

Pokročilá analýza videa z kamerových systémů

Advances Analysis of Video from Camera Systems

Bc. Vlastimil Bělíček

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2013/2014

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. RAK, Roman a Milan ŠONKA. Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích: (vybrané problémové okruhy výzkumu). 1. vyd. Praha: Grada, 1992, 631 s., 32 s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2365-5.
2. DUDA, Richard O a Peter E HART. Pattern classification and scene analysis: (vybrané problémové okruhy výzkumu). 1. vyd. New York: Wiley, c1973, 631 s., 32 s. barev. obr. příl. ISBN 04-712-2361-1.
3. GALBIATI, L a Peter E HART. Machine vision and digital image processing fundamental: (vybrané problémové okruhy výzkumu). Vyd. 1. New Jersey: Prentice-Hall, 1990, xvii, 482 p. ISBN 01-354-2044-X.
4. RAK, Roman a Martin PAJER. Identifikace vozidel. Praha: Mobil Data, 1999, 355 s. ISBN 80-238-4157-2.
5. PORADA, Viktor a Roman RAK. Kriminalita související s informačními a komunikačními technologiemi a identifikace osob na základě projevu lokomoce člověka: (vybrané problémové okruhy výzkumu). Vyd. 1. Karlovy Vary: Vysoká škola Karlovy Vary, 2007, 355 s. ISBN 978-80-254-0797-4.
6. HLAVÁČ, Václav a Milan ŠONKA. Počítačové vidění: (vybrané problémové okruhy výzkumu). Vyd. 1. Praha: Grada, 1992, 261 s. ISBN 80-854-2467-3.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. David Malaník, Ph.D.

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

7. února 2014

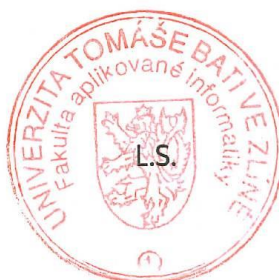
Termín odevzdání diplomové práce:

27. května 2014

Ve Zlíně dne 7. února 2014

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce popisuje základní systémy pro přenos videosignálu a počítačového vidění. Zaměřuje se na hlavní úskalí při počítání osob pomocí kamerových systémů.

V praktické části se práce zaměřuje na konkrétní systém pro počítání osob za pomoci kamer. Tento systém je testován v reálném provozu v obchodním domě s návštěvností 10000os./den. Na základě praktických testů jsou v práci dále navrženy další možnosti vývoje.

Klíčová slova: IP, CCTV, kamerové systémy, počítání osob kamerovým systémem

ABSTRACT

This thesis describes the basic systems for the transmission of video and computer vision. It focuses on the main difficulties in counting people using a surveillance systems.

The practical part of the thesis focuses on a specific system for counting people using videocameras. This system is tested in real traffic in the store with the attendance of 10,000 pers./day. Further development options are also designed on the basis of practical tests.

Keywords: IP, CCTV, surveillance systems, people counting by surveillance systems

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Davidovi Malaníkovi Ph.D. za vedení mé diplomové práce, cenné rady a odborný dohled. Děkuji také své sestře Mgr. Heleně Návratové za pomoc při gramatické kontrole práce.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ANALÝZA SYSTÉMŮ PRO PŘENOS VIDEOSIGNÁLU.....	11
1.1 TYPY PŘIPOJENÍ KAMER.....	11
1.1.1 Koaxiální kabel	11
1.1.2 Kroucená dvojlinka	13
1.1.3 Optické vlákno	14
1.2 TECHNICKÉ PARAMETRY KAMER.....	15
1.2.1 Rozlišovací schopnost.....	15
1.2.2 Počet snímků za sekundu	16
1.2.3 Komprese	16
1.2.4 Způsob napájení	17
1.2.5 Citlivost.....	18
1.2.6 Režim DEN/NOC.....	19
1.2.7 IR Přísvit	19
1.2.8 Speciální funkce kamer	20
1.3 TECHNICKÉ PARAMETRY OBJEKTIVU	21
1.3.1 Používané bajonety – uchycení objektivu	22
1.3.2 Ohnisková vzdálenost	22
1.3.3 Clona	23
1.3.4 Světelnost.....	23
1.3.5 Doporučené velikosti objektu	23
2 POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ	25
2.1 IDENTIFIKACE DLE OBLIČEJE	25
2.1.1 Identifikace tváře v praxi a její využití	25
2.1.1.1 Vstupy do objektů.....	26
2.1.1.2 Celní kontroly	26
2.1.1.3 Dynamické snímání scény	27
2.1.2 Principy rozpoznávání obličejů.....	27
2.2 IDENTIFIKACE OSOB ZA POMOCÍ AUTOMATIZOVANÝCH SYSTÉMŮ.	27
2.2.1 Strukturální metody.....	27
2.2.2 Holistické metody	28
2.2.3 Znalostní metody.....	28
2.2.4 Porovnávání šablon	28
2.3 DETEKCE OBLIČEJE.....	29
2.3.1 Algoritmy rozpoznávání markantů	29
2.3.1.1 Analýza hlavních částí (PCA – Principal Components Analysis).....	29
2.3.1.2 Lineární diskriminační analýza (LDA - Linear Discriminant Analysis)	30
2.3.1.3 Elastický diagram pro srovnávání.....	30
2.3.2 3D model tváře.....	30
3 ÚSKALÍ SYSTÉMŮ POČÍTÁNÍ OSOB ZA POMOCÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU.....	31

3.1	VÝVOJ SYSTÉMU POČÍTÁNÍ OSOB	31
3.2	ARCHITEKTURA SYSTÉMU	32
3.3	NAVRHOVANÉ SYSTÉMY POČÍTÁNÍ LIDÍ A SLEDOVACÍ ALGORITMUS	33
3.3.1	Odhad pozadí	33
3.3.2	Určení objektu	34
3.3.3	Sledování objektu	34
II	PRAKTICKÁ ČÁST	35
4	NÁVRH SYSTÉMU POČÍTÁNÍ OSOB POMOCÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU.....	36
4.1	UMÍSTĚNÍ KAMER	36
4.1.1	Pozice a umístění kamery	36
4.1.2	Obecné poučky pro spolehlivý provoz.....	37
4.2	VHODNÉ KAMERY	38
4.2.1	Kamera AXIS P3364-V	39
4.2.2	Kamera AXIS M3004-V	40
4.3	NASTAVENÍ SYSTÉMU COGNIMATICS TRUEVIEW PEOPLE COUNTER.....	42
4.3.1	Hlavní nastavení	42
4.3.2	Nastavení sítě a času	43
4.3.3	Nastavení zóny počítání	44
4.3.4	Nastavení rozvrhu počítání	44
5	ANALÝZA ODOLNOSTI.....	45
5.1	ZPŮSOBY ZMATENÍ POČÍTACÍCH SYSTÉMŮ.....	45
5.1.1	Způsoby oklamání identifikačních systémů	45
5.1.1.1	Maskování jako ochrana	45
5.1.2	Další možnosti “zmatení”	45
6	TESTOVACÍ PROVOZ	47
6.1.1	Kamera 1 – Průchozí vstup	48
6.1.2	Kamera 2 - Vstup východ	49
6.1.3	Kamera 3 – Vstup střed	50
6.1.4	Kamera 4 – Vstup západ	51
6.2	ZHODNOCENÍ PŘESNOSTI SYSTÉMU	52
6.2.1	Zhodnocení za měsíc Prosinec 2013	53
6.2.2	Zhodnocení za měsíc Leden 2014	54
6.2.3	Zhodnocení za měsíc Únor 2014	55
6.2.4	Zhodnocení za měsíc Březen 2014	56
6.2.5	Zhodnocení za měsíc Duben 2014	57
7	DALŠÍ MOŽNOSTI VÝVOJE	58
7.1	NAVÝŠENÍ POČTU KAMER	58
7.2	AUTOMATIZOVANÉ ZÍSKÁVÁNÍ STATISTIK.....	58
7.3	POČÍTÁNÍ ZA POMOCI DETEKCE OBLIČEJŮ.....	59
7.4	KOMBINACE DVOU SYSTÉMŮ.....	59
	ZÁVĚR	61
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	62
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	66

SEZNAM OBRÁZKŮ	69
SEZNAM TABULEK.....	71

ÚVOD

Kamerové systémy jsou dnes již běžnou součástí většiny obchodních center, soukromých objektů, ale i domácností. Díky technickému pokroku zejména v oblasti přenosových sítí a digitalizace videosignálu se začínají stále více prosazovat tzv. IP kamery. Jejich pouzdro obsahuje kromě kamerového modulu rovněž webový video-server, který zajišťuje digitalizaci a komprimaci videosignálu a jeho distribuci do počítačové sítě. Rostoucí výkon mikroprocesorů IP kamer, nám dává prostor pro simultánní provoz specializovaných aplikací. Jednou z těchto aplikací je systém automatického počítání lidí z videosignálu.

Systémy počítání lidí za pomoci kamerového systému přináší spoustu výhod. Jedná se především o autonomní systém, který ke své funkci nepotřebuje žádnou interakci počítaných chodců. Není třeba procházet speciálními koridory se závorami, či jiné vstupní zařízení (turniket). Stačí pouze monitorovat procházený prostor kamerou, umístěnou nad vchodem. Systém následně shromažďuje data o pohybu zákazníků a provádí analýzy trendů. Tyto údaje mohou investorovi dále sloužit při zhodnocení úspěšnosti reklamy a propagace

V této práci se budu věnovat systému počítání za pomoci čtyř kamer v obchodním domě s návštěvností průměrně 10000 osob denně. Pokusím se vyhodnotit chybovost systému na testovacím provozu během několika měsíců.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ANALÝZA SYSTÉMŮ PRO PŘENOS VIDEOSIGNÁLU

1.1 Typy připojení kamer

Velmi důležitou součástí instalace celého kamerového systému je způsob, jakým jsou samotné kamery připojeny do celku tvořícího kamerový systém.

Fyzické médium, kterým jsou samotná data, hlas a jiné typy signálu přenášena:

- Koaxiální kabely (různé průměry vodiče)
- Elektrické vodiče (většinou měď)
- Kroucená dvojlinka
- Optické vlákna
- Bezdrátový přenos (radiové spoje, laserové, ultrazvukové) [12].

Základní charakteristiky jednotlivých přenosových médií.

Vlastnosti přenosu určuje především odolnost daného přenosového média proti vnějšímu elektromagnetickému rušení (EMI), jedná se o energii z vnějších zdrojů interferující s přenášenými signály.

Další vlastností je šířka pásma, neboli množství dat, které je schopné přenosové médium přenést. Šířka pásma je udávána v bitech za sekundu (bps) pro digitální signály a v Hz pro analogové signály.

Mezi další důležité vlastnosti vodičů patří také útlum, který značně degraduje přenosové vlastnosti. Jedná se o ztráty síly signálu na médiu způsobené vzdáleností přenosu. Útlum je udáván v decibelech (dB) na délku média [6].

1.1.1 Koaxiální kabel

Koaxiální kabel (zkráceně coax) je asymetrický elektrický kabel. Je především určen pro pevné rozvody. Při frekvencích pod 1GHz vykazuje poměrně dobré parametry.

Základní coax se skládá se z pěti vrstev:

1. **Střední vodič** neboli jádro je vyrobeno z mědi. Většinou se setkáváme s plným drátem nebo splétaným lankem, jehož průměr značně ovlivňuje útlum.
2. **Dielektrikum** je izolační vrstva umístěna okolo vnitřního vodiče. Jako dielektrikum se využívá nejčastěji teflon nebo upravený polyethylen.

3. **Stínění fóliové** je tenká fólie obalená kolem dielektrika, nejčastěji se jedná o tenkou vrstvu hliníku. Tento druh stínění není použit u všech typů koaxiálních kabelů a zlepšuje především odolnost proti elektromagnetickému rušení.
4. **Splétané stínění** je splétaný vodič kolem dielektrika a slouží jádru především k uzemnění a zároveň spolu s fólií k ochraně před EMI.
5. **Plášť** je vnější kryt kabelu. Je vyráběn nejčastěji z PVC nebo polyethylenu (označován jako „nonplenum“ a tedy není žáruvzdorný). Vyrábí se také varianty z teflonu nebo kynaru, které jsou žáruvzdorné a označované pod pojmem „plenum“.



Obrázek 1 - Koaxiální kabel [25].

Funkčně dělíme koaxiální kabely na variantu pracující v základním pasmu (baseband), tedy pouze na jednom kanálu, a je přenášena pouze jedna zpráva. Druhá varianta pracuje současně na několika různých frekvencích (broadband) a je přenášeno několik analogových signálů současně [12].

Výhody koaxiálních kabelů jsou především snadná instalace, poměrně nízká cena, velká odolnost proti elektromagnetickému rušení.

Nevýhodou je náchylnost k poškození a nemožnost využití v sítích Token-Ring.

Typy koaxiálních kabelů:

- RG6 – využíván jako pomocný kabel u TV i CATV ($Z_0 = 75\Omega$)
- RG8 – využíván pro tzv. tlustý (thick) Ethernet ($Z_0 = 50\Omega$)
- RG11 – pro hlavní rozvody CATV a TV ($Z_0 = 75\Omega$)
- RG58 – využíván pro tzv. tenký (thin) Ethernet ($Z_0 = 50\Omega$)

Pro připojování se využívají koncovky typu F a konektory BNC, na spojování I nebo T kusy a terminátory na ukončení volných konců. [12]

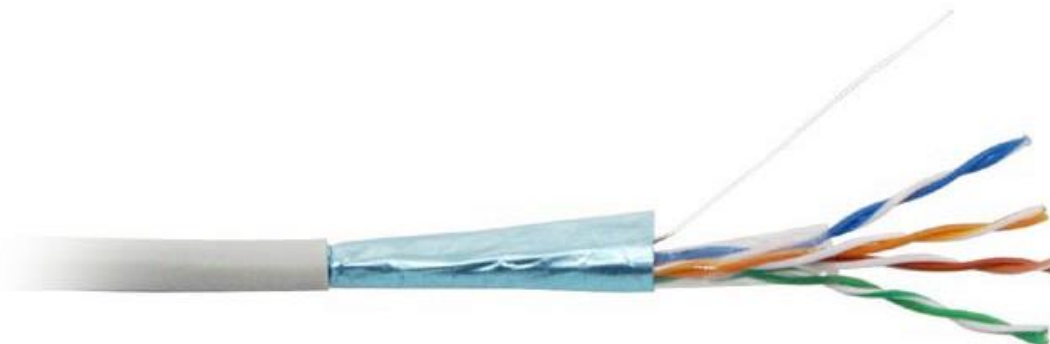
1.1.2 Kroucená dvojlinka

Kroucená dvojlinka je také často označována jako Twisted Pair – TP, je schopna přenášet data rychlostí až 10Gb/s. Důvodem kroucení kabelů je převážně zlepšení elektrických vlastností kabelu. Pro minimalizaci přeslechů, eliminaci EMI jsou jednotlivé vodiče kolem sebe vzájemně obtočeny. Dalším opatřením pro snížení rušení a útlumu je samotný přenos signálu, který je přenášen jako rozdíl mezi dvěma vodiči [12].

Vyrábí se v následujících variantách:

- **STP (Shielded Twisted Pair)** – Jedná se o stíněnou kroucenou dvojlinku. Stínění je řešeno hliníkovou fólií kolem všech párů.
- **FTP (Foiled Twisted Pair)** - Jedná se o stíněnou kroucenou dvojlinku. Stínění je řešeno hliníkovou fólií kolem každého páru zvlášť.
- **UTP (Unshielded Twisted Pair)** – nestíněná kroucená dvojlinka.

Kroucená dvojlinka je složena ze signálových vodičů, které jsou vždy v párech kolem sebe vzájemně obtočeny a jsou nejčastěji vyráběny z mědi. Počet párů je 2, 4, 8, 25, 50 a 100.



Obrázek 2 – Kroucená dvojlinka stíněná (STP).

Výhodou kroucené dvojlinky je snadná instalace, nízká cena, jednoduché připojování jednotlivých zařízení a stíněné provedení jsou velmi odolné proti EMI.

Nevýhodou kroucené dvojlinky je relativně krátká vzdálenost, na kterou se dají použít bez aktivního zesílení (maximálně 130m). Je také podstatně citlivější na šum než koaxiální kabely [1].

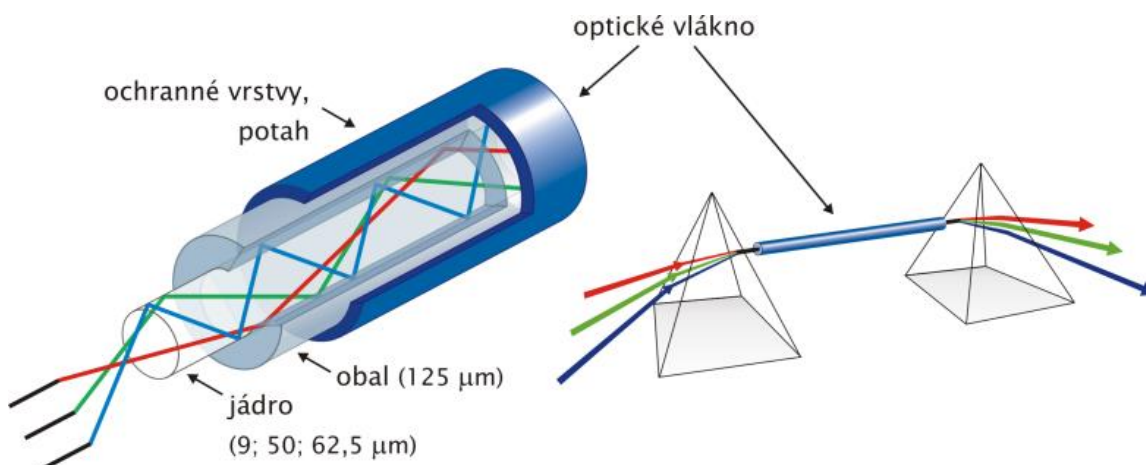
1.1.3 Optické vlákno

Optické vlákno (FO – **Fibre Optic**) je přenosové médium, které přenáší signály pomocí světla. Vysílač převádí elektrické signály na světelné a vysílá je do vlákna.

Vlákna jsou vyráběna skleněná nebo plastová, plášť je většinou vyroben z PVC.

Vysílač je vybaven světelným zdrojem nejčastěji laserem, který je tvořen LED (**L**ight **E**mmiting **D**iode). Při vysílání je nutné dodržet tzv. numerickou aparaturu (NA), což je míra schopnosti, s jakou je vlákno schopné shromažďovat světlo. Tato schopnost je určena maximálním úhlem, pod kterým dopadající světlo vláknem projde.

Přijímač je v podstatě fotocitlivá součástka převádějící optický signál zpět do signálů elektrických, dále se skládá ze zesilovače pro zesílení přijímaného signálu.



Obrázek 3 – Optický kabel [25].

Samotné optické vlákna se liší v rozměrech, složení ale i ve vlnových délkách přenášeného světla. Není náchylné na EMI a světelný signál podléhá minimálnímu útlumu. Slabinou optických kabelů jsou spíše ohyby kabelů, pokud překročíme mezní úhel a místo k odrazu začne docházet k lomu světla, a tedy i ke ztrátám signálu. Optické kabely dosahují velkých přenosových rychlostí (v řádech Gb/s) a také vzdáleností (až desítky kilometrů) [1].

Tyto přednosti předurčují optické vlákna především k páteřním a dálkovým spojmům.

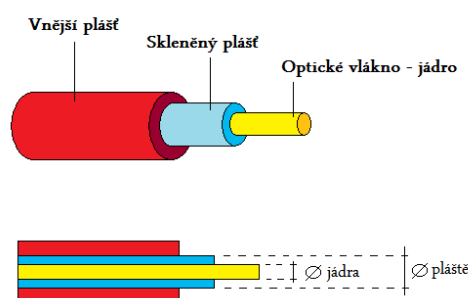
Základní typy kabelů s optickým vláknem jsou jednovidové a mnohovidové kabely.

Hlavním rozdílem je tloušťka a jádra a pláště.

- **Jednovidové** (single mode) kabely mají obvykle průměr jádra 8,3μm a průměr pláště 125μm. Jako světelný zdroj je využíván laser s jednou vlnovou délkou.

- **Mnohovidové** (multi mode) kabely mají obvykle průměr jádra 62,5μm a průměr pláště 125μm. Jako světelný zdroj se využívá svítící LED dioda, schopná přenosu více vlnových délek.

Jednovidové kabely jsou díky své konstrukci vhodnější na větší vzdálenosti, jsou také i dražší. Dále mají jednovidové kabely větší poloměr ohybu, proto se příliš nehodí do LAN sítí. V této oblasti nachází uplatnění spíše kabel mnohovidový [1].



Obrázek 4 – Řez optickým kabelem [1].

1.2 Technické parametry kamer

Výběr kamer a jejich příslušenství se odvíjí od prostředí, ve kterém budou provozovány, ale také charakteru snímané scény. Je velmi důležité brát ohled na mechanické a klimatické vlivy, kterým budou při provozu jednotlivá zařízení vystavena. Analýzou výše uvedených faktorů můžeme vyvodit kritéria, dle kterých budeme volit jednotlivé prvky [17].

1.2.1 Rozlišovací schopnost

Optické snímače jsou složeny z určitého množství pravidelně uspořádaných snímacích buněk, tzv. pixelů (px). Rozlišovací schopnost kamery je přímo závislá na počtu aktivních fotocitlivých buněk jejího snímače. Pro pořízení kvalitního obrazu je tedy tato vlastnost velmi důležitá, stejně tak jako velikost samotných fotocitlivých buněk. Vysoké rozlišení snímků dovoluje bezproblémovou analýzu obrazových dat a také získání požadovaných informací z monitorovaného prostoru. Dnešní kamery běžně dostupné IP kamery disponují rozlišením až v jednotkách megapixelů [17].

Zkratka	Celý název (v AJ)	Šířka [px]	Výška [px]	Počet Mpx
CIF	Common Intermediate Format	352	288	0,10
2CIF	-	704	288	0,20
PAL (576i)	Phase Alternation Line	720	400	0,29
4CIF	-	704	576	0,41
D1	-	720	576	0,41
VGA	Video Graphics Array	640	480	0,31
SVGA	Super Video Graphics Array	800	600	0,48
720p	HD	1 280	720	0,92
SXGA	Super Extended Graphics Array	1 280	1 024	1,31
1080p	Full HD	1 920	1 080	2,07
QXGA	Quad Extended Graphics Array	2 048	1 536	3,15
QSXGA	Quad Super Extended Graphics Array	2 560	2 048	5,24
WQSXGA	Wide Quad Super Extended Graphics Array	3 200	2 048	6,60
WQUXGA	Wide Quad Ultra Extended Graphics Array	3 840	2 400	9,20
WHUXGA	Wide Hex Ultra Extended Graphics Array	7 680	4 800	36,9

Tabulka 1 – Využívané rozlišení [17].

1.2.2 Počet snímků za sekundu

Jedná se o parametr určující množství snímků, které je schopna IP kamera zachytit za jednu sekundu (FPS – frames per second). U analogových kamer je tok videa konstantní a nejsme jej schopni měnit. Naopak u síťového videa není problém volit počet snímků za vteřinu na základě požadavků snímání scény, např. pro snížení množství přenášených dat a tak i nižší nároky na zatížení sítě. Nastavení hodnoty FPS je variabilní, a není tak problém tuto hodnotu kdykoli zvýšit (například při detekci pohybu). V praxi se setkáváme často s určením počtu snímků ve vztahu k rozlišení snímku, např.:

- 60fps v rozlišení 720p
- 30fps v rozlišení 1080p
- 24fps v rozlišení 4K apod [1].

1.2.3 Komprese

Počet přenášených dat je přímo závislý na rozlišení a počtu snímků, je tedy důležité snímání obrazu komprimovat a snížit tak datovou náročnost. Při výběru kamery je velmi důležité brát zřetel na použité typy kompresních metod, aby nedocházelo k vysokému zatěžování sítě. V současné době je dostupná celá řada standardů, jak pro kompresi statických obrazů, tak i pro kompresi videa.

Statické obrazy jsou dnes nejčastěji komprimovány standardem **JPEG**. Tento standard je jednou z kvalitnějších ztrátových kompresí. Obsahuje několik úrovní komprese v závislosti na poměru kvalita/velikost obrazových dat. Z toho můžeme vyvodit, že se zvyšující se kompresí klesá kvalita obrazu i datový objem potřebný pro uložení takového snímku. Zjednodušeně komprimace ve standardu JPEG rozděluje obraz do bloků, kde hledá podobnosti v barvě a jas. Z toho plyne, že pokud je scéna obsahuje mnoho detailu, bude komprimovaný obraz datově objemnější a náročnější na propustnost sítě (např. monotónní barva stěny vs. podzimní barevné listí na stromu) [11].

Pro kompresi videa se v dnešní době nejčastěji využívá standardu M-JPEG a MPEG-4, který je v současné době stále více nahrazován modernějším a sjednoceným standardem h.264. Moderní a dnes již běžně využívaný standard h.264 přinesl dvojnásobně efektivnější kompresi, která zaručuje vysokou kvalitu obrazu i při nízké přenosové rychlosti. Efektivní komprese přináší také ekonomické úspory, a to především díky nižším nárokům na datová uložistě[11]. V roce 2013 byl nově schválen standard h.265 (HEVC – High Efficiency Video Coding), který je určen především pro videa ve vysokém rozlišení(2K, 4K, 8, ...). Oproti předchůdci h.264 dokáže nový h.265 snížit datový tok na polovinu při zachování porovnatelné obrazové kvality. Daní za tuto kompresní efektivitu jsou vysoké nároky na výpočetní výkon encodéru i dekodéru [14].

Za vývojem HEVC/H.265 stojí společnosti ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) a ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG) [14].

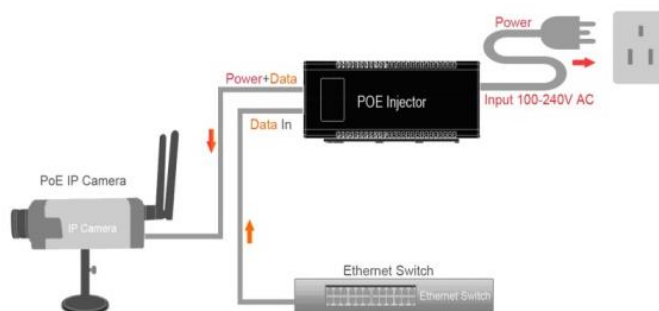
V kamerách se s ním ještě běžně nesetkáváme.

1.2.4 Způsob napájení

Velkou výhodou u IP kamer je způsob jejich napájení. Jedná se o specifický způsob napájení pomocí tzv. **PoE** (standart IEEE802.3af) je provedeno v rámci datového kabelu kroucené dvojlinky (CAT 5e, CAT6, CAT7a), jako pár vyhrazených vodičů určených pro napájení kamery či jiného zařízení. Díky této technologii není nutné navrhovat napájecí vedení, což vede ke značným úsporám, snadnému zajištění zálohy a možnostem vzdálených restartů[6].

U menších systémů ve většině případu postačuje pro napájení celého kamerového systému jeden PoE switch. V případě rozsáhlejších systému je možné pro napájení využít tzv. injektory[6].

Pro napájení podpůrných zařízení kamer jako je IR přísvit, motorové ovládání, vytápění či ventilace lze využít mnoho jiných standartů PoE, které poskytují vyšší úroveň napájení. Další možností je kameru vybavit napájecím adaptérem s vhodným stejnosměrným adaptérem s napětím nejčastěji 12-48V [1].



Obrázek 5 – PoE Injektor [1].

1.2.5 Citlivost

Citlivost kamery udává hodnotu osvětlení v luxech, při kterém je kamera schopna snímat obraz při minimálním možném nastavení clony. Jedná se o míru osvětlení světlem odraženým od snímaných objektů, nikoli přímo osvětlení monitorované scény.

Intenzita osvětlení [lux]	Obecný popis snímané scény
100 000	Přímé sluneční světlo
50 000	Slunečno
5 000	Zataženo, vysoká oblačnost
500	Kvalitně osvětlený prostor (prodejna, kancelář)
300	Minimální intenzita pro čtení
100	Nedostatečně osvětlený prostor
60	Chodby, schodiště při denním světle
15	Kvalitně osvětlená ulice v noci
10	Běžně osvětlená ulice v noci
10	Osvětlení při západu Slunce
5	Běžně osvětlená vedlejší ulice v noci
2	Minimální bezpečnostní osvětlení
1	Soumrak
0,3	Osvětlení při jasném úplňku
0,1	Světlo Měsíce při zatažené obloze
0,001	Běžné světlo hvězd
0,0001	Slabé světlo hvězd

Tabulka 2 – Hodnoty intenzity osvětlení[1].

Pro správný výběr typu kamery bychom měli provést analýzu světelných podmínek v místě monitorované scény. Provádí se rozbor světelných podmínek ve snímané oblasti, a to

v průběhu 24h, tedy v přítomnosti denního světla i v noční době. Zároveň je také důležité zohlednit přítomnost protisvětla v zorném poli kamery. Kromě přirozeného světla je nutné brát zřetel také na umělé zdroje světla, které se nacházejí v blízkosti snímané scény. S citlivostí na světlo souvisí také volba mezi barevnou a černobílou kamerou. Černobílé kamery mají obecně mnohem lepší citlivost v horších světelných podmínkách, avšak ztrácíme informaci o barvě, která může být často velmi důležitá (barva vlasů pachatele, oblečení či vozidla). U barevných kamer často nastává problém s typem osvětlení scény, zejména se jedná o umělé osvětlení, které má odlišné spektrum od osvětlení přirozeného. Tento problém řeší automatické vyvážení bílé barvy [1].

Dnes se u kamer běžně setkáváme s citlivostí v řádu desetin až tisícín luxu [17].

1.2.6 Režim DEN/NOC

Jedná se o speciální funkci využívající výhod jak barevného tak černobílého snímání. Pokud je osvětlení dostatečné, kamery pracují v barevném režimu. Pokud osvětlení klesne pod určenou mez (nejčastěji kolem 1 luxu), kamera se automaticky přepne do černobílého režimu s vysokou citlivostí pro snímání v noci. Při obnovení světelných podmínek se kamera automaticky přepne zpět do barevného režimu pro snímání ve dne. Této funkce využíváme u kamer pracujících 24h denně [10].

1.2.7 IR Přísvit

Přísvit je využíván zejména v temných místech, kde citlivost kamery již nestačí anebo také pro zvýraznění reflexních prvku (např. SPZ automobilů) [10].

Přísvit dělíme na:

- **Přísvit ve viditelném spektru** – Jako zdroje světla jsou nejčastěji využívány halogenové reflektory (vysoká spotřeba a nízká životnost) a LED reflektory (nízká spotřeba a vysoká životnost). Téměř všechny druhy přísvitů jsou velmi náročné na spotřebu elektrické energie, a proto se často v praxi doplňují např. detektory pohybu ve snímaném prostoru.
- **Přísvit v neviditelném spektru (IR přísvit)** – využívá se při extrémně nízké intenzitě osvětlení. Pro přisvícení scény se využívají výkonné LED diody v infračerveném spektru (nejčastěji 850 nm, 950nm). Samotné IR LED přisvětlení je nejčastěji zabudováno v pouzdře kamery. Existují také varianty samostatných velmi výkonných IR LED reflektorů. Aktivace těchto reflektorů je podmíněna

přepnutím kamery do nočního režimu. Při volbě IR přísvisitu je nutné brát ohled na fakt, že kamera musí být v nočním režimu citlivá na IR záření v požadovaném spektru [6].



Obrázek 6 – IR reflektor [23].



Obrázek 7 - IP kamera se zabudovaným IR přísvisitem [23].

1.2.8 Speciální funkce kamer

Dnešní trh nabízí nepřeberné množství kamer se speciálními funkcemi, určenými pro zvýšení kvality záznamu. Tyto funkce nacházejí využití v mnoha situacích, kde mohou odstranit nežádoucí vlivy prostředí jako je např. dynamicky se měnící osvětlení, pohyb objektů apod. [6].

Zkratka	Stručný popis
ESC	Elektronická závěrka – automaticky reguluje množství dopadajícího světla na snímač na základě osvětlení snímané scény
LSS	Obrazová paměť – zajišťuje kvalitní obraz při nízkém osvětlení scény
BLC	Eliminace protisvětla – zvýšením kontrastů zájmových objektů částečně kompenzuje vliv silných zdrojů protisvětla
HCL	Bodová kompenzace protisvětla – část obrazu s vysokým jasnem nahrazuje obrazem tmavým
AWB	Automatické vyvážení bílé – možnost nastavení režimu pro vnitřní/venkovní prostředí na základě teploty chromatičnosti osvětlení
AGC	Automatické řízení zisku – zvýšení zisku z důvodu zajištění konst.

	hodnoty výstupního napětí při změnách napětí vstupního
PZM	Maskování privátních zón – možnost výběru části obrazu, která nebude zaznamenávána (ochrana soukromí)
DNR	Digitální redukce šumu – automatické potlačení šumu vznikajícího při zvyšování citlivosti za nízké úrovně osvětlení
3D DNR	Vylepšené DNR – kromě výše uvedeného snižuje objem ukládaných dat (až 70%)
DIS	Digitální stabilizace obrazu – eliminuje nežádoucí rozostření obrazu při pohybech kamery
WDR	Široký dynamický rozsah – umožňuje získat detailní informace z tmavých částí obrazu

Tabulka 3 – Speciální funkce kamer [7].

1.3 Technické parametry objektivu

Objektivy do značné míry ovlivňují kvalitu výsledného obrazu, a proto je třeba brát velký ohled také na jejich výběr. Objektiv je hlavním určujícím faktorem pro rozměr snímané scény, resp. vzdálenost kamery od snímané scény. Na základě vzdálenosti, velikosti a osvětlení scény jsme schopni pomocí speciálních SW nebo on-line nástrojů určit všechny parametry kamerových systémů (např. CCTV kalkulator) [22].

Základní parametry objektivů jsou dány především následujícími parametry:

- Typem použitého bajonetu,
- ohnisková vzdáleností,
- světelností objektivu,
- clonou,
- možnostmi nastavení (clony a ohniskové vzdálenosti),
- hloubkou ostrosti.

1.3.1 Používané bajonety – uchycení objektivu.

Dnes se víceméně setkáváme u průmyslových kamer se dvěma standardy – CS a C. Oba bajonety mají stejný závit, liší se pouze vzdáleností poslední čočky od snímáče kamery. Při návrhu kamerového systému není nutné brát na tento parametr větší ohledy, protože jednotlivé standardy můžeme mezi sebou kombinovat za použití redukce C/CS [6].

1.3.2 Ohnisková vzdálenost

Rozměry zorného pole snímaného kamerou je dáno především velikostí ohniskové vzdálenosti (f). Čím je toto číslo větší, tím menší prostor kamera snímá, a naopak velmi nízké hodnoty ohniskové vzdálenosti nám umožňují snímat z krátké vzdálenosti velmi široký úhel záběru, a tím pádem i větší rozměr snímané scény. Dle ohniskové vzdálenosti můžeme objektivy rozdělit na následující:

- Extrémně širokoúhlé, tzv. rybí oko ($f = 8 - 12$ mm).
- Širokoúhlé ($f = 18 - 35$ mm).
- Základní ($f = 45 - 50$ mm).
- Krátké teleobjektivy ($f = 80 - 300$ mm).
- Dlouhé teleobjektivy ($f = 400 - 1200$ mm).

Z výše uvedeného rozdělení je patrné, že využití jednotlivých typů se liší v každé aplikaci. Pokud potřebujeme snímat velký rozlehlý prostor jedinou kamerou, volíme širokoúhlý objektiv s menším ohniskem. Naopak pokud je snímaná scéna velmi daleko a zajímají nás detaily, je výhodnější využít objektivy s vyšším ohniskovým číslem. V takových situacích je důležité klást důraz na dobré upevnění kamery, aby nebyl obraz roztřesený a rozmazaný.

Ohnisková vzdálenost objektivu může být dána výrobcem pevná nebo se také běžně setkáváme s objektivy „vari-fokálními“, které mají ohniskovou vzdálenost proměnnou. Tyto objektivy dokáží měnit plynule ohniskovou vzdálenost (tzv. „zoom“). Nastavení ohniskové vzdálenosti u vari-fokálních objektivů probíhá buď manuálně, nebo motoricky. Zvýšení ohniskové vzdálenosti objektivu tak vede k přiblížení scény při zachování rozlišení snímku. Této funkce využíváme zejména při sledování rozsáhlých oblastí, kdy vzdálenost sledovaných objektů není stálá (velké průmyslové areály, městské dohledové systémy) [6].

1.3.3 Clona

Clona je mechanické zařízení uvnitř objektivu určující množství světla dopadajícího na snímač kamery. Nastavení clony má velký vliv na rozlišovací schopnost kamery a vysokou měrou tak určuje kvalitu záznamu. Uzavíráním clony, světlo prochází střední částí čoček objektivu, a tak zpočátku zlepšuje kvalitu obrazu. Při velkém zaclonění je však otvor, kudy prochází světlo příliš malý a kvalita výsledného obrazu opět klesá. Nastavení clony je opět manuální, pevné anebo automaticky nastavitelné [12].

Výběr clony objektivu nám určují především podmínky v místě instalace kamery. Zjednodušeně platí, že čím je clonové číslo (F) nižší, tím je objektiv kvalitnější. Clonové číslo dáno podílem ohniskové vzdálenosti a průměru otvoru clony. Platí, že do méně osvětlených scén volíme kvalitnější objektivy s menším clonovým číslem, které jsou schopné propustit více světla do snímače kamery, a zajistit tak kvalitnější obraz. Pro venkovní použití je výhodné používat objektivy s automatickou clonou, která reaguje na intenzitu okolního osvětlení [6].

1.3.4 Světelnost

Světelnost je další typická vlastnost objektivů. Je to schopnost objektivu přijímat odražené světlo. Je popisována clonovým číslem (F) kde platí, že čím je hodnota F nižší, tím je světelnost vyšší. Pro méně osvětlené scény tak volíme objektivy s co nejvyšší světelností [6].

1.3.5 Doporučené velikosti objektu

Jedním z důležitých faktorů výběru správného objektivu je také doporučená velikost snímaného objektu na zobrazovacím zařízení. Jedná se tzv. stupeň rozpoznání dle normy ČSN EN 50132-7. Volba jednotlivých stupňů identifikace je dána požadavky investora dle toho co má být snímáno (detaily tváří, pohyb osob, prováděná činnost, apod.).

Níže uvedená tabulka popisuje aktuální stupně identifikace. Obsahuje také dva nové stupně identifikace specifikované v revizi normy prEN 50132-7 (přehled a inspekce) [17].

Název	Výška osoby na monitoru [%]	[mm/1 pixel]
Monitorování skupiny (davu)	> 5	80
Detekce	> 10	40
Přehled	> 25	16
Rekognoskace (rozpoznání obrysů)	> 50	8
Identifikace	> 100	4
Inspekce	> 400	1

Tabulka 4 – Doporučené výšky postavy na zobrazovacím zařízení dle normy prEN 50132-7 pro rozlišení PAL (576i) [17].

Přechod z analogových systémů na digitální umožnil zvýšení rozlišovací schopnosti kamer. Vysoké rozlišení u kamer umožňuje zachytit kvalitnější záznam z oblasti zájmu, ze kterého lze snadněji identifikovat objekty, automobily, osoby apod.

Zvýšení rozlišovací schopnosti také nedovoluje možnost vycházet z procentuální velikosti objektu na zobrazovací jednotce u jednotlivých stupňů identifikace. U jiných rozlišení než PAL, je tedy nutné provést samostatný přepočet (viz Tabulka 4) na základě poměru rozlišení. V těchto případech se při výpočtu vychází z předpokladu, že rozlišení PAL (576i) odpovídá rozlišení přibližně 400 pixelů (tzv. Kellův faktor $K = 0,75$) [17] [12].

Typ záběru	Rozlišení						
	PAL	1080p	720p	SVGA/4C IF	VGA	2CIF/CI F	QCIF
Inspekce	400	150	250	300	350	600	1 200
Identifikace	100	40	60	70	85	150	300
Rozpoznání	50	20	30	35	45	70	150
Přehled	25	10	15	25	25	35	70
Detekce	10	10	10	10	10	15	30
Monitoring	5	5	5	5	5	10	15

Tabulka 5 - Přepočet pro nejběžnější rozlišení dle prEN 50132-7 [17].

2 POČÍTAČOVÉ VIDĚNÍ

2.1 Identifikace dle obličeje

Verifikaci osob pomocí rozpoznání obličeje řadíme do biometrických metod, jenž se využívají odnepaměti. Je zcela přirozené, že dokážeme rozpoznat naše přátele, členy rodiny, kolegy, spolužáky či sousedy podle obličeje. Mozek tuto schopnost vykonává naprosto automaticky a to tak, že porovnává obličej, který vidíme před sebou s předlohou uloženou v paměti. Celý tento identifikační proces trvá zlomek vteřiny. Blízké osoby jsme schopni rozpoznat z fotografií pořízených i ve velmi nepříznivých podmínkách, což je pro automatické systémy někdy velkým problémem (obr. 8) [4].



Obrázek 8 - Lidský mozek dokáže rozpoznat velmi degradované fotografie obličejů[4].

2.1.1 Identifikace tváře v praxi a její využití

Jedním z důvodů pro rozšíření rozpoznávání tváře byly teroristické útoky z 11.9.2001. Bezpečnostní složky si začaly uvědomovat důležitost identifikace osob v hromadné dopravě, zejména v leteckém provozu. Cílem bylo identifikovat co možná největší množství lidí procházejících v celních prostorách, ale také prostorách veřejných. Metoda rozpoznání tváří osob má oproti ostatním systémům biometrické identifikace několik nesporných výhod, avšak prozatím i nedostatků. Největším nedostatkem této metody je prozatím její spolehlivost, která se pohybuje kolem 90%. Prozatím je většina systémů provozována v testovacím provozu[9].

Ve spoustě případů by tato metoda usnadnila spoustu kroků potřebných pro kontrolu identity osob. Kamery u vstupů objektů by identifikovaly procházející osoby a nebylo by třeba vyvíjet žádnou aktivitu potřebnou pro identifikaci. Lidem by tak ubylo mnoho

každodenních úkonů spojených s identifikací, jako jsou otisky prstů nebo obraz krevního řečiště apod. [9].

2.1.1.1 Vstupy do objektů

Stále rostoucí nároky na bezpečnost má mnoho institucí. V první řadě finanční budovy, banky, kasína, hotely apod. Často využívají rozpoznávání obličeje při kontrole vstupu a pohybu osob po objektech. Každý zaměstnanec má odlišné oprávnění pro vstup do nejrozličnějších prostor, což je klasické režimové opatření. Využitím biometrické identifikace obličeje je tak zaměstnancům odpadají starosti s čipovými kartami, klíčky apod. Jejich odcizení by tak pachateli umožnilo vstup do střežených prostor.

Často se setkáváme s identifikací tváře také v kasinech, kde napomáhají odhalení problémových návštěvníků. Problémové osoby jsou vyhledány ze záznamů a uloženy do systému. Pokud se taková osoba objeví, systém upozorní personál [1].

2.1.1.2 Celní kontroly

Již zmíněné teroristické útoky s sebou nesou stálou hrozbu a stejně tak nelegální migrace obyvatelstva po celém světě. Díky letecké dopravě se vzdálenosti mezi jednotlivými zeměmi a kontinenty stávají zanedbatelnými pojmy. Celní kontroly jsou tedy jedním z nejdůležitějších preventivních opatření. Vysoké bezpečnostní nároky tak mohou zamezit páchání trestné činnosti. Kvalitní a rychlé identifikaci totožnosti tak může biometrická metoda rozpoznání tváře velmi pomoci[4].



Obrázek 9 - Biometrická identifikace.

2.1.1.3 *Dynamické snímání scény*

S dynamickým snímáním scény se v bezpečnostní praxi běžně setkáváme. Kamerové systémy slouží ve většině Evropských měst k monitorování dopravy, udržování pořádku před vandaly a celkově se snaží potlačovat kriminalitu. Obraz je přenášen na monitory dispečerů, kteří jej vyhodnocují. Využití aplikací umožňujících rozpoznávání tváří, práci dispečerů značně zjednodušuje, zefektivňuje a přináší nové možnosti[2].

Správným umístěním kamer na místa, kudy prochází velké množství lidí získáme obrovské množství dat. Rozpoznávání tváří nás tak může upozornit na zájmové osoby, které však musíme mít předem vloženy do šablony vyhledávaných osob. [4]

2.1.2 **Principy rozpoznávání obličejů**

Tuto kapitolu věnuji současně používaným metodám pro identifikaci obličejů osob. Níže uvedené principy vycházejí z testování skutečných komerčních aplikací. Testování existujících komerčně užívaných systémů poukazuje na mnoho hledisek, určujících kvalitu detekce. Setkáváme se z mnoha rušivými vlivy, jako jsou změny osvětlení, umístění v obraze, natočení nebo například rušivé pozadí scény. Většinu těchto vlivů dokážeme celkem bezpečně odstranit. Nejproblematictější se však jeví emoční výrazy na obličejích nebo morfologické změny způsobené stárnutím. [4]

2.2 **Identifikace osob za pomoci automatizovaných systémů.**

Automatické systémy využívají řadu metod a technik pro identifikaci osob podle obličeje. Primárně tyto systémy rozlišujeme podle detekce na základě statických nebo dynamických snímků. Zpracování formy samotných snímků dělíme na dvourozměrné a třírozměrné. [4]

V literatuře se často setkáváme s dvojím dělením, první je velmi jednoduché a přehledné:

- Přístup fotometrický (zaměřuje se na vzhled tváře).
- Přístup geometrický (zaměřen na rysy ve tváři).

Druhé podrobnější rozdělení dělíme na:

2.2.1 **Strukturální metody**

Rozpoznává v obličejích základní dominantních částí (ústa, oči, nos). Jsou změřeny antropometrické veličiny a jejich normalizace dle předpokládaných rušivých vlivů jako je

velikost objektu, poloha ve scéně a šum. Dále se porovnává s databází známých fotografií. Při tomto porovnávání jsou využity klasifikační algoritmy a následné statistické rozhodování o relativní podobnosti s vybranou množinou předloh [4].

2.2.2 Holistické metody

Porovnávají vzorky se vzorky globálních reprezentací opět s následným statistickým vyhodnocením relativní pravděpodobnosti. Příznačné pro tento přístup jsou kombinace metody backpropagation (metoda zpětného učení neuronové sítě), základní analýzy komponent (principal component analysis - PCA) a dekompozice jedinečných hodnot (singular value decomposition - SVD) [3].

2.2.3 Znalostní metody

Obličej osoby je skenován dle předem známých pravidel, které popisují „typickou tvář“. Jednotlivé vztahy mezi částmi obličeje jsou dány určitými pravidly a jejich odlišnosti tato metoda zkoumá. Tato metoda využívá mnoho složitých algoritmů a je velmi náročná na analýzu, proto nedosahuje zpravidla požadovaných výsledků.

2.2.4 Porovnávání šablon

Metoda srovnává daný obraz s šablonami částí obličeje nebo i celé tváře. Nevýhodou je nutnost pořízení jednotlivých šablon (obličejů) a jejich uložení do paměti[3].

2.3 Detekce Obličeje

Základem správné detekce je najít charakteristické markanty určující obličej dané osoby. Algoritmy pro rozpoznávání obličeje ve scéně hledají tváře za podle následujících bodů:

- Pomocí barvy kůže
- Pomocí kontur tváře
- Detekce rtů (ústa)
- Detekce očí

2.3.1 Algoritmy rozpoznávání markantů

Samotné algoritmy rozpoznávání charakteristických markantů dělíme následovně:

2.3.1.1 Analýza hlavních částí (PCA – Principal Components Analysis)

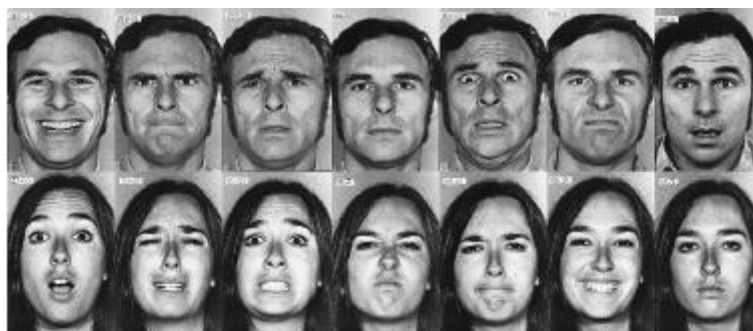
Tvář můžeme rozdělit na matice jasových úrovní, jednotlivé vzory tváří tzv. eigenfaces a poté je opět složit (viz. Obr. 3). Každý vzor tváře je převeden do hash kontrolního součtu a je tedy ukládán jako pouze jako číslo. Tato metoda využívá standardizovaných obrazů, které obsahují normované usazení očí, uší a dalších významných bodů na lidském obličeji. Dále je využívána metoda PCA, která se postará o redukci nepotřebných podobností. Díky této redukci je možno ukládání i rozsáhlých databází. Samotná klasifikace je založena na využívání klasifikačních technik – například metoda nejbližšího souseda [4].



Obrázek 10 - Metoda PCA [3].

2.3.1.2 Lineární diskriminační analýza (LDA - Linear Discriminant Analysis)

Jedná se o metodu, která třídí snímky obličejů do skupin. Snaží se co nejvíce rozlišit rozdíly mezi skupinami a naopak co nejvíce snížit rozdíly v každé skupině. Každý blok obrázků je reprezentován jednou třídou [3].



Obrázek 11 - Metoda LDA [3].

2.3.1.3 Elastický diagram pro srovnávání

Předchozí metody mají několik omezení, a proto byla vyvinuta metoda EBGM, která dokáže počítat s nelineárními charakteristikami jako je výraz tváře, pozice hlavy či osvětlení obličeje. Tato metoda spočívá v určení několika uzlových bodů na tváři, tyto body jsou následně spojeny a definují tak linie tváře v prostoru. Tímto spojením získáme souřadnicovou masku obličeje. Systémy pracující s touto metodou pomocí filtrů uzlových bodů reaguje na snímané tváře a ty následně srovnává s databází a vyhodnocuje [3].

2.3.2 3D model tváře

Tento model snímání je založen na vytvoření 3D modelu obličeje. Jedná se o velmi přesnou, ale zároveň nákladnou metodu. Pro pořízení galerie osob využíváme 3D laserový scanner. Obličej je tedy zaznamenán jako deformovaná plocha v 3D prostoru. Využíváme zde morfingu a fittingu. Databázi vzorů obličejů vytváříme 3D snímačem nebo aproximací z několika úhlu pohledu na obličej. Obrazové parametry jako je poloha či osvětlení jsou zcela odděleny. Uchovává se pouze tvar a texturové parametry [3].

3 ÚSKALÍ SYSTÉMŮ POČÍTÁNÍ OSOB ZA POMOCÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU

3.1 Vývoj systému počítání osob

Sledování počtu procházejících lidí v reálném čase je velmi užitečnou informací, může být zdrojem pro bezpečnostní aplikace, stejně tak i pro řízení chodců, turistů. Sledování a počítání lidí je velmi důležité především pro bezpečnostní kanceláře nebo výzkum trhu. Mnoho z těchto měření je v dnešní době stále prováděno pracovníky, kteří ručně počítají průchody. Tyto důvody tedy nutí vyvinout metodu automatického počítání procházejících lidí.

V minulosti proběhlo několik pokusů o automatizované počítání chodců. Až Segen a Pingali [19] představili systém, ve kterém se extrahuje silueta chodce a je dále sledována. Tento systém pracuje v reálném čase. Bohužel algoritmus je příliš náročný, a je proto obtížné sledovat větší množství současně procházejících. Velmi obtížně fungoval v nedokonale uzavřených koridorech, kde neprocházelí lidé přímo pod kamerou. Dalšími průkopníky ve sledování pohybu jsou Masoud a Papanikolopoulos [15], kteří vyvinuli systém běžící v reálném čase, v němž jsou chodci reprezentováni jako obdélníkové obrazce s určitými dynamickými prvky chování. Systém dobře fungoval v částečně nebo úplně uzavřených průchodech a při správně odhadnutých parametrech procházejících. Dále se rozvoji systému počítání procházejících chodců věnovali Rossi a Bozzoli [18]. Jejich snaha byla vyhnout se problému s uzavřenými průchody, a to montáží kamery svisle nad průchody s cílem sledovat a počítat procházející lidi v chodbě. Vše za předpokladu, že lidé, mohou vstoupit na snímanou scénu po pouhých dvou směrech (horní a dolní straně obrazu).

Terada [22] ve své studii navrhuje metodu počítání, která obraz dělí na segmenty s použitím trojrozměrných údajů získaných ze stereo kamery. Tento systém bohužel také předpokládá, pouze jednoduchý pohyb chodců.

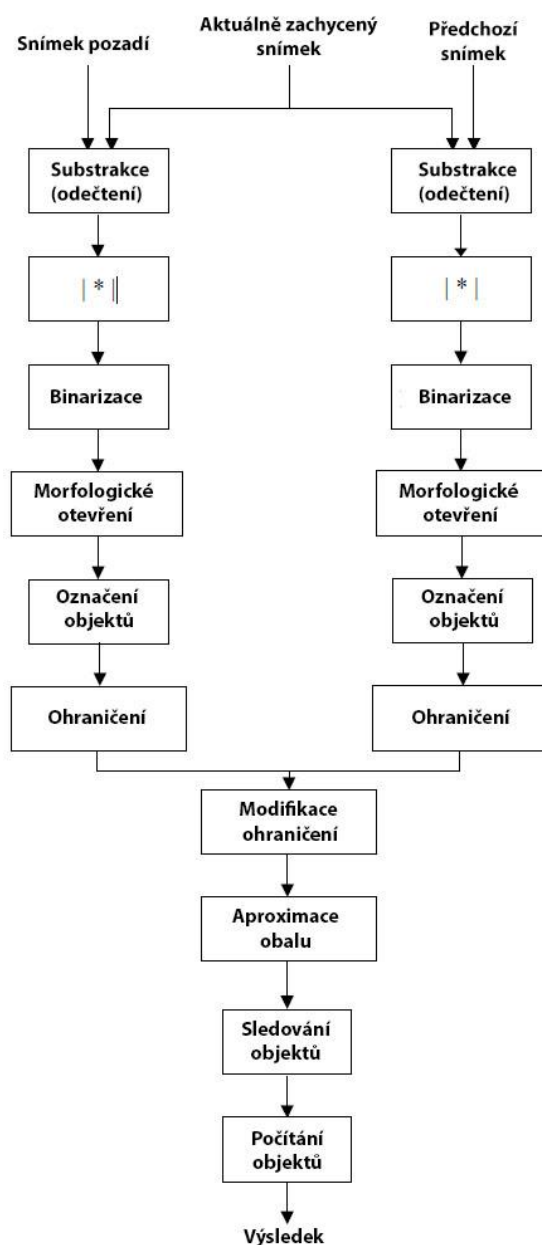
V této práci se budu zaměřovat na kameru zavěšenou na stropu (tzv. brána), čímž se obrazová data procházejících lidí nebudou překrývat. Zavedený systém rozpozná pohyb lidí v různých směrech. Chceme-li sledovat chodce, i když jsou jejich obrazy částečně překryty, systém musí odhadnout a sledovat každého člověka ohraničením do oblasti

sledování. Takto ohraničený a detekovaný jednotlivec nám poskytuje přesnější informace pro sledování.

3.2 Architektura systému

Pro fungování systému počítání chodců využijeme jednu kamerou zavěšenou nad dveře. Tato kamera snímá chodce, procházejí oběma směry (dovnitř a ven). Obraz snímáný kamerou je analyzován na pohybující se objekty pomocí jednoduchého algoritmu.

Systém se při provozu musí vyrovnávat s několika neodmyslitelnými dynamickými jevy (lidé průběžně vstupují na scénu, pohybují přes zorné pole kamery, a protínají pomyslnou linii počítačového systému) [18].



Obrázek 12 – Diagram základních postupů systému počítání lidí[18].

Pro bezproblémovou funkci je nutné držet se následujících kroků:

- Určit potencionálně zajímavé objekty, které vstupují na scénu (fáze upozornění),
- sledovat jejich pohyb dokud nedosáhnou počítací linie (fáze sledování),
- zjistit kolik lidí odpovídá sledovaným objektům (fáze interpretace). [18]

Na obrázku 12 je diagram algoritmu počítacího softwaru. Subtrakce pozadí a prahování je prováděno pro zjištění rozdílů v jednotlivých snímcích. Dále je rozdíl snímků zpracován pomocí matematické operace morfologického otevření (využívána pro snížení detailu v obraze). Poté je každý objekt odpovídající požadovaným parametrům oddělen a porovnáván s objekty z následujícího snímku. Toto porovnávání a sledování podobných objektů vede k vytvoření trajektorií jednotlivých lidí. Trajektorie pohybu objektů nám určují směr, tedy příchozí a odchozí [18].

3.3 Navrhované systémy počítání lidí a sledovací algoritmus

3.3.1 Odhad pozadí

Metody odhadu pozadí mají velký vliv na celkový výkon systému. Vzhledem k tomu, že světelné podmínky se v čase dost liší, je třeba obraz pozadí aktualizovat pomocí rekurzivních funkcí, což je velmi pomalé. Subtrakce pozadí využívá většina aplikací, pro přesné určení pohybujících se objektů ve scéně. Pro získání přesnějšího pozadí, se navrhuje využívat adaptivní algoritmus odhadu na pozadí, který má vyšší odolnost v rámci změn osvětlení. Systém se nejprve pokouší zjistit, zda ve scéně nejsou pohybující se objekty, porovnáním s předchozím snímkem. Pokud není zachycen žádný pohybující se objekt, je vytvořen nový obrázek zprůměrováním tří posledních snímků, v nichž nebyl detekován pohyb [7].

Tato metoda odhadu pozadí se velmi dobře vyrovnává s postupnou změnou osvětlení. Bohužel se nedokáže vyrovnat s náhlou změnou osvětlení, ke které došlo v celém snímku. Řešením tohoto problému, je kompenzace průměrné úrovně intenzity osvětlení. Ze snímku pozadí a aktuálně pořízeného snímku, jsou průměrné úrovně intenzity osvětlení počítány ve čtyřech blocích, z nichž každý se nachází v jednom rohu snímku. Rozdíl mezi úrovněmi intenzity dvou obrazů se vypočítají a uplatní se aktuální snímek pozadí [19].

3.3.2 Určení objektu

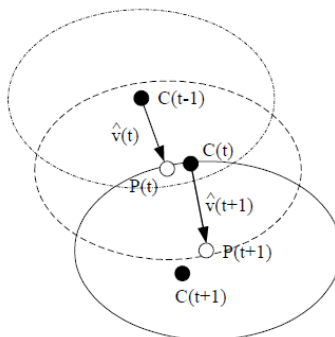
Po označení objektů, systém určuje hlavní část pohybujícího se objektu. Jednotlivé pohybující se části objektu jsou sloučeny do nejbližšího hlavního tělesa. Poté nastupuje fáze ohraničování. Kolem každého sloučeného objektu, je vytvořen, co nejmenší obdélník obklopující objekt. Na obr. 13 je znázorněn ohraničovací rámeček kolem binarizované masky objektu. Ohraničovací rámeček má předem nadefinované vlastnosti, pohybujících se lidí [19].



Obrázek 13 – Maska pohybujícího se objektu [19].

3.3.3 Sledování objektu

Aproximovaným obalům jednotlivých sloučených objektů, jimž odpovídají objekty v předchozích snímcích je definována středová pozice. Tento postup je opakován v každém následujícím snímku. Středová pozice objektu se tak postupně přesouvá určitým směrem a ten nám definuje směr pohybu.



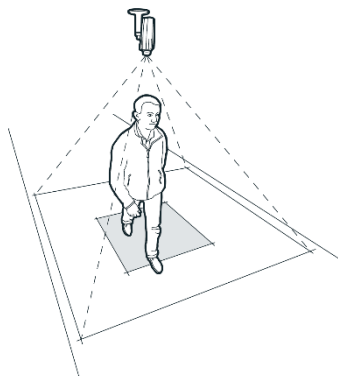
Obrázek 14 – Sledování středu objektu [19].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 NÁVRH SYSTÉMU POČÍTÁNÍ OSOB POMOCÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU.

4.1 Umístění kamer

Kamera musí být pro správnou funkci namontována dle specifik určených výrobcem. Musí být umístěna přímo nad snímaným prostorem, kudy počítané osoby procházejí [24].

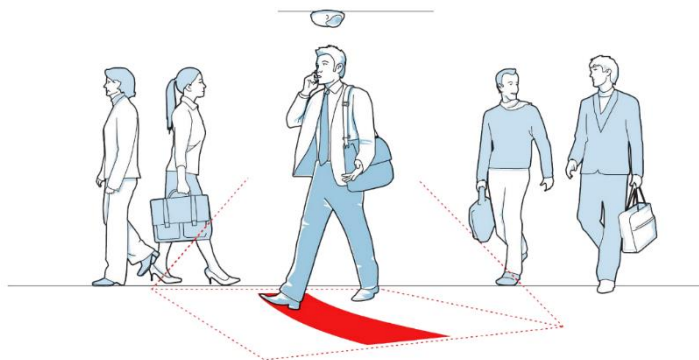


Obrázek 15 - Pozice snímací kamery [24].

4.1.1 Pozice a umístění kamery

Software TrueView People Counter dovoluje montážní výšku od 250cm dle kamery a užitého objektivu. Minimální doporučená šířka snímaného záběru je 300cm, maximální šíře snímané scény je kolem 5m. Poslední zmíněný parametry je přímo závislý na typu použité kamery a objektivu. Některé velmi výkonné modely společnosti Axis jsou schopné zabírat a spolehlivě počítat na šířce záběru až 10m, pokud je kamera instalována dostatečně vysoko [24].

Kameru je nutné umístit tak, aby lidé přirozeně procházející scénou protínali záběr vertikálně. Snímaná zóna je vyobrazena červeně.



Obrázek 16 – Umístění snímací kamery [24].

4.1.2 Obecné poučky pro spolehlivý provoz

Snímaná scéna musí splňovat tyto podmínky:

- Kamera musí být umístěna přímo nad prostorem, kudy lidé procházejí.



Obrázek 17 – Správné umístění kamery [24].

- Minimální požadovaná hodnota intenzity osvětlení ve snímaném prostoru je 80 LUX.



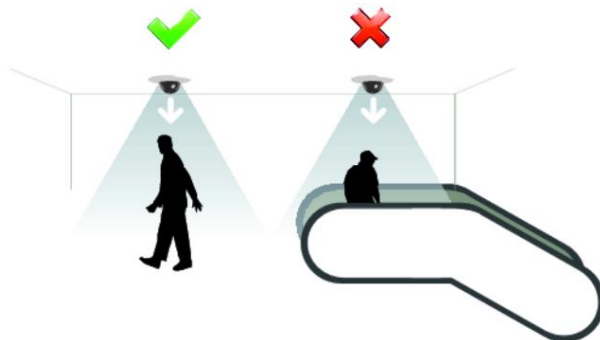
Obrázek 18 – Typ osvětlení [24].

- Do oblasti snímání nesmí zasahovat přímý sluneční svit, který by mohl vytvářet pohyblivé rušivé stíny.



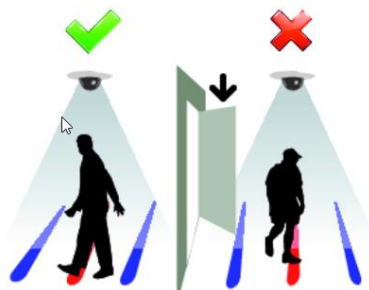
Obrázek 19 – Rušivé stíny [24].

- Snímaná scéna nesmí obsahovat žádné pohybující se objekty, jako jsou například dveře, eskalátory apod. Jediným pohyblivým objektem by tedy měli být procházející lidé.



Obrázek 20 – Pohyblivé objekty ve scéně [24].

- Lidé musejí snímanou scénou procházet přímo a zároveň do snímané scény nesmí zasahovat žádné pohyblivé objekty.



Obrázek 21 – Pohyblivé objekty ve scéně [24].

4.2 Vhodné kamery

Výběr kamer se řídí především typem snímané scény. Objekt vybrán k testování bude obsahovat 4 kamery, které budou umístěny dle výše uvedených specifik v prostorách chodeb. Tři z těchto kamer budou umístěny ve stejné výšce stropu a to 4,5m. V jednom případě bude kamera umístěna ve výšce 3m.

Jednotlivé vchody se liší pouze rozměry snímané plochy, a to od 7 do 10m.

Pro zjednodušení instalace a také ušetření nákladů na montáž volíme tři stejné kamery AXIS P3364 s vari-fokálním objektivem pokrývajícím úhel záběru 49° až 105°, což ve výšce 4,5m odpovídá snímané ploše o šířce 3,5-12m.

Pro montáž na nižší strop volíme kameru AXIS M3004-V s pevným objektivem pokrývajícím úhel záběru 80°, což při výšce 3,5m zabírá snímáný prostor o šířce 6m. Tato kamera byla zvolena z důvodu nižší pořizovací ceny, která je dána především objektivem s pevnou ohniskovou vzdáleností.

Všechny vybrané kamery podporují napájení PoE dle normy IEEE 802.3af pro ušetření nákladů za kabeláž.

4.2.1 Kamera AXIS P3364-V

Pro aplikaci počítání chodců byla zvolena kamera Axis P3364-V 6mm. Jedná se o vnitřní, antivandal dome IP kameru. Je osazena snímacím čipem 1/3" RGB CMOS s progresivním skenováním, maximální rozlišení 1280 x 960 při 25 sn./sekundu.

Podporované komprese obrazu H.264, MPEG-4 a MJPEG.

Objektiv s ohniskovou vzdáleností f2,5-6mm pokrývá úhel záběru 49° až 105°. Napájení PoE dle normy IEEE 802.3af.

Důležité parametry pro správné počítání průchodů:

- Citlivost (barevně): 0,1 lx
- Citlivost (ČB): 0,02 lx
- Podpora automaticky řízené clony P-iris: ano
- Objektiv: ano – integrovaný

Důležité vlastnosti objektivu

- Min. ohnisková vzdálenost: f 2,5 mm
- Max. ohnisková vzdálenost: f 6 mm
- Minimální úhel (horizontální): 49°
- Maximální úhel (horizontální): 105°
- Clonové číslo: F 1,2
- Max. doporučené rozlišení kamery: 1 Mpix

Video

- Komprese: H-264, MPEG-4 a MJPEG
- Maximální rozlišení: 1280 x 960 px
- Max. počet snímků: 25 s.

Rozhraní

- Síťové rozhraní: 10/100 Mbps Ethernet, konektor RJ-45
- Podpora PoE dle normy IEEE 802.3af: ano



Obrázek 22 – Kamera AXIS P3364-V [23].

4.2.2 Kamera AXIS M3004-V

AXIS M3004-V je vnitřní mini dome IP kamera, osazená snímacím čipem 1/4" RGB CMOS s progresivním skenováním, rozlišení obrazu 1280 x 800, úhel záběru 80°, podporuje komprese obrazu H.264 a MJPEG.

Napájení po PoE dle normy IEEE 802.3af.

Důležité parametry pro správné počítání průchodů:

- Snímací čip: 1/4" RGB CMOS s progresivním skenováním
- Citlivost (barevně): 1,5 lx

Vlastnosti objektivu

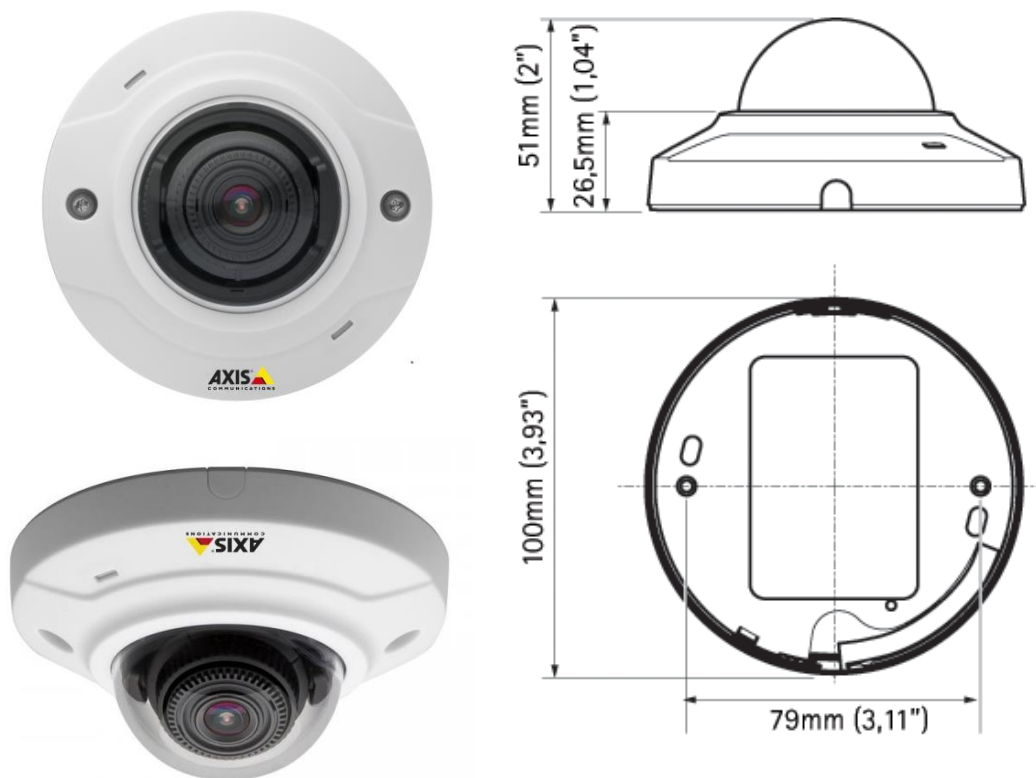
- Ohnisková vzdálenost: f 2,8 mm
- Úhel záběru (horizontální): 80°
- Clonové číslo: F 2,8

Video

- Komprese: MJPEG a H.264
- Maximální rozlišení: 1280 x 800 px

Rozhraní

- Síťové rozhraní: 10/100 Mbps Ethernet, konektor RJ-45
- Podpora PoE dle normy IEEE 802.3af: ano



Obrázek 23 - Kamera AXIS M3004-V [23].

4.3 Nastavení systému Cognimatics TrueView People Counter

Veškerá nastavení systému Cognimatics TrueView People Counter se provádí ve webovém rozhraní IP kamery. [24]

V základním pohledu vidíme živý náhled kamery se zakreslenými zónami počítání. Dále se v reálném čase vypisují počty přicházejících a odcházejících návštěvníků.

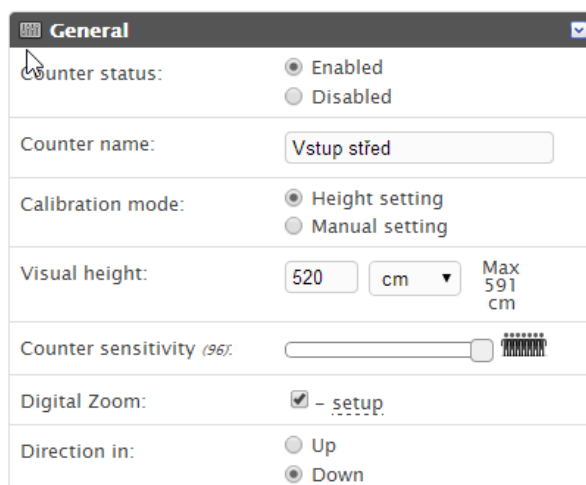


Obrázek 24 – Webové rozhraní systému TrueView People Counter.

4.3.1 Hlavní nastavení

V základním nastavení systému počítání danou kameru pojmenujeme, dále je pro správné počítání nastavit výšku, v jaké je kamera umístěna. Důležité je nastavení citlivosti pro co možná nejpřesnější výsledky doporučujeme nastavení na maximální citlivost. [24]

Poslední položkou je důležité nastavení, zda lidé vcházejí do objektu horní stranou záběru či spodní.

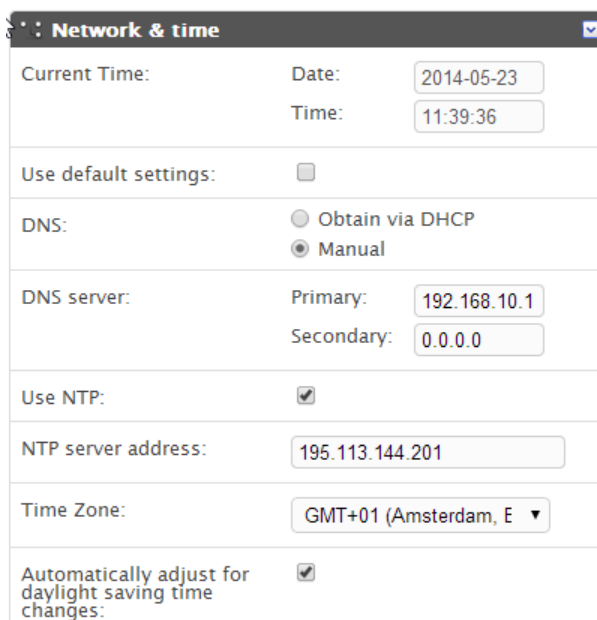


Counter status:	<input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled
Counter name:	Vstup střed
Calibration mode:	<input checked="" type="radio"/> Height setting <input type="radio"/> Manual setting
Visual height:	520 cm Max 591 cm
Counter sensitivity (96%):	<input type="range"/>
Digital Zoom:	<input checked="" type="checkbox"/> - setup
Direction in:	<input type="radio"/> Up <input checked="" type="radio"/> Down

Obrázek 25 – Základní nastavení systému TrueView People Counter

4.3.2 Nastavení sítě a času

Pro správnou synchronizaci jednotlivých kamer je třeba nastavit přesný a synchronní čas na všech kamerách. Toto nastavení se provádí v základním nastavení systémového času a datumu, které je možno nastavit z internetu dle serveru NTP nebo manuálně. V našem případě volíme NTP server cesnetu 195.113.144.201 a správné časové pásmo. Velmi důležité je v této části také nastavení sítě, kde specifikujeme, zdali IP adresa DNS severu získána automaticky. V opačném případě vyplníme manuálně.

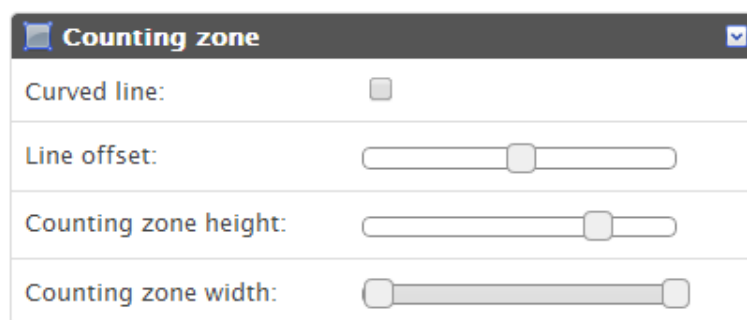


Current Time:	Date: 2014-05-23 Time: 11:39:36
Use default settings:	<input type="checkbox"/>
DNS:	<input type="radio"/> Obtain via DHCP <input checked="" type="radio"/> Manual
DNS server:	Primary: 192.168.10.1 Secondary: 0.0.0.0
Use NTP:	<input checked="" type="checkbox"/>
NTP server address:	195.113.144.201
Time Zone:	GMT+01 (Amsterdam, E)
Automatically adjust for daylight saving time changes:	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrázek 26 – Nastavení sítě a času v TrueView People Counter

4.3.3 Nastavení zóny počítání

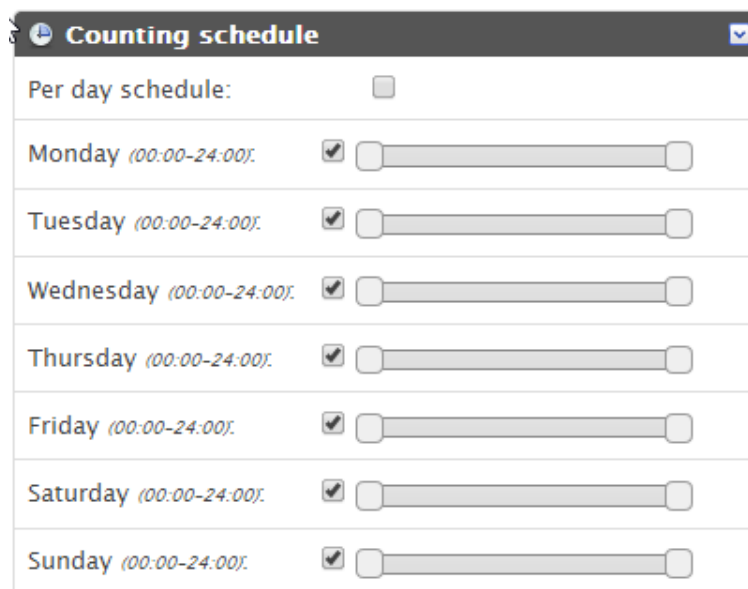
Pro správnou funkci počítání definujeme zakřivení zóny počítání (využívá se především u objektivu typu rybí oko nebo při specifických situacích). Dále nastavíme šířku a výšku počítací zóny. Také je potřeba nastavit přesah, ve kterém se kamera připraví na započítání dalšího průchozího [24].



Obrázek 27 – Nastavení počítací zóny systému TrueView People Counter.

4.3.4 Nastavení rozvrhu počítání

Jedná se o týdenní nastavení času počítání. Můžeme zde například nastavit, aby počítání fungovalo jen některé dny v týdnu. Nastavení je možné po jednotlivých dnech či hodinách.



Obrázek 28 – Nastavení časového rozvrhu systému TrueView People Counter.

5 ANALÝZA ODOLNOSTI

5.1 Způsoby zmatení počítačích systémů.

V dnešní době se setkáváme stále častěji s technologiemi schopnými rozpoznat počty chodců dle obličejů. Technologie rozpoznávající obličeje nacházíme v našich mobilních telefonech, sociálních sítích apod. Všechny tyto prostředky jsou hrozbou a nesou důsledky.

Technologie rozpoznávání obličejů je stále více využívána při prosazování práva a sledování „veřejných“ prostor, zmínil se o tom také Evgen Morozov v knize Naše biometrická budoucnost (Our Biometric Future) [4].

Dnešní technologie dokáží rozpoznat během jedné vteřiny až 36milionů tváří (Hitachi Kokusai Electric).

Máme tedy jen prostě přijmout fakt, že je nevyhnutelné být stále sledován? Často sami napomáháme takovým systémům zveřejňováním svých fotografií na sociálních systémech.

5.1.1 Způsoby oklamání identifikačních systémů

Pokud systémy nedetekují na snímcích základní markanty, které přirovnávají ke svým šablonám v databankách, nejsou schopné detekce. Dále si uvedeme, jak je možné systémy automatického rozpoznání obličeje oklamat.

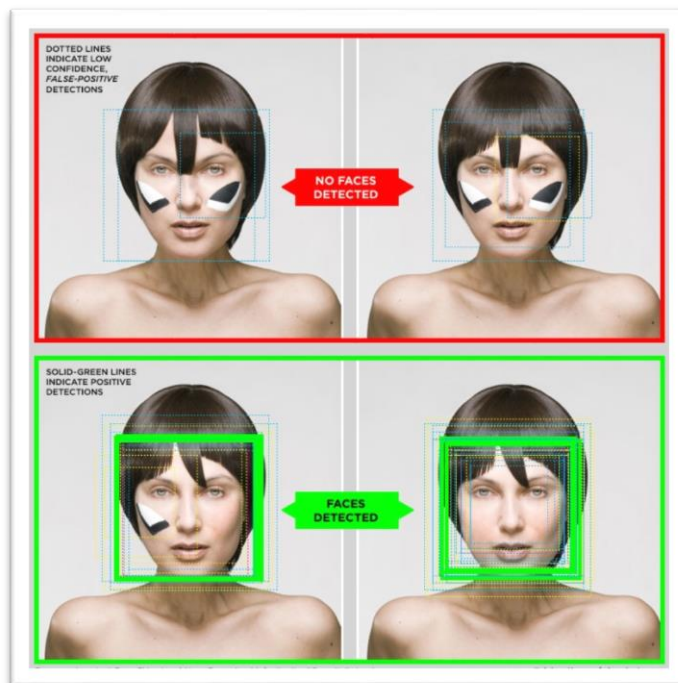
5.1.1.1 Maskování jako ochrana

Nejjednodušší a nejrozšířenější obranou proti rozpoznávání obličejů na veřejných místech je nosit masku, kapuci, šátek, nebo nějakou podobnou pokrývku obličeje. Povstalečtí bojovníci napříč Arabskými zeměmi užívali šátky, aby zakryli svou identitu jako generace aktivistů před nimi. V dnešní době se celosvětově rozšířilo užití masky Guye Fawkese, obzvláště u protestujících z hnutí Occupy a Anonymous. Tato maska slouží pro ochranu identity nositele a zároveň demonstruje účast na sdílené myšlence[4].

5.1.2 Další možnosti “zmatení”

Nošení masky je možná účinné, ale značně nepraktické, a v některých zemích dokonce zakázané. Například obyčejný úsměv dokáže velice ztížit rozpoznání obličeje – proto je úsměv zakázaný na fotkách pasového typu.

Adam Harvey věnoval svou diplomovou práci hledání způsobů, jak oklamat systémy rozpoznání. Stylově využil make-up a vlasy. Harveyho projekt CV Dazzle je nejvíce zmiňován jako protiopatření vůči detekci obličeje. [4]



Obrázek 29 - Projekt A.Harveyho – využití make-up.

Tvůrci videí a novináři již dlouho používají opatření, jako je pixelizace a černé obdélníky, aby ochránili totožnost osob na videu. V některých případech může být odhalená identita zničující. [4]

Protože se technologie rozpoznání obličeje rozšiřuje, musíme vědomě více dbát o svoji bezpečnost, jak na veřejných prostorech, tak na internetu. Vzhledem k rozjetí sociálních sítí se budeme muset všichni naučit, kdy a jak zabrzdit.

6.1.1 Kamera 1 – Průchozí vstup

Kamera je umístěna na strop bočního průchozího vstupu do budovy. Snímaný prostor je celá podlaha místnosti. Rozměr snímané plochy je 5x2,5m, výška ve které je kamera umístěna je 3,5m.



Obrázek 321 - Snímek z kamery 1.

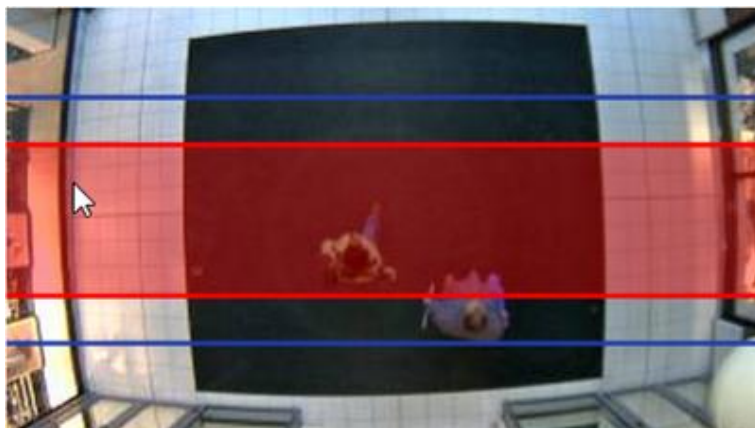
Pro pokrytí celého prostoru místnosti, musíme zvolit objektiv kamery, který bude pokrývat úhel 80°. Pro tento vchod vyhovuje kamera AXIS M3004-V s pevným objektivem o ohniskové vzdálenosti f2,8mm, pokrývající zorný úhel 80°.



Obrázek 312 – Fotografie instalace kamery 1

6.1.2 Kamera 2 - Vstup východ

Kamera je umístěna na strop východního vstupu do budovy. Snímaný prostor je celá podlaha místnosti. Rozměr snímané plochy je 7,2x4,5m, výška, ve které je kamera umístěna, je 4,5m.



Obrázek 33 – Snímek z kamery 2.

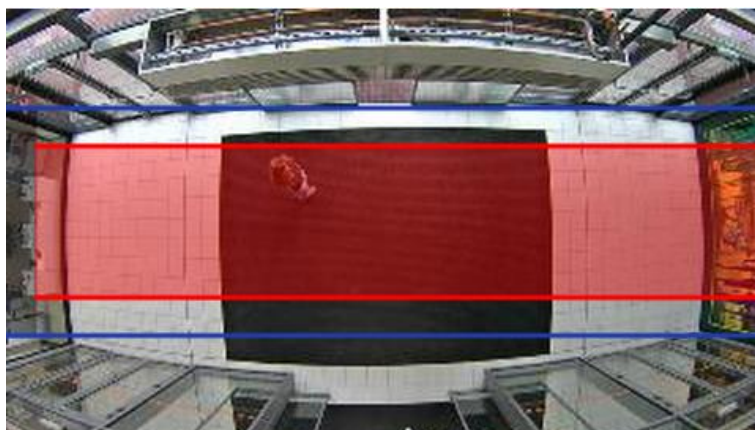
Pro pokrytí celého prostoru místnosti, musíme zvolit objektiv kamery, který bude pokrývat úhel 78°. Pro tento vchod vyhovuje zvolená kamera AXIS P3364-V s vari-fokálním objektivem o ohniskové vzdálenosti f2,5-6mm, pokrývající zorný úhel 49° až 105°.



Obrázek 34 – Fotografie instalace kamery 2.

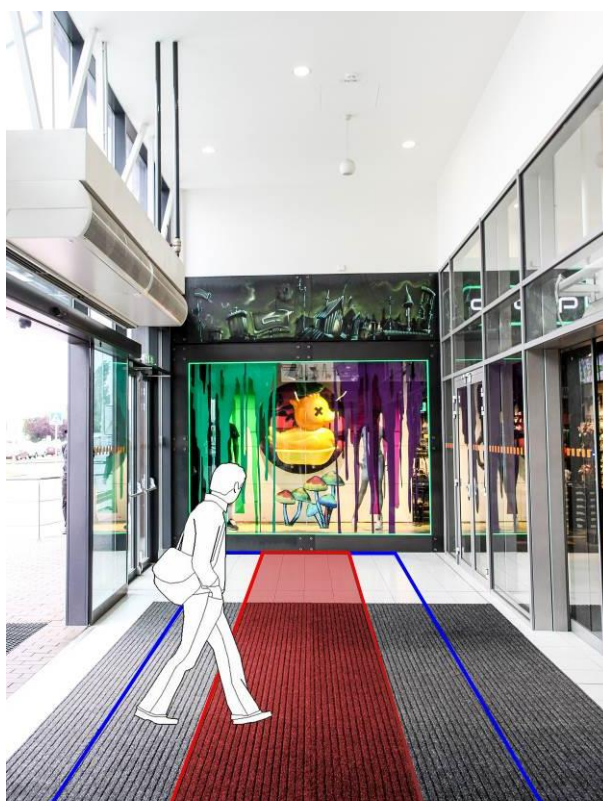
6.1.3 Kamera 3 – Vstup střed

Kamera je umístěna na strop středového vstupu do budovy. Snímaný prostor je celá podlaha místnosti. Rozměr snímané plochy je 10,8x3,3m, výška, ve které je kamera umístěna, je 4,5m.



Obrázek 35 – Snímek z kamery 3.

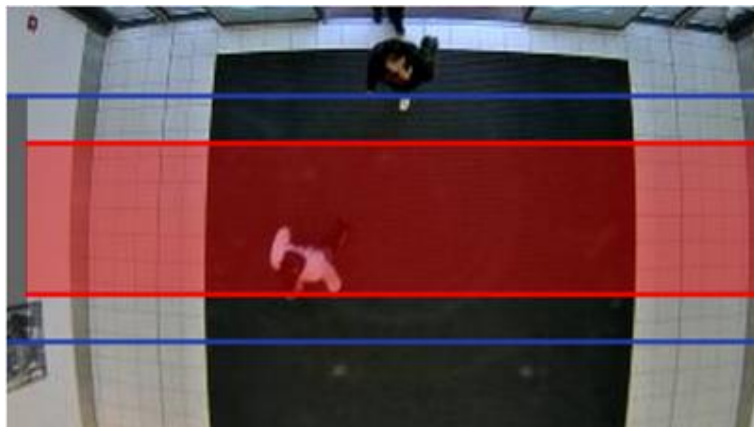
Pro pokrytí celého prostoru místnosti, musíme zvolit objektiv kamery, který bude pokrývat úhel 100° . Pro tento vchod vyhovuje zvolená kamera AXIS P3364-V s vari-fokálním objektivem o ohniskové vzdálenosti f2,5-6mm pokrývajícím zorný úhel 49° až 105° . Jedná se o velmi široký záběr. Z tohoto důvodu musíme objektiv nastavit ohniskovou vzdálenost f2,5mm.



Obrázek 36 – Fotografie instalace kamery 3.

6.1.4 Kamera 4 – Vstup západ

Kamera je umístěna na strop východního vstupu do budovy. Snímaný prostor je celá podlaha místnosti. Rozměr snímané plochy je 8x4,7m, výška, ve které je kamera umístěna, je 4,5m.



Obrázek 37 - Snímek z kamery 4.

Pro pokrytí celého prostoru místnosti, musíme zvolit objektiv kamery, který bude pokrývat úhel 84° . Pro tento vchod vyhovuje zvolená kamera AXIS P3364-V s varifokálním objektivem o ohniskové vzdálenosti f2,5-6mm, pokrývajícím zorný úhel 49° až 105° .



Obrázek 38 – Fotografie instalace kamery 4.

6.2 Zhodnocení přesnosti systému

Systém počítání pomocí kamerového systému byl na obchodním domě spuštěn koncem listopadu 2013. Nahradil tak stávající řešení počítání pomocí infrazávor, které bylo značně nepřesné. Jeho chybovost se pohybovala v řádech desítek procent. Vysoká chybovost systému založeného na infrazávorách byla způsobena především neschopností systému detekovat více chodců, kteří se vzájemně překrývali (viz. Obr. 18). Vedení obchodního domu se tak rozhodlo, změnit systém počítání. Proto byl vybrán přesnější systém počítání za pomocí kamerového systému.

Pro zhodnocení přesnosti systému počítání návštěvníků za pomocí kamerového systému jsem od 1.12.2013 sledoval počty procházejících ze všech kamer a zapisoval do tabulky. Každá kamera zaznamenává počet procházejících návštěvníků v daném vchodu, a to jak směrem dovnitř, označováno jako „IN“, tak směrem ven, označováno jako „OUT“. Hodnoty z jednotlivých kamer označené jako IN a OUT jsem sečetl, abych získal dvě výsledné hodnoty. Jednotlivá data byla sečtena z důvodu, že návštěvníci mohou vejít a odejít jinými vstupy.

Jistou nepřesnost měření způsobuje několik bočních vchodu pro zaměstnance.

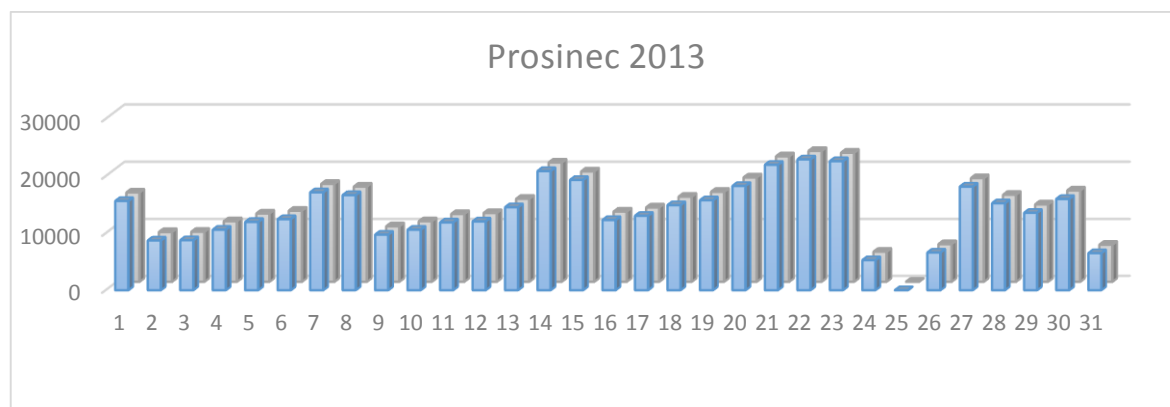
Chybovost je vyjádřena v procentech, kdy záporné hodnoty znamenají, že systém v celkovém součtu všech vchodů napočítal vyšší hodnotu příchozích než odchozích. V ideálním případě, by byla chybovost systému nulová a počet přicházejících a odcházejících by se tak rovnal.

6.2.1 Zhodnocení za měsíc Prosinec 2013

Během prosince 2013 byla průměrná chybovost systému 0,059%.

	Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3		Kamera 4		chybovost
datum	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
2013-12-01	2397	2174	2736	3247	4601	5025	6006	5226	0,432%
2013-12-02	817	739	1592	1963	3219	3340	2939	2687	-1,891%
2013-12-03	909	829	1607	1876	3222	3385	2962	2691	-0,931%
2013-12-04	1069	968	2073	2372	3886	4197	3394	3088	-1,948%
2013-12-05	2995	1257	2113	2507	4296	4472	3961	3757	10,266%
2013-12-06	1164	1034	2398	2713	4755	4888	4120	3845	-0,346%
2013-12-07	2191	1912	3254	3689	5402	5742	6404	5841	0,388%
2013-12-08	2424	2178	3135	3590	4938	5300	6292	5628	0,554%
2013-12-09	972	816	1780	2096	3690	3780	3273	3057	-0,350%
2013-12-10	1047	951	1981	2244	3782	4065	3501	3369	-3,084%
2013-12-11	1063	959	2141	2610	4440	4626	4076	3715	-1,621%
2013-12-12	1095	1016	2124	2440	4444	4632	4284	3990	-1,097%
2013-12-13	1262	1173	2690	3188	5278	5562	5059	4649	-1,981%
2013-12-14	2611	2412	4056	4542	5925	6461	8427	7485	0,566%
2013-12-15	2678	2478	3361	3990	5672	5993	7692	6885	0,294%
2013-12-16	1136	951	2247	2676	4534	4744	4370	3959	-0,350%
2013-12-17	1189	1040	2318	2745	4638	4933	4686	4341	-1,777%
2013-12-18	1318	1151	2676	3055	5245	5766	5521	4964	-1,192%
2013-12-19	1403	1236	2816	3334	5549	5958	5899	5267	-0,817%
2013-12-20	1547	1395	3421	3943	6293	6796	6880	6163	-0,860%
2013-12-21	2427	2134	4044	4714	6766	7363	8819	7777	0,308%
2013-12-22	2772	2363	4080	4604	6862	7724	9367	8238	0,659%
2013-12-23	2173	1832	4087	4644	7383	8233	8939	7913	-0,177%
2013-12-24	363	291	915	1097	2021	2130	1964	1756	-0,209%
2013-12-25	0	1	0	0	0	0	6	5	0,000%
2013-12-26	5	4	10	22	6285	6566	11	18	-4,738%
2013-12-27	1837	1551	3355	3925	5676	6216	7559	6487	1,346%
2013-12-28	2058	1343	2545	3012	4911	5341	6378	5573	3,920%
2013-12-29	1433	1231	2316	2663	4498	4790	5486	4908	1,027%
2013-12-30	1286	1094	2765	3181	5578	6130	6275	5622	-0,773%
2013-12-31	270	217	867	919	3339	3793	1918	1574	-1,705%
Celkem	45911	38730	75503	87601	147128	157951	156468	140478	0,059%

Tabulka 6 – Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Prosinec 2013



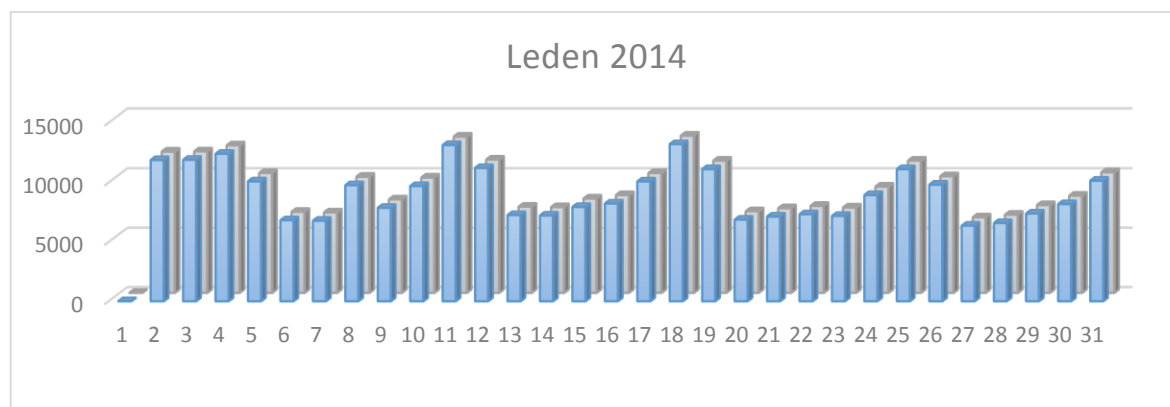
Graf 1 – Počty návštěv za měsíc Prosinec 2013

6.2.2 Zhodnocení za měsíc Leden 2014

Během měsíce ledna byla průměrná chybovost systému -1,512%. Velkou měrou se do průměru také započítává vysoká chybovost z 1. 1. 2014, kdy byl obchodní dům zavřen. Tuto vysokou chybovost nejspíše způsobil procházející pracovník bezpečnostní služby, který se do budovy dostal bočním vchodem pro zaměstnance.

	Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3		Kamera 4		chybovost
datum	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
2014-01-01	0	0	0	1	1	0	1	2	-50,000%
2014-01-02	1193	1011	1985	2407	4201	4367	4548	4104	0,319%
2014-01-03	1110	1041	1879	2205	4400	4588	4562	4072	0,377%
2014-01-04	1408	1189	1891	2254	4053	4505	5209	4461	1,210%
2014-01-05	1200	1020	1593	1923	3228	3527	4079	3630	0,000%
2014-01-06	598	527	1075	1340	2853	2921	2249	2055	-1,004%
2014-01-07	602	558	1162	1423	2819	2849	2140	1967	-1,101%
2014-01-08	649	582	1343	1595	3124	3321	2546	4285	-27,682%
2014-01-09	666	606	1295	1567	3184	3315	2615	2397	-1,611%
2014-01-10	798	643	1654	1890	3817	4119	3330	3061	-1,188%
2014-01-11	1477	1182	2134	2514	4541	5024	5106	4421	0,882%
2014-01-12	1394	1219	1816	2147	3717	4055	4359	3800	0,576%
2014-01-13	704	586	1365	1606	2920	3021	2241	2064	-0,650%
2014-01-14	638	580	1258	1494	2932	3146	2285	2017	-1,743%
2014-01-15	667	576	1443	1756	3194	3315	2525	2312	-1,660%
2014-01-16	727	605	1415	1713	3331	3506	2631	2425	-1,789%
2014-01-17	872	766	1607	1893	4074	4447	3332	2987	-2,104%
2014-01-18	1486	1222	2254	2601	4553	4900	4963	4496	0,279%
2014-01-19	1425	1194	1827	2099	3659	4074	4236	3762	0,161%
2014-01-20	706	635	1162	1417	2932	2977	2029	1862	-0,908%
2014-01-21	661	575	1219	1479	3004	3175	2197	1921	-0,974%
2014-01-22	643	546	1320	1678	3068	3074	2225	2048	-1,240%
2014-01-23	624	581	1190	1445	3042	3074	2207	2109	-2,067%
2014-01-24	754	709	1499	1743	3725	3930	2736	2578	-2,823%
2014-01-25	1422	1261	1837	2133	3869	4070	4008	3664	0,072%
2014-01-26	1325	1132	1671	1956	3175	3491	3617	3249	-0,409%
2014-01-27	592	527	1052	1330	2691	2665	1945	1857	-1,576%
2014-01-28	564	498	1115	1328	2797	2922	1970	1854	-2,420%
2014-01-29	592	482	1205	1492	3229	3300	2271	2137	-1,562%
2014-01-30	591	489	1318	1542	3462	3808	2563	2359	-3,327%
2014-01-31	846	738	1636	1961	4213	4523	3343	2937	-1,205%
Celkem	26934	23280	45220	53932	103808	110009	94068	86893	-1,512%

Tabulka 7 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Leden 2014



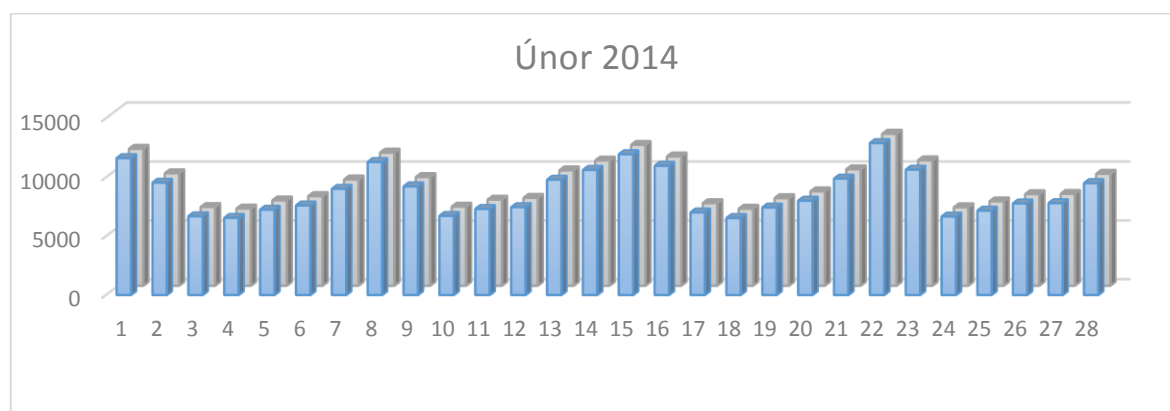
Graf 2 - Počty návštěv za měsíc Leden 2014

6.2.3 Zhodnocení za měsíc Únor 2014

Během února 2014 byla průměrná chybovost systému -1,970%. Během celého měsíce systém vykazoval spíše záporné hodnoty chybovosti, což nám poukazuje na vyšší hodnotu příchozích než odchozích.

	Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3		Kamera 4		chybovost
datum	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
2014-02-01	1197	1029	1823	2210	4103	4499	4320	3890	-1,617%
2014-02-02	1192	1004	1481	1770	3286	3656	3515	3123	-0,834%
2014-02-03	696	598	1162	1527	2668	2769	1981	1810	-3,028%
2014-02-04	549	515	1139	1315	2764	2909	1972	1826	-2,195%
2014-02-05	638	558	1174	1467	3099	3173	2233	2068	-1,708%
2014-02-06	624	502	1271	1550	3203	3358	2357	2214	-2,267%
2014-02-07	693	595	1515	1755	3752	4061	2779	2619	-3,330%
2014-02-08	1265	1044	1765	2211	3897	4290	4201	3757	-1,564%
2014-02-09	1246	1063	1470	1787	3394	3518	3101	2870	-0,293%
2014-02-10	570	521	1087	1289	2907	3090	2008	1835	-2,480%
2014-02-11	675	614	1303	1503	3115	3238	2100	1972	-1,863%
2014-02-12	570	522	1183	1386	3306	3466	2256	2104	-2,228%
2014-02-13	705	610	1521	1989	4238	4415	2938	2791	-4,286%
2014-02-14	806	739	1767	2049	4396	4785	3356	3062	-3,002%
2014-02-15	1274	1224	1998	2279	4118	4432	4434	4024	-1,142%
2014-02-16	1374	1174	1826	2153	3784	4130	3966	3524	-0,283%
2014-02-17	615	562	1235	1452	2996	3069	2067	1948	-1,707%
2014-02-18	560	478	1101	1339	2822	2996	1932	1738	-2,120%
2014-02-19	698	582	1256	1486	3276	3465	2039	1918	-2,504%
2014-02-20	640	606	1405	1592	3476	3722	2341	2106	-2,086%
2014-02-21	841	705	1593	1931	4120	4420	3087	2838	-2,624%
2014-02-22	1569	1310	2210	2544	4644	5019	4460	4028	-0,140%
2014-02-23	1398	1246	1792	2110	3617	3888	3741	3406	-0,967%
2014-02-24	592	548	1132	1395	2779	2918	1998	1819	-2,753%
2014-02-25	629	543	1239	1492	3049	3276	2040	1874	-3,277%
2014-02-26	691	589	1218	1523	3342	3535	2352	2145	-2,486%
2014-02-27	606	564	1331	1609	3455	3509	2292	2132	-1,692%
2014-02-28	695	696	1602	1805	3982	4390	2919	2624	-3,446%
Celkem	23608	20741	40599	48518	97588	103996	78785	72065	-1,970%

Tabulka 8 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Únor 2014



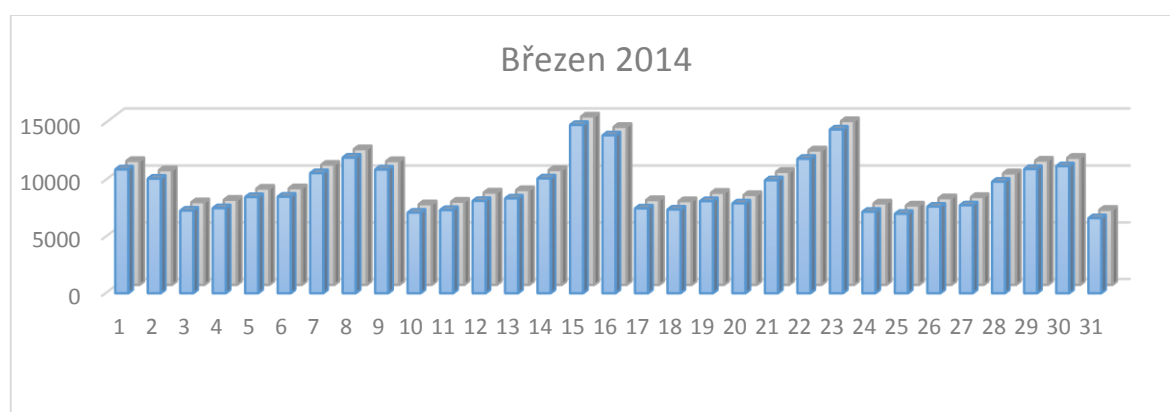
Graf 3 - Počty návštěv za měsíc Únor 2014

6.2.4 Zhodnocení za měsíc Březen 2014

Během března 2014 byla průměrná chybovost systému -1,1%.

	Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3		Kamera 4		chybovost
datum	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
2014-03-01	1095	988	1839	2203	4041	4327	3858	3407	-0,849%
2014-03-02	1319	1167	1773	2033	3536	3868	3516	3045	0,306%
2014-03-03	708	655	1344	1529	3012	3086	2239	2039	-0,082%
2014-03-04	748	698	1361	1596	3140	3213	2279	2019	0,027%
2014-03-05	781	744	1502	1805	3515	3587	2607	2365	-1,142%
2014-03-06	833	810	1431	1699	3477	3625	2683	2401	-1,318%
2014-03-07	1061	1021	1840	2134	4103	4530	3298	2911	-2,854%
2014-03-08	1340	1285	2094	2325	4256	4624	4098	3722	-1,425%
2014-03-09	1857	1341	1997	2351	3864	4079	3604	3142	3,612%
2014-03-10	647	635	1303	1526	2986	3177	1976	1793	-3,168%
2014-03-11	733	647	1392	1611	2964	3196	2048	1904	-3,097%
2014-03-12	777	742	1387	1807	3353	3371	2453	2239	-2,371%
2014-03-13	731	676	1419	1741	3604	3767	2480	2194	-1,749%
2014-03-14	872	814	1758	2061	4268	4407	3094	2848	-1,381%
2014-03-15	2010	1794	2610	2920	4914	5372	5423	4732	0,929%
2014-03-16	2043	1801	2466	2745	4552	5004	4883	4356	0,273%
2014-03-17	676	648	1330	1592	3164	3298	2136	1963	-2,669%
2014-03-18	616	567	1378	1539	3112	3347	2160	1951	-1,899%
2014-03-19	768	739	1513	1759	3326	3503	2333	2140	-2,531%
2014-03-20	683	673	1431	1679	3370	3651	2243	1942	-2,821%
2014-03-21	913	907	1754	2008	4089	4345	2980	2711	-2,414%
2014-03-22	1301	1190	2133	2420	4365	4847	3869	3390	-1,534%
2014-03-23	2318	2089	2602	2975	4672	5162	4904	4192	0,538%
2014-03-24	704	671	1301	1483	2951	3147	2070	1905	-2,562%
2014-03-25	692	654	1295	1475	2959	3116	2010	1779	-0,978%
2014-03-26	691	682	1322	1613	3339	3483	2174	1884	-1,807%
2014-03-27	723	690	1393	1660	3216	3428	2285	1995	-2,048%
2014-03-28	834	860	1780	2004	3874	4163	3106	2815	-2,585%
2014-03-29	1254	1170	1908	2231	4024	4256	3779	3297	0,100%
2014-03-30	1410	1373	1937	2233	4011	4545	3740	3051	-0,937%
2014-03-31	624	608	1300	1419	2728	2985	1840	1627	-2,264%
Celkem	31762	29339	51893	60176	112785	120509	92168	81759	-1,100%

Tabulka 9 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Březen 2014



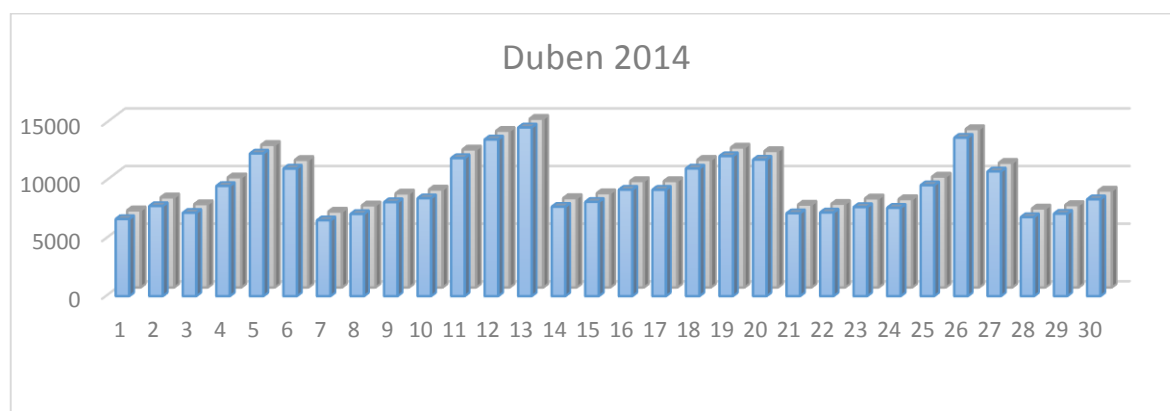
Graf 4 - Počty návštěv za měsíc Březen 2014

6.2.5 Zhodnocení za měsíc Duben 2014

Během dubna 2014 byla průměrná chybovost systému -1,049%. Během celého měsíce systém vykazoval spíše záporné hodnoty chybovosti, což nám poukazuje na vyšší hodnotu příchozích než odchozích.

	Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3		Kamera 4		chybovost
datum	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	
2014-04-01	606	606	1229	1426	2919	2997	1846	1658	-1,318%
2014-04-02	769	761	1404	1619	3200	3448	2249	1988	-2,545%
2014-04-03	681	693	1400	1565	2992	3184	2046	1784	-1,503%
2014-04-04	852	825	1790	2129	3941	4148	2700	2452	-2,919%
2014-04-05	1515	1413	2207	2496	4438	4939	4018	3522	-1,577%
2014-04-06	1619	1482	2071	2411	3777	4133	3547	3037	-0,445%
2014-04-07	659	578	1209	1444	2842	3005	1800	1551	-1,045%
2014-04-08	734	672	1402	1562	2934	3196	1941	1692	-1,583%
2014-04-09	811	720	1453	1732	3367	3573	2310	2127	-2,657%
2014-04-10	851	801	1423	1670	3630	3798	2444	2225	-1,749%
2014-04-11	1256	1142	2326	2768	4784	4886	3446	3176	-1,355%
2014-04-12	1555	1409	2427	3009	5034	5283	4504	3888	-0,510%
2014-04-13	2118	1939	2894	3287	4747	5187	4848	4219	-0,171%
2014-04-14	804	782	1491	1644	3264	3333	2112	1992	-1,043%
2014-04-15	858	780	1509	1788	3461	3569	2260	2040	-1,100%
2014-04-16	864	811	1614	1896	3944	4032	2752	2493	-0,632%
2014-04-17	804	754	1594	1895	4003	4198	2780	2380	-0,501%
2014-04-18	919	905	1905	2242	4420	4791	3613	3133	-1,971%
2014-04-19	1259	1190	2024	2327	4541	4990	4260	3633	-0,463%
2014-04-20	1452	1279	1916	2306	4408	4830	3955	3424	-0,921%
2014-04-21	772	717	1171	1415	3117	3245	2064	1807	-0,842%
2014-04-22	675	638	1339	1565	3026	3127	2063	1924	-2,126%
2014-04-23	669	619	1379	1585	3324	3504	2214	2016	-1,819%
2014-04-24	625	633	1513	1663	3237	3422	2202	1943	-1,109%
2014-04-25	841	777	1813	2115	4006	4181	2769	2547	-2,026%
2014-04-26	1683	1585	2693	3083	4802	5092	4687	3980	0,902%
2014-04-27	1425	1400	2132	2458	3795	3984	3439	2973	-0,222%
2014-04-28	670	637	1320	1551	2937	2986	1867	1676	-0,824%
2014-04-29	635	605	1276	1570	3228	3178	1981	1795	-0,393%
2014-04-30	712	674	1651	1869	3706	3726	2365	2134	0,368%
Celkem	29693	27827	51575	60090	111824	117965	85082	75209	-1,049%

Tabulka 10 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Duben 2014



Graf 5 - Počty návštěv za měsíc Duben 2014

7 DALŠÍ MOŽNOSTI VÝVOJE

7.1 Navýšení počtu kamer

Zvýšení přesnosti, eliminací bočních vchodů:

Budova obsahuje několik dalších postranních vchodů, určených pro zaměstnance a bezpečnostní složky. Pokud by se kamerový systém rozšířil i do těchto prostor, bylo by možné tak zvýšit přesnost celého systému.

Statistiky pro jednotlivé obchody

Montáží více počítačích kamer na jednotlivé vstupy do obchodů bychom mohli zjistit návštěvnost jednotlivých obchodů. Sledování těchto statistik by mohlo vest ke zjištění efektivity a úspěšnosti nejrozličnějších marketingových akcí.

7.2 Automatizované získávání statistik

Údaje získané z několika kamer je možné centralizovat a v reálném čase sčítat. Jedním z takových nástrojů je software „TrueView Web Report“ od společnosti Cognimatics. TrueView Web Report lze nainstalovat na běžný PC a provádí statistické analýzy počtu osob na daném místě. Tento software také obsahuje webovou verzi TrueView Report, díky které je možno snadno spravovat počítání lidí z více než stovky kamer na různých místech. Toto řešení je zvláště užitečné pro obchodní řetězce nebo nákupní střediska, jimž umožňuje přistupovat k datům odkudkoli pomocí webového prohlížeče.

Software TrueView Report umožňuje:

- Monitorovat počet návštěvníků
- Sledovat účinnost reklamy
- Monitorovat více oblastí
- Zvýšit počet zákazníků, kteří si něco koupí
- Zvýšit průměrný nákup na zákazníka
- Porovnávat odbyt zboží
- Testovat rozvržení obchodu
- Analyzovat pohyb nakupujících po obchodě

- Porovnávat jednotlivé obchody
- Spravovat směny zaměstnanců
- Exportovat získané přehledy do běžných formát [24].

7.3 Počítání za pomoci detekce obličejů

Jak bylo v předchozích kapitolách zmíněno, existuje řada dalších systémů, schopných počítat procházející osoby. Mezi jednu z nich patří počítání za pomoci detekce obličejů. Systém rozpoznává obličeje, které si ukládá do krátkodobé paměti, a je tak schopný uložit obličej nově příchozího návštěvníka a při odchodu jej rozpoznat.

Tento systém přináší řadu výhod a je možné jej kombinovat s několika dalšími systémy a zvýšit tak jeho přesnost.

V podobných systémech je možno nadefinovat známé tváře, či stejnokroje. Tyto funkce bychom v naší aplikaci mohli využít ke zvýšení přesnosti systému. Jednoduše by se systém naučil tváře zaměstnanců a bezpečnostních složek a tyto tváře by nezapočítával do statistik průchodů (zejména z důvodu, že zaměstnanci mají možnost vstupovat do budovy i jinými vchody). Dále tento systém můžeme také využít ke zvýšení efektivity při potírání kriminality. Systém by po nadefinování tváří podezřelých osob automaticky upozorňoval na jejich přítomnost.

Systém by dokázal určit, zdali je daná osoba stále v budově či nikoli (např. ztracené dítě bychom v obchodním domě našli mnohem dříve).

Přínosy počítání za pomoci detekce obličejů:

- Zvýšení přesnosti systému
- Nadefinování zaměstnanců a známých tváří, nezapočítávaných do statistik
- Detekce a upozornění podezřelých osob
- Vyhledání osob pohybujících se v budově

7.4 Kombinace dvou systémů

Pro zvýšení přesnosti a zároveň i získání více hodnotných dat je možné oba výše zmíněné systémy kombinovat. Kombinací systému pro počítání lidí za pomoci kamery umístěné nad vchodem a kamery snímající obličeje získáme spoustu cenných dat. Nejenom, že zpřesníme počítání a vyhneme se tak chybám způsobeným snímáním shora (např. dítě

sedící na ramenou rodiče). Můžeme také využít druhou kameru snímající obličej vyžít k vyhodnocení údajů, jako jsou:

- Zdali se jedná o ženu či muže,
- přibližný věk návštěvníků.

Tyto údaje můžou sloužit opět marketingovým účelům.

ZÁVĚR

Systémy pro počítání lidí nacházejí své uplatnění ve spoustě odvětví. Setkáváme se s nimi stále častěji. Ať jsou to informace o aktuálním stavu návštěvníků nebo statistiky průchodů během dne, vždy se jedná o velmi cenné informace, které mohou být dále využity ve prospěch investora.

V práci jsem ověřil, že počítání za pomoci kamery zavěšené nad vchodem, může být velmi přesné. Testování probíhalo po dobu pěti měsíců v obchodním domě s návštěvností průměrně 10 000os./den. Chybovost takového systému je v řádech desetin, až jednotek procent.

Systém pro počítání chodců je možné dále zpřesnit využitím dalšího systému počítání za pomoci detekce obličejů, která celému systému dává nový rozměr. Takto vybavený systém je schopný vytvářet statistiky týkající se například věku či pohlaví návštěvníků.

Velkou výhodou těchto systémů je fakt, že lidé se samotného počítání nemusí nijak účastnit. Znamená to, že není třeba procházet žádnými speciálními branami nebo ověřovat svoji identitu pomocí čipových karet. Pro vytváření statistik návštěvnosti tak nemusí investor zaměstnávat další pracovníky.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Systems for people counting are used in many industries. We meet with them more often . Whether it's the current status and statistics of visitors passes during the day , it is always a very valuable information , which can be further exploited for the benefit of the investor.

At work , I have verified that counting with the help of a camera hanging over the entrance can be very accurate. Testing was conducted over five months in a department store with an average attendance of 10 000people per day. The error rate of such a system is in the order of tenths to several percent .

The system for counting people can be further refined using another system of counting with the help of face detection , which gives the whole system a new dimension . Thus equipped system is able to generate statistics on, for example, the age or gender of visitors.

The great advantage of these systems is the fact that people do not need to participate in counting . This means that there is no need to go through special gates or authenticate their identity using smart cards. To create visitor statistics investor does not need to employ additional staff .

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] CAPUTO, Tony C. *Digital video surveillance and security*. Boston: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2010, 333 s. ISBN 18-561-7747-5.
- [2] DUDA, Richard O a Peter E HART. *Pattern classification and scene analysis*. New York: Wiley, 1973, 482 s. ISBN 04-712-2361-1.
- [3] GALBIATI, L. *Machine vision and digital image processing fundamental*. 1. vyd. New Jersey: Prentice-Hall, 1990, 164 s. ISBN 01-354-2044-X.
- [4] GATES, Kelly. *Our biometric future: facial recognition technology and the culture of surveillance*. New York: New York University Press, 2011, 263 s. ISBN 08-147-3279-8.
- [5] HLAVÁČ, Václav a Milan ŠONKA. *Počítačové vidění*. Praha: Grada, 1992, 272 s. ISBN 80-854-2467-3.
- [6] LOVEČEK, Tomáš, NAGY, Peter. *Kamerové bezpečnostné systémy*. Žilina: EDIS, 2008. 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.
- [7] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management I*. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-808-7500-057.
- [8] PORADA, Viktor a Roman RAK. *Kriminalita související s informačními a komunikačními technologiemi a identifikace osob na základě projevu lokomoce člověka: (vybrané problémové okruhy výzkumu)*. 1. vyd. Karlovy Vary: Vysoká škola Karlovy Vary, 2007, 261 s. ISBN 978-80-254-0797-4.
- [9] RAK, Roman. *Biometrie a identita člověka ve forenzních a komerčních aplikacích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 631 s. ISBN 978-80-247-2365-5.
- [10] RAK, Roman a Martin PAJER. *Identifikace vozidel*. 1. vyd. Praha: Mobil Data, 1999, 355 s. ISBN 80-238-4157-2.
- [11] RICHARDSON, Iain E. *The H.264 advanced video compression standards*. 2. vyd. Chichester: John Wiley, 2003, 316 s. ISBN 978-0-470-51692-8.
- [12] ŘÍČNÝ, Václav. *Videotechnika: přednášky*. 4. vyd., uprav. Brno: VUT FEKT, ústav radioelektroniky, 2006. 135 s. ISBN 80-214-3225-X.

Odborné publikace, články:

- [13] BRAUMBERG A. a HOGG D. *“Learning flexible models from image sequences,”* Proc. Eur. Conf. Computer Vision, vyd. 1, Berlin, Germany, s.229-308, 1994.
- [14] HENOT, Jean-Pierre, Michael ROPERT, Julien LE TANOU, Jean KYPREOS a Thomas GUIONNET. *High efficiency video coding (HEVC): Replacing or complementing existing compression standards. 2013 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB).* IEEE, 2013, č. 01, s. 1-6. DOI: 10.1109/BMSB.2013.6621675. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6621675>
- [15] MASOUD O. a N. P. PAPANIKOLOPOULOS, *“A novel method for tracking and counting pedestrians in realtime using a single camera,”* IEEE Trans. on Vehicular Tech., vyd. 50, č. 5, s.1267-1278, 2001.
- [16] MURRAY D. a A. BASU, *“Motion tracking with an active camera,”* IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vyd. 16, s.449-459, 1994.
- [17] RANDA, Michal, Jaromír VOMÁČKA, Tomáš MIKULA a Zdeněk VIENER. ORSEC. *IP CCTV Guideline - Průvodce návrhem síťového videa.* Calamarus, s.r.o., 2011.
- [18] ROSSI M. a A. BOZZOLI, *“Tracking and Counting Moving People,”* IEEE Proc. of Int.Conf. Image Processing, vyd. 3, s. 212-216, 1994.
- [19] SEGEN, J a PINGALI S., *“A Camera-Based System for Tracking People in Real Time,”* IEEE Proc. of Int. Conf. Pattern Recognition, vyd.3, s. 63-67, 1996.
- [20] SMITH C., C. RICHARDS, S. A. BRANDT and N. P. PAPANIKOLOPOULOS, *“Visual tracking for intelligent vehicle-highway systems,”* IEEE Trans. on Veh. Technol., vyd.45, s. 744-759, 1996.
- [21] ŠELEMBERK, Filip. IP kamerové systémy – současné trendy. Security magazín. roč. 2010, č. 05. str. 19-21.
- [22] TERADA K., D. YOSHIDA, S. Oe, J. YAMAGUCHI, *“A counting method of the number of passing people using a stereo camera,”* IEEE Proc. of Industrial Electronics Conf., Vol. 3, s. 1318-1323, 1999.

On-line zdroje:

- [23] Axis Communications. *Axis Product lines* [online]. 2014 [cit. 2014-05-25].
Dostupné z: www.axis.com
- [24] TrueView People Counter: *Installation and configuration manual*. Cognimatics [online]. 2012 [cit. 2014-05-24]. Dostupné z:
http://face.cognimatics.com/downloads/axis/people-counter/People_Counter_installation_and_configuration.pdf
- [25] Technické materiály firem AXIS, PELCO, Bosch, Brickcom
- [26] KAŠPAR, Martin a Pavla POZDÍLKOVÁ. *CCTV kalkulator*. [online]. 2012. vyd.
[cit. 2012-05-03]. Dostupné z WWW: <http://cctvkalkulator.infoalarm.cz>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ACS	Systém kontroly vstupu
AGA	Asociace Gremium Alarm
AGC	Automatic Gain Control
AWB	Automatic White Balance
BLC	Back Light Compensation
C/CS	Standard uchycení objektivu ke kameře
CEA	Comité Européen des Assurances, Evropská asociace pojišťoven
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization
ČSN	Česká technická norma
EAS	Electronic Article Surveillance, způsob ochrany zboží
EMC	Electromagnetic compatibility, elektromagnetická kompatibilita
EMI	Elektromagnetická interference, rušení
ESC	Electronic Shutter Control
FO	Fiber Optic, přenos pomocí optických vláken
FPS	Frames Per Second, počet snímků za sekundu
DNR	Digital Noise Reduction
DIS	Digital Image Stabilization
HEVC	High Efficiency Video Coding
HD	High Definition, vysoké rozlišení
ICT	Information and communication technologies, informační a komunikační technologie
IP	Ingress Protection, stupeň krytí proti vniknutí kapalin a cizího tělesa
IR	Infrared, označení infračerveného spektra
IT	Informační technologie
IZS	Integrovaný záchranný systém

JPEG	Joint Photographic Experts Group, standard komprese obrazu
LAN	Local Area Network, lokální datová síť
LED	Light-Emitting Diode, polovodičová součástka vyzařující světlo
LPR	Licence Plate Recognition, rozeznávání státních poznávacích značek
lux	Jednotka intenzity osvětlení
LSS	Low Speed Shutter
M-JPEG	Motion JPEG, standard komprese videa
MPEG-4	Motion Picture Experts Group, standard pro kompresi videa a zvuku
MZS	Mechanické zábranné systémy
ONVIF	Open Network Video Interface Forum, sdružení výrobců
PIR	Passive Infrared, pasivní infračervený detektor
PoE	Power over Ethernet, standard napájení přes datovou síť
POS	Point of Service, pokladní systémy
PSIA	Physical Security Interoperability Alliance, sdružení výrobců
PTS	Poplachový tísňový systém
px	Pixel, jednotka rozlišovací schopnosti optického snímače
PZS	Poplachový zabezpečovací systém
PZM	Privacy Zone Masking
PZTS	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
QoS	Quality of Service, „kvalita služeb“, speciální požadavky na přenos dat
REST	Representational State Transfer, softwarová architektura
RVRC	Remote Video Response Centre, Vzdálene dohledové centrum
SD	Secure Digital, standard paměťových karet
SOAP	Simple Object Access Protocol, protokol pro výměnu zpráv přes síť (XML)
STP	Shielded Twisted Pair, stíněná kroucená dvojlinka
SW	Software, programové vybavení

TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet protokol, sada komunikačních protokolů
ÚOOÚ	Úřad pro ochranu osobních údajů
UPnP	Universal Plug and Play, síťový protokol
UPS	Uninterruptible power supply, záložní zdroj napájení
UTP	Unshielded Twisted Pair, nestíněná kroucená dvojlinka
VMD	Video Motion Detection, detekce pohybu kamerou
VSaaS	Video Surveillance as a Service, kamerový dohled jako služba
VSS	Video Surveillance Systém, video monitorovací systém
WDR	Wide Dynamic Range

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Koaxiální kabel [25].	12
Obrázek 2 – Kroucená dvojlinka stíněná (STP).	13
Obrázek 3 – Optický kabel [25].	14
Obrázek 4 – Řez optickým kabelem [1].	15
Obrázek 5 – PoE Injektor [1].	18
Obrázek 6 – IR reflektor [23].	20
Obrázek 7 - IP kamera se zabudovaným IR přísvitkem [23].	20
Obrázek 8 - Lidský mozek dokáže rozpoznat velmi degradované fotografie obličejů[4].	25
Obrázek 9 - Biometrická identifikace.	26
Obrázek 10 - Metoda PCA [3].	29
Obrázek 11 - Metoda LDA [3].	30
Obrázek 12 – Diagram základních postupů systému počítání lidí[18].	32
Obrázek 13 – Masky pohybujícího se objektu [19].	34
Obrázek 14 – Sledování středu objektu [19].	34
Obrázek 15 - Pozice snímací kamery [24].	36
Obrázek 16 – Umístění snímací kamery [24].	36
Obrázek 17 – Správné umístění kamery [24].	37
Obrázek 18 – Typ osvětlení [24].	37
Obrázek 19 – Rušivé stíny [24].	37
Obrázek 20 – Pohyblivé objekty ve scéně [24].	38
Obrázek 21 – Pohyblivé objekty ve scéně [24].	38
Obrázek 22 – Kamera AXIS P3364-V [23].	40
Obrázek 23 - Kamera AXIS M3004-V [23].	41
Obrázek 24 – Webové rozhraní systému TrueView People Counter.	42
Obrázek 25 – Základní nastavení systému TrueView People Counter	43
Obrázek 26 – Nastavení sítě a času v TrueView People Counter	43
Obrázek 27 – Nastavení počítací zóny systému TrueView People Counter.	44
Obrázek 28 – Nastavení časového rozvrhu systému TrueView People Counter.	44
Obrázek 29 - Projekt A.Harveyho – využití make-up.	46
Obrázek 30 – Vizualizace rozmístění kamer.	47
Obrázek 31 – Fotografie instalace kamery 1	48

Obrázek 32 - Snímek z kamery 1.....	48
Obrázek 33 – Snímek z kamery 2.....	49
Obrázek 34 – Fotografie instalace kamery 2.	49
Obrázek 35 – Snímek z kamery 3.....	50
Obrázek 36 – Fotografie instalace kamery 3.	50
Obrázek 37 - Snímek z kamery 4.....	51
Obrázek 38 – Fotografie instalace kamery 4.	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Využívané rozlišení [17].....	16
Tabulka 2 – Hodnoty intenzity osvětlení[1].	18
Tabulka 3 – Speciální funkce kamer [7].	21
Tabulka 4 – Doporučené výšky postavy na zobrazovacím zařízení dle normy prEN 50132-7 pro rozlišení PAL (576i) [17].....	24
Tabulka 5 - Přepočet pro nejběžnější rozlišení dle prEN 50132-7 [17].	24
Tabulka 6 – Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Prosinec 2013	53
Tabulka 7 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Leden 2014	54
Tabulka 8 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Únor 2014	55
Tabulka 9 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Březen 2014	56
Tabulka 10 - Zhodnocení přesnosti systému za měsíc Duben 2014.....	57