

Evaluace obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů

Functional Characteristics Evaluation of Camera Surveillance
Systems

Bc. Lukáš Gajdušek

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš Gajdušek**
Osobní číslo: **A12297**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Evaluace obrazových funkčních vlastností
kamerových dohledových systémů**

Téma anglicky: **An Evaluation of the Functional Characteristics of Camera
Surveillance Systems**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte problematiku obrazových funkčních vlastností inteligentních kamerových dohledových systémů (Intelligent Video Surveillance Systems).
2. Proveďte rešerši nástrojů evaluace obrazových funkčních vlastností inteligentních kamerových dohledových systémů.
3. Vytvořte vlastní soubor evaluačních videosekvencí.
4. Aplikujte vybrané hodnotící metriky na vytvořené videosekvence.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. Bezpečnostné systémy: kamerové bezpečnostné systémy. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2008, 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.
2. LUKÁŠ, Luděk et al. Bezpečnostní technologie systémy a management I. Zlín: VeRBuM, 2011, s. 195-205. ISBN 978-80-87500-05-7.
3. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín: VeRBuM, 2012, 386 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
4. DUFOUR, Jean-Yves. Intelligent video surveillance systems. 1st pub. London: ISTE, 2013, xviii, 322 s. ISBN 978-1-84821-433-0.
5. CHAQUET, Jose M., Enrique J. CARMONA a Antonio FERNÁNDEZ-CABALLERO. Computer Vision and Image Understanding. [online]. 2013.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Kateřina Sulovská

Ústav bezpečnostního inženýrství

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.
veditel ústavu

ABSTRAKT

Abstrakt česky

Cílem této práce je čtenáře seznámit s problematikou obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů, jejich charakteristikami a dělením. Celá práce je koncipována tak, aby v teoretické části byly popsány potřebné základy pro pochopení problematiky této práce. Začíná se základním osvětlením problematiky obrazových funkčních vlastností, dále jsou popsány faktory ovlivňující OFV a v poslední části teoretické práce jsou pak popsány nástroje OFV. V praktické části je pak pozornost věnována hlavně vytváření evaluačních videosekvencí a vytvoření návodu, podle kterého lze při vytváření těchto videosekvencí postupovat.

Klíčová slova:

Evaluace obrazových funkčních vlastností, inteligentní videoanalýza, obrazové funkční vlastnosti, kamerové dohledové systémy, inteligentní kamerové dohledové systémy

ABSTRACT

The aim of this paper is to acquaint readers with the field of functional characteristics of camera surveillance systems, their parameters and distribution. The whole principle of the work is designed so that theoretical part of this work covers the needed basics for understanding of issue of this work. We begin with the basic explanation of issue of visual functional characteristics, then the factors affecting visual functional characteristics are described and in the last part of this work tools of VFC are described. In practical part of this work emphasis is placed mainly on creating of evaluation of video sequences a creating of walkthrough for this process.

Keywords:

Visual functional characteristics evaluation, Intelligent videoanalysis, Visual functional characteristics, Camera Surveillance Systems, Intelligent camera surveillance systems

Poděkování, motto

Mé poděkování patří mé vedoucí práce, slečně Ing. Kateřině Sulovské, za pomoc, rady a ochotu s řešením technických problémů při vytváření této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Ševčíkovi za konzultace, poskytnutí materiálů k dané problematice, tipy pro způsob řešení úkolů zadání a celkovou ochotu a pomoc.

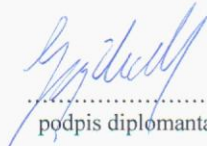
Prohlašuji, že

- 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, považuji 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 23.5.2014


.....
připis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1 OBRAZOVÉ FUNKČNÍ VLASTNOSTI INTELIGENTNÍCH KAMEROVÝCH DOHLEDOVÝCH SYSTÉMŮ	12
1.1 FUNKCE ZPRACOVÁNÍ OBRAZU	13
1.1.1 Inteligentní VSS	14
1.1.2 Princip činnosti VCA	15
1.1.3 Detekce událostí – Video Event Understanding (VEU).....	16
1.1.4 VCA v současných aplikacích.....	17
1.2 DÍLČÍ ZÁVĚR.....	19
2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INTELIGENTNÍ VIDEOANALÝZU	20
2.1 VIDITELNÉ SVĚTLO – ÚROVEŇ OSVĚTLENÍ VE SCÉNĚ	20
2.1.1 Jas	23
2.1.2 Osvětlení	23
2.1.3 Světelný tok.....	25
2.1.4 Svítivost.....	25
2.2 OBJEKTY VE SNÍMANÉ SCÉNĚ	28
2.3 SCÉNÁŘE SNÍMANÉ SCÉNY.....	30
2.3.1 Dělení scén	30
2.3.2 Typy pohybů ve scénách	31
2.4 ZORNÉ POLE KAMERY	32
2.5 ATMOSFÉRICKÉ PODMÍNKY.....	34
2.5.1 Přímý sluneční svit, odlesky.....	34
2.5.2 Déšť	34
2.5.3 Mlha	35
2.5.4 Sníh	35
2.5.5 Speciální atmosférické podmínky – kombinace jevů.....	35
2.6 PARAMETRY KAMERY A SNÍMACÍHO ČIPU	35
2.6.1 Srovnání čipů	36
2.6.2 Velikost čipu	37
2.6.3 Rozlišení čipu.....	39
2.7 KALIBRACE KAMERY	41
2.7.1 Radiální zkreslení.....	44
2.7.2 Rotace kamery	45
2.7.3 Geometrická kalibrace kamery.....	47
2.7.4 Softwarová kalibrace kamery	48
2.8 DÍLČÍ ZÁVĚR.....	50
3 NÁSTROJE EVALUACE OBRAZOVÝCH FUNKČNÍCH VLASTNOSTÍ	52
3.1 DATASETY.....	52
3.1.1 Informace obsažené v datasetech	58

3.2	METRIKY HODNOCENÍ OBRAZOVÝCH FUNKČNÍCH VLASTNOSTÍ	59
3.3	DÍLČÍ ZÁVĚR.....	60
II	PRAKTICKÁ ČÁST	62
4	TVORBA VLASTNÍCH EVALUAČNÍCH VIDEOSEKVENCÍ.....	63
4.1	NÁVRH A TVORBA VLASTNÍCH EVALUAČNÍCH VIDEOSEKVENCÍ.....	63
4.2	TVORBA ANOTACÍ K VYTVOŘENÝM VIDEOSEKVENCÍM	69
4.3	DÍLČÍ ZÁVĚR.....	72
5	APLIKACE VYBRANÝCH HODNOTÍCÍCH METRIK NA VYBRANÉ VIDEOSEKVENCE.....	73
5.1	NÁVRH A TVORBA VLASTNÍ HODNOTÍCÍ METRIKY PRO VHODNOST VIDEOSEKVENCE PRO DATASET.....	74
5.2	NÁVRH A TVORBA VLASTNÍ HODNOTÍCÍ METRIKY PRO SLOŽITOST VIDEOSEKVENCE.....	77
5.3	APLIKACE VYTVOŘENÝCH METRIK NA VYBRANÉ VYTVOŘENÉ EVALUAČNÍ VIDEOSEKVENCE.....	79
5.3.1	Aplikace vytvořených metrik na evaluační videosekvence – běžné denní světlo	79
5.3.2	Aplikace vytvořených metrik na evaluační videosekvence – běžné denní světlo	81
5.4	DÍLČÍ ZÁVĚR.....	82
	ZÁVĚR	83
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	85
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	87
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	90
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
	SEZNAM TABULEK.....	93
	SEZNAM PŘÍLOH.....	94

ÚVOD

V této práci se budeme zabývat možnostmi evaluace obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů. Účelem bude seznámit čtenáře s tím, co to jsou obrazové funkční vlastnosti kamerových dohledových systémů, jaké mají využití, na jakém principu pracují a jaké jsou jejich klíčové vlastnosti, které budeme při jejich posuzování hodnotit.

Kamerové dohledové systémy zažívají zejména v několika posledních letech obrovský rozmach a to jak po stránce nasazování do širokého spektra aplikací, tak i po stránce technologického rozvoje. Součástí technologického rozvoje však nejsou pouze zlepšující se technické parametry komponent kamer, ale zejména přidávání inteligentních funkcí do těchto systémů, které umožňují vytěžování různých informací z obrazu kamer a jejich další zpracování. Tyto funkce se tak snaží o automatizaci procesu rozpoznávání aktivit, akcí či jiných specifík scény. Tyto akce musely být v minulosti vyhodnocovány člověkem, který při větším množství současně se dějících akcí nemusel postřehnout všechny změny. Proto vznikla snaha o využití inteligentních algoritmů, které by tento a jiné nedostatky odstranily a usnadnily tak práci lidí, kteří vyhodnocují dění ve scénách kamerových dohledových systémů.

Tyto funkce však zdaleka nemají využití pouze v bezpečnostních aplikacích, ale s různými obměnami je můžeme nalézt například ve výrobním průmyslu, kdy kamerové systémy hlídají např. korektní rozměry výrobku v místech, kde by člověk např. kvůli vysokým teplotám být nemohl. Dalším příkladem využití těchto inteligentních funkcí mohou být např. záchranné a likvidační práce, či kosmický průmysl.

Tato diplomová práce je zaměřena zejména na objasnění problematiky obrazových funkčních vlastností kamerových systémů, neboť se jedná o relativně nové pole. V současnosti ve světě neexistuje mnoho vědeckých publikací, které by se touto problematikou zabíraly a pokud je mi známo, v České republice se jedná o jednu z prvních prací řešících tuto problematiku. V teoretické práci této práce bude pozornost věnována OFV obecně, jejich definici a rozdělení. Dále budou zkoumány faktory, které OFV IKDS ovlivňují, a nástroje, které OFV využívají. Praktická část práce se bude zabývat vytvářením evaluačních videosekvencí a hodnocením jejich vlastností.

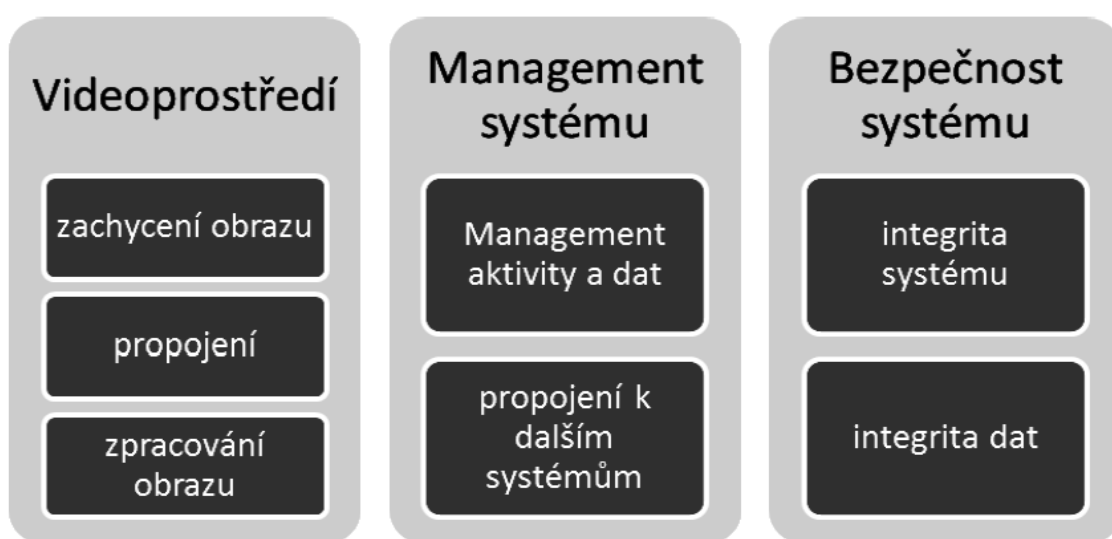
Hlavním cílem této práce je vytvořit dostatečně široký teoretický základ pro pochopení problematiky OFV IKDS, neboť v současnosti vzhledem k dynamickému rozvoji těchto systémů vznikají nové standardy pro subjekty, které OFV či inteligentní analýzu vytvářejí. Dalším cílem této práce je přehledné a souhrnné určení faktorů ovlivňujících vznik obrazové informace pro OFV či inteligentní videoanalýzu. Popis nástrojů OFV a datasetů jako nástrojů evaluace bude patřit také mezi hlavní cíle této práce.

Hlavním cílem praktické části práce pak bude ověření postupu vytváření evaluačních videosekvencí, vytvoření návodu a tipů pro jejich vytváření, a také aplikování vybraných metrik na vytvořené sekvence.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBRAZOVÉ FUNKČNÍ VLASTNOSTI INTELIGENTNÍCH KAMEROVÝCH DOHLEDOVÝCH SYSTÉMŮ

Oblast funkčních vlastností kamerových dohledových systémů je velmi rozsáhlým tématem, jehož vyčerpávající a úplné zpracování by vyžadovalo práci daleko většího rozsahu než je diplomová práce. Pro představu rozsáhlosti této problematiky příkládám Obr. 1 z normy ČSN EN 50312-1 (Poplachové systémy: CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích: Část 1: Systémové požadavky), který graficky reprezentuje funkční bloky kamerových dohledových systémů.



Obr. 1 – Funkční bloky kamerových dohledových systémů podle ČSN EN 50312-1 [1]

Hlavním oborem této diplomové práce jsou však z výše uvedených funkčních bloků (funkčních vlastností) pouze zachycení a zpracování obrazu, neboť právě tyto jsou reprezentovány obrazovými funkčními vlastnostmi.

Pod pojmem obrazové funkční vlastnosti inteligentních kamerových dohledových systémů (OFV IKDS) rozumíme takové funkce těchto systémů, které zachycují dění ve snímané scéně a tento záznam zpracovávají a vyhodnocují. OFV dokážou na základě předem definovaných pravidel identifikovat, klasifikovat a vyhodnocovat různé typy akcí a aktivit ve snímané scéně, díky čemuž zásadním způsobem usnadňují zpracování získané obrazové informace. Příkladem může být např. detekce běžící osoby ve snímané scéně. Pokud snímaným prostorem probíhá osoba, je díky videoanalýze obrazu možné tento jev

vyhodnotit a vytvořit upozornění o vzniku této akce, které může být doplněno o další informace či metadata, např. čas vzniku události a místo.

Obrovskou výhodou těchto funkcí je skutečnost, že např. videoanalýza obrazu dokáže v reálném čase a velmi rychlým a opakovaným způsobem vyhodnocovat dění ve scéně, které by člověk vyhodnocující tyto dění zpracovával déle a nedokázal by zachytit velmi rychlé či více současně se dějících událostí. Videoanalýza je pak jednou z mnoha dílčích částí OFV.

Obrazové funkční vlastnosti však nemají využití pouze v bezpečnostních aplikacích, ale například v dopravních aplikacích (počítání provozu, identifikace SPZ), zdravotnictví, nebo ve výrobních aplikacích (měření rozměrů výrobků). V některých aplikacích je také zaužívaný název „strojové vidění“, který se používá k označení systémů, které provádějí automatizovanou činnost vycházející z informací z obrazu kamery.

Pro obrazové funkční vlastnosti jsou klíčové funkce zachycení obrazu a jeho zpracování. Funkce zachycení obrazu je pouze částečně popsána níže v kapitole 2.6, neboť k této problematice již vyšlo velké množství publikací. Jelikož je tato práce cílena na obrazové funkční vlastnosti a zejména jejich evaluaci, je nutné dále hlouběji rozebrat problematiku zpracování obrazu.

1.1 Funkce zpracování obrazu

Zpracování obrazu představuje jeden ze základních prvků obrazových funkčních vlastností. Pro zpracování jsou využity obrazové informace z procesu zachycení obrazu. Zpracování obrazu se skládá z následujících kroků:

- Analýza
- Uchování
- Zobrazení

Proces zpracování obraz však nemusí pracovat pouze s obrazovými informacemi, neboť k nim často bývají přidrženy další informace či metadata. [1]

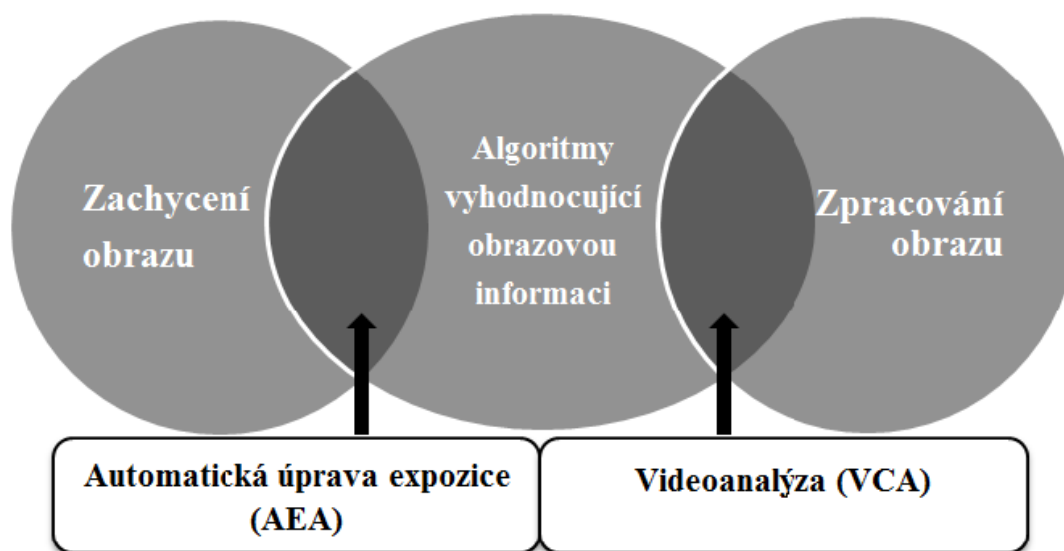
„Norma dále definuje funkční požadavky z pohledu míry využití jednotlivých operací zpracování obrazu, nicméně funkce VCA nebo také VA (Video Analytics), zmiňuje pouze okrajově a nestanovuje požadavky na pozici, kalibraci a testování VSS využívajících

těchto progresivních funkcí, které jsou bezesporu milníkem v předmětné oblasti a otevírají celou řadu nových možností aplikace VSS. Vybrané vědecké příspěvky označují poslední generaci VSS využívající funkce VCA jako IVSS.“ [1]

1.1.1 Inteligentní VSS

Inteligentní kamerové dohledové systémy (IVSS) jsou v současnosti dynamicky se rozvíjejícím oborem, neboť možná využití inteligentní videoanalýzy sahají od výrobních aplikací, přes dopravní využití až po bezpečnost. Všechny tyto aplikace čerpají z možností detailní analýzy obrazu, která umožňuje např. úpravu na základě určitého setu pravidel, vyhodnocovat dění ve scéně, identifikovat a klasifikovat objekty ve scéně, případně vyhodnocovat chování živých osob či pohyblivých objektu. Těchto možností je samozřejmě ještě mnohem více a odvíjejí se vždy od dané aplikace videoanalýzy. [1]

Inteligentní funkce VSS můžeme rozdělit na dvě skupiny (AEA a VCA), neboť obě skupiny nástrojů splňují podmínku využívání algoritmů pro zpracování obrazu. Hlubší popis funkce AEA můžeme nalézt v kapitole 2.1.4, a popis funkce VCA se nachází v kapitole 1.1.2. Grafické znázornění tohoto vzájemného vztahu můžeme vidět na Obr. 2.

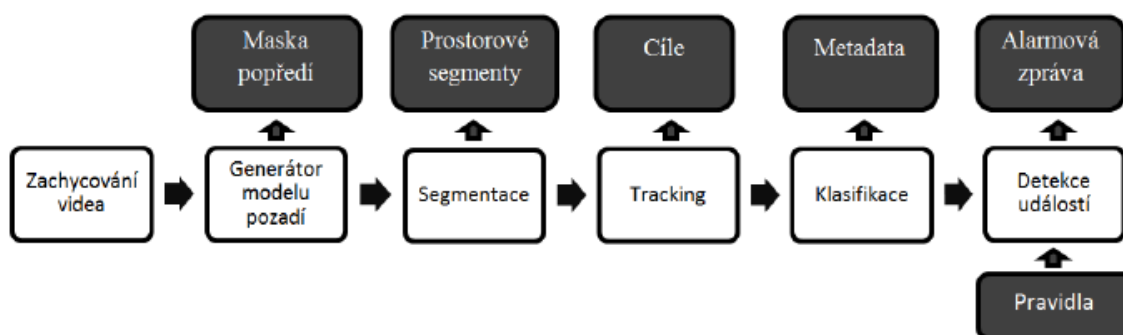


Obr. 2 – Vztah inteligentních funkcí zpracování obrazu [1]

1.1.2 Princip činnosti VCA

Proces videoanalýzy (VCA) je realizován na základě opakovaného vykonávání algoritmů, které na základě definovaných pravidel a vstupních parametrech vyhodnocují změnu ve dvojdimenzionálním (2D) rastru každého snímku analyzované videosekvence. Změny hodnot v polích jednotlivých pixelů představují pro algoritmus důležitou veličinu, na jejímž základě je algoritmus schopen vyhodnotit pozadí. Pozadí představuje pevnou, předdefinovanou scénu. Dalším doplňujícím aspektem snímané scény je pak popředí, které reprezentují objekty vyskytující se ve scéně pouze dočasně. Tyto objekty se dají také označit jako aktivní, či dynamické pixely. Výstupem je tedy rozdělení pixelů tvořících snímek do dvou kategorií, pozadí a popředí. [1]

„Druhým krokem je poté proces nazývaný segmentace (Segmentation), kde dochází k logickému seskupování aktivních pixelů do prostorových segmentů (Spatial Blobs). V tomto kroku je možné nastavit minimální, nebo také hraniční velikost objektů, které budou zohledněny v následujících procesech. Časová složka analyzované videosekvence je zohledněna při následujícím kroku, nazývaném trasování (Tracking), kde dochází ke spojování jednotlivých prostorových segmentů v čase. Výsledkem operace je vytvoření časoprostorových cílů (Spatio-temporal target). Následující fází je klasifikace (Classification), která může být realizovaná buď na úrovni časoprostorových cílů, nebo prostorových segmentů. Jednotlivé cíle, respektive seskupení prostorových segmentů, jsou rozřazovány do kategorií, jako například lidé, dopravní prostředky (automobily, nákladní vozidla, autobusy, vlaky) a jiné. Výstupem aplikace výše popsaných kroků jsou metadata, která popisují sémantickou hodnotu analyzované videosekvence. Jakmile máme definovanou významovou složku jednotlivých objektů nacházejících se ve snímané scéně, můžeme specifikovat jejich vzájemné závislosti, popřípadě konstruovat události, které mají ambici vzniknout při jejich vzájemné interakci. Jednodušší variantou je vymezení prostorů či virtuálních hranic, při jejichž okupaci, respektive překročení stanovené linie, je generována alarmová zpráva o definovaném významu pro IVSS.“ [1] Vizualizaci tohoto procesu můžeme vidět na Obr. 3.



Obr. 3 – Ilustrace dílčích procesů videoanalýzy [1]

Výše zmíněné fáze videoanalýzy mohou být v různých případech řešeny různými způsoby, které jsou však většinou návrhem vývojářů dílčích nebo řídicích algoritmů. V těchto algoritmech bývají často také zohledněny specifika procesu, pro které je vyvíjena videoanalýza či počítačové vidění zamýšleno. „*Faktem však zůstává, že nelze vymezit ideální metody realizace dílčích procesů, poněvadž se liší na dle míry efektivity v různorodých aplikacích počítačového vidění (Computer Vision).*“ [1]

1.1.3 Detekce událostí – Video Event Understanding (VEU)

„*Sémantická interpretace videosekvence umožňuje, při uplatnění pravidel vzájemné interakce jednotlivých objektů, detekovat konkrétní události ve snímané scéně. Tato skutečnost dává vzniknout zcela nové obrazové funkční vlastnosti IVSS. Pokud byl návrh VSS považován za velmi komplexní záležitost, která je ovlivňována mnoha faktory, v případě IVSS je to úkol o úroveň složitější. Využití této funkce by mělo být bráno v úvahu v rámci návrhu IVSS jakéhokoliv rozsahu, poněvadž se jedná bezesporu o nejvyšší úroveň VCA.*“ [1]

„*Za účelem výzkumu nových metod, algoritmů, přístupů v oblasti detekce událostí byla financována řada mezinárodních projektů, jako například CARATAKER, ETISEO, AVITRACK, ADVISOR, BEWARE, ICONS, VSAM a mnoho dalších. Dynamický vývoj způsobuje nestejnorodost terminologie využívané pro popis jednotlivých fází VEU, nicméně byly publikovány vědecké práce, za účelem vymezit základní pojmy. Principiálně se proces VEU sestává z dvou hlavních částí, kterými jsou abstrakce (Abstraction) a modelování události (Event Modeling). Popis procesu abstrakce je zformulován v sekci 2.5.7, dle úrovně zpracování informace je využíváno třech základních způsobů interpretace:*“ [1]

- Pixel-based - pixelově orientovaná
- Object-based – objektově orientovaná
- Logic-based – logicky orientovaná [1]

Co se týká procesu modelování událostí, to už je komplexnější záležitost, vesměs jsou však využívány následující metody:

- State Models – modely stavu
- Semantic Models – sémantické modely
- Pattern Recognition Methods – metody rozpoznání vzoru

„Jednotlivých přístupů je využíváno v různých aplikacích, přičemž se nabízí velké množství potenciálních experimentů funkcionality rozdílných řešení.“ [1]

1.1.4 VCA v současných aplikacích

V současné době se vyskytují dva druhy využití nástrojů VCA. Snazší varianta je reprezentována relativně zažitým spektrem standardních nástrojů, které můžeme vidět níže v Tab. 1. Druhým a zároveň více sofistikovaným řešením je tvorba videoanalýzy přesně podle požadavků dané aplikace. Tento případ reprezentuje kompletní proces vývoje řešení – algoritmu vyhodnocujícího interakci prvků jednotlivých kategorií. Účelem je rozpoznat typické události ve snímané scéně.

Tab. 1 - Přehled a stručný popis nástrojů VCA využívaných v současných aplikacích [1]

Zkratka	Celý název v AJ	Stručný popis
PTZAT	PTZ Autotracking	Automatické sledování PTZ kamerami.
OD	Occupancy Detection	Detekce přítomnosti objektu sledování ve vymezeném prostoru snímané scény.
AOD	Area Obstruction Detection	Detekce zářarar v dynamické snímané scéně.
ISV	Intelligent Scene Verification	Pravidelná inteligentní verifikace snímané scény.
PC	People Counting	Funkce sčítání subjektů překročivše stanovenou linii.
PP	Perimetr Protection	Detekce přerušení virtuální pasti "tripwire" ohraničující chráněnou oblast snímané scény.
LD	Loitering Detection	Detekce jednotlivců dle barev jejich oblečení, shromažďování potřebných metadat.
FD	Facial Detection	Lehké biometrické systémy využívané ke klasifikaci lidských subjektů.
QLM	Queue Lenght Monitoring	Monitorování délky zástupů lidí čekajících u pokladen či turniketů.
CTA	Camera Tampering Alarm	Detekce zakrytí monitorované scény, zastríkáání nebo poškození kamery a objektivu.
FD	Fall Detection	Detekce pádu osob.
TFM	Traffic Flow Monitoring	Detekce počtu a toku osob přítomných ve snímané scéně.
PA	Panic Alarm	Detekce nestandardního pohybu osob, využívána při vzniku incidentů ve snímané scéně.
ABOD	Abandoned Object Detection	Detekce zanechaného předmětu.
SM	Speed Monitoring	Videoanalytické měření rychlosti objektů pohybujících se ve snímané scéně.
SMD	Salient Motion Detection	Rozpoznání charakteristického chování objektu ve snímané scéně.
VRN	Vehicle Registration Number	Skenování registračních značek vozidel.

1.2 Dílčí závěr

Vzhledem k rapidnímu a dynamickému rozvoji obrazových funkčních vlastností a jejich velmi častému využívání vznikají nové standardy požadavků osob či firem, které vytvářejí jejich návrhy. V první kapitole teoretické části diplomové práce jsou obrazové funkční vlastnosti definovány, kategorizovány, rozděleny a také blíže popsány včetně uvedení příkladů těchto funkcí. Tato kapitola představuje nutný teoretický základ pro pochopení hlavní problematiky této diplomové práce a dalších navazujících kapitol.

V současné době obrazové funkční vlastnosti a inteligentní kamerové systémy nacházejí stále nová uplatnění, s nimiž zároveň vznikají nové požadavky na tyto funkce. Neslouží nadále jen pro prevenci a detekci kriminálních činností, ale vysoká úroveň autonomnosti těchto systémů z nich dělá prostředky automatického vyhodnocování událostí pro stále se rozšiřující spektrum aplikací.

2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ INTELIGENTNÍ VIDEOANALÝZU

Abychom mohli správně porozumět problematice obrazových funkčních vlastností, z nichž přímo vychází inteligentní videoanalýza, musíme si také vysvětlit, jaké faktory je ovlivňují. V této části práce bude vysvětleno, proč má daný faktor efekt na obrazové funkční vlastnosti, jak je ovlivňuje a lze jeho efekt vhodně upravit tak, aby nebyly obrazové funkční vlastnosti kamerových systémů rušeny.

V první části této kapitoly se budeme zabývat faktory, které ovlivňují snímanou scénu. Snímanou scénou rozumíme zájmový prostor sledovaný kamerovým systémem, jehož monitorování je založeno na odrazu světla ze sledovaného prostoru do kamery a také na dalších faktorech přímo působících na danou scénu.

2.1 Viditelné světlo – úroveň osvětlení ve scéně

Pod pojmem viditelné světlo rozumíme elektromagnetické záření viditelné lidským okem. Elektromagnetické záření však vydávají všechny objekty, jejichž teplota je vyšší než $0 \text{ °K} = -273,15 \text{ °C}$. Důležitou vlastností světla, které je vyzařování v podobě fotonů, je skutečnost, že vykazuje vlastnosti vlny i částic.

Přesnější definici světla můžeme nalézt Encyklopedii fyziky od Jaroslava Reichla a Martina Všetického, která říká: „Světlo je elektromagnetické vlnění a jeho zdrojem jsou přeměny energie v atomech a molekulách svítícího tělesa. Získá-li atom větší energii (např. při vyšší teplotě), může tuto energii vyzářit v podobě elektromagnetického vlnění. Elektromagnetické vlnění je charakterizované vlnovou délkou, která určuje jeho fyzikální vlastnosti. Pro elektromagnetické vlnění se často používá také termín **elektromagnetické záření**. Podle vlnové délky (resp. frekvence) elektromagnetického vlnění lze rozlišit několik druhů elektromagnetického záření. Přehledně jsou všechny druhy vyznačeny ve spektru elektromagnetického záření (viz tab. 3). Hranice mezi jednotlivými druhy elektromagnetického záření není ostrá, přechody jsou plynulé nebo se oblasti jednotlivých druhů záření i překrývají.“ [2]

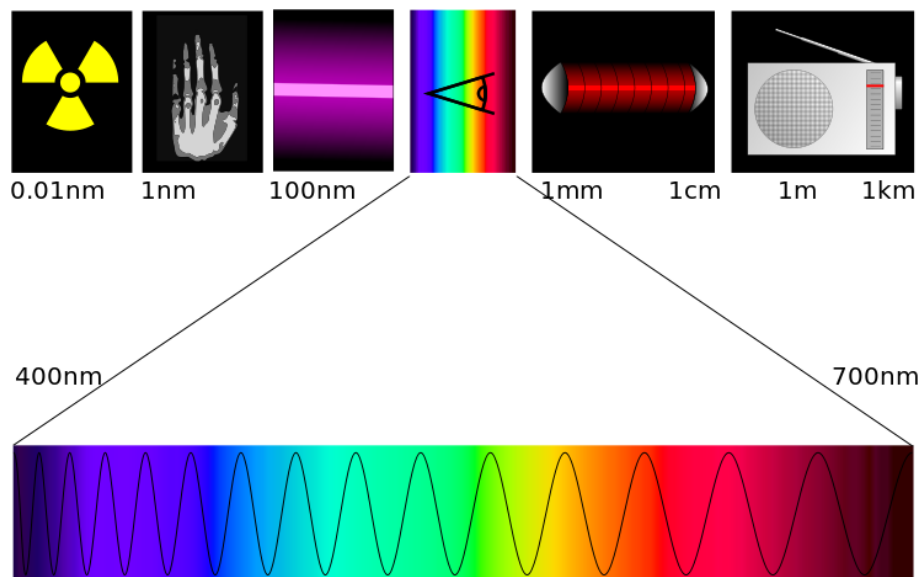
Přehled elektromagnetických záření, která jsou výše v textu zmíněna jako tab. 3, nalezneme níže v Tab. 2.

Tab. 2 – Přehled elektromagnetického záření [2]

Rozsah vlnových délek	Druh záření	Zdroj v přírodě	Umělý zdroj
$\lambda < 10^{-12}$ m	záření gama	reakce elementárních částic	betatrony, cyklotrony, reaktory
		děje v jádře atomu	
$\lambda \in \{10^{-12}; 10^{-11}\}$ m	rentgenové záření tvrdé	děje v elektronovém obalu atomu	výboj v plynu, elektrický oblouk, jiskra
$\lambda \in \{10^{-11}; 10^{-10}\}$ m	rentgenové záření měkké		
$\lambda \in \{10^{-10}; 10^{-9}\}$ m	rentgenové záření mezní		
$\lambda \in \{10^{-9}; 10^{-8}\}$ m	ultrafialové záření vakuové		
$\lambda \in \{10^{-8}; 10^{-7}\}$ m	ultrafialové záření blízké		
$\lambda \in \{10^{-7}; 10^{-6}\}$ m	světlo		
$\lambda \in \{10^{-6}; 10^{-5}\}$ m	infračervené záření mikrovlnné	kmity molekul	rozžhavená vlákna
$\lambda \in \{10^{-5}; 10^{-4}\}$ m	infračervené záření vzdálené		
$\lambda \in \{10^{-4}; 10^{-1}\}$ m	mikrovlny	reakce molekul	tepelné zdroje
$\lambda \in \{10^{-1}; 10\}$ m	televizní a rozhlasové vlny s frekvenční modulací (VKV)	kmitavý pohyb elektronů	elektronické oscilátory
$\lambda \in \{10; 10^2\}$ m	rozhlasové vlny s amplitudovou modulací (KV)	atmosférické výboje	elektrické obvody
$\lambda \in \{10^2; 10^3\}$ m	rozhlasové vlny s amplitudovou modulací (SV)		
$\lambda \in \{10^3; 10^4\}$ m	rozhlasové vlny s amplitudovou modulací (DV)		
$\lambda > 10^4$ m	nízkofrekvenční vlny; technické frekvence		

Na Obr. 4 vidíme grafické znázornění elektromagnetického spektra záření. Zleva to jsou gama záření, rentgenové záření, ultrafialové záření, viditelné spektrum světla, infračervené záření, rádiové vlny.

V části viditelného spektra vidíme, že u vlnové délky cca 400 nm začíná lidské oko vnímat (ultra) fialovou barvu. Se zvyšující se vlnovou délkou pak barva přechází v odstíny modré, azurové, zelené, žluté, oranžové, červené a kolem 700 nm již začíná oblast infrazáření.



Obr. 4 – Grafické znázornění elektromagnetického záření [3]

Světlo se dá popsat následujícími veličinami, které se také označují jako fotometrické veličiny.

- „jas (nebo teplota)
- osvětlení (jednotka SI: lux)
- světelný tok (jednotka SI: lumen)
- svítivost (jednotka SI: kandela)

světlo můžeme také popsat pomocí těchto veličin:

- amplituda,
- barva (nebo frekvence – vlnová délka)
- polarizace“ [4]

Co přesně tyto veličiny vyjadřují, si řekneme v následujících bodech:

2.1.1 Jas

„Jas je jedna z fotometrických veličin, definovaná jako měrná veličina svítivosti. Označuje se L a udává se v cd/m^2 (kandelách na m^2).“ [5]

Jas se také označuje jako **luminance**, značka L je stejná. „Luminance L je definována jako podíl části světelného toku $\Delta\Phi$ dopadající na plochu ΔS v prostorovém úhlu $\Delta\Omega$ pod úhlem α a této plochy ΔS , tohoto prostorového úhlu $\Delta\Omega$ a kosinu úhlu α .

Platí tedy vztah:

$$L = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S \cdot \Delta\Omega \cdot \cos \alpha} \quad (1)$$

Nebo ekvivalentní tvar:

$$L = \frac{\Delta I}{\Delta S \cdot \cos \alpha} \quad (2)$$

Jednotky: $[L] = \text{lm} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} = \text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$

Luminance je „síla“ - intenzita světla odraženého od plochého difúzního předmětu (papír, plátno) nebo vyzářeného plochým zdrojem světla (televize, monitor). „Udává tedy svítivost uvedeného „zdroje“ světla (odrazná deska nebo plochý zdroj světla) s plochou o obsahu 1 m^2 . Zajímá nás tedy jen „hustota světelných paprsků“ (tj. svítivost) vztažená na obsah plochy a ne „počet světelných paprsků“ (tj. světelný tok).“ [6]

2.1.2 Osvětlení

Osvětlení je synonymem pro **intenzitu osvětlení** nebo také **osvětlenost** (dle normy ČSN EN 12665, bod 3.2.11). „Jedná se o fotometrickou veličinu, které je definována jako světelný tok dopadající na určitou plochu. Je tedy podílem světelného toku (v lumenech) a plochy (v metrech čtverečních). Značí se E .“ [7]. Její veličinou je Lux – lx. Tato fotometrická veličina je závislá na vzdálenosti osvětlené plochy od zdroje osvětlení.

Intenzita osvětlení je definována vztahem:

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S} = \frac{I}{r^2} \quad (3)$$

$[E] = \text{lx}$

Kde $\Delta\Phi$ je světelný tok, ΔS je plocha, I je svítivost a r je vzdálenost plochy od zdroje světla.

Světlo na osvětlenou plochu nemusí dopadat pouze kolmo (jako v případě vztahu nahoře), ale i pod různými úhly. Vztah je tedy nutno upravit následovně:

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2} \quad (4)$$

kde α je úhel, pod kterým světlo dopadá na plochu.

Osvětlení je tedy tím slabší, čím větší vzdálenost má plocha od světla a čím šikměji paprsky na plochu dopadají. V případě dopadání paprsků světla souběžně s plochou je osvětlení této plochy nulové.

V následující tabulce si můžeme vytvořit představu o tom, s jak velkým osvětlením se setkáváme:

Tab. 3 – Přehled intenzity osvětlení v běžném životě

Lidské oko je schopno rozlišit předměty	$3 \cdot 10^{-5}$ lx
Měsíc v úplňku	Do 0,5 lx
Svíčka ve vzdálenosti 30 cm	10 lx
Běžné osvětlení schodiště	15 lx
Běžné osvětlení interiérů	100 – 2000 lx
Osvětlení ke čtení	500 lx
Rýsování, drobná montáž	1500 lx
Slunce za jasného dne	Přes 70 000 lx

Lidské oko je však schopno adaptovat se podle světelných podmínek. Vnímat některé světelné jevy je schopno ještě při osvětlení 10^{-9} lx, ale již není schopno předměty rozlišovat. „Člověk je schopen číst výrazný text při osvětlení zhruba 10^{-8} lx (pochopitelně za cenu výrazného nepohodlí).“ [7]

2.1.3 Světelný tok

„Světelný tok Φ vyjadřuje intenzitu zrakového vjemu normálního oka, vyvolaného energií světelného záření, které projde za jednotku času určitou plochou v prostoru, kterým se světlo šíří. [Φ]-lm (lumen).“ [6]

„Jinými slovy, světelný tok udávaný v lumenech odpovídá zářivému toku udávanému ve watttech s tím, že je zahrnuta do úvahy citlivost lidského oka na jednotlivá světla barevného spektra.“ [6]

Je nutné si uvědomit, že např. žárovka, která má výkon 100 W těchto 100 W vyzařuje a to ve formě elektromagnetického záření => vyzářený celkový výkon všech elektromagnetický záření z tohoto světelného zdroje je 100 W. Ovšem ve formě záření viditelného světla je to méně. Např. infračervený zdroj světla může mít světelný tok i 0 lm, ale přesto bude vyzařovat infračervené záření. Protože ale lidské oko na toto záření citlivé není, takové záření se do světelného toku nezahrnuje.

Z definice svítivosti vyplývá, že světelný tok bodového zdroje svítivosti I do prostorového úhlu $d\Omega$ je definován vztahem:

$$\Delta\Phi = I \cdot \Delta\Omega \quad (5)$$

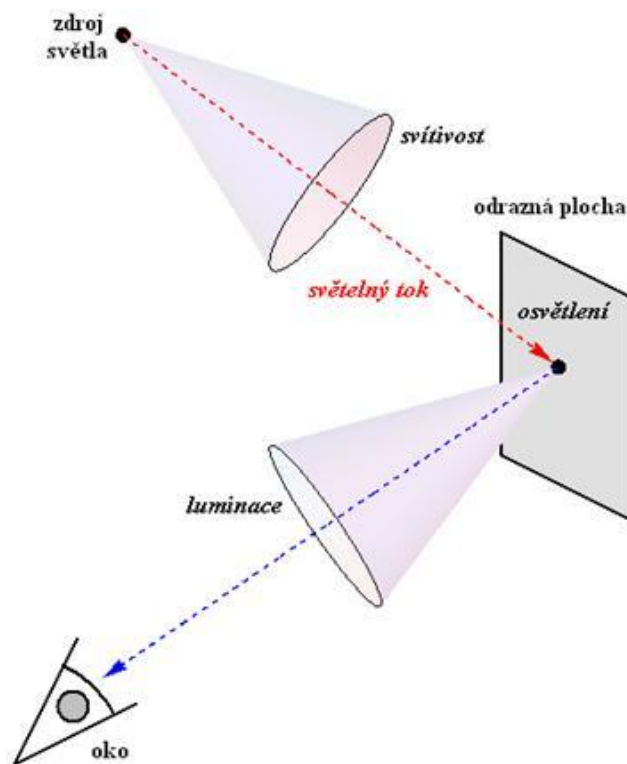
kde I je svítivost a $\Delta\Omega$ je prostorový úhel.

2.1.4 Svítivost

„**Svítivost** I je základní fotometrická veličina, [I]=cd (kandela). Jednotka svítivosti 1 kandela odpovídá přibližně svítivosti obyčejné svíčky. Žárovka o příkonu 100 W má svítivost asi 200 cd.“ [6]

Svítivost udává velikost vyzařovaného světelného toku bodového zdroje světla do prostorového úhlu 1 steradián.

Vzájemný vztah mezi fotometrickými veličinami výstižně znázorňuje tento obrázek:



Obr. 5 – Znárodnění vzájemného vztahu mezi fotometrickými veličinami [6]

Úroveň osvětlení ve scéně je elementární podmínkou pro snímání kamerou či fotoaparátem, neboť snímaná oblast či objekt odráží světlo na snímací čip. Úroveň osvětlení však musí být v určitém rozmezí, aby nedošlo buď k nedostatečnému osvětlení scény (nemožnost zachycení objektů či detailů – tmavá místa) či k přesvětlení scény (přeexpozice scény alias „přepal“), kdy některá místa (nejčastěji světlá) mohou být slita do jednolité plochy, která nemá žádnou kresbu ani detaily. Z takových míst není pak možné získat žádné informace, které jsou využívány v inteligentní videoanalýze, protože žádné informace jednoduše neobsahují. Lokálním ztmavením ani zesvětlením takového místa nelze obraz nijak upravit a je v tomto místě znehodnocený. [8]

Úprava intenzity světla odraženého od zachycovaných objektů je automaticky prováděna pomocí AEA (Automatic Exposure Adjustment – automatická úprava expozice), kdy je pomocí jednotky úpravy digitálního signálu DSP (Digital Signal Processing) upravován zisk částí snímacího prvku. Přehled v dnešní době využívaných funkcí AEA nalezneme níže v Tab. 4.

Tab. 4 – přehled funkcí AEA využívaných v dnešní době [9]

Zkratka	Celý název (v AJ)	Stručný popis
ESC	Electronic Shutter Control	Elektronická závěrka – automaticky reguluje množství dopadajícího světla na snímač na základě osvětlení snímané scény
LSS	Low Speed Shutter	Obrazová paměť – zajišťuje kvalitní obraz při nízkém osvětlení scény
BLC	Back Light Compensation	Eliminace protisvětla – zvýšením kontrastů zájmových objektů částečně kompenzuje vliv silných zdrojů protisvětla
HCL	High Light Compensation	Bodová kompenzace protisvětla – část obrazu s vysokým jasem nahrazuje obrazem tmavým
AWB	Automatic White Balance	Automatické vyvážení bílé – možnost nastavení režimu pro vnitřní/venkovní prostředí na základě teploty chromatičnosti osvětlení
AGC	Automatic Gain Control	Automatické řízení zisku – zvýšení zisku z důvodu zajištění konst. hodnoty výstupního napětí při změnách napětí vstupního
PZM	Privacy Zone Masking	Maskování privátních zón – možnost výběru části obrazu, která nebude zaznamenávána (ochrana soukromí)
DNR	Digital Noise Reduction	Digitální redukce šumu – automatické potlačení šumu vznikajícího při zvyšování citlivosti za nízké úrovně osvětlení
3D DNR	3D Digital Noise Reduction	Vylepšené DNR – kromě výše uvedeného snižuje objem ukládaných dat (až 70 %)
DIS	Digital Image Stabilization	Digitální stabilizace obrazu – eliminuje nežádoucí rozostření obrazu při pohybech kamery
WDR	Wide Dynamic Range	Široký dynamický rozsah – umožňuje získat detailní informace z tmavých částí obrazu bez saturace (nasycení) světlých částí obrazu

2.2 Objekty ve snímané scéně

Základním principem snímání scény je přítomnost různých objektů v ní. Tyto objekty jsou přitom i objekty zájmu monitorování a na základě změn jejich polohy či jiných vlastností jsou IKDS vyhodnocovány různé druhy událostí a dalších sledovaných parametrů scény či objektů ve scéně.

Je proto vhodné zmínit základní rozdělení objektů z různých hledisek, které můžeme vidět v Tab. 5:

Tab. 5 – Obecné rozdělení objektů ve scénách

Živé pohyblivé objekty	Lidé	Jednotlivé osoby
		Skupiny
		Dav
	Zvířata	Jednotlivá zvířata
		Větší skupiny
Živé nepohyblivé objekty (vlastní vůlí nepohyblivé)	Rostliny	
Neživé pohyblivé objekty	Automobily	
	Motocykly	
	Jízdní kola	
	Lodě	
	Letadla	
	Jeřáby a pohyblivé stroje	
	...	
Neživé nepohyblivé objekty	Budovy a stavební prvky	
	Komunikace	
	Terénové prvky prostředí (hora, les, řeka, ...)	
	Exteriérové objekty (lavičky, sloupy, veřejné osvětlení, ...)	
	Interiérové objekty (nábytek, ...)	
	...	

Rozdělení objektů podle MIT-CSAIL:

Následující rozdělení objektů vychází z databáze objektů a scén vytvořené na MIT - CSAIL (Massachusetts Institute of Technology – Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory – Massachusettský technologický institut – Ústav počítačové vědy a umělé inteligence). Toto rozdělení bylo vytvořeno pro potřeby vývoje algoritmů detekce

objektů (definice a testování druhů objektů) a je reprezentováno množstvím přírodních scén (převážně kanceláře a scény ulice) společně s manuální segmentací/označením mnoha typů objektů, což má za cíl usnadnit práci při vyvíjení algoritmů detekce více objektů. [9]

Následující tabulka je seznam všech označení objektů použitých v algoritmech detekce objektů. Objekty s přidáním značením (*) jsou významným objektem pro učení detekčních zařízení (významným je myšleno, že existuje přiměřený počet anotovaných instancí a určitý stupeň kontroly variability vzhledu objektu). [9]

Tab. 6 - Rozdělení objektů a oblastí podle MIT-CSAIL [9]

'apple' (*)	'coffeemachineWhole' (*)	'mousepad' (*)	'sofaPart'
'bicycle'	'cog'	'mug' (*)	'sofaWhole'
'bicycleSide'	'cpu' (*)	'onewaySign' (*)	'speaker' (*)
'bookshelf'	'desk'	'paperCup' (*)	'steps'
'bookshelfFrontal' (*)	'deskFrontal' (*)	'parkingMeter' (*)	'stopSign' (*)
'bookshelfPart'	'deskPark'	'person'	'street'
'bookshelfSide'	'deskPart'	'personSitting'	'streetSign'
'bookshelfWhole'	'deskWhole'	'personStanding'	'streetlight'
'bottle' (*)	'donotenterSign' (*)	'personWalking' (*)	'tableLamp' (*)
'building'	'door'	'poster' (*)	'telephone' (*)
'buildingPart'	'doorFrontal' (*)	'posterClutter'	'torso'
'buildingWhole'	'doorSide'	'pot' (*)	'trafficlight' (*)
'can' (*)	'filecabinet'	'printer'	'trafficlightSide'
'car' (*)	'firehydrant' (*)	'projector'	'trash'
'carFrontal' (*)	'freezer'	'screen'	'trashWhole' (*)
'carPart'	'frontalFace' (*)	'screenFrontal' (*)	'tree'
'carSide' (*)	'frontalWindow'	'screenPart'	'treePart'
'cd' (*)	'head' (*)	'screenWhole' (*)	'treeWhole'
'chair'	'keyboard' (*)	'shelves'	'wallClock'
'chairPart'	'keyboardPart'	'sink'	'watercooler'
'chairWhole' (*)	'keyboardRotated'	'sky'	'window'
'coffeemachine'	'light' (*)	'sofa'	
'coffeemachinePart'	'mouse' (*)		

Regions:

'buildingRegion'
 'roadRegion'
 'skyRegion'
 'treeRegion'
 'walksideRegion'

Jak lze vidět z tabulky, oba uvedené typy rozdělení objektů jsou velmi podobné, pouze obecné rozdělení objektů se snaží postihnout co největší spektrum existujících

objektů, které se mohou vyskytovat ve snímaných scénách. Rozdělení objektů podle MIT-CSAIL vychází spíše z testovacích účelů pro vývoj detekčních algoritmů a je zaměřeno na dva hlavní typy snímaných scén – kanceláře a ulice.

2.3 Scénáře snímané scény

V předchozí kapitole byly definovány a klasifikovány objekty ve scénách. Jelikož jsou snímané scény v drtivě většině případů dynamické, tedy objekty se v ní pohybují, je nutné také podrobněji rozebrat možné scénáře snímaných scén.

Scénářem scény rozumíme předpokládanou či opakovaně se dějící činnost, která bude v dané scéně typická. Např. pohyb lidí po náměstí v různých směrech, pohyb lidí pouze ve dvou směrech v podchodech, či průchod ostražky objektu v pravidelných intervalech. Zároveň tato činnost také definuje charakter scény, tzn., který druh činnosti bude v dané scéně sledován, o jakou aplikaci kamery se jedná (město, parky, soukromý pozemek.) a možné děje a vlivy působící na danou scénu.

Ze scénářů scén vycházejí anotace, které popisují dění v daných scénách a atributy běžného dění. Mohou být definovány také občasné výjimky. Děje, které svými atributy neodpovídají definici anotace tak mohou být identifikovány jako nežádoucí či potenciálně nebezpečné.

2.3.1 Dělení scén

Pro snadnější klasifikaci scén, která nalezne využití např. v anotaci, je vhodné zavést systém dělení. Tento systém přispěje ke snadnější kategorizaci daného typu scény vzhledem k jejím stálým podmínkám.

Scény je možné dělit z několika hledisek, které můžeme vidět v následující tabulce.

Tab. 7 – Dělení scén z různých hledisek

Hledisko	Dělení	Příklady
Pohyb ve scéně	Dynamické scén	Scény, ve kterých se objekty pohybují
	Statické scény	Scény bez pohybu objektů
Prostředí scény	Velké plochy	Náměstí, parkoviště, ...
	Průchody a pasáže	Podchody, tunely, ...
	Ulice a komunikace	
	Klidná místa	Parky, hřiště, ...
	Místa opakovaného hromadění osob či objektů	Zastávky, ...
	Interiéry budovy a uzavřené části objektů	
Druh sledovaného pohybu či činnosti ve scéně	Monitoring podezřelých činností	Zanechání kufříku na lidnatém místě, opakované přibližování se k majetku cizích osob či přímo k nim, agresivní chování, ...
	Monitoring přítomnosti cizích osob	Průnik osoby na cizí pozemek, ...
	Monitoring hledané osoby	Vyhledávání osoby určité charakteristiky v davu, např. prchající zloděj
	Monitoring běžného provozu	Podchody, náměstí, ulice
	Strojové vidění	
	Kontrola stálých podmínek či předpokládané změny neživých objektů	Zboží ve skladech

2.3.2 Typy pohybů ve scénách

Významným faktorem snímaných dynamických scén je pohyb, který v nich lze sledovat. Tento předpokládaný či sledovaný typ pohybu tvoří základ pro tvorbu anotace daných zkušebních videosekvencí.

Pohyby ve scénách můžeme rozdělit následujícím způsobem:

- Pravidelný opakující se pohyb – např. pohyb lidí průchody či eskalátory
- Pohyb nahodilý – např. pohyb lidí po náměstích a zastávkách. Lze dále rozdělit:
 - Pohyb nahodilý opakující se – např. neperiodický průjezd vozidel scénou (příjezd auta na náměstí).
 - Pohyb zcela nahodilý – nový typ pohybu objektu ve scéně, či vyskytující se v ojedinělých případech
- Pohyb kategoricky odlišný – zcela netypický a neočekávatelný druh pohybu ve scéně, např. dopravní nehoda.

Toto rozdělení možných druhů pohybů ve scénách vychází z obecných charakteristik často snímaných míst a lokací, a je tedy možné jej použít pro tvorbu anotací zkušebních videosekvencí právě těchto lokalit.

2.4 Zorné pole kamery

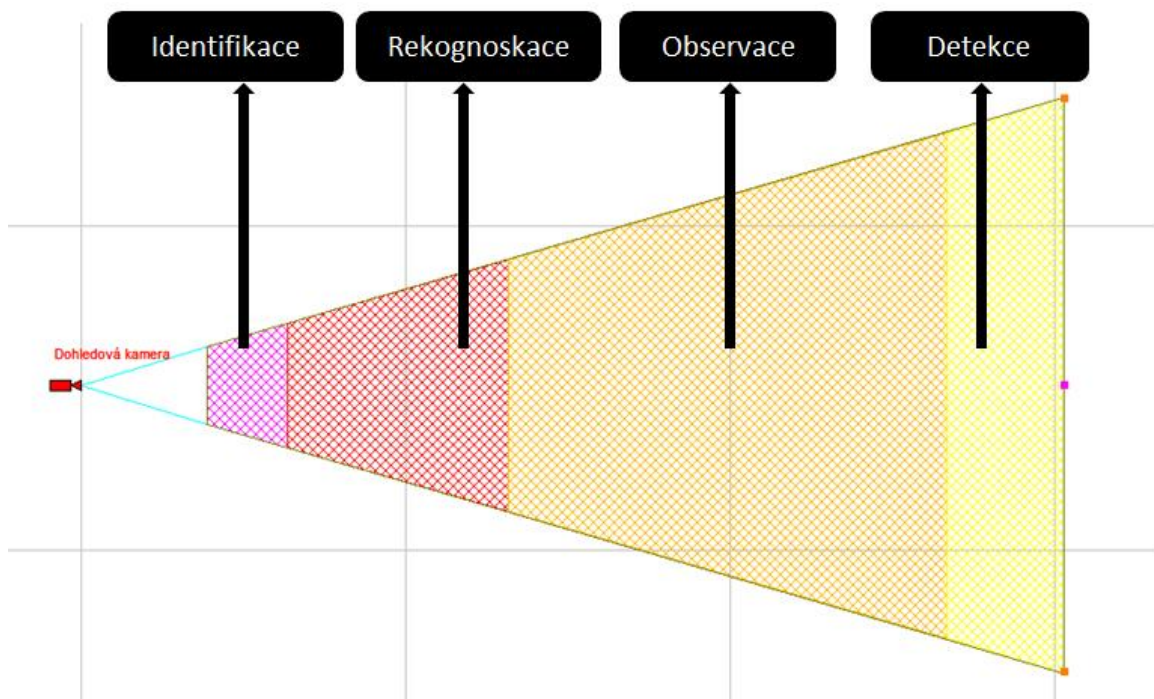
Zorné pole kamery je prostor snímané scény, který je schopná kamera zachytit s ohledem na své určující parametry. Tyto parametry jsou:

- Formát snímacího prvku kamery
- Ohnisková vzdálenost objektivu kamery
- Poměr horizontálního a vertikálního rozlišení kamery

„Ve 3D (Three dimensional) perspektivě je zorné pole charakterizováno jako polygon, který můžeme rozdělit do několika segmentů, jak je možno vidět na obrázku č. 3. Segment je prostor mezi dvěma mezními vzdálenostmi od snímacího elementu. Segmenty slouží k prostorovému vyjádření oblastí o jmenovitých úrovních rozpoznání objektu. Norma ČSN EN 50 132-7 definuje 6 typů záběru, právě dle úrovně detailu. Těchto typů záběru je možno dosáhnout v jednotlivých segmentech v případě, že jsou zvoleny snímací prvky odpovídajících optických parametrů a kamera je vhodně umístěná vůči objektu zájmu. Norma definuje následující typy záběru, dle velikosti, resp. detailu pozorovaného objektu:

➤ *monitorování a zvládání davu (Monitoring) => cíl musí představovat nejméně 5 % výšky obrazu (nebo více než 80 mm/pixel),*

- zjištění (Detekce) => cíl musí představovat 10 % výšky obrazu (nebo více než 40 mm/pixel),
- pozorování (Observace) cíl musí představovat 25 % výšky obrazu (nebo více než 16 mm/pixel),
- rekognoskace => cíl musí představovat nejméně 50 % výšky obrazu (nebo více než 8 mm/pixel),
- identifikace => cíl musí představovat nejméně 100 % výšky obrazu (nebo více než 4 mm/pixel),
- prozkoumání (Inspekce) => cíl musí představovat nejméně 400 % výšky obrazu (nebo více než 1 mm/pixel).“ [1]



Obr. 6 – Typy záběrů podle ČSN EN 50 132-7 [1]

„Výše uvedené typy záběrů slouží jako jisté měřítko, pomocí kterého můžeme záběry kamer klasifikovat na základě míry detailu rozpoznání objektu. Nicméně v naprosté většině případů dochází v monitorovaných scénách k pohybu sledovaných objektů. Takové scény nazýváme dynamické. Funkční vlastností kamer, která přímo ovlivňuje schopnost kamery snímat objekty pohybující se různou rychlostí, je snímková frekvence, jež je udávána ve snímcích za sekundu.“ [1] Dynamika jednotlivých scén se však může výrazně lišit.

2.5 Atmosférické podmínky

Posledním z parametrů snímané scény jsou atmosférické podmínky, které v závislosti na svém aktuálním stavu mohou výrazným způsobem ovlivnit snímání částí scény, ať již v pozitivním či negativním smyslu. Příkladem může být např. zvýšení úrovně osvětlení některých částí scény, nebo naopak snížení úrovně osvětlení či přesvětlení celé scény nebo jejích částí. Oba tyto negativní efekty atmosférických podmínek vedou ke ztrátě schopnosti rozlišení detailu kamerou na snímané scéně, pokud nejsou vhodně ošetřeny.

2.5.1 Přímý sluneční svit, odlesky

Přímý sluneční svit se dá označit za pozitivní atmosférickou podmínku, neboť výrazným způsobem zvyšuje úroveň osvětlení ve snímané scéně a zlepšuje možnosti snímání detailů. V případě velmi intenzivního záření může ale u kamer, které nedisponují funkcí AEA (Automatic Exposure Adjustment) docházet k „přepalu“, což je výrazně negativní efekt.

Úroveň osvětlení pomocí přímého slunečního svitu závisí na různých podmínkách – oblačnost, pozice slunce na horizontu, roční období.

S přímým slunečním svitem souvisejí také odlesky – odrazy slunečního svitu od lesklých ploch, které vykazují nižší intenzitu záření než přímý sluneční svit. Přesto mohou nevhodným způsobem znehodnocovat snímání v určitých částech scény u kamer bez automatické úpravy expozice (AEA), např. snímaná scéna městské obytné části, kdy se okna domů lesknou pod přímým slunečním svitem a vytvářejí přepálená místa.

2.5.2 Déšť

Déšť bývá v drtivé většině případů doprovázen zvýšenou oblačností, která snižuje úroveň osvětlení snímané scény slunečním svitem. Samotné zkreslení scény deštěm je pak závislé na intenzitě srážek, kdy skutečně intenzivní déšť může vytvářet distorzní efekt, při kterém je snížena schopnost rozlišení detailů ve scéně v důsledku překrývání bodů ve scéně padajícími kapkami. Podobný efekt lze pozorovat i při velmi hustém sněžení v kombinaci se silným větrem.

Dalším efektem deště může být mlžení skla objektivu kamery či jeho přímé zasažení kapkami deště, které snímáný obraz výrazně znehodnocuje. Kamery jsou však

v dnešní době řešeny konstrukčně tak, aby bylo sklo jejich objektivu kryto před zasažením kapkami deště. Podobně je to i v případě mlžení skla, které se dnes řeší konstrukčně (chemická úprava skel, těsnost konstrukce kamery).

2.5.3 Mlha

Snížená viditelnost, která mlhu doprovází, je bezpochyby negativním efektem, který může snímanou oblast zcela překrýt a znemožnit tak jakékoliv rozlišení detailů ve scéně. Míra znehodnocení snímané scény je závislá na intenzitě mlhy. Mlha je navíc doprovázena slabým a neefektivním osvětlením scény. Jedná se tedy nepochybně o velmi negativní atmosférickou podmínku.

Nepříjemný efekt mlhy může odstranit např. IR přísvit.

2.5.4 Sníh

V případě sněžení nastávají na snímané scéně podobné podmínky a efekty jako při dešti. Míra zkraslení obrazu je opět závislá na intenzitě sněžení a síle větru.

Pokud se ve snímané scéně nachází napadený sníh v kombinaci s přímým slunečním svitem, může docházet k odleskům na zasněžených či zledovatělých plochách.

2.5.5 Speciální atmosférické podmínky – kombinace jevů

Speciální kategorií atmosférických podmínek jsou kombinace různých jevů. Příkladem mohou být tzv. „halové jevy, které vznikají odrazem a lomem paprsků v ledových krystalech ať už v přízemní vrstvě ovzduší v zimě, nebo celoročně ve vysoké oblačnosti.“ [10]

Mezi nejčastější halové jevy, které můžeme pozorovat např. na webových kamerách, patří vedlejší slunce (parhelia) či halové sloupy. [10]

2.6 Parametry kamery a snímacího čipu

Dalším faktorem ovlivňujícím obrazové funkční vlastnosti kamer jsou parametry kamery a jejich snímacích prvků – čipů. Ty jsou základním elementem kamery zajišťujícím snímání přijímaného světla a jeho převod do elektrické formy, která je pak dále zpracovávána. Problematika a princip funkce jednotlivých typů čipů (CCD a CMOS) byla

v minulosti již mnohokrát rozebrána, my proto využijeme pro vysvětlení pouze vzájemné porovnání těchto čipů.

Mezi parametry kamery, které také výrazným způsobem ovlivňující snímání kamery, patří např. také velikost snímacího čipu, jeho rozlišení, ale i další – např. parametry optiky kamery.

2.6.1 Srovnání čipů

Jak bylo již výše popsáno, problematika funkce CCD a CMOS čipů byla v minulosti již mnohokrát rozebrána. Pro stručné zasvěcení do problematiky však oba tyto čipy srovnáme, neboť se nabízí otázka „který čip je lepší?“. Na tuto otázku však zatím neexistuje jednoznačná odpověď. Více nám prozradí níže uvedená Tab. 8.

Tab. 8 – Rozdíly CCD versus CMOS [11]

Rozdíly CCD versus CMOS		
Snímací čip	CCD	CMOS
Cena	vysoká	nízká
Rozměry řešení	vyšší	nízké
Spotřeba	vysoká	nízká
Kvalita obrazu	vysoká	nížší až nízká
Rozlišení	vysoké	střední
Komplexnost čipu	vysoká	nížší až nízká
Fill faktor (činná plocha)	vysoký	nízký až střední
Digitální šum	nízký	vysoký
Rychlost	nížší až vysoká	vysoká
Dynamický rozsah	vysoký	nížší
Možnost výřezu	nativně žádná	ano

Jak lze z výše uvedené tabulky vyčíst, CCD čip předčí CMOS v určitých vlastnostech, v jiných zase ne. Dá se říci, že výhody jednoho čipu jsou zápory čipu druhého. Je však ještě vhodné doplnit další informace o atributech čipů, které nejsou zcela jasné (cena, rozměry řešení).

„U CCD i CMOS čipů je důležitá kvantová efektivita QE, která říká, jak moc světla je ve skutečnosti převedeno na náboj. To záleží na charakteru každého pixelu i na vlnové

délce světla. Vznikají zde absorpční ztráty, ztráty odrazem (křemík světlo do jisté míry odráží, což je také důvod toho, proč není dobré u digitálních zrcadlovek používat starší objektivy z analogové doby - digitální čip do nich světlo zpátky odráží) a převodové ztráty zejména u krátkých a naopak dlouhých vlnových délek, kdy světlo nevygeneruje žádný náboj. CCD čipy mohou mít QE zhruba v určitých vlnových délkách až skoro k 90 %, typické je ale spíše kolem 60 %. U CMOS je to jen kolem 25 %.“ [11]

„Full-frame CCD čipy (neplést s full frame velikostí 36×24 mm) mají 100% využitelnost plochy snímače, tzv. fill faktor. Takový čip vyžaduje mechanickou závěrku, jinak je náchylný na smear efekt (při posunu jednotlivých řádků je nutno zabránit průchodu světla na tyto posouvající se řádky). Frame transfer CCD pak využívá druhé pole pixelů jako odkládací prostor, fill faktor je stále 100 %. Výhodou je, že zpracování a zesílení se může udělat později po rychlém nakopírování do mezipaměti.“ [11]

Jak lze vidět z Tab. 8, CMOS čipy jsou velmi výhodné (cena, rozměry, nízká spotřeba, vysoká rychlost, možnost výřezu), avšak zaostávají za CCD čipy po stránce kvality. Využití čipů pak záleží na konkrétní aplikaci, např. pro fotomobily jsou CMOS čipy jasnou volbou, neboť u fotomobilů není kvalita rozhodujícím atributem. Digitální fotoaparáty, které kladou důraz především na kvalitu, využívají zejména CCD čipy, CMOS zřídka. Podobná situace je i u kamer. S rozmachem a zdokonalováním CMOS technologií, např. back-illuminated CMOS, lze však očekávat masivní rozšíření a nasazení CMOS čipů i v kompaktních fotoapátech či obdoných aplikacích, kde dosud nemají tak silné zastoupení. CCD čipy jsou v současné době spíše na ústupu. [11]

2.6.2 Velikost čipu

Dalším důležitým faktorem snímání čipu je jeho velikost, tedy fyzická velikost a počet snímání pixelů. Kvalita fotografie / snímku kamery závisí především na počtu pixelů a obrazových bodů z nich odvozených (oba se nazývají pixely). Jakou roli ale hraje fyzická velikost snímače? [12]

Fyzická velikost snímače neovlivňuje skutečnost, že kvalita snímku je dána především počty pixelů – obrazových bodů. Vyšší počet pixelů znamená obsazení vyššího počtu detailů ve snímku. Fyzický rozměr ale také hraje důležitou roli. Představuje prostor, na který jsou pixely vměstnány a poměr počtu pixelů a fyzické velikosti snímače nám tedy může mnohé napovědět o fyzické velikosti jednotlivých pixelů. Fyzická velikost

jednotlivých pixelů určuje množství přijímané světlené energie. Malé snímače s velkým množstvím pixelů budou mít pixely malé a ty budou přijímat malé množství světelné energie. Vznikne menší elektrický náboj, který je pro další zpracování více zesílit. Tudiž i fyzická velikost snímače zásadním způsobem ovlivňuje kvalitu snímku. [12]

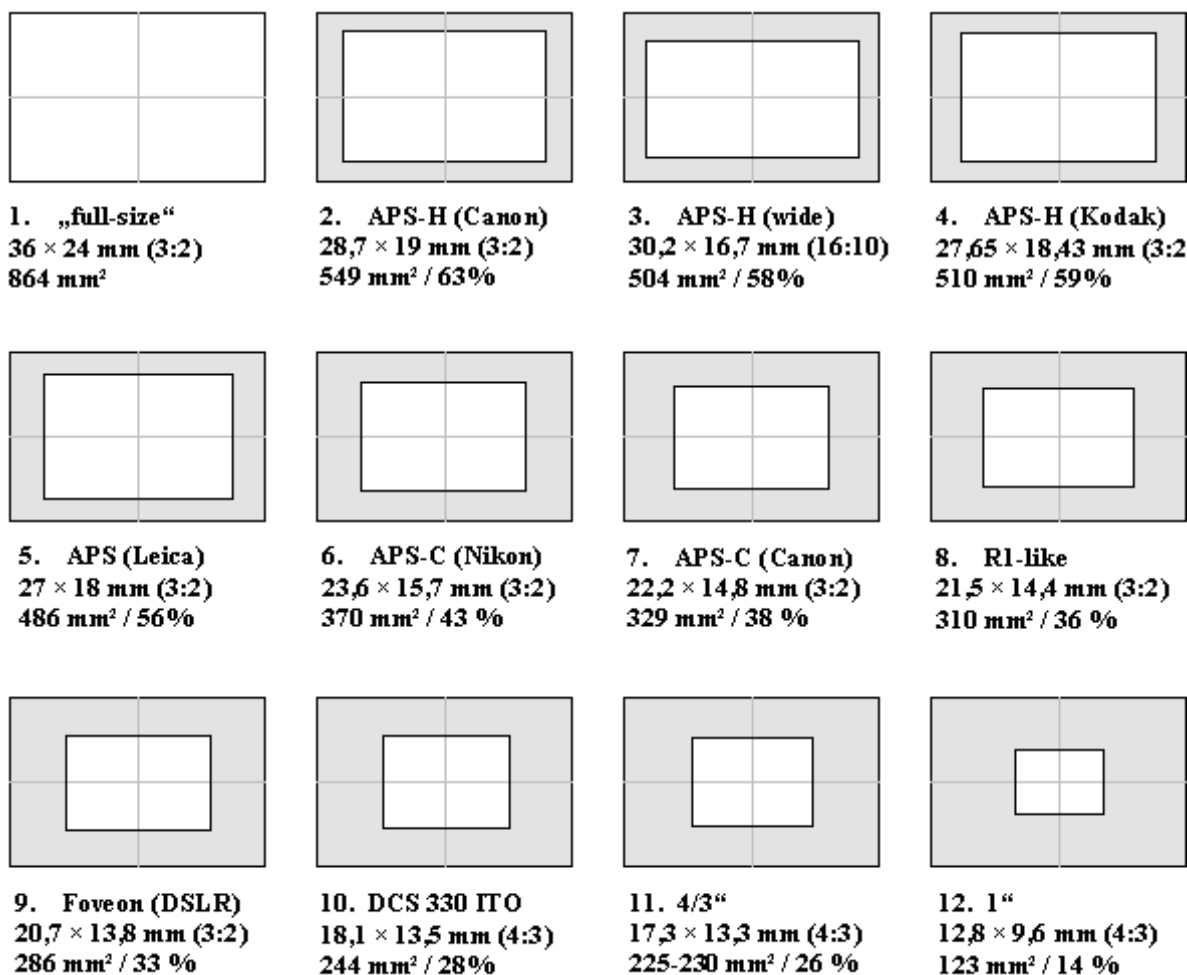
„Rozměr CD se obvykle udává v palcové míře: 1/2,7'', 1/1,8'' nebo 2/3'' a pod. Když oprášíte školní vědomosti a osvěžíte si Pythagorovu větu, dojdete... k falešnému výsledku, pokud jde o rozměry snímače. Jde o historické označování rozměrů snímacích elektronek v televizních kamerách v 50.tých létech. Míra se netýká přímo snímače, ale skleněného obalu kolem snímače. Z historických důvodů se toto podivné měření udrželo. Reálná úhlopříčka snímače je přibližně 2/3 uváděné úhlopříčky v palcové míře. Takže, 2/3 palce je plus minus 16 mm, ale sám snímač má úhlopříčku 11 mm (8,8 x 6,6 mm). Přesné údaje přináší následující tabulka:“ [12]

Tab. 9 - Tabulka označení velikostí snímačů a jejich reálné velikosti [12]

Co tvrdí tradiční označení			Reálná velikost snímače v mm		
Typ	Poměr stran	průměr trubice (mm)	úhlopříčka	šířka	výška
1/3.6"	4:3	7.056	5.000	4.000	3.000
1/3.2"	4:3	7.938	5.680	4.536	3.416
1/3"	4:3	8.467	6.000	4.800	3.600
1/2.7"	4:3	9.407	6.592	5.270	3.960
1/2"	4:3	12.700	8.000	6.400	4.800
1/1.8"	4:3	14.111	8.933	7.176	5.319
2/3"	4:3	16.933	11.000	8.800	6.600
1"	4:3	25.400	16.000	12.800	9.600
4/3"	4:3	33.867	22.500	18.000	13.500
Canon APS	2:3	nespecifikován		22.700	15.100
Nikon Dx	2:3	nespecifikován		23.700	15.500
Srovnání s rozměry klasického negativu					
APS	3:2	nespecifikován	30.100	25.100	16.700
35 mm	3:2	nespecifikován	43.300	36.000	24.000

645	4:3	nespecifiková n	69.700	56.000	41.500
-----	-----	--------------------	--------	--------	--------

Pro lepší představu přikládám na Obr. 7 grafické srovnání velikosti různých čipů.



Obr. 7 – Grafické srovnání velikostí různých čipů [13]

2.6.3 Rozlišení čipu

Posledním atributem snímacího ovlivňující kvalitu fotografie / snímku je rozlišení čipu – tedy počet pixelů na čipu. Mohlo by se tedy zdát, že čím více pixelů na čipu, tím lépe. Avšak jak již bylo zmíněno v kapitole 2.6.2, není to pravdou.

„Vyšší rozlišení může paradoxně znamenat nižší obrazovou kvalitu. Více pixelů při zachování velikosti čipu totiž často způsobuje větší šum, který výslednou fotografii nepříjemně degraduje. Více megapixelů na malém čipu (většina kompakťů má velmi malý čip o ploše pouhých 28 mm²) ještě více znásobí vliv nekvalitní optiky a na snímku se objeví

různé obrazové vady. Problémů může být více. Souvisejí většinou s přílišnou "hustotou" pixelů na čipu, ani relativně dobrá optika nestačí na tak jemnou kresbu. Nemluvě o tom, že málokdo skutečně potřebuje fotografovat fotky s rozlišením 14 megapixelů - pro běžný tisk postačí i polovina.“ [14] Podobná situace je opět i u kamer.

V současné době se klade důraz především na kvalitu optických soustav (čoček, neboť ty přivádějí světlo na světlocitlivé prvky) a na software, který pořízené snímky v daném zařízení zpracovává. Je to právě software, jehož úkolem je omezit šum a další negativní jevy, které na snímacím čipu vznikají. Šum je vždypřítomnou složkou každého snímku (včetně klasických fotek – zrna na fotkách), existují ale faktory, které vliv a výskyt šumu zvyšují. [14] Jedná se o tyto faktory:

- „*vysoká citlivost (tedy násobení hodnot získaných z čipu, včetně násobení malých odchylek jednotlivých pixelů)*“ [14]
- „*vyšší počet pixelů (při zachování kvality pixelu je dvojnásobné rozlišení teoreticky odpovídá za dvojnásobné množství šumu)*“ [14]

„Aby nedocházelo ke zvyšování šumu v obraze, je třeba se zvyšujícím se rozlišením snižovat úroveň šumu při vyčítání jednotlivých pixelů,“ připomínají odborníci z ČVUT. Jinak musí skutečně nastoupit softwarové vylepšování a odstraňování šumu, které sice může být velmi účinné, může ale také z fotografie rozmazáním a zostřováním detailů udělat něco, co připomíná spíše impresionistický obraz:“ [14]

Šum však nelze nikdy zcela eliminovat.

„Mnohem užitečnějším parametrem, než je počet megapixelů, je hustota pixelů na čipu (pixel density). Tato hodnota říká o kvalitě výsledné fotografie mnohem více. Čím více megapixelů je vměstnáno na malou plochu, tím více se projeví nepřesnosti optiky, difrakce a další negativní jevy.“ [14]

Pro lepší představu přikládám tabulku srovnávající různé značky a typy digitálních fotoaparátů, počet MPix, čipy a hustotu MPix na cm².

Tab. 10 – Srovnání snímacích parametrů fotoaparátů různých značek a typů [14]

Fotoaparát	typ	Mpix (efekt.)	čip (mm ²)	hustota (Mpix na cm ²)
Nikon D3s	zrcadlovka	12,1	860	1,4
Canon EOS 30D	zrcadlovka	8,2	338	2,42
Olympus PEN E-PL1	fotoaparát s výměnnými objektivy	12,3	243	5,1
Samsung HZ35W	kompakt	12	28	42
Panasonic Lumix DMC-ZS7	kompakt	12,1	28	52
Canon PowerShot G11	kompakt	10	43	23
Sony DSC-S2100	kompakt	12,1	28	43
Leica M9	fotoaparát s výměnnými objektivy	18	864	2,1

Tyto poznatky mají platnost i u čipů kamer, neboť jsou podobné či shodné s těmi, které se využívají ve fotoaparátech.

2.7 Kalibrace kamery

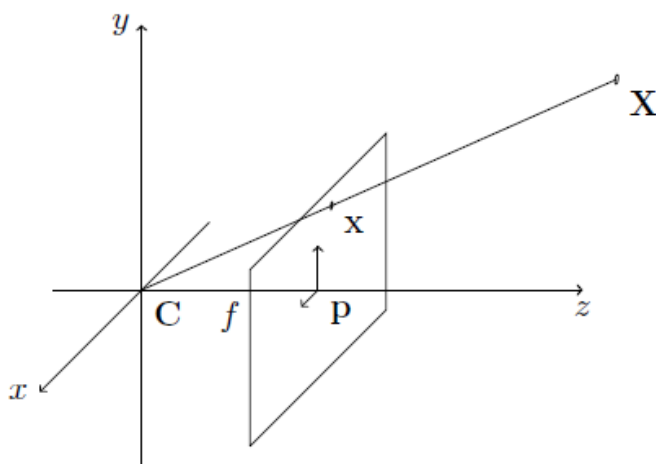
Posledním z řady vybraných faktorů ovlivňující kvalitu záznamu snímané scény je kalibrace kamery pro danou scénu. Cílem kalibrace kamery je odstranění možných zkreslení obrazu, kterých existuje celá řada, např. radiální zkreslení, či lineární a nelineární projektivní zkreslení (rotace obrazu, perspektivní projekce, nelineární deformace), zkreslení objektivu a jiné. [15]

Zkreslení obrazu negativním způsobem ovlivňuje obrazové funkční vlastnosti inteligentních kamerových dohledových systémů, což pak vede např. k nekorektnímu vyhodnocování dění na scéně, či např. k nesprávné verifikaci tvaru, pozice, šířky a dalším nesprávným měřením. Zároveň je kalibrace kamery nutným východiskem pro fotogrammetrii, což je obor zabývající se rekonstrukcí tvarů, měřením vzdáleností v obraze

a také určování poloh objektů ve fotografiích či snímcích. Analýza obrazu tedy spadá do oboru fotogrammetrie, neboť zpracovává a vyhodnocuje informace uložené ve fotografiích/snímčích.

Kalibrace kamery vychází z principu středového promítání v relaci s geometrií projektivní kamery. „Vztahy vyjádřené modelem projektivní kamery jsou lineární, zatímco v reálných kamerách dochází vlivem nedokonalého tvaru čoček v objektivu kamery a vlivem tolerancí při výrobě kamery ke zkreslením, které je možné aproximovat vztahy nelineárními.“ [16] V práci, ze které pochází poslední uvedená citace, je velmi podrobným způsobem podán matematický model kamery, radiálního zkreslení a rotace. Samotná kalibrace je podobným způsobem popsána a rozdělena na vnitřní parametry kamery a vnější parametry. My pro pokrytí základní myšlenky a principu kalibrace kamery použijeme vybrané části výše zmíněné práce bez detailních matematických popisů.

Samotné promítání scény do roviny obrazu vychází z principu středového promítání, jehož grafické znázornění lze vidět na Obr. 8. Bod X představuje bod v prostoru, který je promítán do roviny obrazu reprezentovaného obdélníkem. Obraz bodu X , který je označený x , je dán průsečíkem spojnice středu kamery C a bodu X s rovinou obrazu. [16]

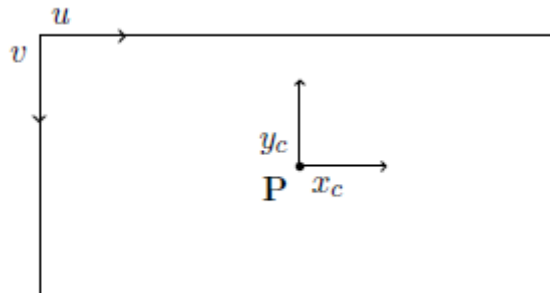


Obr. 8 – Grafické znázornění středového promítání [16]

„Reálné kamery jsou konstruovány tak, aby se hlavní bod nacházel přibližně ve středu optického senzoru. Digitální obraz je v podstatě matice diskrétních jasových úrovní, které reprezentují množství dopadajícího světla na optický senzor. Počátek souřadnic v digitálním obraze je zpravidla umístěn do levého horního rohu obrazu, přičemž

vodorovná osa u směřuje směrem doprava, svislá osa v směrem dolů. Střed soustavy souřadnic kamery je v takovém případě posunutý vůči středu soustavy souřadnic obrazu, jak znázorňuje obrázek 2.2.“ [16]

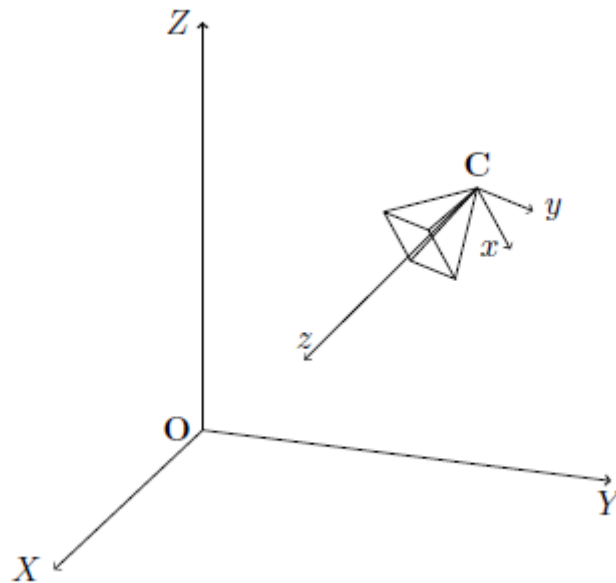
Zmíněný obrázek 2.2 nalezneme níže jako Obr. 9.



Obr. 9 – Posunutí počátku souřadných os obrazu ($u; v$) vůči středu kamery označeném ($x_c; y_c$) [16]

V některých případech se v reálných kamerách projevuje zkreslující faktor, který způsobuje zešikmení obrazu. V CCD kamerách je však blízký nule. [16]

„Poloha objektů ve scéně je určena vzhledem k referenčnímu souřadnému systému spojenému se scénou, někdy označovaným jako souřadnice světové. V obecném případě však kamera zaujímá ve scéně polohu, kterou lze vyjádřit jako posunutí a rotaci souřadného systému kamery vůči souřadnicím referencím, viz. obrázek 2.3.“ [16] Zmíněný obrázek 2.3 nalezneme níže jako Obr. 10.



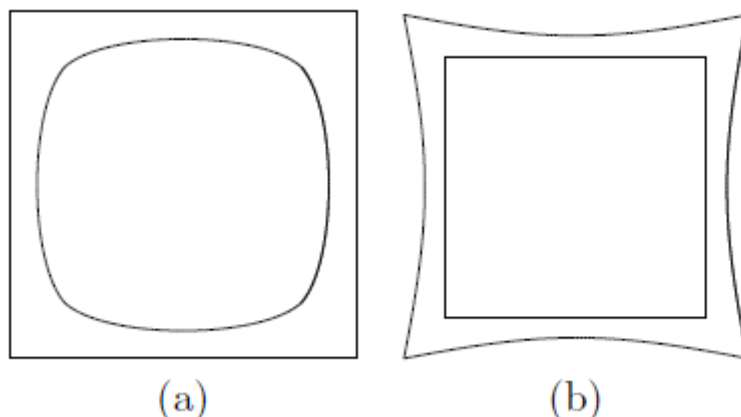
Obr. 10 – Vnější parametry kamery vyjadřují polohu kamery vůči referenčnímu souřadnému systému [16]

Tento model představuje lineární model kamery. Pro přesnější vyjádření je do modelu potřeba přidat radiální zkreslení a rotaci kamery.

2.7.1 Radiální zkreslení

Protože ve skutečných kamerách obecně neplatí předpoklad, že spojnicí bodu v prostoru X , bodu na obrazové úrovni a středu kamery C je přímka, je potřeba přejít ke komplexnějšímu popisu. Ten vychází z modelu perspektivní kamery, ale doplňuje ho o model nelineárně zkreslených souřadnic. [16] „Běžně aplikovanou je korekce radiálního zkreslení, které je příčinou posunu souřadnic v obraze ve směrech od středu obrazu k jeho okraji. Radiální zkreslení bývá nejvíce patrné na okrajích obrazu. Efekt se projevuje u levnějších kamer a zvláště patrný je u širokoúhlých objektivů s krátkou ohniskovou vzdáleností. Viditelně se projevuje tím, že přímky ve scéně se v obraze neklibované kamery zobrazují jako oblé křivky. Soudkovitost, naznačená na obrázku 2.4a, je vlastnost objektivu posouvat vnímané obrazové body směrem ke středu obrazu. Naopak tzv. poduškovitost, obrázek 2.4b, je tendence k posunu obrazů směrem k okrajům obrazu. Zkreslení z hlediska hierarchie pořizení obrazu vzniká již na počátku snímání, souřadnice jsou zkresleny ještě před zobrazením z prostorové scény na rovinu obrazu.“ [16]

Soudkovitost a poduškovitost můžeme vidět na Obr. 11.



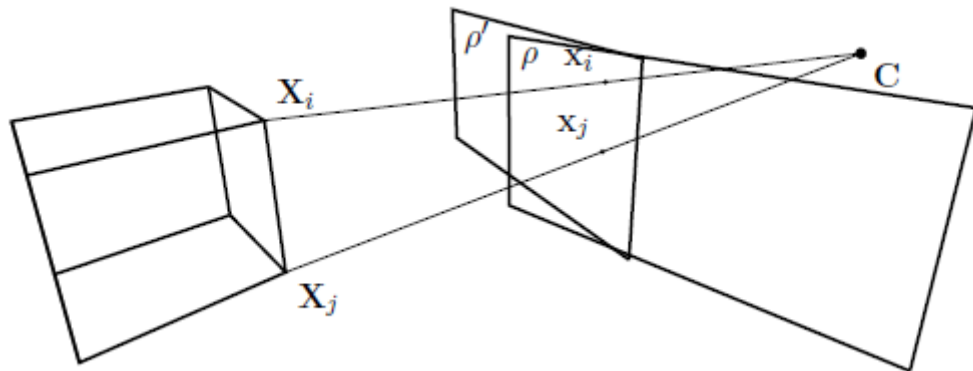
Obr. 11 – Grafické znázornění radiálního zkreslení –
vlevo soudkovitost (a), vpravo poduškovitost (b) [16]

Poduškovitost může být výsledkem nevhodného zkreslení objektivu. Jak lze vidět na obrázku 20 (b), objektiv má tendenci zkreslovat souřadnice směrem do středu obrazu (středu radiálního zkreslení). Toto zkreslení se hojně vyskytuje u širokoúhlých objektivů s krátkou ohniskovou vzdáleností. [16]

„Parametry radiálního zkreslení se uvádějí jako vnitřní parametry kamery a v praxi se používají k odstranění nelineárního zkreslení obrazu ve fázi jeho předzpracování. Dalším nezanedbatelným zkreslením je zkreslení tangenciální. Jeho příčinu je možné hledat v tolerancích při výrobě kamery, kdy se optický senzor nepodaří v těle kamery umístit rovnoběžně s optickou rovinou objektu. Zpravidla se tangenciální zkreslení neprojevuje v takové míře jako zkreslení radiální.“ [16]

2.7.2 Rotace kamery

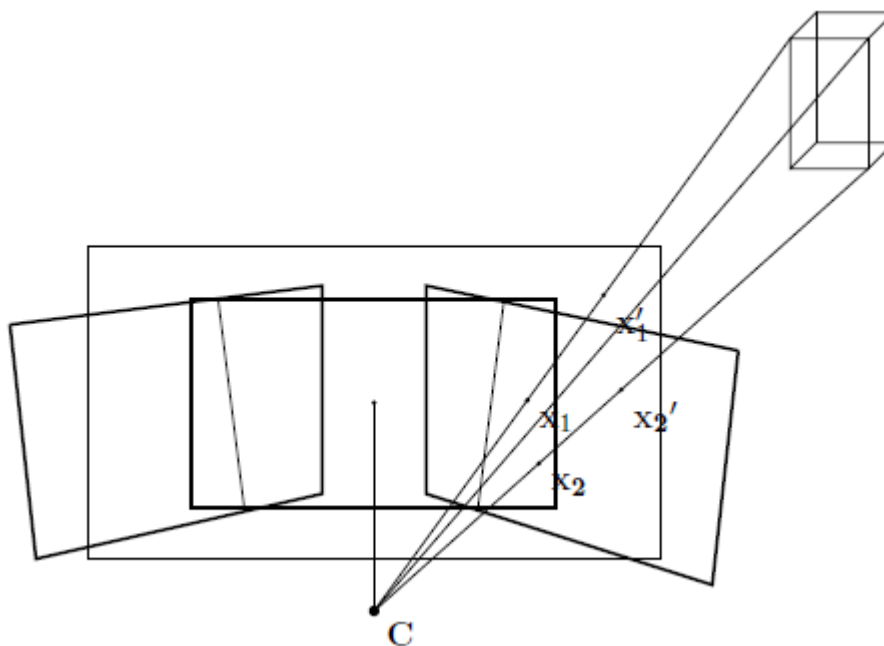
Kalibrace kamer je ovlivňována také rotací kamery, kdy dochází k promítání bodů z prostoru na roviny dvou různých rovinných obrazů. *„Roviny obrazů se vzájemně liší orientací kamery zatímco střed obou kamer je totožný. Alternativně lze situaci interpretovat tak, že obrazy pocházejí z kamery v původním neotočeném stavu a z téže kamery, která byla mezi snímkováním otočena.“ [16]* Tyto situace mohou nastat u otočných kamer, např. dome kamer.



Obr. 12 – Grafické znázornění rotace kamery – promítání do dvou obrazových rovin [16]

Na Obr. 12 je graficky vyjádřena rotace kamery pomocí zobrazení vrcholů krychle do dvou obrazových rovin – dvou různých natočení kamery. „Body v prostoru – vrcholy krychle umístěné nalevo X_i , X_j , jsou promítány do roviny dvou obrazů ζ , ζ' tak, že jejich souřadnice v obrazech x_i , x_j jsou určeny jako průsečíky spojnic středu kamery C s vrcholy krychle a rovinami obrazů.“ [16]

„Pro konstrukci panoramatického snímku není znalost otočení kamery vůči světovým souřadnicím velmi podstatná. Stejně tak poloha středu kamery vůči světovým souřadnicím nehraje roli. Podstatnou vlastností je vzájemné, relativní otočení a posunutí kamer vůči sobě navzájem. Za uvedených podmínek je možné stanovit vnější parametry první (referenční) kamery libovolně a vnější parametry ostatních kamer (pohledů) vztahovat jen vůči této referenční kameře. S výhodou lze referenční kameru prohlásit za neotočenou a její polohu položit do počátku souřadnic.“ [16]



Obr. 13 – Pořízení třech obrazů otáčející se kamerou [16]

Obr. 13 reprezentuje pořízení třech obrazů otáčející se kamerou. Oba krajní obrazy se při tvorbě panoramatické fotografie (snímku) promítnou do roviny obrazu prostředního. „Směrem k okrajům panoramatického obrazu dojde k patrné deformaci obrazu. Řešením je promítnout obraz na válcovou, nebo sférickou plochu.“ [16]

„Prostým otočením kamery kolem jejího optického středu nedochází k jevu zdánlivé změny polohy objektů ve scéně. Pokud dojde ke změně úhlu pohledu kamery na scénu (k posunu středu kamery), pak se objekty v různých obrazech rovněž jeví jako posunuté. Tento efekt se nazývá paralax a jde o zdánlivou změnu poloh objektů ve scéně při pořízení obrazu z různých pohledů (různou polohou kamery v prostoru). V úlohách rekonstrukce scény, určení polohy objektu v prostoru, jde o projev žádoucí. Pokud nejde o případ snímání rovinné scény, pak projekci bodů nelze planární homografií vyjádřit.“ [16]

2.7.3 Geometrická kalibrace kamery

„Princip geometrické kalibrace kamery spočívá v nalezení parametrů, které vyjadřují zobrazení v prostorové scéně do bodu v rovinném obraze. Parametry kamery lze rozdělit na parametry vnitřní a parametry vnější. Vnější parametry určují transformaci souřadnic z referenčního souřadného systému do souřadného systému kamery; vyjadřují tedy polohu optického středu kamery a její otočení vůči světovým souřadnicím. Vnitřní

parametry jsou důležité z hlediska transformace souřadnic prostorových bodů do bodů v rovině obrazu.“ [16]

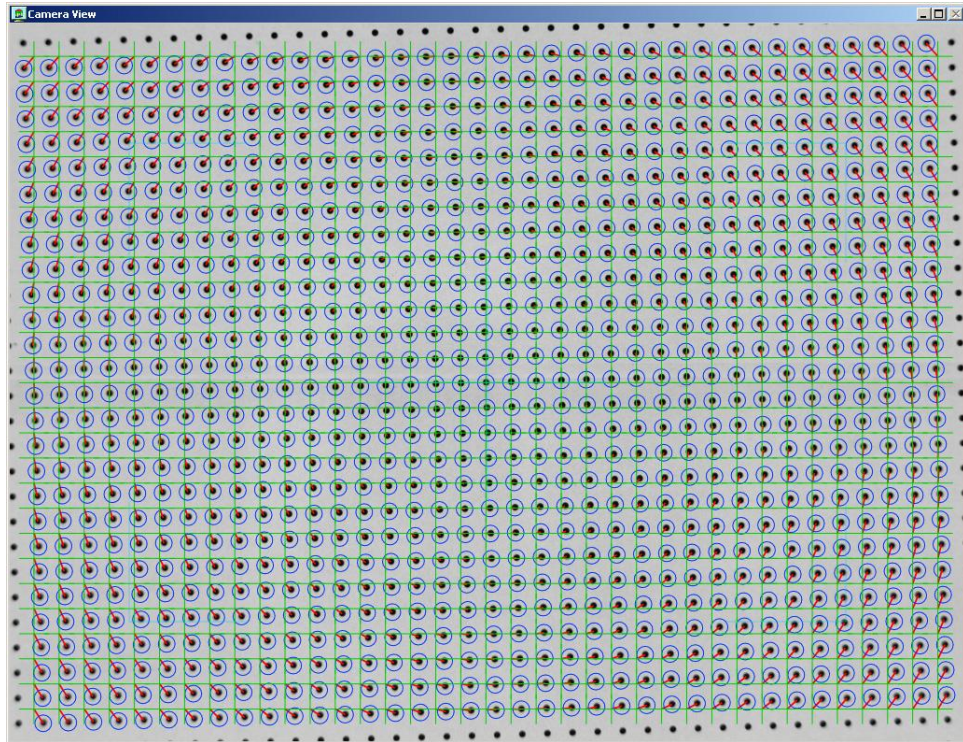
2.7.4 Softwarová kalibrace kamery

Geometrická zkreslení obrazového pole objektivů značně ovlivňují dosažitelnou přesnost měření rozměrů předmětu pomocí kamer a analýzy obrazu. Pokud klademe vyšší požadavky na přesnost, je možné použít velmi drahý a kvalitní objektiv pro kameru, nebo se dá využít pokročilých schopností speciálních softwarů – např. kamerových virtuálních přístrojů systému Control Web. [15]

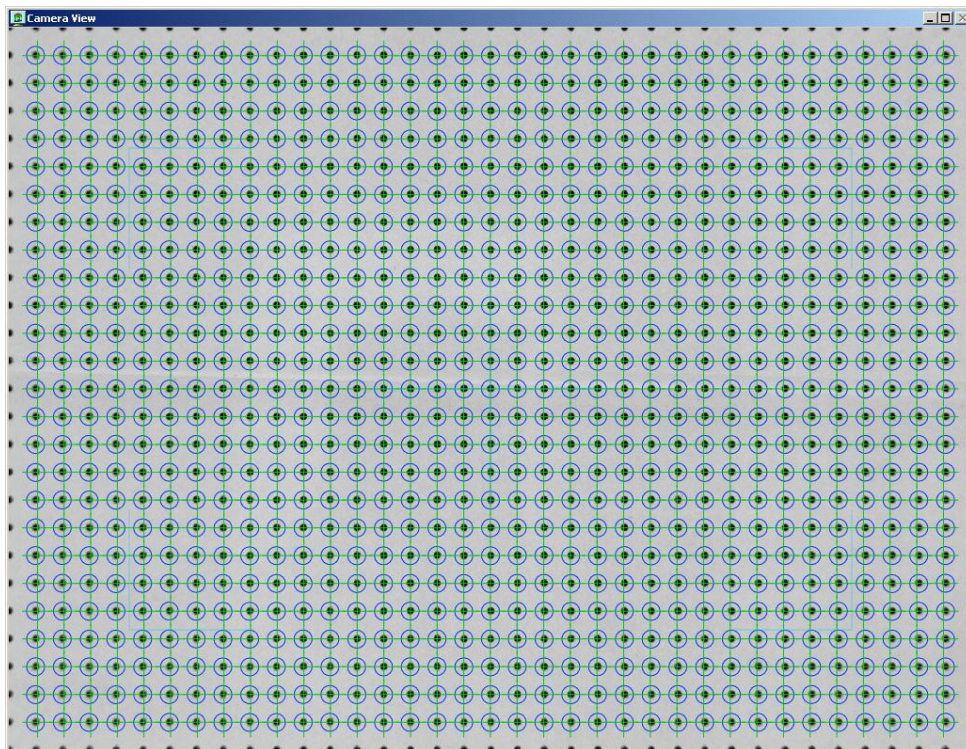
„Pro dosažení vysoké přesnosti měření v obraze potřebujeme mít kvalitní obraz neznehodnocený šumem a jakoukoliv ztrátovou kompresí. Tento požadavek snadno plníme pomocí digitálních kamer DataCam. Druhým požadavkem bývá kvalitní objektiv bez geometrických deformací obrazového pole. Splnění tohoto požadavku již ale vůbec není jednoduché. Pro větší požadovaná obrazová pole nejsou řešením ani velmi drahé přesné telecentrické objektivy (telecentrické objektivy využívají jen paprsky rovnoběžné s optickou osou - průměr jejich vstupní čočky tedy musí být větší než je velikost měřeného předmětu). I velmi dobré objektivy mají obvykle radiální zkreslení (poduškové nebo soudkové) až desítky pixelů při použití s několikamegapixelovými kamerami.

Špičkových výsledků v oblasti kamerového měření a vizuální inspekce můžeme dosáhnout i s docela běžnými a tudíž i levnými objektivy. V případě, že budeme mít k dispozici informaci o rozložení geometrických chyb v obrazovém poli, dokážeme zkreslení objektivu pomocí programového zpracování obrazu zcela korigovat. S každým pixelem výsledného obrazu tedy musí být spojena informace o jeho přesné pozici v obrazovém poli objektivu. Pro úspěšné použití tohoto principu musíme vyřešit dva klíčové problémy: jak informaci o správných pozicích získat a jak obraz zpracovat v reálném čase bez neúnosné zátěže počítače.

Kalibrace geometrie obrazového pole v kamerových virtuálních přístrojích systému Control Web toto řeší velmi elegantně. Do zobrazovací roviny postačí vložit bodový rastr a systém si uloží kalibrační data pro daný objektiv a konfiguraci měření. Pro menší nároky postačí výtisk laserové tiskárny, pro vysokou přesnost se používá polyesterový film z kvalitní osvitové jednotky. Soubor s kalibračními daty je pak za provozu využíván k odstranění všech nepatřičných zkreslení.“ [15]



Obr. 14 – Detekce natočení obrazového pole detekčním algoritmem [15]



Obr. 15 – Korekce natočení společně s radiálním zkreslením [15]

Na Obr. 14 můžeme vidět detekci natočení obrazového pole detekčním algoritmem systému Control Web. Červené čáry u obrazových bodů reprezentují orientaci natočení

obrazového pole. Na Obr. 15 můžeme následně vidět výsledek korekce korigujícím algoritmem, který s natočením obrazu odstranil také radiální zkreslení.

„Tato kalibrace je velmi mocná. Odstraňuje nejen výše uvedená radiální zkreslení, ale veškerá lineární i nelineární projektivní zkreslení, jako je rotace obrazu, perspektivní projekce, nelineární deformace atd.“ [15]

„Algoritmus měření mapy objektivy pracuje s přesností na setiny pixelu. Zde nám tolik nezáleží na rychlosti, ale požadujeme nejvyšší přesnost.“ [15]

„Geometrická korekce obrazu za běhu měřicí úlohu běží velmi rychle bez pozorovatelného zatížení počítače. Vše je realizováno v GPU grafické karty. Dokonce ani hardwarové filtrování a interpolace moderních grafických karet neposkytuje kvalitu obrazu požadovanou pro tuto úlohu. Proto je tvorba výsledného obrazu řešena s vysokou subpixelovou přesností programem fragmentového shaderu.“ [15]

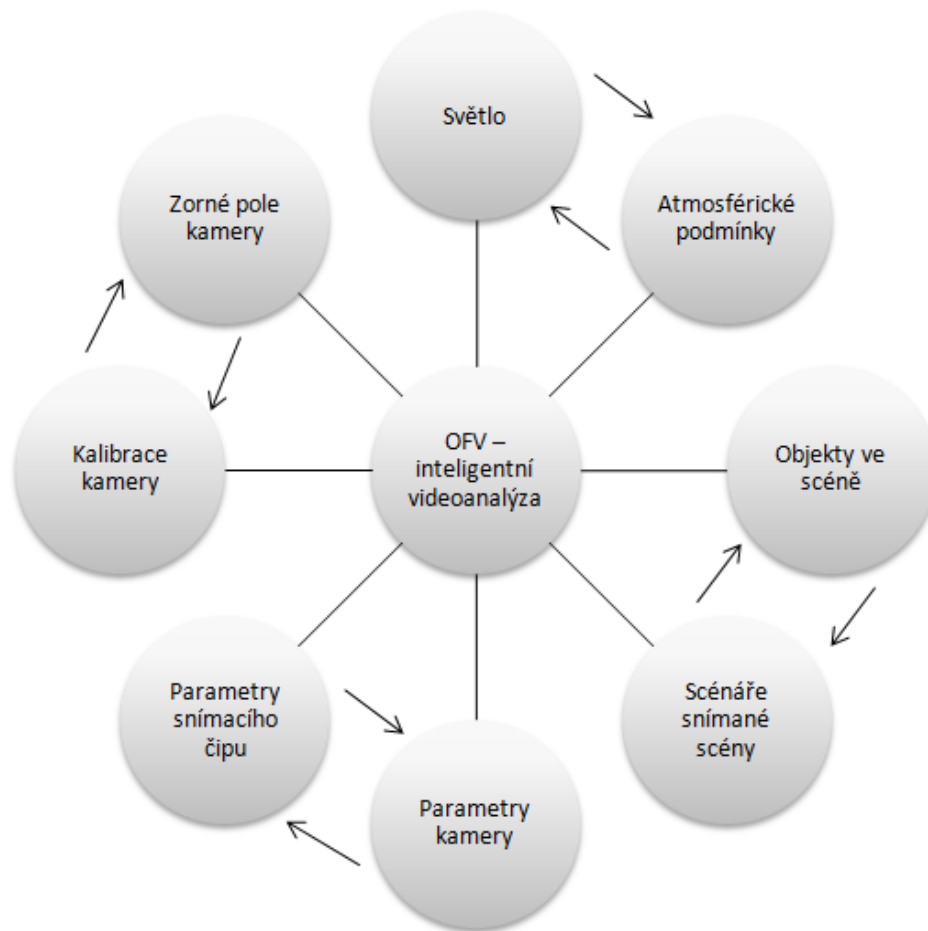
„Použití kalibrace je natolik snadné, že jeho konfigurace zabere uživateli nejvýše několik minut.“ [15]

2.8 Dílčí závěr

Jak bylo již výše napsáno, obrazové funkční vlastnosti a inteligentní videoanalýza zažívají v současné době rapidní a dynamický rozkvět, jehož přímým důsledkem je také zvyšování požadavků na subjekty, které navrhují a zpracovávají algoritmy pro vyhodnocování obrazové informace. Korektní a pečlivý návrh takového algoritmu musí také zohledňovat faktory, které danou snímanou scénu ovlivňují, aby se omezil vliv negativních efektů faktorů tak, aby nebyla znehodnocena základní obrazová informace.

Obsahem druhé kapitoly této diplomové práce byla proto identifikace, objasnění vzniku, působení a efekty faktorů, které ovlivňují snímanou scénu. Zohlednění těchto faktorů při vytváření algoritmů inteligentní videoanalýzy zásadním způsobem zvyšuje jejich možnosti použití.

Na Obr. 16 je graficky znázorněn vzájemný vztah jednotlivých faktorů, které ovlivňují vznik obrazové informace.



Obr. 16 – Vzájemný vztah jednotlivých faktorů ovlivňujících vznik obrazové informace pro inteligentní videoanalýzu

Hlavní přínosy této kapitoly práce jsou především:

- Přehledné a souhrnné určení faktorů ovlivňujících vznik obrazové informace pro inteligentní videoanalýzu
- Nové obecné rozdělení objektů ve scénách
- Nové dělení scén z různých hledisek
- Nové dělení typů pohybů ve scénách
- Popis vlivů atmosférických podmínek na snímání kamery

3 NÁSTROJE EVALUACE OBRAZOVÝCH FUNKČNÍCH VLASTNOSTÍ

V předchozích kapitolách této práce bylo blíže popsáno, co to jsou obrazové funkční vlastnosti a jaké faktory je ovlivňují. Jelikož hlavním tématem této práce je evaluace obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů, budou v této kapitole přiblíženy a vysvětleny nástroje určené pro evaluaci OFV. Evaluaci rozumíme hodnocení a v našem konkrétním případě systém hodnocení parametrů a dosažených výsledků vybraných obrazových funkčních vlastností.

3.1 Datasetsy

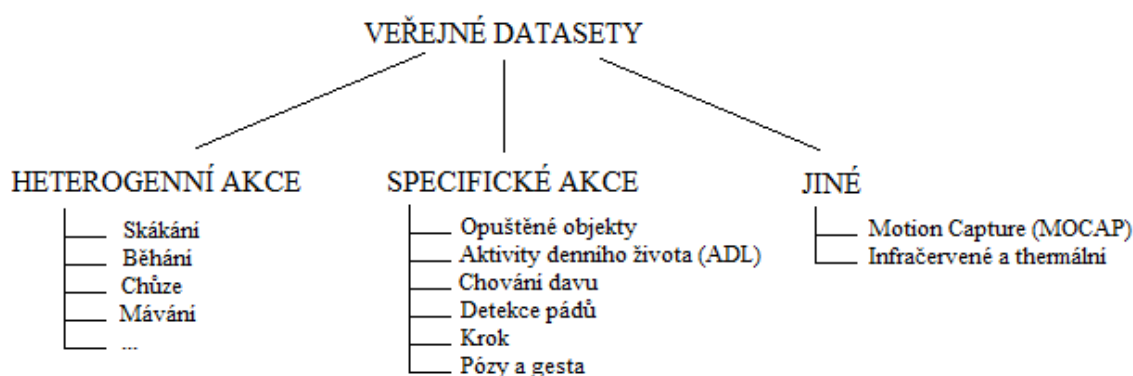
Jedním z nástrojů pro posouzení obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů jsou datasetsy, což jsou nástroje pro benchmarking vyhodnocovacích algoritmů obrazové informace.

Rozpoznávání lidských akcí a aktivit pomocí kamer získává stále větší důležitost na poli počítačového vidění, zejména pak v oblastech vizuálního dohledu, získávání videozáznamů a také ve vzájemných interakcích mezi člověkem a počítačem. V posledních letech vzniklo velké množství datasetů věnovaných rozpoznávání lidských akcí a aktivit. Tyto datasetsy nám umožňují porovnat různé rozpoznávací systémy díky stejným vstupním datům. [17]

Výhodou těchto veřejně dostupných datasetů je, že šetří čas a zdroje, neboť není potřeba natáčet nové videosekvence nebo za ně platit, a výzkumní pracovníci se tak mohou plně soustředit na vývoj konkrétních algoritmů a implementací. Další, ještě důležitější, výhodou je, že použití stejných datasetů usnadňuje porovnání různých přístupů a také umožňuje nahlédnout do možností těchto různých přístupů. [17]

Většina datasetů je vytvořena pro heterogenní scény, např. pro typické akce, které se mohou vyskytovat v množství různých situací nebo scénářů a jsou zaznamenávány kamerami pro viditelné spektrum světla. Nicméně existují i databáze, které jsou určeny pro rozpoznávání velice specifických akcí, např. detekce opuštěných objektů, rozpoznání aktivit denního života (ADL – Activities of Daily Living), chování davu. [17]

Existují tři kategorie datasetů, z nichž dvě jsou spojené s typem akcí poskytovaných datasetem: heterogenní a specifické akce. Třetí kategorie, „ostatní“ je definována podle specifických technik pro zachycení akcí: infračervené, termální a Motion Capture (MOCAP). [17] Na Obr. 17 můžeme vidět znázornění tohoto rozdělení. Veřejné datasety jsou rozděleny na tři typy (heterogenní akce, specifické akce, jiné). Tyto typy jsou pak dále rozvedeny pomocí ukázkových příkladů, např. heterogenní akce – skákání, běhání, chůze, specifické akce – opuštěné objekty, detekce pádů, pózy a gesta.



Obr. 17 – Možné rozdělení datasetů podle typů akcí [17]

Za akci můžeme považovat sekvenci primitivních úkonů, které plní určitou funkci nebo účel, např. skákání, chůze, kopání do balónu. Aktivita je složena ze sekvencí akcí v průběhu prostoru a času, např. příprava jídla podle receptu nebo hraní fotbalu. Dalším znakem aktivit je, že obvykle splňují podmínky konceptu interakce: mezi člověkem a jedním nebo více lidmi, nebo mezi jedním či více lidmi a objekty v přilehlém okolí. Avšak rozdíly mezi akcemi a aktivitami nejsou vždy jasné. Např. běh člověka z jednoho místa na jiné místo může být považováno za akci, anebo za aktivitu, pokud je akce viděna v určitém kontextu, např. útěk člověka před možným nebezpečím. Z tohoto důvodu mnoho datasetů nerozlišuje akci a aktivitu. [17]

Datasety se začaly objevovat v době, kdy vědecká komunita začala narážet na problémy, které představuje vizuální rozpoznání lidských aktivit a akcí ve videozáznamech. První výzvou byla analýza jednoho člověka a jedné akce, a byly proto vytvořeny datasety:

- Weizmann (2001, 2005)
- KTH (2004) [17]

Tyto datasety však byly vytvořeny v kontrolovaných podmínkách a bohužel nereflktují dostatečně lidské akce v reálu. Přesto patří k nejznámějším a nejvíce používaným datasetům. [17]

V reálu se vyskytují mnohem složitější situace, např. při různých podmínkách osvětlení či jiném pozadí. Proto byly vytvořeny nové datasety: [17]

- CAVIAR (2004)
- ETISEO (2005)
- CASIA Action (2007)
- MSR Action (2009)
- UT-Tower (2010) [17]

U těchto datasetů nejsou kontrolovány podmínky osvětlení scény a pozadí je složité a není statické. Tyto datasety spadají do první skupiny – heterogenní akce. [17]

Příkladem datasetů druhé skupiny – specifických akcí – jsou:

- HOLLYWOOD (2008)
- UCF Sports (2008)
- UCF YouTube (2009)
- UCF50 (2010)
- Olympic Sports (2010)
- HMDB51 (2011) [17]

Většina těchto datasetů je kompilací videí ze serveru YouTube.

Mezi další typické znaky realistických situací patří interakce mezi dvěma lidmi či mezi člověkem a objektem. Ačkoliv některé výše uvedené datasety (např. CAVIAR, ETISEO, HOLLYWOOD) již tyto situace obsahují, některé datasety byly vytvořeny speciálně pro studii těchto situací: [17]

- BEHAVE (2004)
- TV Human Interaction (2010)
- UT – Interaction (2010) [17]

Výše uvedené datasety byly zaměřeny na vizuální analýzu chování z jednoho pozorovacího bodu. V současnosti se však zraky vědecké komunity upírají k problematice analýzy lidského chování v realistických podmínkách z několika pozorovacích míst. K řešení této problematiky vedla potřeba využití sítě kamer pro monitorování velkých veřejných ploch, např. nákupních center, náměstí, letišť, nástupišť metra či vlaků. Pro tyto účely bylo vytvořeno několik datasetů :

- IXMAS (2006)
- I3DPost Multi-View (2009)
- MuHAVi (2010)
- VideoWeb (2010)
- CASIA Action [17]

Kromě výše uvedených byly vytvořeny i jiné typy datasetů, které jsou autentickými úložišti velkého množství videí, které obsahují tisíce hodin záznamů. Jedná se o:

- VISOR (2005)
- VIRAT (2011) [17]

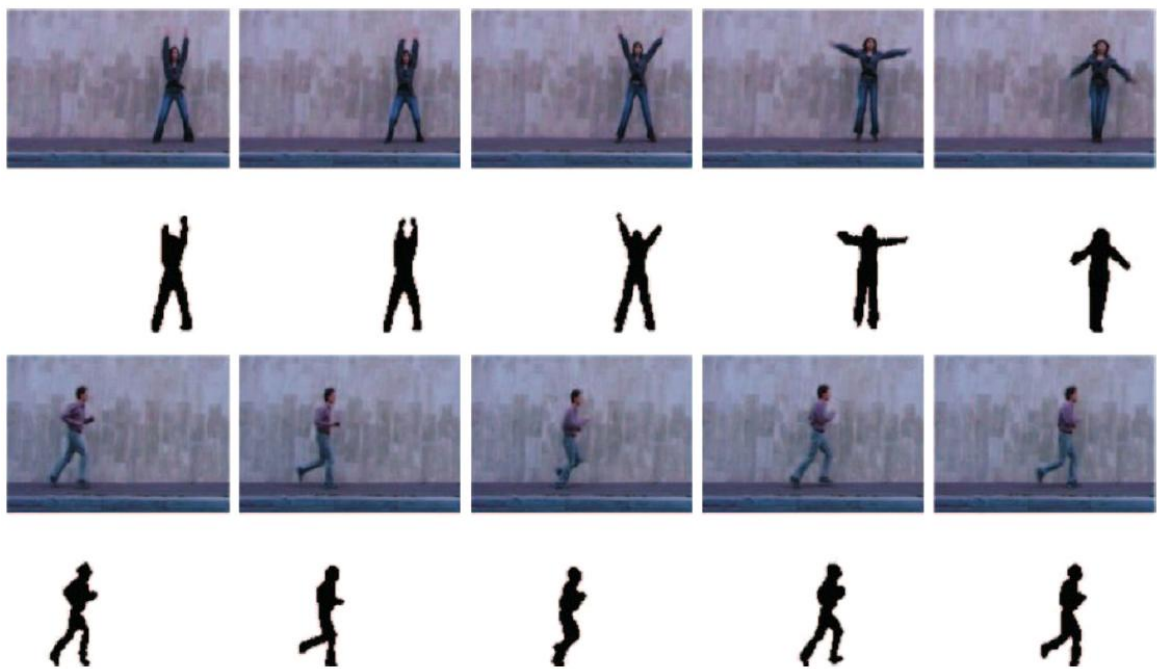
V těchto druzích datasetů můžeme najít širokou škálu akcí jednoho člověka, více lidí, interakcí mezi lidmi, mezi lidmi a objekty, či mezi lidmi a vozidly. [17]

V Tab. 11 můžeme nalézt grafickou reprezentaci historického vývoje nejvýznamnějších veřejně přístupných datasetů.

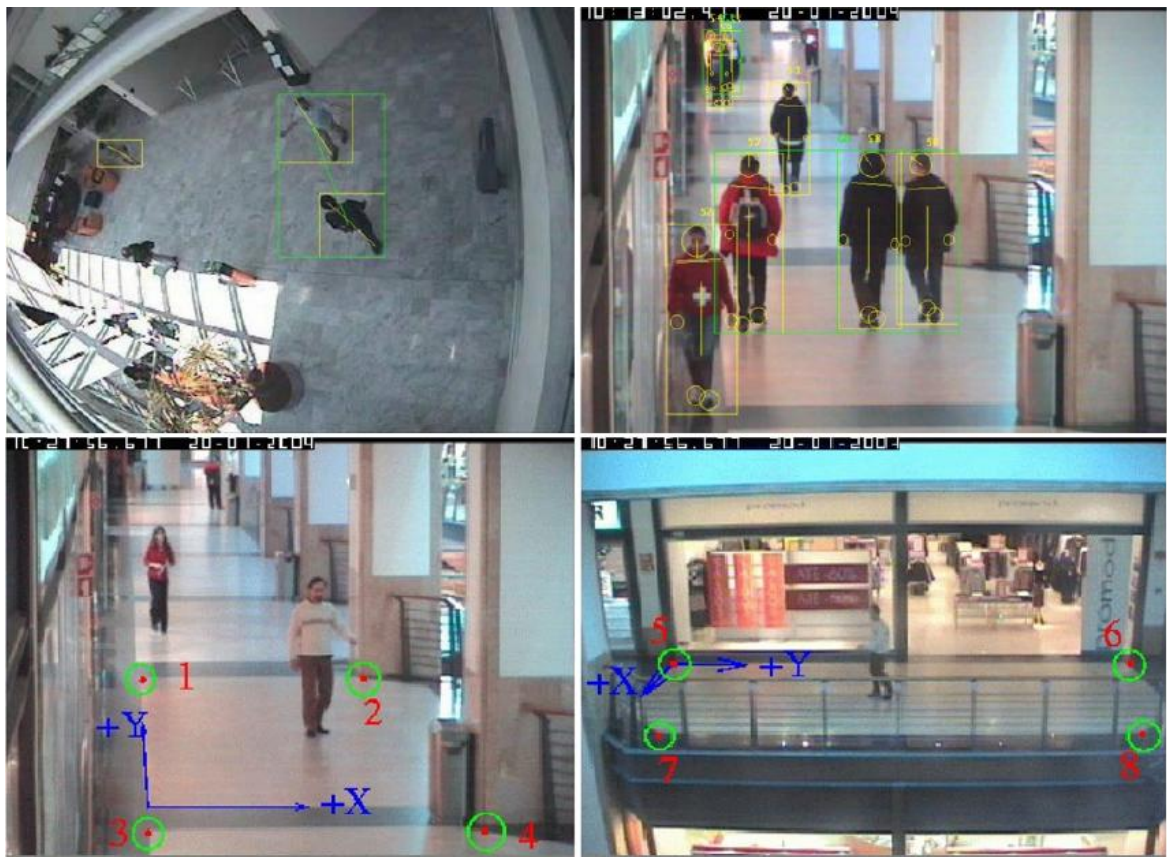
Obr. 18, 19 a 20 jsou pak reprezentanty snímků a akcí z vybraných datasetů.

Tab. 11 – Historický vývoj nejvýznamnějších veřejně dostupných datasetů [17]

KOMPLEXNOST	DRUH PROBLÉMU	ZDROJ	DATASET	STÁŘÍ
-	NEREALISTICKÁ ANALÝZA AKCÍ (Jednoduché statické pozadí)	Natočená videa (interiér/exteriér)	Weizmann (2001 a 2005) KTH (2004)	+
	REALISTICKÁ ANALÝZA AKCÍ	Natočená videa (interiér/exteriér)	CAVIAR (2004) ETISEO (2005) CASIA Action (2007) MSR Action (2008) UT Tower (2010)	
	(Komplexní a nestatické pozadí a nekontrolované světelné podmínky)	Videa z webu (interiér/exteriér)	HOLLYWOOD (2008 a 2009) UCF Sports (2008) UCF YouTube (2009) UCF 50 (2010) Olympic Sports (2010) HMDB51 (2011)	←
	ANALÝZA INTERAKCÍ	Videa z nahrávek a TV pořadů	BEHAVE (2004) TV Human Interaction (2010) UT Interaction (2010)	
	MULTIPOHLEDOVÁ ANALÝZA	Natočené video (interiér)	IXMAS (2006) i3DPost Multi-view (2009) MuHAVi (2010)	-
+	ÚLOŽIŠTĚ	Natočené video (exteriér)	CASIA Action (2007) VideoWeb (2010)	
		Videa z různých zdrojů	VISOR (2005) VIRAT (2011)	






























Obr. 18 – Příklady videosekvencí a extrahovaných siluet z Weizmannovy databáze akcí [17]



Obr. 19 – Příklady typických snímků v datasetu CAVIAR [17]

Videos of different human actions (Page 2/2)

 B P 	 B P 	 B P 	 B AA P 	 B AA P 
Taking off the jacket 1	Taking off the jacket 2	Taking off the jacket 3	Tying shoes 1	Tying shoes 2
 B P 	 B P 	 B P 	 B P 	 B AA P 
Tying shoes 3	Tying shoes 4	Tying shoes 5	Walking person 1	Walking person 2

Icon Legend			
	Video with base annotation		Video with GT annotations
	Video with Automatic annotations		Video with reference papers
	Video with other related videos in VISOR		Video from the Vid/Video Corpus set
	Video with attachments		

Obr. 20 – Náhledy videosekvencí z kategorie Indoor z datasetu ViSOR [17]

3.1.1 Informace obsažené v datasetech

Pro možnosti snadné evaluace a plnému porozumění danému datasetu by měl dataset obsahovat také vhodný popis – anotaci. Ta by měla obsahovat všechny relevantní informace týkající se videosekvencí v datasetu, i datasetu samotného. Mezi tyto informace by měly patřit:

- Identifikátory datasetu
 - Informace institutu, který jej vytvořil (univerzita, výzkumné centrum)
 - Země
 - Rok vytvoření
 - Webová stránka pro stažení
 - Popisný dokument
- Původní cíle

- Hlavní úkoly
- Vedlejší úkoly
- Příklady videosekvencí v podobě snímků
- Kontext (např. reference k informacím, které jsou spojené se scénami, počty „herců“, nebo počet uložených videí).
- „Ground Truth“ – anotace – zahrnuje informace o tom, jaké typy informací jsou dostupné na každém datasetovém videu (např. segmentované siluety, ohraničující čáry, anotace o fyzickém objektu nebo seznam událostí, které se objevují nebo dějí ve scéně)
- Referenční práce – seznam příkladových ukázek použití datasetu [17]

3.2 Metriky hodnocení obrazových funkčních vlastností

Dalším nástrojem pro hodnocení obrazových funkčních vlastností jsou hodnotící metriky. Tyto metriky určují míru účinnosti nástrojů VCA či VEU, která je vyhodnocována pomocí speciálních měřítek – „metrics“. [1] Mezi nejpoužívanější patří:

- Precision
- Recall
- F – measure [1]

„Dokonale účinný systém vykazuje vysoké hodnoty uvedených měřítek. Přesnost vyjadřuje množství relevantních dat vůči všem vyhledaným datům. Vztah je vyjádřen rovnicí č. 1.“ [1] Rovnici č. 1 můžeme vidět níže:

$$\text{Přesnost} = \frac{\{\text{relevantní generovaná data}\}}{\{\text{všechna generovaná data}\}} \quad (6)$$

„Prakticky bychom si tento vztah představit dle následujícího příkladu:“ [1]

„Úkolem algoritmu je detekce osob ve vymezeném regionu. VCA detekuje 4 události během jedné hodiny, avšak reálně byla osoba v regionu přítomná pouze třikrát, z čehož vyplývá, že hodnota přesnosti odpovídá 75 %.“ [1]

„Recall je funkce, která vyjadřuje množství relevantních generovaných dat v rámci všech reálně existujících relevantních dat. Závislost je vyjádřena rovnicí č. 2.“ [1] Rovnici č. 2 můžeme vidět níže:

$$\text{Recall} = \frac{\{\text{relevantní generovaná data}\}}{\{\text{všechna reálná relevantní data}\}} \quad (7)$$

„Účinnost systému je ilustrována na základě vzájemné závislosti těchto měřítek prostřednictvím takzvané „precision-recall“ křivky. Dle naměřených parametrů dělíme algoritmy na „precision“ či „recall“ orientované.“ [1]

„Za účelem zajištění jednotného výsledku, pro objektivní porovnání množiny testovaných algoritmů je využíváno funkce „F-measure“, která využívá jak hodnot „precision“, tak „recall“ a je popsána následujícím vztahem:“ [1]

$$F = \frac{\{\text{Přesnost}\} \times \{\text{Recall}\}}{\{\text{Přesnost}\} + \{\text{Recall}\}} \quad (8)$$

„Nicméně vědecké články uvádí a testují i jiná měřítká vhodná pro hodnocení účinnosti, jako například Sequence Frame Detection Accuracy (SFDA), Multiple Object Detection Accuracy (MODA) a Multiple Object Detection Precision (MODP). Výše uvedené metody jsou vhodné pro vzájemné porovnávání aplikovatelnosti sémantických algoritmů pro konkrétní případy, respektive scény, nicméně pro posouzení míry využitelnosti vybraného algoritmu pro konkrétní typickou instalaci je třeba využít vhodná testovací data. Pro tyto účely lze využít buďto již vytvořených video databází, či vytvořit vlastní pro potřeby specifického výzkumu.“ [1]

Tímto byly probrány nástroje evaluace obrazových funkčních vlastností kamerových systémů a nyní můžeme přejít k praktické části této práce.

3.3 Dílčí závěr

Třetí kapitola teoretické části této diplomové práce pokrývá problematiku nástrojů pro evaluaci obrazových funkčních vlastností kamerových systémů, což je relativně nezmapované a nepopsané pole. V současnosti neexistuje příliš mnoho vědeckých článků či publikací, které by plošně pokrývaly problematiku evaluace obrazových funkčních vlastností a zejména nástrojů této evaluace. Drtivá většina článků, které se zaobírají

problematikou obrazových funkčních vlastností či datasetů vzniká v zahraničí, v ČR je této problematice věnována minimální pozornost. V rámci oboru Bezpečnostní technologie, systémy a management Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, který obsahuje výuku kamerových systémů a je zde také prováděn výzkum v této oblasti, se jedná o první práci svého druhu, která do budoucna může sloužit jako teoretický i praktický základ pro další výzkum či práci v této oblasti.

Hlavními přínosy této kapitoly práce jsou:

- Popisy datasetů jako nástrojů evaluace a jejich rozdělení
- Popisy informací obsažených v datasetech
- Další metriky hodnocení OFV

Zároveň tyto body představují klíčové prvky pro praktickou část této práce, kde budou vytvářeny vlastní evaluační videosekvencí po vzoru existujících datasetů a také budou využity vybrané hodnotící metriky pro posouzení těchto videosekvencí.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 TVORBA VLASTNÍCH EVALUAČNÍCH VIDEOSEKVENCÍ

V první kapitole praktické části diplomové práce se budeme zabývat tvorbou vlastních evaluačních videosekvencí. Je nutné předem podotknout, že cílem není vytvořit novou rozsáhlou a vyčerpávající databázi nejrůznější škály aktivity pro dataset, ale spíše ověření postupu vytváření evaluačních videosekvencí včetně anotací. Vytvoření co nejobsáhlejší databáze akcí a aktivit je velmi obsáhlým, dlouhodobým a především kontinuálním úkolem, neboť je potřeba databázi neustále doplňovat novými videosekvencemi včetně jednotného formátu anotací. Proto tento úkol není předmětem praktické části diplomové práce, neboť jeho rozsah je výrazně větší. Takový dataset pak ovšem představuje ideální a velmi univerzální prostředek pro evaluaci obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů.

V této kapitole bude důsledně dokumentován postup zvolený při vytváření evaluačních videosekvencí včetně parametrů scény a parametrů snímací techniky. Cílem bude především vytvořit jednotný doporučený postup vytváření evaluačních videosekvencí, vytváření anotací a textových popisů videosekvencí. Pro tvorbu anotací jsem vybral datasetový nástroj VIA – Video Image Annotation Tool.

4.1 Návrh a tvorba vlastních evaluačních videosekvencí

Návrh vlastních evaluačních videosekvencí představuje nezbytný předpoklad pro vytváření datasetů všech rozsahů. Návrhu evaluační videosekvence je potřeba věnovat velkou pozornost a pečlivost, neboť návrh by měl jasně definovat, co bude obsahem dané videosekvence, jaké budou její parametry, jaké technické prostředky budou použity a především zamýšlený účel, pro který bude vytvořená videosekvence sloužit. Návrh by měl tedy představovat jakýsi manuál, návod či scénář, podle kterého by mělo být kdykoliv možné znovu natočit danou videosekvenci při stejných parametrech. V kapitole 3.3.1 jsou popsány identifikátory datasetu, které také patří do návrhové části.

Pro vytvoření evaluačních videosekvencí je potřeba nejdříve stanovit, co bude jejich hlavním obsahem. Kamerové dohledové systémy nacházejí často využití v městských lokalitách, kde existuje několik různých typů míst. Pro vytváření videosekvencí byl vybrán jako zástupce těchto lokalit průchod, ve kterém budeme simulovat několik typů akcí či aktivit jedné osoby. Jedná se pouze o modelovou situaci. Skutečné vytěžení a modelování

všechno možných situací v průchodech by vyžadovalo velké množství videozáznamů z reálných lokalit, které by sloužily jako zdroj pro výběr a další zpracování akcí a aktivit osob.

Průchod využitý pro natáčení videosekvencí můžeme vidět na Obr. 21. Jedná se o průchod délky cca 10 m, šířky 4,5 m a výšky 3,5 m. Stěny jsou jednoduché bílé, bez dalších prvků či motivů a představují tedy statické pozadí scény.



Obr. 21 – Pohled na průchod

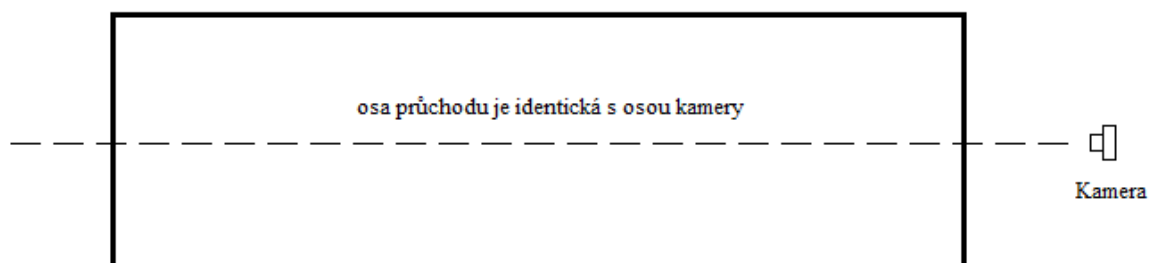
Obsahem natáčených videosekvencí budou následující akce:

- Průchod jedné osoby scénou
- Běh osoby scénou
- Běh osoby scénou a skok
- Chůze a zastavení pro zavázání tkaničky
- Chůze a zastavení, probírání batohu
- Sundání bundy za chůze

- Chůze a volání mobilem

Jedná se o velmi jednoduché a základní akce jedné osoby, které se běžně v průchodech dějí. Komplexnost těchto videosekvencí je na nízké úrovni, ale jak již bylo předesláno, jedná se zejména o ověření postupu vytváření těchto videosekvencí.

Všechny akce budou natočeny při dvou různých světelných podmínkách – běžné denní světlo a umělé světlo ze zářivek umístěných v průchodu. Akce budou natáčeny z pohledu, kdy je osa kamery a osa průchodu rovnoběžná. Schéma umístění kamery můžeme vidět na Obr. 22.



Obr. 22 – Schéma umístění kamer při vytváření videosekvencí – pohled z perspektivy

Využitá záznamová technika: Digitální kompaktní fotoaparát Pentax I-10

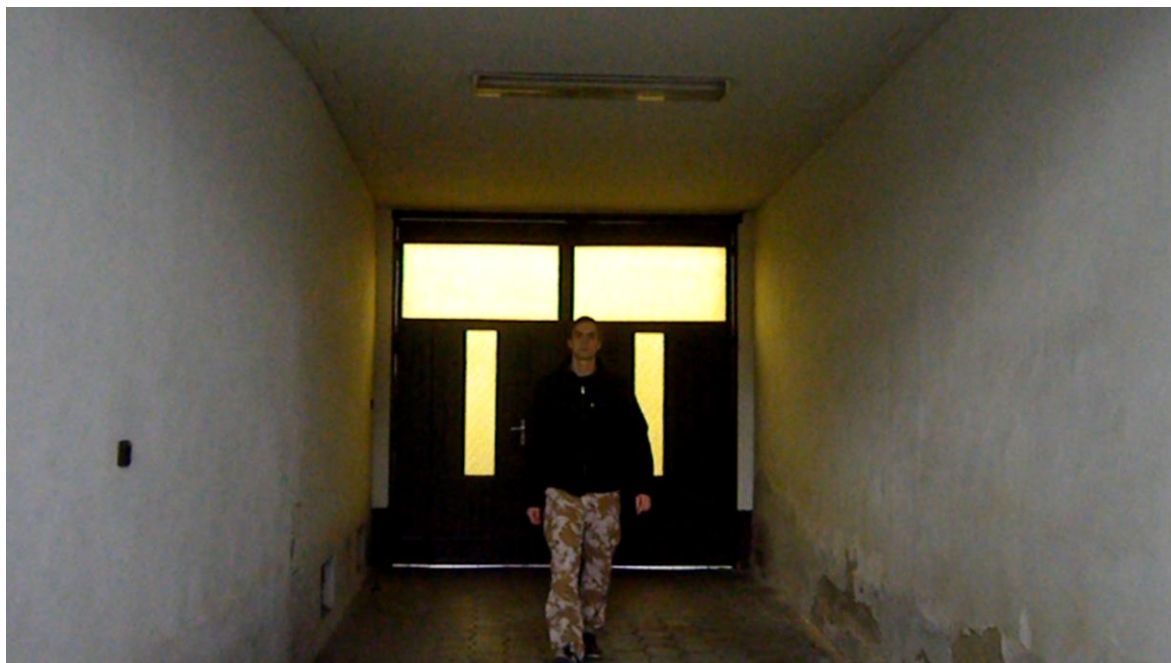
Přehled důležitých parametrů fotoaparátu můžeme nalézt níže v Tab. 12.

Tab. 12 – Přehled vybraných parametrů záznamového zařízení pro natáčení

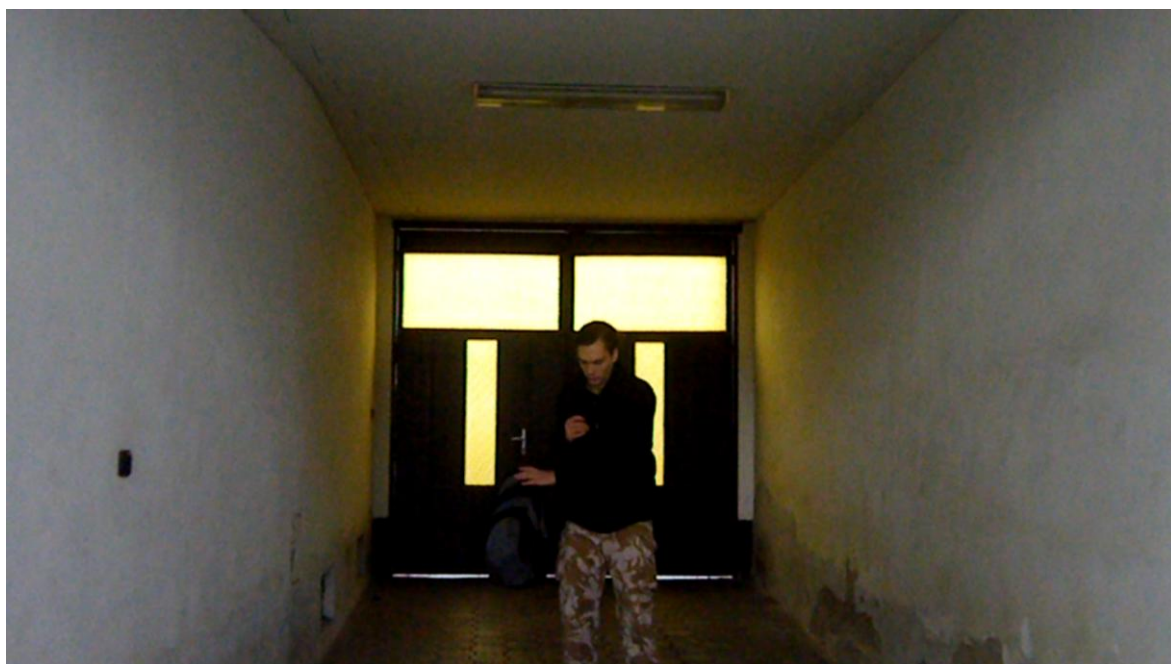
Formát snímáče:	1/2,3
Rozlišení:	12,1 Mpx
Typ snímáče:	CCD
Počet snímků za sekundu:	30
Šířka rámečku:	1280
Výška rámečku:	720
Rychlost dat:	Cca 25 240 kbps
Ohnisková vzdálenost:	28 – 140 mm
Výstup videa:	PAL
Formát videa:	AVI

Atmosférické podmínky při natáčení akcí za denního světla – zataženo, nižší úroveň osvětlení. Natáčení tedy bylo prováděno za neregulovaných světelných podmínek.

Na Obr. 23 a 24 můžeme vidět screenshoty z natáčení evaluačních videosekvencí při běžném denním světle.

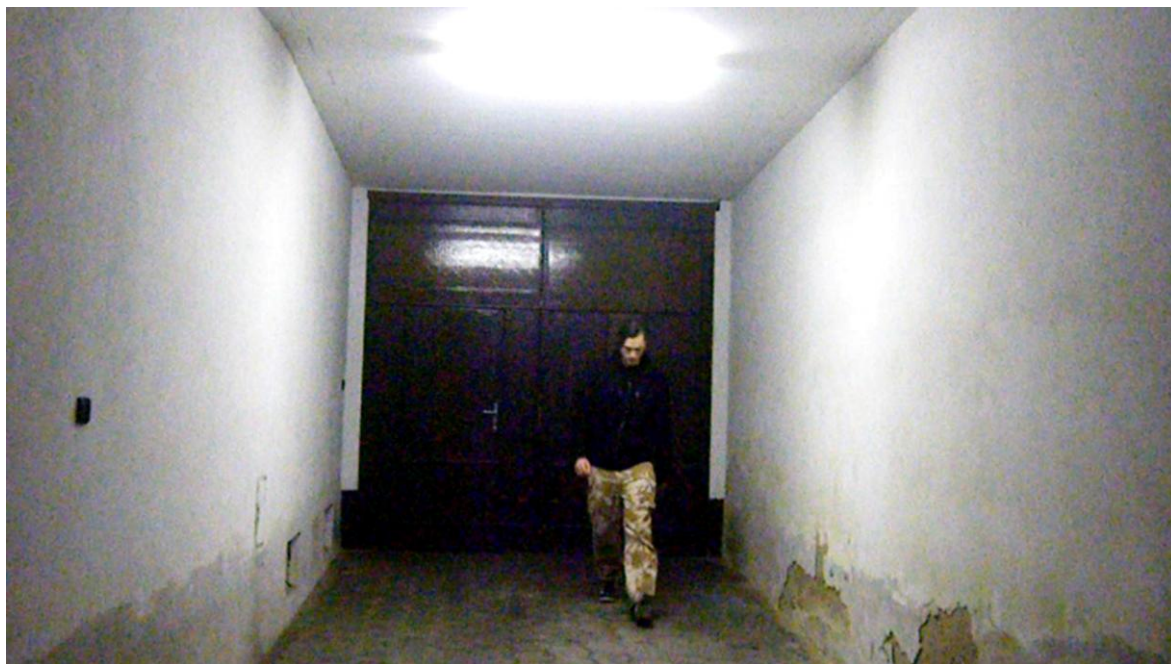


Obr. 23 – Screenshot z natáčení videosekvence chůze – denní světlo



Obr. 24 – Screenshot z natáčení videosekvence batoh – denní světlo

Obr. 25 a 26 jsou screenshoty z natáčení videosekvencí při umělém světle večer – regulovaných světelných podmínkách.




Obr. 25 - Screenshot z natáčení videosekvence vázání tkaničky – umělé světlo



Obr. 26 - Screenshot z natáčení videosekvence chůze a volání mobilem – umělé světlo

Níže můžeme vidět popisnou tabulku vytvořených evaluačních videosekvencí, která obsahuje informace uvedené v kapitole 3.1.1 a také odkazuje na popisný dokument v Příloze 1, kde se nachází bližší textový popis scén, scénářů a aktivit ve scéně.

Tab. 13 – Popisná tabulka vytvořených evaluačních videosekvencí

Informace o datasetu	
Identifikátory	
Autor:	Bc. Lukáš Gajdušek
Institut:	Fakulta Aplikované Informatiky, Univerzita Tomáše Bati
Země:	Česká Republika
Rok vytvoření:	2014
Popisný dokument:	Viz Příloha 1
Původní cíle	
Hlavní úkoly:	Ověření postupu vytváření videosekvencí pro datasey
	Modelování vybraných situací v průchodech
	Vytvoření pomocného návodu pro vytváření datasetů
Vedlejší úkoly:	
Příklady videosekvencí:	
	
Kontext	
Druh scény:	Jeden typ scény
Světelné podmínky:	2 druhy světelných podmínek - denní a umělé světlo
Druh pozadí scény:	Statické pozadí scény
Počet osob:	1 osoba ve scéně
Celkový počet videí:	Celkem 14 videí
Celkem druhů aktivit:	7 druhů aktivit
Ground Truth (anotace)	
Dostupné ve formátech XML a ANP	

4.2 Tvorba anotací k vytvořeným videosekvencím

Dalším bodem tvorby vlastních evaluačních videosekvencí je volba vhodného nástroje pro vytváření anotací a jejich samotné vytvoření. V současnosti je k dispozici poměrně široká paleta anotačních programů či nástrojů, např. ViPER Ground Truth Authoring Tool, VATIC Video Annotation Tool (Video Annotation Tool from Irvine, California), ANVIL, CAVIARGUI, Actanno, či např. ELAN, který je však primárně určen pro psycholingvistické účely. Tyto nástroje jsou různě složité a poskytují množství nástrojů pro anotaci videosekvencí a vytváření datasetů. Obecně se však dá říct, že způsoby vytváření anotací jsou velmi podobné a využívají stejné principy. Volba nástroje pro tvorbu anotací je tedy záležitostí osobního úsudku.

Je však vhodné předem zhodnotit požadavky programu na počítač, způsob instalace a její složitost, neboť to je bod, kde se výše uvedené anotační nástroje liší zásadním způsobem. Instalace některých programů je složitější a neprobíhá běžným způsobem pomocí průvodce instalací, ale musí se např. spouštět Java kompilátor přes příkazový řádek (CAVIARGUI), instrukce pro instalaci a zřízení vzdáleného přístupu a účtu jsou psány pro Linuxový shell. Většina těchto programů jsou navíc javascriptové soubory, pro které je nutné mít v systému přítomny Java Software Development Kity, překladač, kompilátor pro Javu a jiné. Proto je vhodné předem důkladně pročíst požadavky pro instalaci a její průběh daného programu, protože např. instalace programu VATIC je psána pro Linux shell, takže je nutné najít vhodné ekvivalenty pro Windows či jiný druh operačního systému. Navíc je nutné zřídit si účet, pomocí kterého se budete v budoucnu přihlašovat. Ten je požadován z toho důvodu, že videa s anotací jsou shromažďována do databáze programu.

Další výraznou nesnází je stabilita některých programů, neboť jsem se několikrát setkal s tím, že daný dávkový soubor pro instalaci nebylo možné spustit bez jakéhokoliv dalšího popisu a instalace tudíž nemohla proběhnout. Problémy se stabilitou se ale objevily i v případě, že se program podařilo nainstalovat. Např. program ANVIL se mi podařilo úspěšně nainstalovat, zjistil jsem, že povoleným formátem pro vstup videa je MPEG a proto jsem provedl konverzi videí z původního formátu AVI do MPEG. Při nahrávání videa v MPEG formátu však program okamžitě zkolaboval.

Prošel jsem několik různých programů pro anotace, ale ve všech se vyskytovaly problémy se stabilitou či instalací, které také částečně pramenily z toho, že některé z těchto programů jsou např. již deset let staré a dále nejsou podporovány či aktualizovány.

Proto jsem pro anotaci zvolil velmi jednoduchý program VIA 1.0s (Video Image Annotation Tool), který ale dostatečným způsobem pokrývá požadavky na vytváření videosekvencí pro zkušební účely. Instalace programu je také velmi jednoduchá a program je spouštěn z exe souboru, čili v tomto ohledu předčil ostatní výše uvedené programy.

Na následujících řádcích bude stručně popsán postup tvorby anotací v tomto programu.

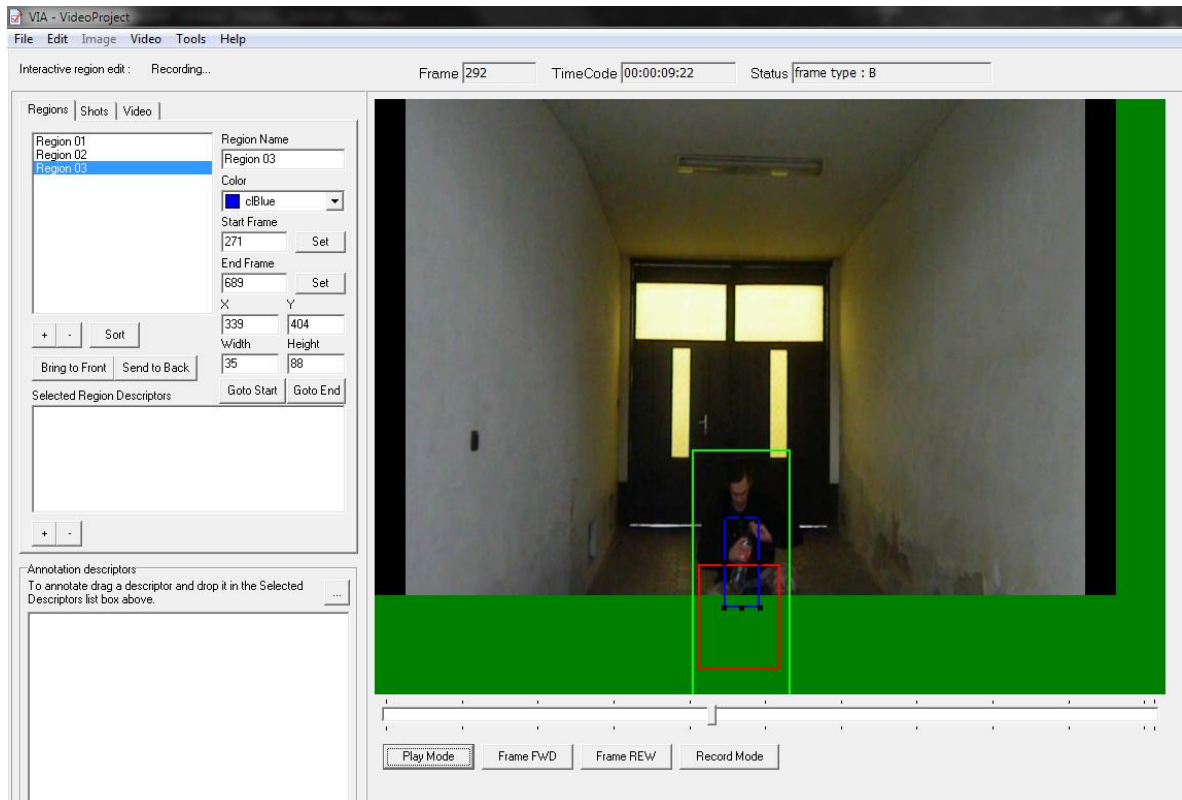
Program VIA podporuje anotaci obrázků a videí ve formátu MPEG. Proto bylo nutné videa z původního formátu konvertovat do formátu MPEG při zachování vysoké kvality videa. Z původních videí jsem ale při konverzi odstranil zvuk, aby byl výsledný soubor menší. Po nahrání videa do programu je možné přidat regiony, volit barvu a velikost ohraničení objektů, jejich pojmenování, začátek a konec výskytu ve videu vyjádření pomocí čísla snímku či přidat další bližší popisy. Tyto nástroje můžeme vidět na Obr. 27 v levé části. V pravé části obrazovky se pak nachází obrazovka s nahraným videem a ohraničenými objekty ve scéně. Pod touto obrazovkou se nacházejí tlačítka pro ovládání posuvu snímku vpřed (Frame FWD) či vzad (Frame REW), dále pak Play Mode, který spouští přehrávání videa, a Record Mode. Record Mode je důležitou funkcí, kterou je nutné zapnout, aby bylo možné při přehrávání videa či jeho zastavení přímo v obrazovce pohybovat s útvary ohraničujícími objekty a měnit jejich parametry, např. velikost, či umístění. Tento pohyb a změna parametrů je zaznamenávána a při přehrávání videa jsou objekty označeny přesně podle těchto změn. Při dosažení finálního snímku videosekvence je nutné se přesunout pomocí tlačítka F7 na začátek videosekvence a přidávat další objekty, či upravovat parametry stávajících.

Výsledný projekt lze uložit ve dvou formátech:

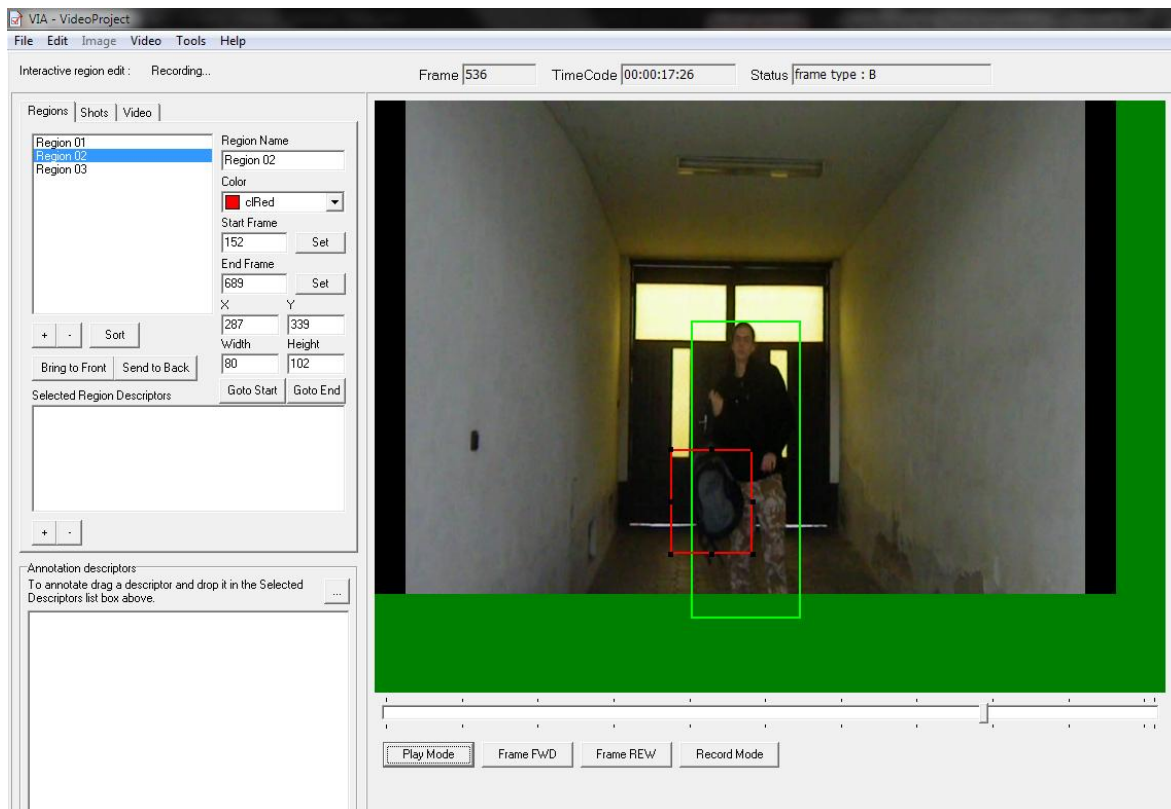
- ANP – který je primárním formátem programu VIA a který obsahuje jak video, tak seznam změn parametrů objektů ve videosekvence.
- XML – který zaznamenává pouze změny parametrů objektů bez samotného videa. Tento formát je vhodný pro následné aplikování metrik pro videosekvence jiných programů, které tento formát také podporují.

Uložení projektů jsem provedl v obou dostupných formátech a tyto soubory jsou společně s původními a konvertovanými videi uloženy na příloženém CD.

Na Obr. 27 a 28 se nacházejí screenshots z vytváření anotací pro natočené videosekvence.



Obr. 27 – Screenshot z programu VIA pro vytváření anotací – označení třech objektů ve scéně



Obr. 28 – Screenshot z programu VIA pro vytváření anotací – označení dvou objektů ve scéně

4.3 Dílčí závěr

V této kapitole byl popsán a ověřen způsob návrhu a vytváření vlastních evaluačních videosekvencí a zároveň byl čtenáři poskytnut návod pro postup při tvorbě těchto videosekvencí. V rámci tohoto návodu byl také doporučen způsob vytváření návrhu včetně popisu techniky, scén, a dokumentace k těmto anotacím. Díky této kapitole je tato diplomová práce vhodným materiálem pro základní orientaci v této problematice a zároveň poskytuje i laikům návod, jak postupovat při tvorbě vlastních evaluačních videosekvencí, či úpravě a zpřesňování stávajících veřejně dostupných datasetů.

5 APLIKACE VYBRANÝCH HODNOTÍCÍCH METRIK NA VYBRANÉ VIDEOSEKVENCE

Obsahem druhé kapitoly praktické části této práce bude návrh a aplikace hodnotících metrik na vybrané videosekvence. V současné době již existují osvědčené metody a způsoby hodnocení kvality videosekvencí, které využívají měřitelné parametry videosekvencí za předem daných laboratorních podmínek. Tyto metody lze rozdělit následujícím způsobem:

- Objektivní metody hodnocení
- Subjektivní metody hodnocení

„Objektivní metody jsou založeny na různých matematických popisech vlastností obrazu. Jejich výhodou oproti subjektivním metodám je cena a rychlost vyhodnocení kvality videosekvence. Nevýhodou je dosažené ohodnocení videosekvence. To se může u různých metod lišit v závislosti na rozdílném vnímání člověka.“ [18] Zástupcem může být např. Pixelově orientovaná metoda – střední kvadratická chyba MSE (Mean Squared Error).

„Subjektivní metody hodnocení videosekvencí se používají k vyhodnocení poškození vzniklého televizním přenosem nebo komprimací. Výsledky subjektivního hodnocení jsou přesnější (respektive věrohodnější), než výsledky získané objektivními metodami, protože různé rušivé vlivy jsou vnímány jinak. Nevýhodou subjektivního hodnocení je cena a časová náročnost měření.“ [18] Mezi subjektivní metody hodnocení patří:

- Metoda the Double – Stimulus Impairment Scale (DSIS)
- Metoda Double – Stimulus Continuous Quality – Scale (DSCQS)
- Metoda Single – Stimulus (SS)
- Metoda Stimulus – Comparison (SC)
- Metoda Single Stimulus Continuous Quality Evaluation (SSCQE)
- Metoda Simultaneous Double Stimulus for Continuous Evaluation (SDSCE)

[18]

Tyto metody však slouží k hodnocení technických parametrů videosekvencí z hledisek zkrácení nebo míry komprese, ale bohužel nereflktují takové parametry, které jsou pro evaluační videosekvence mnohem důležitější. Jmenovitě se jedná o tyto:

- Vhodnost videosekvence
- Složitost videosekvence

Proto je vhodné vyvinout metriku, která bude sloužit k ohodnocení právě těchto vlastností a bude pro dané účely mnohem vhodnější. To ovšem neznamená, že subjektivní a objektivní metody nelze pro evaluační videosekvence využít, využít je lze, ale pro jiný účel. Nicméně také spadají do pole hodnocení kvality videosekvencí.

5.1 Návrh a tvorba vlastní hodnotící metriky pro vhodnost videosekvence pro dataset

Při vytváření vlastní hodnotící metriky pro evaluační videosekvence budeme vycházet z metody vícekritériálního hodnocení, kdy budou zohledněny klíčové vlastnosti videosekvencí. Těmto vlastnostem budou přiřazeny různé možnosti (subparametry), které budou mít také číselnou hodnotu. Mezi klíčové vlastnosti pro určení vhodnosti videosekvencí pro dataset patří:

- Reálnost situací - R_s

Reálnost situace, která je předmětem dané videosekvence, je důležitým parametrem, který určuje úroveň uměle vytvořených podmínek a scénářů ve videosekvenci. Aby daný dataset co nejvíce reflektoval reálné situace, je žádoucí, aby použité sekvence byly pokud možno reálné situace, např. záznam průmyslových kamer. Modelové situace samozřejmě mohou do určité části reflektovat skutečné situace, např. chůze či běh, ale nepůsobí v nich stejné podmínky jako ve skutečných situacích.

- Druh prostředí - D_p

Druh prostředí vyjadřuje míru přehlednosti dané scény, co se týče postavení statických objektů. Aby mohly být vytvořeny co nejpřesnější anotace, je nutné pracovat se záznamem z takového prostředí, které je co nejvíce přehledné a umožňuje přesné sledování pohybu objektů ve scéně.

- Světelné podmínky - S_p

Světelné podmínky jsou ukazatelem úrovně osvětlení a čitelnosti celé scény v záběru a jsou opět kritickou podmínkou pro vytvoření co nejpřesnější anotace. V parametru světelných podmínek jsou zohledněny přírodní i umělé zdroje osvětlení.

- Viditelnost – atmosférické podmínky - V

Viditelnost vyjadřuje míru vlivu atmosférických podmínek na možnost rozpoznání detailu v dané videosekvenci. Slovní hodnocení v Tab. 14 je určeno pro venkovní prostředí, ale lze stejným způsobem aplikovat pro vnitřní prostory.

- Rozlišení videosekvence - R_v

Rozlišení videosekvence je také důležitým ukazatelem, který vypovídá o možnosti bližšího rozpoznání detailu ve videosekvenci a umožňuje také další zpracování obrazu, např. přiblížení (zooming) při zachování míry detailu. Hodnoty rozlišení uvedené v závorkách jsou orientační a klíčové je spíše slovní hodnocení, neboť rozlišení videa se zásadním způsobem odvíjí od zdroje dané videosekvence.

- Snímkovací frekvence - S_f

Snímkovací frekvence vyjadřuje míru plynulosti obrazu a možnosti sledování změn ve scéně při posunu o jeden snímek. Čím vyšší je snímkovací frekvence, tím přesnější může být proces vytváření anotace.

Tab. 14 – Bodové hodnocení kritérií vhodnosti videosekvencí pro dataset

Vhodnost videosekvence pro dataset:		
Reálnost situací - R_s	Modelové situace v regulovaných podmínkách	1
	Modelové situace v neregulovaných podmínkách	2
	Reálné scény v regulovaných podmínkách	3
	Reálné scény v neregulovaných podmínkách	4
Druh prostředí - D_p	Nepřehledné prostředí	1
	Obtížně přehledné prostředí	2
	Přehledné prostředí s několika nepřehlednými místy	3
	Zcela přehledné prostředí	4
Světelné podmínky - S_p	Téměř neosvětlená scéna	1
	Málo osvětlená scéna	2
	Středně osvětlená scéna	3
	Dobře osvětlená scéna	4

Viditelnost / atmosférické podmínky - V :	Mlha	1
	Děšť / sníh	2
	Jasno	3
Rozlišení videosekvence - R_v	Nízké (640 x 480 a méně)	1
	Středně nízké (640 x 480 a více)	2
	Střední (800 x 600 a více)	3
	Střední vysoké (1024 x 768 a více)	4
	Vysoké (1280 x 720 a více)	5
	Extra vysoké (1600 x 900 a více)	6
Snímkovací frekvence - S_f	Méně než 25 snímků za sekundu	1
	25 snímků za sekundu	2
	Více než 25 snímků za sekundu	3

Výsledná hodnota koeficientu kritérií vhodnosti videosekvence V_v je vypočtena podle následujícího vzorce:

$$V_v = \frac{R_s + D_p + S_p + V + R_v + S_f}{24} \quad (9)$$

kde V_v je ukazatel vhodnosti videosekvence

Výsledek výše uvedeného vzorce pak stačí porovnat s následující tabulkou pro určení vhodnosti videosekvence.

Tab. 15 – Výsledné hodnocení koeficientu V_v

Hodnocení koeficientu V_v	
Hodnota koeficientu V_v	Slovní hodnocení
< 0 - 0,25 >	Nevhodná
< 0,26 - 0,5 >	Dobrá
< 0,51 - 0,75 >	Velmi dobrá
< 0,76 - 1 >	Výborná

Čím vyšší je hodnota koeficientu V_v , tím je daná videosekvence vhodnější pro použití v datasetu.

5.2 Návrh a tvorba vlastní hodnotící metriky pro složitost videosekvence

Druhým nejdůležitějším parametrem, který charakterizuje danou videosekvenci, je její složitost. Tento parametr je důležitým z hlediska vytváření anotací, neboť je logické, že pro jednoduché scény bude tvorba anotace snadnou a zase naopak. Složitost videosekvence také vypovídá o množství možných změn chování objektů či osob ve scéně a dává nám tak možnost odhadnout pracnost vytváření anotace pro takovou videosekvenci.

Při vyváření vlastní hodnotící metriky bude opět použita metoda vícekriteriálního hodnocení. Mezi hodnocené parametry patří:

- Počet osob ve scéně - P_{os}

Jedná se o parametr určení počtu živých objektů ve scéně, zejména osob. U osob se totiž předpokládá vůle a možnost volného pohybu. Čím vyšší je tedy počet těchto osob, tím je složitost dané scény vyšší, neboť se exponenciálním způsobem zvyšuje počet možných změn – pohybů. Mezi živé osoby lze také zařadit např. zvířata, pokud mají možnost svobodného pohybu.

- Počet objektů ve scéně - P_{ob}

Tento ukazatel vypovídá o počtu takových objektů ve scénách, u kterých se předpokládá nebo dá očekávat možnost pohybu ovládaným způsobem. Příkladem může být např. projíždějící automobil či míč. Ve scénách bývají zpravidla obsaženy stacionární objekty, u kterých se pohyb nepředpokládá – např. pouliční lampa či lavička. Takové objekty se pak nezapočítávají. Opět platí, že čím vyšší je počet objektů ve scéně, tím roste počet možných změn.

- Typ pohybů ve scéně - T_p

Typ pohybů ve scéně vypovídá o složitosti sledování změn ve scéně pozorovatelem. Čím chaotičtější je pohyb ve scéně, tím složitější je pak vytváření anotace. Jako platný typ pohybu pro výpočet se bere nejčastěji se vyskytující druh pohybu. Např. podchodem určeným pro chodce lidé většinou procházejí, někdy běží. Typ pohybu takové scény proto bude podle Tab. 16 jednoduchý stálý pohyb.

- Překrývání objektů při pohybu - P_{op}

Tento parametr vypovídá o míře nemožnosti sledování určitých změn ve scéně vlivem překrývání pohybujících se a stacionárních objektů. Tento aspekt je důležitý zejména pro sledování detailů scén, které mohou být pro určité videosekvence klíčové.

Tab. 16 – Bodové hodnocení kritérií složitosti videosekvence

Složitost videosekvence:		
Počet osob ve scéně - P_{os}	5 a méně osob	1
	6 až 10 osob	2
	11 až 20 osob	3
	20 a více osob	4
Počet objektů ve scéně - P_{ob}	Méně než 10 objektů	1
	11 - 20 objektů	2
	20 - 30 objektů	3
	30 a více objektů	4
Typ pohybů ve scéně - T_p	Bez pohybu	1
	Jednoduchý stálý pohyb	2
	Složitý stálý pohyb	3
	Náhodný jednoduchý pohyb	4
	Zcela náhodný a chaotický pohyb	5
Překrývání objektů při pohybu - P_{op}	Žádné	1
	Občasné	2
	Časté	3
	Velmi časté	4
	Neustálé	5

Výsledná hodnota koeficientu kritérií složitosti videosekvence S_v je vypočtena podle následujícího vzorce:

$$S_v = \frac{P_{os} + P_{ob} + T_p + P_{op}}{18} \quad (10)$$

kde S_v je ukazatel složitosti videosekvence pro vytváření anotace

Výsledek výše uvedeného vzorce pak opět stačí porovnat s následující tabulkou pro určení složitosti videosekvence.

Tab. 17 – Výsledné hodnocení koeficientu S_v

Hodnocení koeficientu S_v	
Hodnota koeficientu S_v	Slovní hodnocení
< 0 - 0,25 >	Velmi snadná
< 0,26 - 0,4 >	Snadná
< 0,41 - 0,6 >	Ideální
< 0,61 - 0,75 >	Středně složitá
< 0,76 - 0,1 >	Složitá

U hodnocení koeficientu S_v je nutné vzít také v úvahu, že ideální hodnotou koeficientu S_v je 0,5, kdy není scéna příliš složitá, ale její anotace bude mít dostatečnou vypovídající hodnotu pro použití v datasetu. Samozřejmě také platí, že videosekvence s koeficientem složitosti $S_v > 0,7$ bude mít také dostatečnou vypovídající hodnotu, avšak vytvoření korektní anotace takové videosekvence bude výrazně složitější.

5.3 Aplikace vytvořených metrik na vybrané vytvořené evaluační videosekvence

Jak již bylo dříve předesláno, cílem praktické části nebylo hodnotit vytvořené evaluační videosekvence z hlediska běžné videosekvence, ale spíše z hlediska vhodnosti a složitosti videosekvence pro vytváření anotace a použití v datasetu. Vytvořené evaluační videosekvence byly vytvořeny zejména za účelem postupu jejich vytváření, a proto se nepředpokládá jejich vyšší složitost či vhodnost pro datasety pro profesionální aplikace. Nicméně pro demonstraci použití vytvořených hodnotících metrik budou hodnoceny dva vytvořené sety videosekvencí – při běžném denním světle a při umělém osvětlení. Hodnoceny budou pouze sety videosekvencí, neboť výsledky metrik při použití na jednotlivé sekvence by byly téměř identické.

5.3.1 Aplikace vytvořených metrik na evaluační videosekvence – běžné denní světlo

Prvním hodnoceným setem evaluačních videosekvencí budou ty, které byly vytvořeny za běžného denního světla. Tabulka vhodnosti videosekvence pak bude vypadat následovně:

Tab. 18 – Vhodnost setu videosekvencí natočených při běžném denním světle

Vhodnost videosekvence pro dataset:		
Reálnost situací - R_s :	Modelové situace v neregulovaných podmínkách	2
Druh prostředí - D_p :	Zcela přehledné prostředí	4
Světelné podmínky - S_p :	Středně osvětlená scéna	3
Viditelnost / atmosférické podmínky - V :	Jasno	3
Rozlišení videosekvence - R_v :	Středně nízké (640 x 480 a více)	2
Snímkovací frekvence - S_f :	Více než 25 snímků za sekundu	3

Výpočet koeficientu V_v :

$$V_v = \frac{R_s + D_p + S_p + V + R_v + S_f}{24} = \frac{2 + 4 + 3 + 3 + 2 + 3}{24} \cong 0,71 \quad (11)$$

Podle tabulky hodnocení vhodnosti se jedná o „velmi dobrý“ set evaluačních videosekvencí.

Obdobným způsobem určíme složitost daných videosekvencí.

Tab. 19 – Složitost setu videosekvencí natočených při běžném denním světle

Složitost videosekvence:		
Počet osob ve scéně - P_{os} :	5 a méně osob	1
Počet objektů ve scéně - P_{ob} :	Méně než 10 objektů	1
Typ pohybů ve scéně - T_p :	Jednoduchý stálý pohyb	2
Překrývání objektů při pohybu - P_{op} :	Občasné	2

Výpočet koeficientu S_v :

$$S_v = \frac{P_{os} + P_{ob} + T_p + P_{op}}{18} = \frac{1 + 1 + 2 + 2}{18} = \frac{4}{18} \cong 0,22 \quad (12)$$

Podle tabulky hodnocení složitostí se jedná o „velmi snadný“ set evaluačních videosekvencí pro vytváření anotací.

5.3.2 Aplikace vytvořených metrik na evaluační videosekvence – běžné denní světlo

Druhým hodnoceným setem evaluačních videosekvencí bude ten vytvořený při umělém osvětlení – kontrolovaných světelných podmínkách. Postup bude identický s prvním setem.

Tab. 20 – Vhodnost setu videosekvencí natočených při umělém osvětlení

Vhodnost videosekvence pro dataset:		
Reálnost situací - R_s :	Modelové situace v neregulovaných podmínkách	2
Druh prostředí - D_p :	Zcela přehledné prostředí	4
Světelné podmínky - S_p :	Středně osvětlená scéna	4
Viditelnost / atmosférické podmínky - V :	Jasno	3
Rozlišení videosekvence - R_v :	Středně nízké (640 x 480 a více)	2
Snímkovací frekvence - S_f :	Více než 25 snímků za sekundu	3

Výpočet koeficientu V_v :

$$V_v = \frac{R_s + D_p + S_p + V + R_v + S_f}{24} = \frac{2 + 4 + 4 + 3 + 2 + 3}{24} \cong 0,75 \quad (13)$$

Podle tabulky hodnocení složitostí se opět jedná o „velmi dobrý“ set evaluačních videosekvencí.

Tab. 21 – Složitost setu videosekvencí natočených při běžném umělém osvětlení

Složitost videosekvence:		
Počet osob ve scéně - P_{os} :	5 a méně osob	1
Počet objektů ve scéně - P_{ob} :	Méně než 10 objektů	1
Typ pohybů ve scéně - T_p :	Jednoduchý stálý pohyb	2
Překrývání objektů při pohybu - P_{op} :	Občasné	2

Výpočet koeficientu S_v :

$$S_v = \frac{P_{os} + P_{ob} + T_p + P_{op}}{18} = \frac{1 + 1 + 2 + 2}{18} = \frac{4}{18} \cong 0,22 \quad (14)$$

Podle tabulky hodnocení složitostí se opět jedná o „velmi snadný“ set evaluačních videosekvencí pro vytváření anotací.

Výpočet koeficientu S_v je identický s prvním případem, neboť scénáře videosekvencí se neměnily. Byly změněny pouze světlené podmínky, které se promítly do výpočtu koeficientu V_v .

5.4 Dílčí závěr

Obsahem této kapitoly praktické části diplomové práce byla aplikace vybraných hodnotících metrik na vybrané evaluační videosekvence, kdy ze začátku byly uvedeny metody, které běžně využívají pro hodnocení videosekvencí, a bylo také uvedeno, proč pro dané hodnotící účely tyto metody nejsou ideální. Následně byly navrženy a vytvořeny dvě nové hodnotící metriky pro evaluační videosekvence s popisem klíčových parametrů. Tyto metriky byly pak příkladově použity pro vytvořené evaluační videosekvence. Obě uvedené metriky spadají do kategorie subjektivních metod hodnocení z pohledu tvůrce evaluačních videosekvencí. Vytvoření těchto metrik považuji za jeden z přínosů této diplomové práce a jejich aplikací byl také splněn poslední bod zadání.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo seznámit čtenáře s problematikou obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů. Práci jsem se snažil koncipovat tak, aby bylo i pro laika snadné teoretický základ problematiky obrazových funkčních vlastností pochopit a aby dokázal porozumět dílčím aspektům těchto systémů.

V teoretické části bylo nejdříve definováno, co to jsou obrazové funkční vlastnosti, co to je inteligentní analýza a jakým způsobem lze tyto funkce rozdělit. Ve druhé kapitole teoretické práce pak byly určeny a popsány faktory, které ovlivňují vznik obrazové informace pro OFV a hrají tak kritickou roli. V této části byly také nově klasifikovány objekty a scénáře scén. Nově byly také definovány různé atmosférické podmínky a jejich vliv na snímanou scénu a byly také určeny způsoby redukce těchto negativních vlivů. Přínosem také bylo přehledné grafické shrnutí, které vyjadřuje vztah mezi jednotlivými parametry, které OFV IKDS ovlivňují. Ve třetí části teoretické práce pak byla provedena rešerše nástrojů OFV IKDS.

V praktické části práce byla pak hlavním úkolem tvorba vlastních evaluačních videosekvencí a aplikace vybraných metrik na tyto sekvence. V první kapitole praktické části byl ověřen postup vytváření evaluačních videosekvencí a zároveň vznikl návod a série doporučení pro jejich vytváření, neboť ačkoliv se jedná o zdánlivě snadnou problematiku, vytváření evaluačních videosekvencí je složitým procesem, který vyžaduje maximální pozornost a pečlivost při všech jeho částech. Tento návod a doporučení budou užitečným nástrojem pro ty, kteří by se chtěli věnovat vytváření evaluačních videosekvencí. Ve druhé kapitole praktické části pak byla pozornost věnována aplikaci vybraných metrik na vytvořené videosekvence. Na začátku této kapitoly jsou uvedeny existující metody hodnocení videosekvencí a také důvody, proč je pro hodnocení vytvořených videosekvencí vhodné vytvořit nové metriky zohledňující klíčové parametry evaluačních videosekvencí. Tyto metriky byly následně navrženy, vytvořeny a aplikovány a vznikly tak nové metody subjektivního hodnocení videosekvencí z hlediska tvůrce evaluačních videosekvencí. Vytvoření návodu pro tvorbu evaluačních videosekvencí a vytvoření hodnotících metrik považuji za jeden z největších přínosů této diplomové práce.

Jak již bylo dříve naznačeno, v současnosti zažívají obrazové funkční vlastnosti kamerových dohledových systémů dosud nebývalý rozmach a vznikají nové standardy a

požadavky pro subjekty, které se vytvářením OFV či inteligentní videoanalýzy zabývají. Doufám, že tato diplomová práce bude nápomocna nejen těmto subjektům, ale také dalším lidem, kteří se budou věnovat vývoji či výzkumu obrazových funkčních vlastností kamerových dohledových systémů či jejich možným aplikacím.

Do budoucna očekávám masivní rozvoj a nasazování inteligentních kamerových systémů do nejrůznějších aplikací. Ruku v ruce s tímto rozvojem půjde také snižování cen těchto systémů a jejich rozšíření do oblastí aplikací malého rozsahu, např. kamerové systémy pro domácnost.

V této diplomové práci byly splněny všechny body v zadání. Bod č. 1 – „Analyzujte problematiku OFV IKDS (IVSS)“ byl řešen v kapitole 1 a 2 (Obrazové funkční vlastnosti inteligentních kamerových dohledových systémů, a Faktory ovlivňující inteligentní videoanalýzu) teoretické části této práce. Bod č. 2 – „Proveďte rešerši nástrojů evaluace OFV IKDS“ byl řešen ve třetí části teoretické části práce (Nástroje evaluace obrazových funkčních vlastností). V první kapitole praktické části (Tvorba vlastních evaluačních videosekvencí) byl splněn 3. bod zadání – „Vytvořte vlastní soubor evaluačních videosekvencí“. Poslední bod zadání - „Aplikujte vybrané hodnotící metriky na vybrané videosekvence“ pak byl splněn ve druhé kapitole praktické části práce (Aplikace vybraných hodnotících metrik na vybrané videosekvence). Tímto byly splněny všechny body zadání.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of this thesis was to familiarize reader with the issue of visual functional characteristics of camera surveillance systems. I've tried to design this work so that it's easy for layperson to understand theoretical basics of visual functional characteristics and to understand individual aspects of these systems.

In the theoretical part was first defined what are the visual functional characteristics, what is the intelligent analysis and how can these functions be divided. In the second chapter of the theoretical work were then identified and described factors that influence the formation of visual information for the VFC and play such a critical role. In this part were also newly classified objects and scenes scenarios. Newly were also defined different atmospheric conditions and their impact on the scene and ways to reduce these negative effects were also identified. The benefit was also clear graphical summary that expresses the relationship between the parameters that affect the VFC IVSS. In the third part of the theoretical work was then conducted research of tools of VFC IVSS.

In the practical part of the work the main task was the creation of own video sequences, and evaluation by selected metrics of these sequences. In the first chapter of the practical part the procedure of creating of evaluation video sequences was conducted and verified. In this part walkthrough of this process with recommendations for the design was also created, because although it is a seemingly easy issue, creating of evaluation video sequences is a complex process that requires maximum attention and care in all its parts. These instructions and recommendations will be a useful tool for those who would like to pursue the creation of evaluation movies, and are verification in this issue. In the second chapter of the practical part attention was paid to the application of selected metrics for created video sequences. At the beginning of this chapter are given the existing evaluation methods of movies and also the reasons why it is suitable to create new metrics, which take into account key parameters of evaluation video sequences. These metrics were then designed, developed and applied, and thus were created new methods of subjective evaluation in terms of creators and designers of these evaluation video sequences. Creation of these instructions for making movies and creation of new evaluation metrics I consider as one of the greatest contributions of this thesis.

As was previously indicated, currently the visual functional characteristics of intelligent video surveillance systems are experiencing hitherto unprecedented boom and new standards and requirements for entities that are creating VFC or are dealing with intelligent video analysis originate. I hope that this thesis will be helpful not only for these subjects, but also to other people who will be developing and researching visual functional characteristics of camera surveillance systems or their potential applications.

In the future I expect massive development and deployment of intelligent camera systems in various applications. Hand in hand with this development goes the reduction of the prices of these systems and their expansion into areas of small-scale applications, such as video surveillance systems for home.

In this thesis all the points in the assignment were fulfilled. Point No. 1 - "Analyze the issue of VFC IVSS" was fulfilled in Chapter 1 and 2 of theoretical part of this work (Visual functional characteristics of intelligent video surveillance systems, and Factors affecting the intelligent video analysis). Point No. 2 - "Do a research of tools for evaluation of VFC IVSS" was performed in the third part of the theoretical section (Tools for evaluation of VFC). In the first chapter the practical part (Creation of custom evaluation video sequences) was achieved the 3rd point of assignment - "Create your own set of evaluation video sequences." The last point of the assignment - "Apply the selected evaluation metrics to the selected video sequences" was fulfilled in the second chapter of the practical part (Application of selected evaluation metrics for the selected video sequences). Thus were fulfilled all point of the assignment.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠEVČÍK, Ing. Jiří. *Metody testování funkčních vlastností vybraných kategorií prvků poplachových systémů*. Zlín, 2013. Pojednání o disertační práci ke státní doktorské zkoušce. Univerzita Tomáše Bati, FAI.
- [2] Přehled elektromagnetického záření. REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Encyklopedie fyziky* [online]. 2006-2014 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/527-prehled-elektromagnetickehozareni>
- [3] Elektromagnetické spektrum. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2014, 31.7.2013 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetick%C3%A9_spektrum
- [4] Světlo. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2014 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btlo>
- [5] Jas. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2014 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Jas>
- [6] Fotometrické veličiny. REICHL, Jaroslav a Martin VŠETIČKA. *Encyklopedie fyziky* [online]. 2006-2014 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometricke-veliciny>
- [7] Intenzita osvětlení. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2014 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Osv%C4%9Btlenost>
- [8] Co byste měli vědět o přeexpozici a přepalech. DOLEJŠÍ, Tomáš. *Fotorádce.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: <http://www.fotoradce.cz/co-byste-meli-vedet-o-preexpozici-a-prepalech-clanekid587>
- [9] Scenes and objects database. *MIT* [online]. 2005 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: <http://web.mit.edu/torralba/www/database.html>

- [10] Webové kamery a atmosférické jevy. TRŽICKÝ, Tomáš. *Optické úkazy v atmosféře* [online]. 2006 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://ukazy.astro.cz/clanky1.php>
- [11] Fotomobily: snímací čipy CMOS vs. CCD. ŠURKALA, Milan. *Digimanie* [online]. 2009 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.digimanie.cz/fotomobily-snimaci-cipy-cmos-vs-ccd/2885>
- [12] Velikost snímače. *Digineff* [online]. 2004 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.digineff.cz/art/cojeto/041117snimace.html>
- [13] Přehled velikosti snímačů. *Fotoklub Litovel* [online]. 2008 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.fotoklublitovel.cz/view.php?cisloclanku=2008020013>
- [14] Více megapixelů, lepší fotky? Ne, je to marketingový švindl, varují experti Zdroj: http://technet.idnes.cz/vice-megapixelu-lepsi-fotky-ne-je-to-marketingovy-svindl-varuji-experti-14c-/tec_foto.aspx?c=A100121_005205_tec_foto_pka. *Technet.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/vice-megapixelu-lepsi-fotky-ne-je-to-marketingovy-svindl-varuji-experti-14c-/tec_foto.aspx?c=A100121_005205_tec_foto_pka
- [15] Softwarová kalibrace objektivů pro přesná měření pomocí kamer. MORAVSKÉ PŘÍSTROJE, a.s., Masarykova 1148, Zlín-Malenovice, 76302. *Moravské přístroje a.s.* [online]. 2010 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.mii.cz/art?id=432&lang=405>
- [16] KULA, Jiří. *Kalibrace multi-kamerového systému* [online]. Praha, 2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/kulajiri_2012bach.pdf. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze.
- [17] CHAQUET, Jose M., Enrique J. CARMONA a Antonio FERNANDÉZ-CABALLERO. *A survey on vision-based human action recognition* [online]. 2013 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0262885609002704>
- [18] KRMELA, Bc. Tomáš. *Subjektivní hodnocení kvality videosekvencí* [online]. Brno, 2012 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z:

https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/10678/KRMELA_Diplomova_prace.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Ing. Ladislav Polák.

- [19] LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. *Bezpečnostné systémy: kamerové bezpečnostné systémy*. 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita, 2008. ISBN 978-80-8070-893-1.
- [20] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie systémy a management I*. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [21] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie systémy a management II*. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [22] DUFOUR, Jean-Yves. *Intelligent video surveillance systems*. 1st pub. London: ISTE, 2013. ISBN 978-1-84821-433-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	2 Dimensional, dvojrozměrný
AEA	Automatic Exposure Adjustment, automatická úprava expozice
CCTV	Closed Circuit Television, uzevřený televizní okurh
OFV	Obrazové funkční vlastnosti
IKDS	Inteligentní kamerové dohledové systémy
IVSS	Intelligent Video Surveillance Systém – obdobné s IKDS
SPZ	Státní poznávací značka
VCA	Video Content Analysis – videoanalýza obrazu
VEU	Video Event Understanding
VFC	Visual Functional Characteristics

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Funkční bloky kamerových dohledových systémů podle ČSN EN	12
Obr. 2 – Vztah inteligentních funkcí zpracování obrazu [1]	14
Obr. 3 – Ilustrace dílčích procesů videoanalýzy [1].....	16
Obr. 4 – Grafické znázornění elektromagnetického záření [3].....	22
Obr. 5 – Znázornění vzájemného vztahu mezi fotometrickými veličinami [6].....	26
Obr. 6 – Typy záběrů podle ČSN EN 50 132-7 [1]	33
Obr. 7 – Grafické srovnání velikostí různých čipů [13]	39
Obr. 8 – Grafické znázornění středového promítání [16].....	42
Obr. 9 – Posunutí počátku souřadných os obrazu (u; v) vůči středu kamery označeném (x_c ; y_c) [16].....	43
Obr. 10 – Vnější parametry kamery vyjadřují polohu kamery vůči referenčnímu souřadnému systému [16]	44
Obr. 11 – Grafické znázornění radiálního zkreslení – vlevo soudkovitost (a), vpravo poduškovitost (b) [16].....	45
Obr. 12 – Grafické znázornění rotace kamery – promítání do dvou obrazových rovin [16].....	46
Obr. 13 – Pořízení třech obrazů otáčející se kamerou [16].....	47
Obr. 14 – Detekce natočení obrazového pole detekčním algoritmem [15]	49
Obr. 15 – Korekce natočení společně s radiálním zkreslením [15]	49
Obr. 16 – Vzájemný vztah jednotlivých faktorů ovlivňujících vznik obrazové informace pro inteligentní videoanalýzu.....	51
Obr. 17 – Možné rozdělení datasetů podle typů akcí [17].....	53
Obr. 18 – Příklady videosekvencí a extrahovaných siluet z Weizmannovy databáze akcí [17].....	57
Obr. 19 – Příklady typických snímků v datasetu CAVIAR [17]	57
Obr. 20 – Náhledy videosekvencí z kategorie Indoor z datasetu ViSOR [17]	58
Obr. 21 – Pohled na průchod	64
Obr. 22 – Schéma umístění kamer při vytváření videosekvencí – pohled z perspektivy	65
Obr. 23 – Screenshot z natáčení videosekvence chůze – denní světlo	66
Obr. 24 – Screenshot z natáčení videosekvence batoh – denní světlo.....	66

Obr. 25 - Screenshot z natáčení videosekvence vázání tkaničky – umělé světlo	67
Obr. 26 - Screenshot z natáčení videosekvence chůze a volání mobilem – umělé světlo	67
Obr. 27 – Screenshot z programu VIA pro vytváření anotací – označení třech objektů ve scéně.....	71
Obr. 28 – Screenshot z programu VIA pro vytváření anotací – označení dvou objektů ve scéně.....	72

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Přehled a stručný popis nástrojů VCA využívaných v současných aplikacích [1].....	18
Tab. 2 – Přehled elektromagnetického záření [2]	21
Tab. 3 – Přehled intenzity osvětlení v běžném životě	24
Tab. 4 – přehled funkcí AEA využívaných v dnešní době [9].....	27
Tab. 5 – Obecné rozdělení objektů ve scénách.....	28
Tab. 6 - Rozdělení objektů a oblastí podle MIT-CSAIL [9].....	29
Tab. 7 – Dělení scén z různých hledisek.....	31
Tab. 8 – Rozdíly CCD versus CMOS [11]	36
Tab. 9 - Tabulka označení velikostí snímačů a jejich reálné velikosti [12].....	38
Tab. 10 – Srovnání snímacích parametrů fotoaparátů různých značek a typů [14]	41
Tab. 11 – Historický vývoj nejvýznamnějších veřejně dostupných datasetů [17].....	56
Tab. 12 – Přehled vybraných parametrů záznamového zařízení pro natáčení	65
Tab. 13 – Popisná tabulka vytvořených evaluačních videosekvencí	68
Tab. 14 – Bodové hodnocení kritérií vhodnosti videosekvencí pro dataset	75
Tab. 15 – Výsledné hodnocení koeficientu V_v	76
Tab. 16 – Bodové hodnocení kritérií složitosti videosekvence	78
Tab. 17 – Výsledné hodnocení koeficientu S_v	79
Tab. 18 – Vhodnost setu videosekvencí natočených při běžném denním světle	80
Tab. 19 – Složitost setu videosekvencí natočených při běžném denním světle.....	80
Tab. 20 – Vhodnost setu videosekvencí natočených při umělém osvětlení.....	81
Tab. 21 – Složitost setu videosekvencí natočených při běžném umělém osvětlení.....	81

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I – Popisný dokument k vytvořeným evaluačním videosekvencím

PŘÍLOHA P I: POPISNÝ DOKUMENT K VYTVOŘENÝM EVALUAČNÍM VIDEOSEKVENCÍM

Obsahem této přílohy je popisný dokument vytvořených evaluačních videosekvencí. V tomto dokumentu se nacházejí bližší textové popisy vytvořených videosekvencí, které definují děj, objekty a aktivity ve scéně.

Název: Průchod jedné osoby při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) prochází volnou chůzí jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm po celou dobu chůze (cca 8 s). Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Chůze osoby scénou bez dalších akcí či interakcí s okolím

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Běh jedné osoby při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně běží jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm po celou dobu běhu (cca 6 s). Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Běh osoby scénou bez dalších akcí či interakcí s okolím

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Běh jedné osoby se dvěma výskoky při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně běží jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm po celou dobu běhu (cca 6 s). Během běhu osoba dvakrát vyskočí. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Běh osoby scénou se dvěma výskoky bez dalších akcí či interakcí s okolím

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Chůze jedné osoby, zastavení a zavázání tkaničky při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Během chůze se zastaví, klekne si a začne zavazovat tkaničku u boty. Po zavázání tkaničky vstane a pokračuje volnou chůzí dále v původním směru. Soubor akcí trvá cca 16 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Chůze osoby scénou, zastavení, kleknutí, interakce s vlastním oblečením, vstání, chůze

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Chůze jedné osoby, zastavení, kleknutí a hledání nápoje v batohu při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Během chůze se zastaví, klekne si a začne hledat v batohu pití, kterého se napije. Lahev pak schová do batohu, vstane a pokračuje volnou chůzí dále v původním směru. Soubor akcí trvá cca 23 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty, černou bundu a černošedý batoh. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba
- Batoh
- Lahev

Aktivita: Chůze osoby scénou, zastavení, sundání batohu, kleknutí, hledání v batohu, vyndání lahve, napítí se, vrácení lahve, vstání, nasazení batohu, chůze

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Sundání bundy za chůze při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Během chůze si sundá bundu. Délka záběru je 9 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty, černou bundu a černé tričko. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba
- Bunda

Aktivita: Chůze osoby scénou, sundání bundy, přehození přes pravou ruku, chůze

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Chůze jedné osoby scénou s mobilním telefonem při denním světle

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Po celou dobu má u pravého ucha přiložený mobilní telefon. Délka záběru je 9 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba
- Mobilní telefon

Aktivita: Chůze osoby scénou, držení mobilního telefonu u pravého ucha

Světelné podmínky: Nekontrolované světelné podmínky – denní světlo

Název: Průchod jedné osoby při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) prochází volnou chůzí jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm po celou dobu chůze (cca 9 s). Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Chůze osoby scénou bez dalších akcí či interakcí s okolím

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek

Název: Běh jedné osoby při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně běží jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm po celou dobu běhu (cca 6 s). Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Běh osoby scénou bez dalších akcí či interakcí s okolím

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek

Název: Běh jedné osoby se dvěma výskoky při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně běží jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm po celou dobu běhu (cca 7 s). Během běhu osoba dvakrát vyskočí. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Běh osoby scénou se dvěma výskoky bez dalších akcí či interakcí s okolím

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek

Název: Chůze jedné osoby, zastavení a zavázání tkaničky při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Během chůze se zastaví, klekne si a začne zavazovat tkaničku u boty. Po zavázání tkaničky vstane a pokračuje volnou chůzí dále v původním směru. Soubor akcí trvá cca 15 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba

Aktivita: Chůze osoby scénou, zastavení, kleknutí, interakce s vlastním oblečením, vstání, chůze

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek

Název: Chůze jedné osoby, zastavení, kleknutí a hledání nápoje v batohu při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Během chůze se zastaví, klekne si a začne hledat v batohu pití, kterého se napije. Lahev pak schová do batohu, vstane a pokračuje volnou chůzí dále v původním směru. Soubor akcí trvá cca 21 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty, černou bundu a černošedý batoh. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba
- Batoh
- Lahev

Aktivita: Chůze osoby scénou, zastavení, sundání batohu, kleknutí, hledání v batohu, vyndání lahve, napití se, vrácení lahve, vstání, nasazení batohu, chůze

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek

Název: Sundání bundy za chůze při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Během chůze si sundá bundu. Délka záběru je 10 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty, černou bundu a černé tričko. Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba
- Bunda

Aktivita: Chůze osoby scénou, sundání bundy, přehození přes pravou ruku, chůze

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek

Název: Chůze jedné osoby scénou s mobilním telefonem při umělém osvětlení večer

Scénář: Snímaným prostorem (průchod) volně prochází jedna osoba, která je snímána zepředu ve výšce cca 180 cm. Po celou dobu má u pravého ucha přiložený mobilní telefon.

Délka záběru je 10 s. Osoba má oblečeny béžové maskáčové kalhoty a černou bundu.

Pozadí scény je statické a je tvořeno hnědými vraty se čtyřmi žlutými drátoskly.

Objekty ve scéně:

- Osoba
- Mobilní telefon

Aktivita: Chůze osoby scénou, držení mobilního telefonu u pravého ucha

Světelné podmínky: Kontrolované světelné podmínky – umělé osvětlení ze zářivek