve strany, ale stále by to mal byť rozumne dlhý text, v rozsahu aspoň jednej strany. Okrem dosiahnutých cieľov sa zvyknú rozoberať aj otvorené problémy a námety na ďalšiu prácu v oblasti.

Abstrakt, úvod a záver práce obsahujú podobné informácie. Abstrakt je kratší text, ktorý má pomôcť čitateľovi sa rozhodnúť, či vôbec prácu chce čítať. Úvod má umožniť zorientovať sa v práci skôr než ju začne čítať a záver sumarizuje najdôležitejšie veci po tom, ako prácu prečítal, môže sa teda viac zamerať na detaily a využívať pojmy zavedené v práci.



# Literatúra

- [1] Canny edge detection, documentation. Dostupné z: [https://docs.opencv.org/4.x/da/d22/tutorial\\_py\\_canny.html](https://docs.opencv.org/4.x/da/d22/tutorial_py_canny.html) (citované: 2024-04-26).
- [2] Determining distance. Dostupné z: <https://www.baeldung.com/cs/cv-compute-distance-from-object-video> (citované: 2024-04-26).
- [3] distance between two points. Dostupné z: <https://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html> (citované: 2024-04-26).
- [4] Elevation, documentation. Dostupné z: <https://www.microstep-mis.com/web/frontpage> (citované: 2024-04-27).
- [5] Elevation, documentation. Dostupné z: <https://www.geeksforgeeks.org/line-detection-python-opencv-houghline-method/> (citované: 2024-04-27).
- [6] Elevation, documentation. Dostupné z: <https://pypi.org/project/elevation/> (citované: 2024-04-26).
- [7] Geopy, documentation. Dostupné z: <https://geopy.readthedocs.io/en/stable> (citované: 2024-04-26).
- [8] Geopy, nearby places. Dostupné z: <https://medium.com/@arpit23sh/discover-nearby-places-with-python-a-geolocation-adventure-770ecc78f13f> (citované: 2024-04-26).
- [9] Google elevation api, documentation. Dostupné z: <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/start> (citované: 2024-04-26).
- [10] Google places api, documentation. Dostupné z: <https://developers.google.com/maps/documentation/places/web-service/overview> (citované: 2024-04-26).
- [11] Open topo data, documentation. Dostupné z: <https://www.opentopodata.org/datasets/eudem/> (citované: 2024-04-26).



- [12] Opencv, documentation. Dostupné z: <https://docs.opencv.org/4.x/index.html> (citované: 2024-04-26).
- [13] Stereo vision: Depth estimation between object and camera. Dostupné z: <https://medium.com/analytics-vidhya/distance-estimation-cf2f2fd709d8> (citované: 2024-04-26).
- [14] Strm, documentation. Dostupné z: <https://www.earthdata.nasa.gov/sensors/srtm> (citované: 2024-04-26).
- [15] Marcel Palaj. Navigácia pre športové lietanie, 2022.
- [16] George Stockman and Linda G Shapiro. *Computer vision*. Prentice Hall PTR, 2001.

# Príloha A: obsah elektronickej prílohy

V elektronickej prílohe priloženej k práci sa nachádza zdrojový kód programu a súbory s výsledkami experimentov. Zdrojový kód je zverejnený aj na stránke <http://mojadresa.com/>.

Ak uznáte za vhodné, môžete tu aj podrobnejšie rozpísať obsah tejto prílohy, prípadne poskytnúť návod na inštaláciu programu. Alternatívou je tieto informácie zahrnúť do samotnej prílohy, alebo ich uviesť na oboch miestach.



## Príloha B: Používateľská príručka

V tejto prílohe uvádzame používateľskú príručku k nášmu softvéru. Tu by ďalej pokračoval text príručky. V práci nie je potrebné uvádzať používateľskú príručku, pokiaľ je používanie softvéru intuitívne alebo ak výsledkom práce nie je ucelený softvér určený pre používateľov.

V prílohách môžete uviesť aj ďalšie materiály, ktoré by mohli pôsobiť rušivo v hlavnom texte, ako napríklad rozsiahle tabuľky a podobne. Materiály, ktoré sú príliš dlhé na ich tlač, odovzdajte len v electronickej prílohe.