

Skúmanie vzdialenosti detekcie a rozpoznávania 2D tváre z kamerového systému umiestneného na kvadrokoptére

Technická zpráva - FIT - VG20102015006 - 2015 - 06

Lea Mikundová



Fakulta informačních technologií, Vysoké učení technické v Brně

6. října 2015

Abstrakt

Táto technická správa sa zaoberá rozpoznávaním tváre z kamerového systému umiestneného na kvadrokoptére. Prvá časť sa venuje možnosti rozpoznania tváre z nestabilného kamerového záznamu a výpočtu vzdialenosti objektu od kamery. Ďalšia časť sa zaoberá samotnou implementáciou algoritmov pre detekciu a rozpoznávanie za pomoci knižnice OpenCV a vyhodnotenie úspešnosti algoritmov v závislosti na vzdialenosti a uhle ku snímanej osobe.

Obsah

1	Úvod	2
2	Realizácia HW	3
2.1	GoPro kamera	3
2.2	Kvadroptéra	3
2.2.1	Ar. Drone 2.0	4
2.3	Snímanie z kvadroptéry	5
2.3.1	Výpočet výšky a uhla kvadroptéry k snímanému	5
3	Implementácia	8
3.1	Popis systému	8
3.2	OpenCV	8
3.3	Implementácia detekcie	9
3.4	Implementácia rozpoznania	10
4	Porovnanie výsledkov algoritmov	11
4.1	Detekcia	11
4.2	Rozpoznávanie	12
5	Záver	13
6	Literatúra	14

1 Úvod

Bezpečnosť a zabezpečenie systémov možno chápať rôzne. Každodenne sa stretávame s mnohými druhmi zabezpečenia. Pri vstupe do práce sme identifikovaní ID kartou, či pinom na bezpečnostnom zariadení, následne sa do systému prihlasujeme heslom, občas je potrebné použiť ako overenie rôzne SMS kódy, či iné zabezpečovacie zariadenia. Väčšina týchto možností je buď finančne náročná, ako údržba ID kariet či zasielanie SMS kódov, alebo sa jedná o metódu nie príliš bezpečnú, napríklad heslá, ktoré možno ľahko ukradnúť jednoduchým sledovaním danej osoby pri prihlasovaní. Množstvo údajov, ktoré zverujeme pod rôzne systémy, e-maily, či siete sa neustále zvyšuje. Taktiež dôležitosť, tajnosť a hĺbka personálnych dát je omnoho vyššia oproti minulému storočiu, v ktorom začal rozvoj informačných technológií ako takých. Preto rozvoj bezpečnosti musí ísť ruka v ruke s rozvojom ostatných technológií.

Od pradávna sú známe rôzne metódy, ako si ľudia označovali svoje veci, či výrobky. Vtedajšia kultúra neumožňovala žiadne označenie a tým viedla ľudí k vymysleniu nových spôsobov označovania. Tak vznikli odtlačky prstov na rôznych maľbách. Časom sa tieto metódy rozširovali do rôznych rád, odtlačky prstov sa stali neoddeliteľnou súčasťou kriminalistiky a vyšetrovania, rovnako ako sa podpisový vzor dostal na všetky identifikačné doklady človeka, do bánk a rôznych inštitúcií vyžadujúcich kvalitnejšie zabezpečenie. Všetky tieto pojmy a formy zabezpečenia patria pod jednotný názov *biometria*.

Táto rýchlo sa vyvíjajúca vedná disciplína pokrýva široké spektrum možností zabezpečenia, identifikácie a verifikácie každej osoby. Skúma psychické, či fyzické vlastnosti človeka ako napríklad oko, chôdzu, tvar ucha, štýl podpisovania sa, či tvár samotnú. O poslednej spomenutej metóde bude nasledujúca správa hovoriť. Postupne sa dostaneme na koreň metódy, ako prebieha od zosnímania tváre, cez spracovanie obrazu, až po následné vyhodnotenie, verifikáciu, autorizáciu a koniec koncov i chybovosti zariadenia. Používanosť tejto technológie ju predurčuje k tomu byť zaujímavou, no stále neúplne prebádanou disciplínou.

2 Realizácia HW

Zariadenie pre celý experiment sa skladá z poloprogramovateľnej kvadroptéry a HD kamery značky GoPro.

2.1 GoPro kamera

Kamera GoPro je preslávená svojou vysokou variabilitou použitia pri rôznych aktivitách. Vybrala som ju práve vďaka kompromisu jej veľkosti a kvalitného podania obrazovej reality. Jej váha kvadroptéru takmer nezaťažuje, kamera váži 74g. Pre videá ponúka rozlíšenie 1080p pri snímkovacej frekvencii 30 snímkov za sekundu. Videá sú ukladané vo formáte .MP4. Pre fotky poskytuje pekné 11MPx rozlíšenie. Kamera podporuje pamäťovú kartu typu microSD pre ukladanie dát.

Kamera disponuje čipom CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor), ktorý funguje ako snímacie zariadenie. Každý pixel má základný filter, ktorý je RGB. Fotonické dáta sú prevedené do digitálnej formy, v ktorej sú prenášané v nekomprimovanom formáte. Následne sú data prenesené do počítača pre spracovanie systémom, kde každý z pixelov je schopný vytvoriť RGB alebo plnofarebnú hodnotu per pixel, čo je základom vytvorenia digitálneho videostreamu, či fotografie [3].



Obrázek 1: Kamera GoPro3 Hero.

Pre účely projektu bola použitá kamera GoPro Hero 3 (obr. 1), prvé vydanie. Videá sú v natočené v kvalite 1080p/30FPS¹, čo je pre výsledky dostačujúce.

2.2 Kvadroptéra

Za kvadroptéru možno považovať lietajúceho robota so štyrmi rotormi. Rotory sú umiestnené v štvorcovom usporiadaní na vrchu kvadroptéry a sú umiestnené v rovnakej vzdialenosti od ťažiska. Kvadroptéra, niekedy nazývaná drón, sa ovláda nastavením uhlovej rýchlosti rotorov, ktoré sa otáčajú pomocou elektrických motorov. Rotory sú usporiadané do kríža, pričom predný a zadný rotor sa otáčajú proti smeru hodinových ručičiek a ľavý a pravý rotor sa otáčajú po smere hodinových ručičiek [4].

¹FPS - snímková frekvencia z anglického Frame Per Second

V dnešnej dobe dróny zažívajú rozmach a začínajú sa využívať pre úlohy, ktoré sú pre človeka riskantné, alebo nákladné. V reálnom svete sa využívajú takmer v každom odvetví - pre kontrolu bezpečnosti a funkčnosti infraštruktúr, ako technická podpora pri živelných pohromách a hľadani ľudí v lavínach. Dostávajú sa i do multimediálnej oblasti vďaka možnosti novej perspektívy záznamov pri natáčaní rôznych akcií, či športových podujatí. Dróny sa pomaly stávajú fenoménom dnešnej doby a je v nich veľký potenciál pre zjednodušenie, možno i zlepšenie kvality života človeka.

K projektu bola použitá kvadroptéra Reely 450 QuadroCopter (obr. 2a) pre jej možnosti nastavenia módov lietania, tak isto ako poloprogramovateľných čipov pre riadenie značky Mega8 Atmel RISC. Jej vzletová hmotnosť je menšia ako 1kg, čo ju radí medzi mini lietajúce roboty.



(a) Pôvodná kvadroptéra



(b) Kvadroptéra po úprave

Obrázek 2: Reely Quadrocopter 450

Z dôvodov nestabilných letových vlastností a nedostatočne silnej konštrukcie došlo k výmene rámu, vrtúľ, stabilizačných prvkov kvadroptéry a preprogramovaniu nulových polôh pre zaistenie rovnováhy. Pre lepšie pozorovacie uhly kamerového systému bol pridaný podvozok (obr. 2b). Silnejší konštrukčný rám kvadroptéry sa však podpísal na celkovej hmotnosti, ktorá o približne 200g presiahla pôvodnú hmotnosť. Vyššia hmotnosť spolu s frekventovaným lietaním bola pre riadiacu jednotku a jej regulátory značne neprijateľná. Počas výskumu došlo k preťaženiu jedného regulátora a tým k jeho vyhoreniu. Natáčanie ďalej prebiehalo pomocou kvadroptéry Ar. Drone 2.0.

2.2.1 Ar. Drone 2.0

Kvadroptéra Ar. Drone je ovládaná pomocou smart telefónu vďaka wifi prepojeniu oboch systémov. Jedná sa o kvalitný model obsahujúci kameru s rozlíšením 720p pri snímkovacej frekvencii 30 snímkov za sekundu. Videá sú, podobne ako GoPro videá, ukladané vo formáte .MP4 buď na USB disk priamo v kvadroptére, alebo sa ukladajú do smart telefónu počas ovládania letu. Spolu s videami sa do ovládacieho prvku umiestňujú i informácie o lete, rýchlosti a výške drónu v jednotlivých časoch.

Ar. Drone preukazoval omnoho stabilnejšie a lepšie letové vlastnosti ako pre-robená kvadroptéra, preto i snímky urobené týmto drónom by mali byť stabilnejšie. Problémom bola problematická montáž kamery GoPro z dôvodu absencie podvozku. Kamera bola umiestnená z vrchnej časti drónu, čo zhoršuje konečné výsledky, nakoľko kamera nemohla byť umiestnená v lepšom snímacom uhle.



Obrázek 3: Kvadroptéra Ar. Drone 2.0. spolu s kamerou GoPro.

2.3 Snímanie z kvadroptéry

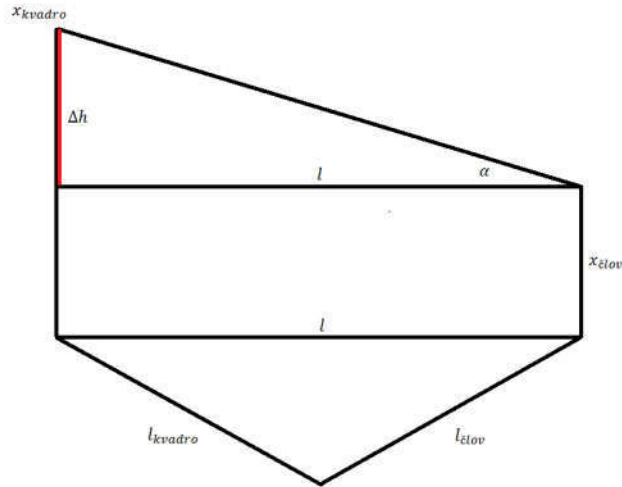
Snímanie vzoriek pre túto prácu prebiehalo väčšinou v areály školy. Na podvozok kvadrop-téry bola pripevnená kamera GoPro. Kvadroptéra bola umiestnená na vopred určené miesto, odkiaľ boli urobené viditeľné body každý meter do vzdialenosti 6-10m od objektu v závislosti na okolí a možnostiach.

Následne bolo snímanie prevedené buďto približovaním sa kvadroptéry k objektu, alebo naopak. V druhom prípade bola snaha udržať kvadroptéru na mieste v rôznych výškach, pričom objekt dosahoval dané pointy od a do určitej vzdialenosti.

Videá boli potom spracované podľa jednotlivých osôb. Zostrihané a upravené videá (pre čo najvyššiu kvalitu obrazu) boli následne uložené v pôvodnom formáte .MP4 do osobitných zložiek, v ktorých detekcia a rozpoznávanie daných osôb prebiehalo.

2.3.1 Výpočet výšky a uhla kvadroptéry k snímanému

Výpočet výšky a uhla pozorovania bol manuálny a započal ihneď po prvej detekovanej tvári vo videu. Bolo nutné pracovať s predpokladom, že je nutné poznať rozmery pomyselného trojuholníka vytýčeného medzi pozorovaným človekom, človekom s fotoaparátom a kvadroptérou. Zároveň s tým bolo nutné poznať približnú výšku pozorovaného človeka. Bez týchto dát by sa vo výpočtoch vyskytovalo príliš mnoho neznámych a ten by tak nebol riešiteľný. Neznáme boli dopočítané zo snímok druhej kamery metódou triangulácie (viď obr. 4).



Obrázek 4: Modelový výpočet pomocou triangulácie.

Základné veličiny v tomto prípade budú:

- α ... Uhol záberu, uhol medzi kamerou a tvárou pozorovaného []
- l ... Vzdialenosť medzi kamerou a pozorovaným človekom [m]
- $h_{čov}$... Reálna výška človeka [m]
- $x_{čov}$... Teoretická výška človeka odčítaná z fotografie [m]
- h_{kvadro} ... Reálna výška letu kvadrotéry [m]
- x_{kvadro} ... Teoretická výška letu kvadrotéry odčítaná z fotografie [m]
- l_{kvadro} ... Vzdialenosť kvadrotéry od pozorovateľa s fotoaparátom [m]
- $l_{čov}$... Vzdialenosť človeka od pozorovateľa s fotoaparátom [m]
- δh ... Rozdiel výšok človeka a letu kvadrotéry [m]

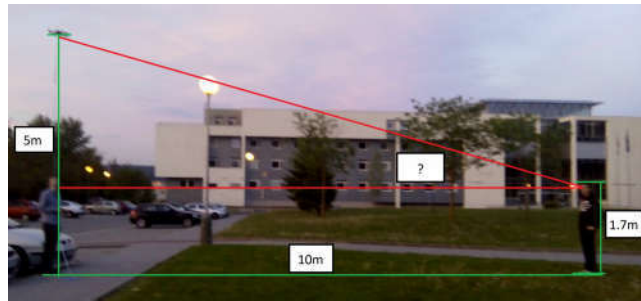
Potom je možné chýbajúce údaje dopočítať tromi spôsobmi:

- Pomocou Ar. Drone 2.0 zaznamenávať letové vlastnosti pri natáčaní, následne porovnať v časoch s videami z GoPro kamery. Uhly je potrebné dopočítať (vid'. obr. 5). Vzhľadom k tomu, že výška kamerového zariadenia je známa, jednoducho dopočítame uhol pomocou $\tan \alpha$ nasledovne:

$$\tan \alpha = \frac{\delta h}{l} \quad (1)$$

kde $\delta h = h_{kvadro} - h_{čov}$ a l je vzdialenosť kvadrotéry od človeka.

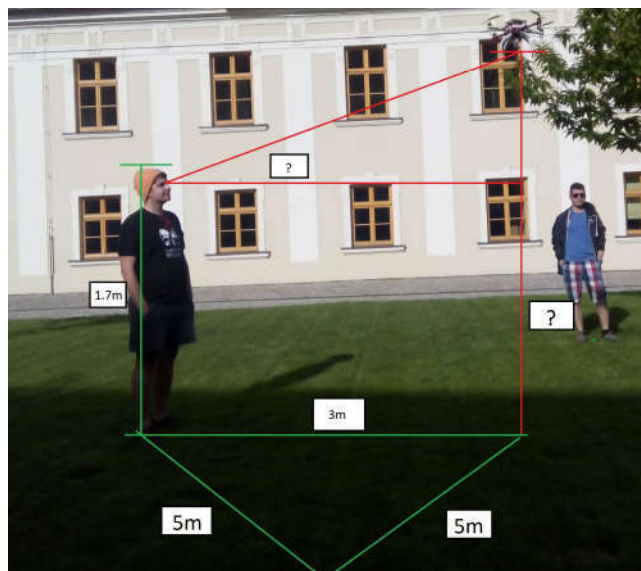
- Pri známej výške sledovanej osoby bolo možné dopočítať výšku letu kvadrotéry *pomerovo*. Tu však muselo byť jasné, že kvadrotéra a sledovaná osoba boli v rovnakej vzdialenosti od druhej kamery (vid'. obr. 6). Výpočet výšky kvadrotéry sa riadi vzorcom 2.



Obrázek 5: Ilustratívny obr. - výpočet uhla snímanej osoby.

$$h_{kvadro} = \frac{h_{clov}}{x_{clov}} * x_{kvadro} \quad (2)$$

pričom x_{clov} a x_{kvadro} sú hodnoty odčítané z obrázku. Uhol sa dopočíta pomocou hore spomenutého vzorca 1.



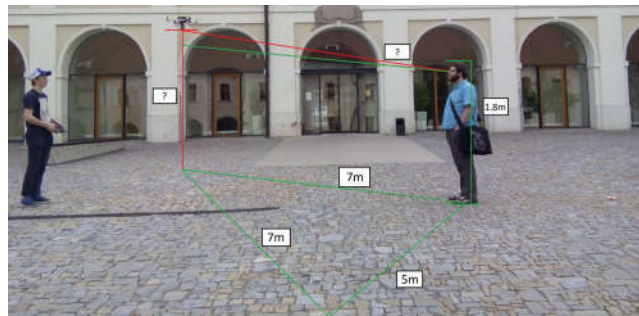
Obrázek 6: Ilustratívny obr. - výpočet výšky kvadrotéry za predpokladu, že je v rovnakej vzdialenosti od pozorovateľa.

- Pri známej vzdialenosti kamery a pozorovaného pomocou *triangulačných metód*. Z pomeru vzdialeností je možné vypočítať výšku letu a potom je možné dopočítať uhol medzi kvadroptérou a pozorovaným (viď. obr. 7). Výpočet výšky je podobný ako v predchádzajúcom prípade. Rozdiel je v nutnosti vynásobenia výšky kvadroptéry pomernou vzdialenosťou 3.

$$h_{kvadro} = h_{kvadro} * const \quad (3)$$

kde

$$const = \frac{l_{kvadro}}{l_{clou}} \quad (4)$$



Obrázek 7: Ilustratívny obr. - výpočet výšky kvadroptéry za predpokladu, že je v rôznej vzdialenosti od pozorovateľa.

3 Implementácia

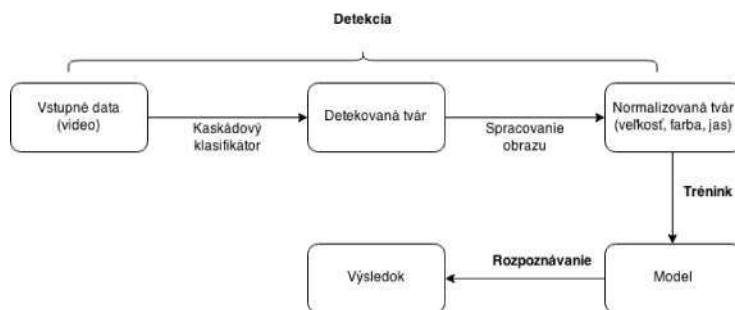
3.1 Popis systému

Systém pre rozpoznávanie tváre bol vyvinutý pod OS Linux distribúcie Fedora. GUI zastrešuje program QT verzie 5.4.1. Pre projekt bola použitá veľmi rozšírená knižnica OpenCV, ktorá bude spomenutá nižšie 8.

Program sa skladá z troch jednoduchých modulov - detekcia, tréning a rozpoznávanie (obr. 8).

3.2 OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision) je multiplatformová počítačová knižnica vyvinutá firmou Intel v roku 1999, zameraná na real-time počítačové spracovanie obrazu, zahrňujúca patent-free implementácie aktuálnych algoritmov. Knižnica je prístupná pod BSD (Brekeley Software Distribution) licenciou. Skladá sa z niekoľkých menších zdieľaných statických knižníc, kde základný core modul definuje funkcie a dátové štruktúry používané ostatnými modulmi [1].

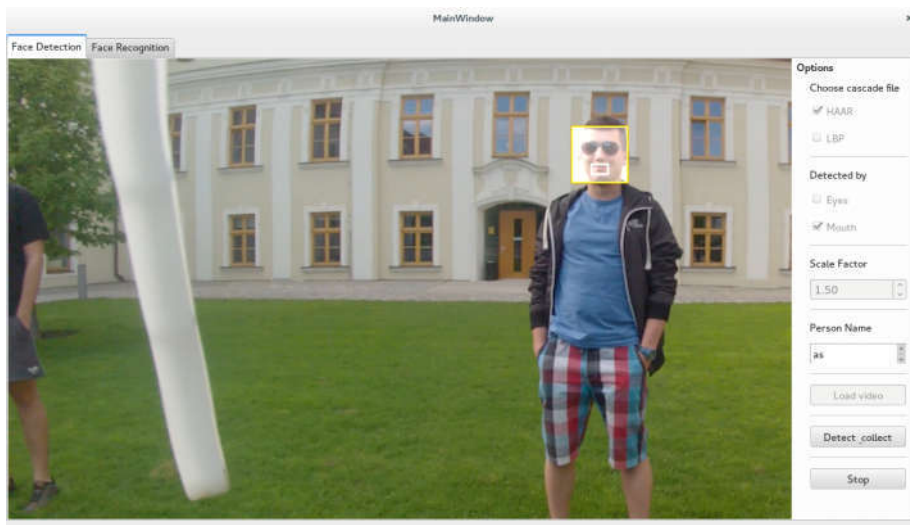


Obrázek 8: Zjednodušený model rozpoznania tváre.

Pre túto prácu bude plne využitá pre jej širokospektrálnu podporu spracovania obrazu, detekcie tváre, či samotných pseudo algoritmov pre rozpoznávanie tváre. Obsahuje taktiež vopred vygenerované tréningové súbory pre hľadanie objektov - tvár, oči, ústa, atď. Dostupná je pre jazyky C, C++, Python a mnoho jej častí sa aktuálne rozvíja pre Android.

3.3 Implementácia detekcie

Vo fáze detekcie sa na vstup dostáva video. V ňom sa vyhľadávajú rysy tváre podľa vopred určeného kaskádového súboru. Užívateľ má možnosť si vybrať, či tvár bude detekovaná očami, alebo ústami (viď. obr. 9).



Obrázek 9: GUI z prostredia QT pre detekciu tváre [2].

Kaskádový súbor pre detekciu je z knižnice OpenCV. Počas detekcie prechádza

obraz rôznymi transformáciami a normalizáciami. Pre kaskádové vyhľadávanie je základom dostať obraz do čiernobieleho formátu. Následne je veľkostne zmenšený, aby nebola detekcia výpočtovo náročná. To môže mať negatívny vplyv, najmä v danom projekte, kde objekt záujmu - tvár, je vo veľkej vzdialenosti od snímacieho zariadenia a zmenšením videosnímkov sa úspešnosť metódy detekcie rapídne znižuje. Pri testovaní som dané zmenšenie vôbec nepoužívala. Čiernobiely detekovaný obraz je normalizovaný čo sa kontrastu a jasnosti týka pomocou funkcie `Mat equalizeHist(Mat oldFace, Mat equalizedFace)`, následne je zmenšený pre dosiahnutie jednotnej veľkosti snímku, ktorá je potrebná pre rozpoznávací algoritmy. Po celom procese je snímka porovnaná s naposledy uloženou pre zmenšenie veľkosti výslednej databáze. Ak bude rozdiel medzi predchádzajúcou a aktuálnou dostatočne veľký a medzi uloženiami ubehla dostatočne veľká doba (v testovacom prostredí 0.5 minúty), je nová snímka uložená do premennej `oldFace` a taktiež do vopred dohodnutého úložného priestoru. Takáto snímka je schopná stať sa súčasťou trénovacej množiny.



Obrázok 10: Proces spracovania obrazu pre trénovacu množinu.

Pre videosnímky z kvadrotéry sa osvedčilo používanie detekcie tváre spolu s detektorom úst, nakoľko oči, ako často používaný identifikátor, sú z uhla snímania a veľkej diaľky nedostatočne identifikovateľným prvkom. Ústa je možné detekovať pomocou samostatného Haar kaskádového súboru tak, že nasledovne rozdelíme tvár na dve polovice:

```
Rect halfRect = faceVec[i];
halfRect.height /= 2;
halfRect.y += halfRect.height;
Mat halfFace = videoFrame( halfRect );
```

Potom už vyhľadávame ústa pomocou `mMouthDetector.detectMultiScale(halfFace, mouthVec, 3)` s hodnotou `scaleFactor = 3`. Hodnota premennej `scaleFactor`, ktorá definuje, ako veľmi sa zredukuje veľkosť snímku pre každé meranie, je pre dostatočné množstvo vzoriek pre trénovacu množinu tváre cca 1,5.

3.4 Implementácia rozpoznania

Pre rozpoznanie tváre bola taktiež použitá knižnica OpenCV. Tá zastrešuje takmer celé rozpoznanie, takže implementácia rozpoznania sa zmenšila znovu

na úpravu vstupných dát. Pred samotným aktom rozpoznávania je potrebné vytvoriť model trérovacej množiny `model = createFisherFaceRecognizer()` a natrénovať tváre z trérovacej množiny pomocou `model->train(images, labels)`. Popis cesty k obrázkom a popisy k nim sú z .CSV súboru, ktorý je predtým vytvorený pomocou skriptu. Samotný algoritmus, ktorým bude model trérovaný je vybraný zo spinBoxu v GUI programu.

Po natrénovaní je spustené požadované video, v ktorom dôjde k detekcii tváre. Následne je zistená veľkosť trérovaných obrázkov, na danú veľkosť je zmenšený i vstup, s ktorým sa bude porovnávať. Zároveň je vstup normalizovaný, čo sa farieb a jasů týka podobne, ako v detekcii. Daný obrázok je potom porovnaný s priemernou hodnotou obrázkov z trérovacej množiny za pomoci funkcie `int prediction = model->predict(face_resized)`. Výsledok porovnania je ID priečinku, v ktorých boli snímky z trérovacej množiny uložené pre jedno-duchšie zachovanie anonimity snímaných osôb. Ten je vpísaný priamo do obrázku.

4 Porovnanie výsledkov algoritmov

4.1 Detekcia

Detekciu tváre ovplyvňovalo mnoho faktorov. Najdôležitejším krytériom bola vzdialenosť od snímanej osoby spolu s pridanými predmetmi, ktoré zakrývali časti tváre, prípadne ich vzhľad úplne menili ako okuliare, šiltovky, či šály zasahujúce nad bradu. Veľkú rolu vo výslednom experimente malo i osvetlenie. V snímkach urobených za slnečného počasia bola o 30% väčšia úspešnosť detekcie tváre, ako v snímkach s horšími svetelnými podmienkami.

Kaskádové súbory HAAR a LBP fungovali za daného parametru `scaleFactor = 1.5` veľmi dobre, výsledný pomer zlých snímkov k dobrým v percentách je u HAAR kaskády 5 : 95 a u LBP kaskády 9 : 91. V rýchlosti detekcie je jednoznačne výkonnejšie LBP, čas detekcie je o $\frac{1}{3}$ nižší, ako pri použití HAAR kaskádového súboru. Má však značnú nevýhodu - nedetekuje všetky tváre, ktoré pomocou HAAR boli detekované a tým znižuje šancu na dobré rozpoznávanie.

Pri zmene `scaleFactor` na hodnotu nižšiu, detekcia bola veľmi výpočetne náročná a tým i zdĺhavá. V opačnom prípade, pri zvýšení danej hodnoty, bola detekcia nepresná, mala väčšiu chybovosť a pomer nesprávnych vzoriek ku správnym. Maximálna prijateľná testovacia hodnota bola 2.

Pri porovnávaní videí natočených kamerou GoPro a integrovanou kamerou kvadroptéry boli výsledky nečakane podobné. Čo sa detekcie tváre týka, pomer správnej:nesprávnej detekcie bol v oboch prípadoch takmer rovnaký. Rozdiel nastal pri rozpoznávaní. Tu musia byť všetky snímky trérovacej množiny jednej veľkosti, takže pri nižšom rozlíšení danej kamery museli byť snímky zväčšené a tým došlo k menšiemu znehodnoteniu priemeru. Pri rozpoznávaní bola chybovosť oproti GoPro kamere o niečo vyššia.

V nasledujúcej tabuľke vzdialenosť udáva najväčšiu vzdialenosť, pri ktorej bolo možné tvár rozoznať. Uhol udáva najväčší uhol bez závislosti na vzdiale-

nosti, v ktorom bolo možné tvár detekovať. Úspešnosť udáva pomer správnych detekcií voči nesprávnym.

Tabuľka 1: Tabuľka úspešnosti detekcie pomocou kaskádových štýlov v prípade, že `scaleFactor = 1,5`.

Metóda	Vzdialenosť	Uhol[]	Úspešnosť[%]
HAAR GoPro	4m	35	95%
LBP GoPro	3,5m	35	90%
HAAR Integ.	3,75	30	85%
LBP Integ.	3,5	30	80%

4.2 Rozpoznávanie

Rozpoznávanie bolo uskutočňované pomocou troch algoritmov - Eigenface, Fisherface a LBP. Prvé dva algoritmy potrebovali pre správne fungovanie rovnakú veľkosť vstupných dát, toto pravidlo bolo zachované i pri treťom algoritme. Úspešnosť jednotlivých algoritmov bola očakávaná s ohľadom na informácie zistené z literatúry. Fisherface dosiahol jednoznačne lepšie výsledky ako Eigenface, čo bolo dôsledkom nestabilnej svetelnosti snímok, nakoľko každé natáčanie prebiehalo v inom čase a za iného počasia. Snímky rozpoznávané pri dennom svetle počas slnečného dňa dostahovali najlepšie výsledky.

Väčšina správne detekovaných tvárí z kamery GoPro bola i správne rozpoznaná. Snímky z integrovanej kamery vykazovali väčšiu problémovosť s rozpoznávaním. Problémovjšie snímky z GoPro kamery boli pri natáčaní s obomi kamerami súčasne z dôvodu nemožnosti umiestniť kameru na požadované miesto, do požadovaného uhla. Na prvej kvadroptére bola kamera umiestnená v približnom uhle 30 smerom ku snímanému. V prípade rozpoznania boli testované komponenty spomínané v literatúre, ako čiapka, či šatka. Pri nezasahovaní objektu do tváre tieto veci nie sú problémové. Šiltovka zhoršovala výsledky len v tom prípade, kedy šilt vrhal do tváre priamy tieň, čo sa stávalo len v menšine prípadov. Snímky osôb so slnečnými okuliarmi, ktoré neboli v tréningovej množine neboli rozpoznávané. S dioptrickými okuliarmi prebehlo rozpoznávanie v poriadku.

Tabuľka 2: Tabuľka priemernej úspešnosti rozpoznania pomocou 3 algoritmov.

Metóda	Vzdialenosť	Uhol[]	Úspešnosť[%]
FisherFace	3,8m	35	90%
EigenFace	3,3m	35	86%
LBP	3,8	30	91%

5 Záver

V rámci tejto práce som mala možnosť zoznámiť sa s rôznymi metódami detekcie a rozpoznania tváre spolu s kamerovaním za pomoci kvadroptéry. Hlavnou časťou tejto práce je skúmanie schopností algoritmov detekovať a rozpoznať tvár na určitú vzdialenosť za predpokladu, že snímacie zariadenie je nestabilné a svetelné podmienky sú pri každom snímaní iné.

Kvalita kamery bola priemerná, tým pádom výsledky pozorovaní nie sú nadštandardné. Pri experimentoch som overila, že je možné rozpoznať tvár i na vzdialenosť väčšiu ako 2m v rozmanitom prostredí s nestabilným kamerovým systémom za nepriaznivého počasia a tým i svetelných podmienok. Základom dobrého rozpoznania tváre je urobiť dobrú detekciu. To sa podarilo za pomoci kaskádových súborov nesúcich rysy tváří veľkej množiny osôb. Z testov vyplynulo, že detekcia tváre pomocou očí je v prípade veľkej vzdialenosti neprijateľná. Vhodnejšou alternatívou k detekcii tváre v tomto prípade je detekcia úst, ktoré sú zreteľne viditeľné z rôznych uhlov i väčšej diaľky.

Nemenej dôležitá bola kvalita kvadroptéry, z ktorej boli snímky obstarávané. Pri jedno-duckšej verzii s horšími letovými vlastnosťami a trhavými pohybmi boli snímky nestále. Naopak pri kvadroptére Ar. Drone 2.0. boli letové vlastnosti skvelé, pohyby a tým pádom i snímky plynulé. V konečnom dôsledku však horšie letové vlastnosti nemali zásadný vplyv na výsledky rozpoznávania, skôr išlo o uhol umiestnenia GoPro kamery.

6 Literatúra

Reference

- [1] Bradski, G.: The OpenCV Library. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000.
- [2] Chang-Yeon, J.: Face Detection using LBP features [online]. 2008 [cit. 2015-04-20].
URL <http://cs229.stanford.edu/proj2008/Jo-FaceDetectionUsingLBPfeatures.pdf>
- [3] Clark, R.: Digital Camera Reviews and Sensor Performance Summary. [cit. 2015-05-01].
URL <http://www.clarkvision.com/imagedetail/digital.sensor.performance.summary/>
- [4] Sefidgari, B.: HUMAN BODY DETECTION AND SAFETY CARE SYSTEM FOR A FLYING ROBOT [online]. *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, 2013 [cit. 2015-04-22].
URL <http://airccj.org/CSCP/vol3/csit3826.pdf>

Výsledky experimentov - rozpoznanie tváre Fisherface

Osoba	Maximálna vzdialenosť	Uhol snímania	Neštandardné predmety
OS_1	3,7m	30°	Dioptrické okuliare
OS_2	4,2m	32°	Nie
OS_3	2,9m	40°	Nie
OS_4	3,8m	35°	Dioptrické okuliare
OS_5	3,5m	37°	Nie
OS_6	4m	32°	Nie
OS_7	4,3m	28°	Šiltovka
OS_8	3,3m	20°	Nie
OS_9	3,9m	0°	Slnčné okuliare
OS_10	4,4m	15°	Nie
OS_11	3,2m	32°	Nie
OS_12	3,0m	38°	Nie
OS_13	3,8m	22°	Šiltovka
OS_14	4,3m	20°	Slnčné okuliare
OS_15	4,1m	16°	Šál
OS_16	3,4m	30°	Nie
OS_17	3,9m	34°	Dioptrické okuliare
OS_18	3,5m	29°	Nie
OS_19	3,0m	31°	Nie
OS_20	3,8m	31°	Nie
OS_21	2,7m	24°	Šiltovka
OS_22	3,0m	24°	Nie
OS_23	3,1m	29°	Nie
OS_24	3,7m	16°	Nie
OS_25	3,4m	37°	Nie
OS_26	3,7m	20°	Nie
OS_27	2,9m	24°	Šál
OS_28	4,1m	29°	Dioptrické okuliare
OS_29	3,9m	35°	Nie
OS_30	3,5m	32°	Nie